

ISSN 0042-8469



1

UDC 623 + 355/359

GODINA LVIII JANUAR-MART 2010.

MINISTARSTVO ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

DIREKCIJA
ZA IZDAVAČKU I BIBLIOTEČKO-INFORMACIONU DELATNOST

ZASTUPA DIREKTORA

Kapetan bojnog broda
Stanko Šušljik

VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD

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

GLAVNI UREDNIK REDAKCIJE VOJNIH ČASOPISA

Potpukovnik
Dragan Hajduković
e-mail: dragan.hajdukovic@mod.gov.rs

ODGOVORNI UREDNIK VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA

Potpukovnik
mr *Nebojša* Gaćeša, dipl. inž.
e-mail: nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: 3006-023; 3201-493, vojni: 23-493

UREĐIVAČKI ODBOR

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

Sekretar redakcije

Zora Pavličević
e-mail: zora.pavlicevic@mod.gov.rs
tel.: 3201-497, vojni: 23-497

Adresa redakcije:

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK,
Balkanska 53, Beograd
e-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs
www.dibid.mod.gov.rs/casopisi.php
http://scindeks.nb.rs/journaldetails.aspx?issn=0042-8469

Pretplata: e-mail: marketing.dibid@mod.gov.rs;

tel.-fax: 3612-506; tekući račun: 840-19540845

Rukopisi se ne vraćaju

Časopis izlazi tromesečno

Štampa: Vojna štamparija – Beograd, Resavska 40b

SADRŽAJ

NAUČNI ČLANCI

Jovanović M. <i>Danko</i>	
Upravljanje rizicima u proizvodnji naoružanja i vojne opreme	5–12
Ćuk V. <i>Danilo</i>	
Korekcija putanje žiroskopski stabilisanog projektila primenom proporcionalne navigacije	13–32
Andrejić D. <i>Marko</i> , Milenkov A. <i>Marjan</i> , Sokolović S. <i>Vlada</i>	
Logistički informacijski sistemi	33–61
Regodić D. <i>Miodrag</i>	
Korišćenje satelitskih snimaka za vođenje radne karte	62–82

STRUČNI ČLANCI

Perić R. <i>Sreten</i>	
Savremene metode analize ulja u tehničkim sistemima	83–112
Čakić B. <i>Aleksandar</i>	
Razjašnjenje definisanja transportnog lanca	113–128
Božanić I. <i>Darko</i> , Pamučar D. <i>Dragan</i>	
Vrednovanje lokacija za uspostavljanje mosnog mesta prelaska preko vodenih prepreka primenom FUZZY logike	129–145
Milosavljević S. <i>Vojislav</i>	
Procedure za prilaz i sletanje na aerodrome „Nikola Tesla“ i „Batajnica“ primenom RNP AR APCH i Baro-VNAV	146–165
Milenković S. <i>Dejan</i> , Jovanović-Milenković V. <i>Marina</i> , Radojičić A. <i>Zoran</i>	
Sistemi upravljanja sadržajem – pojam i karakteristike	166–184
Petrović N. <i>Mirko</i>	
Modelovanje georeferenciranih podataka u katastru nepokretnosti primenom ISO 19100 serije standarda	185–203
Filipović Lj. <i>Zoran</i>	
53. konferencija ETRAN – Prikaz nučno-stručnog skupa	204–207
Gačeša N. <i>Nebojša</i>	
Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem ODBRAMBENE TEHNOLOGIJE OTEH 2009	208–216
SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA	217–219
POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA	220–224
SPISAK RECENZENATA VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA	225–233

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS

Jovanović M. <i>Danko</i>	
Risk management in the production of weapons and military equipment	5–12
Ćuk V. <i>Danilo</i>	
Trajectory correction of gyroscopic stabilized projectile using proportional navigation	13–32
Andrejić D. <i>Marko</i> , Milenkov A. <i>Marjan</i> , Sokolović S. <i>Vlada</i>	
Logistics information system	33–61
Regodić D. <i>Miodrag</i>	
Use of satellite images in situation map design	62–82

PROFESSIONAL PAPERS

Perić R. <i>Sreten</i>	
Modern methods of oil analysis in technical systems	83–112
Cakić B. <i>Aleksandar</i>	
Clarification of a term transport chain.....	113–128
Božanić I. <i>Darko</i> , Pamučar D. <i>Dragan</i>	
Evaluating locations for river crossing using FUZZY logic	129–145
Milosavljević S. <i>Vojislav</i>	
Approach and landing procedures for airports “Nikola Tesla” and “Batajnica” using RNP AR APCH and Baro-VNAV	146–165
Milenković S. <i>Dejan</i> , Jovanović-Milenković V. <i>Marina</i> , Radojičić A. <i>Zoran</i>	
Content management systems – concept and features	166–184
Petrović N. <i>Mirko</i>	
Spatial data modeling in the real estate cadastre using ISO 19100 series of standards	185–203
Filipović Lj. <i>Zoran</i>	
53 rd Scientific Expert Conference for Electronics, Telecommunications, Computers, Automatic Control and Nuclear Engineering – ETRAN	204–207
Gaćeša N. <i>Nebojša</i>	
3 rd Scientific Expert Conference with International Participation OTEH 2009 on Defensive Technologies	208–216
MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT	217–219
CALL FOR PAPERS AND INSTRUCTIONS FOR AUTHORS	220–224
LIST OF REFEREES OF THE MILITARY TECHNICAL COURIER	225–233

NAUČNI ČLANCI

UPRAVLJANJE RIZICIMA U PROIZVODNJI NAORUŽANJA I VOJNE OPREME*

Jovanović M. Danko, Sektor za materijalne resurse
Ministarstva odbrane Republike Srbije,
Uprava za odbrambene tehnologije, Beograd

UDC: 623.4/9:005.334
662.1/4:005.334

Sažetak:

Uradu je objašnjen pojam rizika i upravljanja rizikom u specifičnim uslovima proizvodnje naoružanja i vojne opreme (NVO). Analizirane su glavne karakteristike eksplozivnih materija, koje izazivaju najveće rizike u proizvodnji NVO. Razrađene su faze u procesu upravljanja rizicima, kao i metode upravljanja rizikom. Zaključeno je da je pri upravljanju rizicima presudan uticaj menadžmenta kompanije da rizike dovede u prihvatljive okvire.

Ključne reči: upravljanje rizikom, eksplozivne materije, proizvodnja NVO.

Uvod

Svaka odluka obuhvata elemente neodređenosti, zbog čega je rizik neodvojiv od odlučivanja. Upravljanje rizikom smanjuje negativan uticaj neodređenosti na proces odlučivanja. Rizik se danas posmatra kao ozbiljan ekonomski, javni i politički problem. Na neki način, rizik ima svoju tržišnu vrednost, svoje tržište, kupce i prodavce [1]. Može se reći da upravljanje rizikom omogućava identifikaciju i kontrolu varijanti neodređenosti radi njihovog izbegavanja ili smanjenja, pružanjem alternativnih puteva delovanja licima koja donose odluke¹ [2]. Značaj primene tehnika upravljanja

* Rad je u vidu usmenog saopštenja izložen na 3. naučno-stručnom skupu sa međunarodnim učešćem OTEH 2009, dana 8. oktobra 2009. godine.

rizikom jeste upravo u mogućnosti da ograničena finansijska sredstva budu angažovana na najefikasniji mogući način radi smanjenja rizika.

Kapaciteti odbrambene industrije Republike Srbije imaju specifičan i raznorodan tehnološki karakter, gde se vrši integracija različitih sistema NVO (naoružanja i vojne opreme), što podrazumeva kompleksan pristup i korišćenje raznih tehnologija, što samo po sebi znači i pojavu rizika u proizvodnji. Upravljanje rizicima u proizvodnji NVO nameće interdisciplinarni pristup, kako bi se u potpunosti sagledali svi proizvodni procesi, a rizici u proizvodnji sveli na prihvatljivu meru. Proizvodnja i upotreba NVO podrazumeva rad sa opasnim materijama, pa otuda i potreba da se uticaj na čoveka, proizvodni pogon, skladište i dr. dovedu u sklad sa propisima na način da se svi procesi obave bez opasnosti po čoveka i njegovu užu i širu okolinu.

Specifičnosti proizvodnje NVO

Proizvodnja naoružanja i vojne opreme srazmerna potrebama Vojске Srbije i mogućim izvoznim poslovima. Proizvodnja koja je usklađena organizacijski i tehnološki podrazumeva mešovite i kompleksne industrijske tehnologije (bazno-hemijske, hemijsko-tehnološke, elektro-hemijske, elektro, mašinske, i dr.). Rizici u takvim proizvodnim procesima predstavljaju stvarnost i obavezu da se svedu na najmanju moguću meru [3, 4].

Ako analiziramo tipove i kategorije proizvoda uočavamo specifične tehnologije, posebno pri integraciji tela klasičnih i raketnih projektila, sa opasnim, eksplozivnim ili zapaljivim materijama. Eksplozivne materije koje se koriste u proizvodima NVO, za koje smatramo da izazivaju najveće rizike pri samoj proizvodnji i integraciji, uključujući i skladištenje i upotrebu, možemo razvrstati u sledeće kategorije:

- eksplozivni materijali,
- baruti,
- raketna goriva (čvrsta i tečna),
- tečni oksidatori raketnih goriva,
- pirotehničke smeše [5].

Glavne karakteristike svih ovih materijala jesu da su eksplozivni, reaktivni ili eksplozivno-reaktivni. Najveći broj ovih materijala se posebnim tehnološkim postupcima integriše se u praškastom stanju livenjem ili presovanjem. U retkim slučajevima vrše se i postupci hemijsko-katalitičkog destilovanja nekih materijala u završnoj sintezi.

Najopasnije materije u odbrambenim tehnologijama jesu **eksplozivi**, koji predstavljaju jedinjenja i smeše organskih i neorganskih materija. Vrlo su opasne po okolinu ukoliko se sa njima nepravilno rukuje ili ako se ne upotrebe adekvatne preventivne mere. Najčešće sintetizovane materije pri proizvodnji NVO u Srbiji su: TNT-trinitrotoluol (trotil), RDX-heksogen, HMX-

oktogen, nitroceluloza, nitroglicerina, nitroguanidin, olovni azid, pentrit (tetril), olovo rezorcinat, živin fulminat, privredni eksplozivi (amatoli) i dr. [6, 7].

Navedene materije sintetišu se ulaznim polufabrikatima ili korišćenjem stranih eksplozivnih punjenja iz delaborisane municije, dok za neke postoji sirovinaska baza u domaćoj hemijskoj industriji ili se uvozi.

Tehnologija proizvodnje svih ovih proizvoda predstavlja najveći rizik u proizvodnji NVO, najviše zbog rizika od eksplozije i pomanjkanja tehnologija za eliminisanje ekoloških rizika [8, 9, 10].

Svođenje rizika u proizvodnji na podnošljiv nivo

Sredstva NVO imaju svoj životni ciklus, od istraživanja, razvoja, proizvodnje, upotrebe i skladištenja do rashoda i otuđenja.

Svaka navedena faza u životnom ciklusu gotovog proizvoda NVO ima izražene rizike i može da utiče na neku drugu fazu pozitivno ili negativno.

Istraživačko-razvojna faza treba da predvidi rizike proizvodnje, eksploatacije, održavanja i rashodovanja NVO. U praksi to nije uvek tako [11, 12, 13].

Pod pojmom rizika podrazumeva se **verovatnoća da će se neki neželjeni događaj desiti kao posledica nekog drugog događaja**. Rizik se može definisati i kao verovatnoća gubitka, štete ili povrede, usled nekog neželjenog događaja.

Kao što se vidi, može se govoriti o nizu uslovnih verovatnoća:

- verovatnoća nastanka početnog događaja koji uzrokuje štetu,
- verovatnoća nastanka neželjenog događaja,
- verovatnoća da opasnost traje dovoljno dugo da dođe do znatne štete,
- verovatnoća da se u okolini gde se desio akcident nađu ljudi baš u trenutku havarije, itd.

Kada su u pitanju tehnički sistemi, u principu je moguće govoriti o matematičkoj verovatnoći (matematičko očekivanje), jer se može doći do podataka koji se odnose na parametre sigurnosti funkcionisanja (dependability).

Upravljanje rizikom može se definisati kao delatnost čiji je cilj identifikacija i analiza različitih scenarija nastanka štete od rizika kojim je izložena proizvodnja NVO (u užem i širem smislu) i utvrđivanje najboljeg načina za otklanjanje posledica u slučaju štete.

To se sprovodi i primenom koncepta rizika koji omogućava praćenje verovatnoće nastanka potencijalno opasnih događaja i njihovih mogućih posledica, kao i izbor pravaca delovanja za smanjenje verovatnoće i posledica potencijalno opasnih događaja.

Upravljanje rizikom je zbog toga značajno sredstvo u donošenju odluka u savremenoj industriji, trgovini i bankarstvu (finansijama). Sposobnost da se ovi rizici razumeju i da se njima delotvorno upravlja važan su deo uspešnog odlučivanja.

Rizici se nikada ne mogu u potpunosti eliminisati, ali se mogu svesti na podnošljiv (prihvatljiv) nivo. Ključ uspešnog upravljanja rizikom je jasno definisanje oblasti procene rizika, uočavanje i evidentiranje potencijalnih opasnosti koje mogu izazvati događaje sa negativnim posledicama i temeljno razumevanje svih aspekata tih posledica.

Koncept rizika obuhvata tri osnovna elementa:

- neželjeni događaj,
- verovatnoću koja se odnosi na mogućnost da se taj događaj desi, i
- obim posledica koje mogu nastati kao posledica tog neželjenog događaja.

U procesu upravljanja rizicima postoje sledeće faze:

1. identifikacija rizika,
2. analiza rizika,
3. procena rizika,
4. postupci u rizičnim situacijama,
5. kontrola rizika predviđenih mera.

Identifikacija rizika predstavlja sagledavanje svih rizika kojima je izložena proizvodnja NVO. Proizvođači su izloženi rizicima, pa je potrebno sagledati koja je verovatnoća njihovog nastanka, šta sve treba preduzeti da se rizici dovedu na prihvatljivu meru i kakve su štete moguće, i pored svih preduzetih mera, ako se rizik ostvari. Identifikacija rizika nije ista za sve proizvođače NVO niti za sve procese proizvodnje, što govori da identifikacija rizika podrazumeva sistemski pristup i interdisciplinarnost. Priroda procesa proizvodnje podrazumeva primenu mera i postupaka utvrđivanja svih rizika u procesu proizvodnje i njihovo rangiranje, jer svi rizici ne utiču jednako niti su istog intenziteta. Za identifikaciju potencijalnih rizika koriste se tehnike koje mogu da sadrže: upitnike i intervjue koji se popunjavaju pitanjima koja su relevantna za određene procese proizvodnje i potencijalne rizike; šemu-mapu tehnoloških procesa proizvodnje sa tokovima materijala i dr. resursa bitnih za identifikaciju rizičnih mesta u procesu proizvodnje; pregled proizvodnih objekata, magacinskog prostora, uređaja i opreme za rad, tehničke zaštite...; spisak ljudi odgovornih za pojedine procese proizvodnje sa njihovim personalnim podacima, socijalnim statusom i zdravstvenim stanjem. Ostali načini identifikacije mogu da budu od koristi, a posebno statistički podaci iz drugih sličnih proizvodnih procesa ili analiza podataka prikupljenih od drugih organa ili organizacija, posebno iskustva stečena pri upravljanju rizicima.

Analiza rizika podrazumeva analizu svih faktora koji utiču na nastanak rizika i veličinu štetnih posledica. Pri analizi rizika odgovorni rukovodioci utvrđuju sve rizike, njihovu veličinu i stepen međuzavisnosti. Analiza podrazumeva i sagledavanje mogućih posledica i troškove saniranja posledica. Ulaganje u preventivne mere je od posebnog značaja, jer se odluke donose na osnovu procene njihove efikasnosti i isplativosti ulaganja.

Analizu rizika sprovodi obučeni multidisciplinarni tim, sastavljen od lica koja dobro poznaju proces rada, osobine materija koje se pojavljuju u procesu, pridružene opasnosti i druge tehničke parametre, ali i teoriju organizacije preduzeća, zakone, propise i standarde.

Pri sprovođenju analize rizika javlja se ne mali problem vođenja zapisa – broj procesa, parametara, kategorija rizika, planova mera, itd. i u sasvim osrednjoj firmi tako je veliki da je neophodno pomoći se prigodnim softverskim alatima. Softver je praktično neophodan i zato se analiza mora završiti pripremom *scenarija* – identifikacijom niza događaja koji su možda malo verovatni, ali ako se dese – dovode do udesa ili katastrofe.

Sam postupak analize rizika poznat je i detaljno dokumentovan u stručnoj literaturi i pojedinim podzakonskim aktima, npr. u *Pravilniku o analizi uticaja objekata, odnosno radova na životnu sredinu* ili *Pravilniku o metodologiji za procenu opasnosti od hemijskog udesa i od zagađivanja životne sredine, merama pripreme i merama za otklanjanje posledica*, i dr.

Procena rizika podrazumeva posledice, učestalost i obim štete. Na osnovu podataka koji se dobiju procenom rizika utvrđuje se dalje postupanje u procesu upravljanja rizikom korišćenjem raznih metoda:

– *kvantitativne metode* zasnivaju se na statističkim podacima o štetnim događajima i posledicama koji su ovi događaji izazvali u sličnim slučajevima, uključujući i veličinu štete;

– *kvalitativne metode* primenjuju se kada ne postoje statistički podaci koji su posledica nekog rizika. Veću štetu može napraviti pojedinačan rizičan događaj nego više manjih koji su do tada mogli biti statistički obrađeni. Nemerljiva je šteta gubitak ljudskih života, što se ne može porediti sa finansijskim štetama u bilo kojoj proizvodnji NVO. Ozbiljne su štete gubitak ugleda i pad kvaliteta proizvoda, jer se one posmatraju dugoročno.

Svi rizici koji se mogu otkriti u postupku procene ne zahtevaju jednaku pažnju analitičara. Selekcija rizika u smislu „kritičnosti“ (stepena uticaja rizika na ostvarenje konačnog cilja) može biti od presudnog značaja za analizu rizika. Neki rizici su neznatni ili prihvatljivi (na osnovu iskustva, državnih propisa ili internih propisa institucije, odnosno organizacije), dok drugi zahtevaju razmatranje u skladu sa svojom veličinom i kritičnošću za konačni cilj.

Postupci u rizičnim situacijama podrazumevaju da svi ljudi uključeni u proces proizvodnje znaju postupke proizvodnje, da su upoznati sa opasnostima, kao i da su obučeni za bezbedan rad, uključujući i sve procedure koje podrazumevaju preduzimanje svih mera ukoliko dođe do rizične situacije. To se, pre svega, odnosi na organizovano delovanje svih zaposlenih, pri otklanjanju uzroka, mera i postupaka ako dođe do rizične situacije, lično spasavanje, pomoć drugima, blagovremeno pozivanje stručnih organa i službi i dr. mere. Svi postupci moraju biti propisani, usklađeni i uvežbani sa kompletnim personalom.

Kontrola rizika podrazumeva aktivnosti koje se sprovode posle identifikacije rizika, procene rizika, analize rizika i definisanja postupaka u rizičnim situacijama. Sistem odbrane, posebno Ministarstvo odbrane, svojim normativnim aktima i nadležnim organizacijskim sastavima reguliše i kontroliše proizvodnju NVO, a Ministarstvo unutrašnjih poslova ispunjenost tehničkih i drugih uslova procesa proizvodnje. Pored vojne kontrole kvaliteta značajne su i standardizacija i metrološka delatnost, a koliki značaj se pridaje ovim segmentima govori podatak da je Ministarstvo odbrane vlasnik standardoteke koja čuva i sprovodi oko deset hiljada standarda i tehničkih preporuka (nadležna je Uprava za odbrambene tehnologije SMR, MO). Indikativan je podatak da u Srbiji ima na milione neataloniranih merila.

Upravljanje rizikom obuhvata veći broj različitih metoda. Ove metode se primenjuju u različitim fazama procesa upravljanja rizikom i međusobno se mogu razlikovati po karakteru ulaznih podataka, analitičkom pristupu i postupku, karakteru i kvalitetu izlaznih podataka, resursima koje je potrebno angažovati za njihovo sprovođenje, itd. Zajednički cilj ovih metoda je obezbeđenje validnih informacija licima koja su nadležna za donošenje odluka o daljim pravicima delovanja organizacije kako bi se izbegli ili bar smanjili negativni efekti neželjenih događaja [14].

Zaključak

Danas se može doći do nekih rezultata istraživanja, koja su provodile industrijski najrazvijenije zemlje Zapada i Dalekog istoka, posebno pri uvođenju strategija pri upravljanju rizicima. Najčešće metode kontrole rizika su: fizičko-tehnička kontrola rizika i finansijska kontrola rizika. Metode i efekti tih metoda zaslužuju posebnu pažnju, uz napomenu da se bez savremenih informatičkih programa i učešća stručnjaka različitih profila ne mogu, osim parcijalno, dobiti optimalni efekti pri upravljanju rizicima.

Presudan je uticaj menadžmenta svake kompanije pri upravljanju rizicima da, u saradnji sa državnim i specijalizovanim institucijama, dovede sve rizike u prihvatljive okvire pri proizvodnji NVO.

Literatura

[1] Todorović, J., „Praktični problemi primene metoda održavanja prema riziku“, 18. naučno-stručni skup o održavanju mašina i opreme, Budva, 2003.

[2] De Meyer, A., Loch, C. H., Pich, M. T., „Managing Project Uncertainty: From Variation to Chaos“, IEDC – Bled School of Management, Strategic Project Management, Background Readings, 2004.

[3] Jovanović, D., „Metodologija optimizacije upravljanja i održavanja kompleksnih vojnih sistema“ doktorska disertacija, Evropski univerzitet, FMMS, Beograd, 2007.

[4] Pravilnik o analizi uticaja objekata odnosno radova na životnu sredinu, Sl. Glasnik RS br. 61/92.

[5] Pravilnik o metodologiji za procenu opasnosti od hemijskog udesa i od zagađivanja sredine, merama pripreme i merama za otklanjanje posledica, Sl. Glasnik RS, br. 60/94 i 63/94.

[6] Grupa autora, CME „Ekološki rizici odbrambene industrije Republike Srbije“ 2008.

[7] Jovanović, D., „Uticaj tehnologije na održivi razvoj“ OTEH-2007, uvodno izlaganje, VTI, 2007.

[8] Grupa autora, „Rešavanje problema pirotehničke bezbednosti u skladištima ubojnih sredstava“ naučnoistraživački projekat, UOT/SMR i VA, 2008.

[9] Strategija naučnog i tehnološkog razvoja RS u periodu od 2009. do 2014. g, nacrt, MNTR, 2009.

[10] Luthans, F., „Organizational Behavior“, McGraw-Hill, 2002.

[11] Grčić M., Ratkaj, I., Strukturne promene i regionalna diferencijacija industrije Srbije u periodu tranzicije (1988–2005). Glasnik SGD, LXXXVI br. 2, 2006.

[12] Mitić Ž., Karkalić, R., „Primer katastra potencijalnih izvora opasnosti izrađenog za potrebe reagovanja u slučaju nuklearnih i hemijskih udesa u Beogradu“ Tehnički očitni centar VS, 2007.

[13] Zeković, S., IAUS „Ekološki aspekti u planiranju industrije Srbije“, Industrija 1–4, 2000.

[14] Godišnje i periodične analize rada fabrika Odbrambene industrije.

RISK MANAGEMENT IN THE PRODUCTION OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

Summary:

The paper discusses the notions of risk and risk management in specific conditions of the production of weapons and military equipment (MWE). The main characteristics of explosive materials, the most frequent risk sources in the production of MWE, have been analysed as well as the phases in the risk management process and the risk management methods.

Introduction

Risk is nowadays considered as a serious economical, public and political issue. Risk management enables identification and control of uncertainty varieties in order to avoid or reduce them by offering alternative activity routes to decision-makers. The production and application of modern WME involves handling hazardous materials and imposes needs for safety measures.

Particularities of the WME production

Explosive materials for military goods cause the greatest risks in production and charging as well as in storage and use. They consist of

explosives, gunpowder, rocket propellants (solid and liquid), liquid oxidizers of rocket propellants and pyrotechnic mixtures.

Reducing risks in production to an acceptable level

The key of successful risk management is a clear definition of a risk assessing domain as well as the identification and characterisation of potential threats. The risk management process consists of the following phases: risk identification, risk analysis, risk assessment, procedures in risk occurrences and the risk control of required measures.

Conclusion

The management of each company has a key role in risk management, reducing risks to acceptable levels in cooperation with government and specialized institutions.

Key words: risk management, explosive materials, production of weapons and military equipment

Datum prijema članka: 08. 10. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 02. 11. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 03. 11. 2009.

KOREKCIJA PUTANJE ŽIROSKOPSKI STABILISANOG PROJEKTILA PRIMENOM PROPORCIONALNE NAVIGACIJE

Ćuk V. *Danilo*, Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet,
Katedra za sisteme naoružanja, Beograd

UDC: 531.55

Sažetak:

U radu su prikazane metode korekcije putanje žiroskopski stabilisanih projektila primenom proporcionalne navigacije. Sekcija upravljanja tipa „patka“ ugrađena je na klasični projektil radi generisanja aerodinamičke sile. Efikasnost projektila sa korekcijom putanje prikazana je pomoću rezultata numeričke simulacije leta, primenom proporcionalne navigacije sa i bez kompenzacije poremećaja zbog gravitacionog i tangentnog ubrzanja. Analizirani su, takođe, uticaji početnog ugla elevacije i odstupanja ravni upravljanja od ravni praćenja cilja na promašaj projektila. Pokazano je da se precesioni oblik oscilovanja ugaonog kretanja projektila prenosi na ugaonu brzinu linije viziranja cilja koju treba filtrirati kako bi se otklonila pojava rezonantne nestabilnosti leta projektila.

Ključne reči: projektil sa korekcijom putanje, proporcionalna navigacija, žiroskopska stabilnost.

Uvod

Veliki broj promenljivih koje određuju putanju projektila (parametri atmosfere, vetar, pritisak u barutnoj komori oruđa, statička i dinamička neuravnoteženost, geodetski podaci, itd.) menjaju se od jednog do drugog opaljenja i time doprinose disperziji projektila u oblasti izabranog cilja. Tačnost i preciznost pogađanja cilja može se poboljšati primenom sistema upravljanja vatrom i niza korekcionih komandi koje preuzima posluga. Ovakav pristup je prihvatljiv protiv stacionarnih ciljeva na ograničenom doletu (< 24 km). Na doletima 30–40 km disperzija postaje toliko velika da znatno smanjuje efikasnost sistema klasičnog naoružanja. Ovaj nedostatak je posebno izražen pri gađanju brzih ili manevrišućih ciljeva za koje sekvenca opaljenja mora da se obavi u roku nekoliko sekundi, bez mogućnosti ponavljanja vatre. U primenama klasičnih projektila u kojima se ne dozvoljava korekcija vatre na osnovu prethodno ispaljenih projektila, poboljšanje precizno-

sti može se postići ugradnjom uređaja za korekciju putanje koji, pored funkcije upaljača, objedinjava i zahvat cilja, korekciju putanje i upravljanje projektilom. Dostignuti nivo kompjuterske i senzorske tehnologije čini realnim razvoj nove generacije klasičnih žiroskopski stabilisanih projektila sa korekcijom putanje nakon njihovog lansiranja.

Vođeni projektili koji se ispaljuju iz topovske cevi ušli su odavno u operativnu upotrebu [1]. Takvi su, na primer, američki 155 mm M712 Copperhead ili ruski Krasnopolj 152/155 mm. Zajednička karakteristika ovih sistema jeste da se projektili navode na laserski ozračen cilj, pa prema tome ne spadaju u potpuno autonomne sisteme. Po složenosti konstrukcije približavaju se sistemima vođenih raketa.

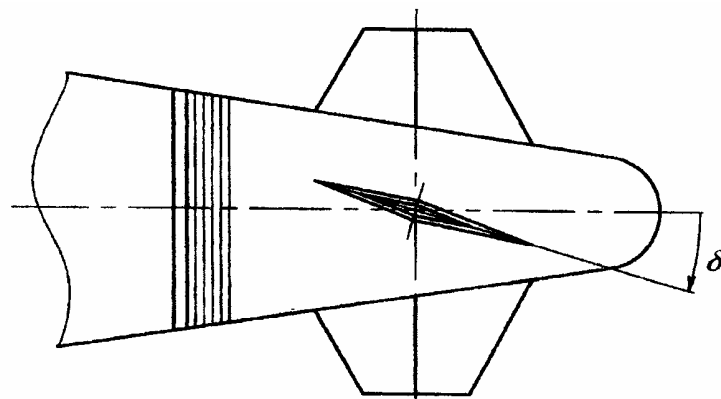
U radu [2] razmatraju se aerodinamičke karakteristike protivavionskog projektila Mk 41 (dodatak A), kao i problemi stabilnosti i upravljivosti koji se javljaju posle ugradnje sekcije upravljanja tipa „patka“. Efikasnost korekcije putanje ovog projektila ocenjena je na osnovu maksimalnog trimovanog ubrzanja i moguće devijacije putanje zbog ostvarenog manevra u toku definisanog intervala vremena.

Ovaj rad izučava korekciju putanje žiroskopski stabilisanog projektila primenom različitih varijanti proporcionalne navigacije, te zbog toga predstavlja proširenje rada [2] u istraživanju efikasne korekcije putanje žiroskopski stabilisanih projektila. U radu se, najpre, daje tehnički opis uređaja za korekciju putanje, a zatim se prikazuje matematički model korekcije putanje sa modelom „6 stepeni slobode kretanja“ za žiroskopski stabilisan projektil i, na kraju, na osnovu rezultata numeričke simulacije, vrši se analiza tri varijante metode proporcionalne navigacije i efekti različitih poremećaja na oblik putanje, stabilnost i upravljivost projektila u toku leta.

Uređaj za korekciju putanje

Sekcija upravljanja tipa „patka“ (slika 1) postavlja se na vrh projektila umesto klasičnog upaljača. Ostali deo projektila je identičan sa konvencionalnom varijantom i može se ispaljivati iz iste topovske cevi. Pri kretanju projektila kroz cev upravljačka sekcija je zabravljena za telo projektila tako da rotira zajedno sa njim i dostiže maksimalnu ugaonu brzinu na ustima cevi. Pošto projektil napusti cev, sekcija upravljanja se odbravi, pa njena ugaona brzina opadne od maksimalne vrednosti na 5–10 o/s u intervalu od 200 ms. Jedan par krila rotira oko zajedničke šarnirne ose, dok je drugi par krila nepokretan i ugrađen pod diferencijalnim uglom od $\sim 0,1^\circ$ u odnosu na uzdužnu osu projektila. Velika površina krila generiše prigušni moment valjanja koji veoma brzo smanjuje rotaciju uređaja za korekciju putanje. Ugao ugradnje fiksnih krila stvara mali moment valjanja u smeru suprotnom od rotacije zrna. U toku faze

korekcije putanje projektila mala ugaona brzina sekcije upravljanja oko uzdužne ose se anulira u odnosu na inercioni prostor, tako da je šarnirna osa krila upravna na ravan koja je određena osom simetrije projektila i linijom viziranja cilja (linija centar mase projektila – cilj). Ova ravan ne mora da se poklapa sa ravni rezultujućeg napadnog ugla, tako da se normalno opterećenje generiše, kako u ravni cilja, tako i u pravcu upravnom na ovu ravan. Sistem za praćenje cilja kontinualno menja orijentaciju upravljačke sekcije da bi šarnirna osa krila bila upravna ravan cilja. U radu se analizira uticaj ugla odstupanja šarnirne ose od normale na ravan koja sadrži osu simetrije i liniju viziranja cilja.



Slika 1 – Sekcija upravljanja tipa „patka“

Mehanizam generisanja ravnotežnog napadnog ugla i uzgona pomoću upravljačkih krila tipa „patka“ kod žiroskopski stabilisanog projektila razlikuje se od istog kod upravljivih raketa. Jedno od važnih pitanje u konstrukciji ovih projektila jeste odnos žiroskopske stabilnosti i upravljivosti, tj. sposobnosti projektila da dostigne dovoljnu vrednost ravnotežnog napadnog ugla koji omogućava efikasnu korekciju putanje.

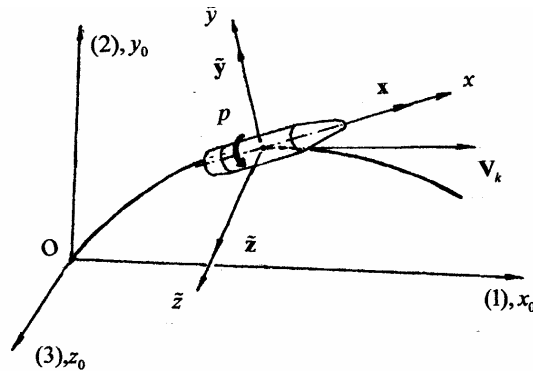
Matematički model sistema za korekciju putanje

Matematički model sistema za korekciju putanje obuhvata tri osnovna dela: diferencijalne jednačine kretanja žiroskopski stabilisanog projektila, formiranje signala greške vođenja sa filtracijom harmonika indukovanih precesionim i nutacionim kretanjem projektila i proračun otklona upravljačkih krila na osnovu usvojenog zakona korekcije putanje.

Projektile

Matematički model kretanja žiroskopski stabilisanog projektila zasni-
va se na modelu „6 stepeni slobode kretanja“ koji je prikazan u [3]. Kao
veličine stanja usvojene su projekcije vektora brzine projektila u odnosu
na Zemlju (slika 2), projekcije specifičnog kinetičkog momenta projektila
(kinetičkog momenta svedenog na poprečni moment inercije), projekcije
jedinичnog vektora ose simetrije projektila i koordinate centra mase, sve u
koordinatnom sistemu vezanom za Zemlju:

$$\mathbf{V}_k = \begin{bmatrix} V_{k_1} \\ V_{k_2} \\ V_{k_3} \end{bmatrix}, \mathbf{h} = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \end{bmatrix}, \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}, \mathbf{r} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad (1)$$



Slika 2 – Inercioni i aerobalistički koordinatni sistemi

Detaljno izvođenje matematičkog modela žiroskopski stabilisanog
projektila prikazano je u [3], a definitivne jednačine, uz navođenje osnov-
nih razlika uvedenih radi rešavanja korekcije putanje, jesu:

$$\frac{d\mathbf{V}_k}{dt} = -\tilde{C}_D \mathbf{V} + \tilde{C}_{L\alpha} [V^2 \mathbf{x} - (\mathbf{V} \cdot \mathbf{x}) \mathbf{V}] - \tilde{C}_{Np\alpha} (\mathbf{h} \cdot \mathbf{x}) (\mathbf{x} \times) \mathbf{V} + \tilde{C}_{Nq} (\mathbf{h} \times) \mathbf{x} \quad (2)$$

$$+ \mathbf{g} + \tilde{C}_{N\delta} V^2 (\delta_v \tilde{\mathbf{y}} + \delta_h \tilde{\mathbf{z}})$$

$$\frac{d\mathbf{h}}{dt} = \tilde{C}_{l_0} \mathbf{x} + \tilde{C}_{lp} (\mathbf{h} \cdot \mathbf{x}) + \tilde{C}_{ma} (\mathbf{V} \times \mathbf{x}) + \tilde{C}_{mp\alpha} (\mathbf{h} \cdot \mathbf{x}) [\mathbf{V} - (\mathbf{V} \cdot \mathbf{x}) \mathbf{x}] \quad (3)$$

$$+ \tilde{C}_{mq} [\mathbf{h} - (\mathbf{h} \cdot \mathbf{x}) \mathbf{x}] + \tilde{C}_{m\delta} V^2 (-\delta_h \tilde{\mathbf{y}} + \delta_v \tilde{\mathbf{z}})$$

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = (\mathbf{h} \times \mathbf{x}) \quad (4)$$

$$\dot{\mathbf{X}} = \mathbf{V}_k \quad (5)$$

Pri tome se koriste sledeće veličine:

– ugaona brzina rotacije projektila

$$p = \frac{I_y}{I_x} (\mathbf{h} \cdot \mathbf{x}) \quad (6)$$

– vektor relativne brzine projektila u odnosu na vetar

$$\mathbf{V} = \mathbf{V}_k - \mathbf{W} = \begin{bmatrix} V_{k_1} - W_1 \\ V_{k_2} - W_2 \\ V_{k_3} - W_3 \end{bmatrix} \quad (7)$$

– intenzitet relativne brzine

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2} \quad (8)$$

– vetar

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \end{bmatrix} \quad (9)$$

– aerodinamičke i mehaničke karakteristike projektila

$$\begin{aligned} \tilde{C}_{L\alpha} &= \frac{\rho S C_{L\alpha}}{2m}, & \tilde{C}_{N\delta} &= \frac{\rho S C_{N\delta}}{2m} \\ \tilde{C}_{Np\alpha} &= \frac{\rho S d C_{Np\alpha}}{2m} \frac{I_y}{I_x}, & \tilde{C}_{Nq} &= \frac{\rho V S d C_{Nq}}{2m} \\ \tilde{C}_{l_0} &= \frac{\rho V^2 S d C_{l_0 \delta_l} \delta_l}{I_y}, & \tilde{C}_{lp} &= \frac{\rho V S d^2 C_{lp}}{2I_x} \\ \tilde{C}_{m\alpha} &= \frac{\rho V S d C_{m\alpha}}{2I_y}, & \tilde{C}_{m\delta} &= \frac{\rho V S d C_{m\delta}}{2I_y} \\ \tilde{C}_{mq} &= \frac{\rho V S d^2 C_{mq}}{2I_y}, & \tilde{C}_{mp\alpha} &= \frac{\rho S d^2 C_{mp\alpha}}{2I_x} \\ \tilde{C}_D &= \frac{\rho V S C_D}{2m} \end{aligned} \quad (10)$$

Sve oznake aerodinamičkih i mehaničkih veličina imaju standardna značenja iz mehanike leta projektila, npr. iz [3]: $C_{L\alpha}$ – derivativ koeficijenta uzgona po napadnom uglu; $C_{N\delta}$ – derivativ koeficijenta normalne sile po otklonu upravljačkih krila; $C_{Np\alpha}$ – Magnusov derivativ normalne sile; C_{Nq} – prigušni derivativ normalne sile; $C_{l\delta_1}$ – derivativ koeficijenta momenta valjanja po uglu ugradnje krila δ_1 ; C_{lp} – prigušni derivativ momenta valjanja; $C_{m\alpha}$ – derivativ koeficijenta momenta po napadnom uglu; $C_{m\delta}$ – derivativ koeficijenta momenta po uglu otklona upravljačkih krila; C_{mq} – prigušni derivativ momenta; $C_{mp\alpha}$ – Magnusov derivativ momenta; C_D – koeficijent otpora; ρ – gustina vazduha; d – referentna dužina (kalibar); S – referentna površina; m , I_x i I_y – masa, aksijalni i poprečni moment inercije projektila, respektivno.

Koordinatni sistem vezan za Zemlju, $Ox_0y_0z_0 \equiv O(1)(2)(3)$, jeste inercioni, tako da je zanemaren član Koriolisovog ubrzanja u jednačini (2). Model iz [3] modifikovan je uvođenjem upravljačke sile i momenta preko derivativa, $C_{N\delta}$, $C_{m\delta}$ i projekcija vektora otklona upravljačkih krila u pravcu vertikalne (δ_h) i horizontalne ose (δ_v) aerobalističkog sistema $Cx\tilde{y}\tilde{z}$ čiji se koordinatni početak nalazi u centru mase projektila (CM).

Ukupan broj diferencijalnih jednačina iznosi 12, a kako je izostavljena diferencijalna jednačina ugla rotacije projektila oko uzdužne ose, znači da imamo jednu više od potrebnog broja jednačina po metodi „6 stepeni slobode kretanja“. Zbog toga se postavlja dodatni uslov po kojem je intenzitet jediničnog vektora ose simetrije jednak jedinici:

$$(\mathbf{x} \cdot \mathbf{x}) = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1 \quad (11)$$

Ova jednačina služi za proveru tačnosti integracije sistema diferencijalnih jednačina.

Upravljačke sile i momenti deluju duž osa aerobalističkog koordinatnog sistema ($Cx\tilde{y}\tilde{z}$), čiji se ortovi poprečnih osa određuju po:

$$\tilde{\mathbf{z}} = \frac{1}{\sqrt{Q}} \begin{bmatrix} -x_3 \\ 0 \\ x_1 \end{bmatrix}, \quad \tilde{\mathbf{y}} = (\tilde{\mathbf{z}} \times \mathbf{x}) \quad (12)$$

$$Q = x_1^2 + x_3^2$$

Aerodinamički derivativi sila i momenata koji deluju na osnosimetrični žiroskopski stabilisan projektil zavise, u opštem slučaju, od rezultujućeg napadnog ugla i Mahovog broja.

Greška vođenja

Polazeći od vektora položaja projektila (\mathbf{r}) i cilja (\mathbf{r}_T), kao i njihovih brzina ($\mathbf{V}_k, \mathbf{V}_T$) u inercijalnom koordinatnom sistemu:

$$\mathbf{r} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{r}_T = \begin{bmatrix} X_{T1} \\ X_{T2} \\ X_{T3} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{V}_k = \begin{bmatrix} V_{k1} \\ V_{k2} \\ V_{k3} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{V}_T = \begin{bmatrix} V_{T1} \\ V_{T2} \\ V_{T3} \end{bmatrix} \quad (13)$$

određujemo parametre relativnog kretanja:

– relativno rastojanje

$$r = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta X_2^2 + \Delta X_3^2}$$

$$\Delta \mathbf{r} = \begin{bmatrix} \Delta X_1 \\ \Delta X_2 \\ \Delta X_3 \end{bmatrix} \quad (14)$$

– uglove linije viziranja cilja

$$\varphi_z = \tan^{-1} \frac{\Delta X_2}{\Delta X_1}$$

$$\varphi_y = \sin^{-1} \frac{\Delta X_3}{r} \quad (15)$$

– relativnu brzinu cilja u odnosu na projektil

$$\mathbf{V}_r = \begin{bmatrix} V_{r_x} \\ V_{r_y} \\ V_{r_z} \end{bmatrix} = \mathbf{C}(\varphi_z, -\varphi_y, 0)(\mathbf{V}_T - \mathbf{V}_k) \quad (16)$$

– ugaone brzine linije viziranja cilja u vertikalnoj ($\dot{\varphi}_z$) i krovnoj ($\dot{\varphi}_y$) ravni

$$\dot{\varphi}_z = \frac{V_{r_y}}{r}, \quad \dot{\varphi}_y = -\frac{V_{r_z}}{r} \quad (17)$$

Matrica $\mathbf{C}(\varphi_z, -\varphi_y, 0)$ transformiše vektorsku veličinu iz inercionog u koordinatni sistem koji je vezan za liniju viziranja cilja pomoću dve uzastopne rotacije za uglove φ_z oko ose Oz_0 (slika 1) i ugao $-\varphi_y$ oko novog položaja ose Oy [4].

Ugaone brzine linije viziranja cilja $\dot{\varphi}_z$ i $\dot{\varphi}_y$ koriste se kao signali greške za korekciju putanje kod metoda koje u osnovi sadrže proporcionalnu navigaciju. U teoriji vođenja raketa često se kvalitet vođenja određuje pomoću tzv. tekućeg promašaja [5] koji bi nastupio pod uslovom da se od datog trenutka ona kreće konstantnom relativnom brzinom u odnosu na cilj ($-\mathbf{V}_r = \text{const}$). Kako se raketa približava cilju, tekući promašaj teži stvarnom promašaju koji nastaje u momentu mimoilaženja dva objekta u prostoru. Radi ocene kvaliteta korekcije putanje žiroskopski stabilisanog projektila uvodimo tekuće promašaje u vertikalnoj (m_y) i horizontalnoj (m_z) ravni:

$$m_y = -r \frac{V_{r_y}}{|V_{r_x}|}, \quad m_z = r \frac{V_{r_z}}{V_r} \quad (18)$$

Ako je $m_y > 0$ projektil leti iznad cilja u vertikalnoj ravni, a ako je $m_z > 0$ projektil je levo u krovnoj ravni u odnosu na cilj.

Zakon korekcije putanje

Kod proširenog zakona proporcionalne navigacije [6], [7] zahtevano normalno ubrzanje projektila zavisi od ugaone brzine linije viziranja cilja ($\dot{\varphi}$) i manevra cilja u pravcu upravnom na liniju viziranja cilja:

$$a_d = \frac{N|\dot{r}|}{\cos \varepsilon} \dot{\varphi} + K_T a_T \quad (19)$$

gde su: N – kinematski faktor pojačanja čije su uobičajene vrednosti $N = 3-4$, $|\dot{r}|$ – relativna brzina zbližavanja projektila i cilja, $\dot{\varphi}$ – ugaona brzina linije viziranja cilja u ravni greške, a_T – normalno ubrzanje cilja, ε – ugao preticanja cilja i K_T – faktor pojačanja po normalnom ubrzanju cilja. Faktorom pojačanja K_T vrši se oblikovanje putanje projektila. Ako se izabere $K_T = N/2$, normalno ubrzanje projektila teži ka nuli pri mimoilaženju sa ciljem, dok pri $K_T = 1$ ugaona brzina linije viziranja cilja približava se nultoj vrednosti pri susretu sa ciljem [7].

Posmatra se kretanje cilja konstantnom brzinom na konstantnoj visini, što predstavlja tipičan let krstareće rakete. U radu [5] pokazano je da i u takvom režimu leta postoji manevar koji je ekvivalentan normalnom ubrzanju cilja, a zavisi od projekcija gravitacionog i tangentnog ubrzanja

projektila na normalu linije viziranja cilja. Ovaj poremećaj u vertikalnoj ravni određen je izrazom:

$$a_T = a_{por} = -a_t \tan \varepsilon_z + g \cos \varphi_z \quad (20)$$

gde su: a_t – tangentno ubrzanje projektila, ε_z – ugao preticanja u vertikalnoj ravni i φ_z – ugao linije viziranja u vertikalnoj ravni.

Potreban otklon upravljačkih krila za realizaciju normalnog ubrzanja a_d iznosi:

$$\delta_d = \frac{a_d}{V_k K_{\dot{\gamma}}} \quad (21)$$

gde je $K_{\dot{\gamma}}$ faktor pojačanja ugaone brzine tangente na putanju u odnosu na otklon upravljačkih krila. Smenom (19) u (21) dobija se:

$$\delta_d = K_1 \dot{\varphi} + K_2 \dot{\gamma}_{por} \quad (22)$$

gde su:

$$K_1 = \frac{N |\dot{\gamma}|}{K_{\dot{\gamma}} V_k \cos \varepsilon} \quad (23)$$

$$K_2 = \frac{K_T}{K_{\dot{\gamma}}} \quad (24)$$

$$\dot{\gamma}_{por} = \frac{a_{por}}{V_k} \quad (25)$$

Faktori pojačanja K_1, K_2 i poremećaj $\dot{\gamma}_{por}$ mogu se unapred odrediti za tipične putanje projektila, a njihovo odstupanje u toku leta ne utiče na tačnost pogađanja cilja.

Primenom jednačine (22) na vertikalnu i krovnu ravan dobijamo izraze za potrebne otklone upravljačkih krila u vertikalnoj ravni, δ_{dv} , (oko ose $C\tilde{z}$) i krovnoj ravni, δ_{dh} , (oko ose $C\tilde{y}$):

$$\delta_{dv} = K_1 \dot{\varphi}_z + K_2 \dot{\gamma}_{por} \quad (26)$$

$$\delta_{dh} = K_1 \dot{\varphi}_y \quad (27)$$

Ukoliko je rezultujući otklon upravljačkih krila veći od maksimalnog, δ_{max} , korekcija otklona u vertikalnoj i krovnoj ravni vrši se srazmerno njihovim vrednostima:

$$\delta'_v = \delta_{dv} \frac{\delta_{\max}}{\sqrt{\delta_{dv}^2 + \delta_{dh}^2}} \quad (28)$$

$$\delta'_h = \delta_{dh} \frac{\delta_{\max}}{\sqrt{\delta_{dv}^2 + \delta_{dh}^2}} \quad (29)$$

Signali iz senzora uređaja za praćenje cilja prethodno se filtriraju od visokofrekventnih poremećaja koji su posledica ugaonog kretanja žiroskopski stabilisanog projektila, pa se tada koriste za proračun otklona upravljačkih površina.

Ukoliko postoji greška između ravni upravljanja i ravni rezultujuće ugaone brzine linije viziranja cilja ($\Delta\phi$), uglovi otklona upravljačkih površina koji određuju aerodinamičke sile i momente dobijaju se iz:

$$\begin{aligned} \delta_v &= \delta'_v \cos \Delta\phi + \delta'_h \sin \Delta\phi \\ \delta_h &= -\delta'_v \sin \Delta\phi + \delta'_h \cos \Delta\phi \end{aligned} \quad (30)$$

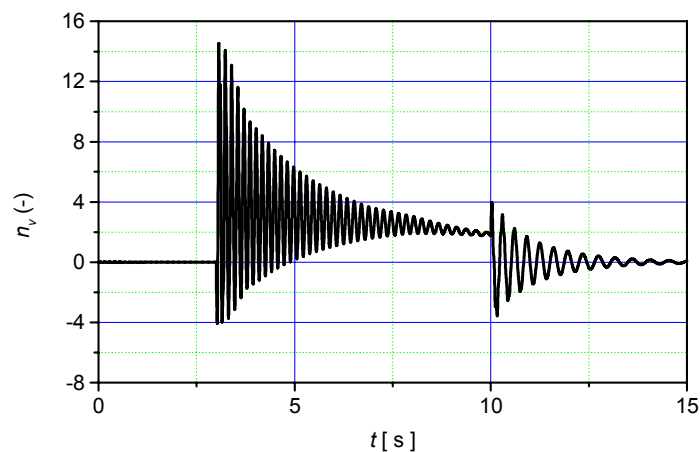
Upravljivost i manevarska sposobnost projektila

Provera dinamičke stabilnosti [9], upravljivosti i manevarske sposobnosti žiroskopski stabilisanog projektila izvršena je numeričkom simulacijom odgovora projektila na komandu u vertikalnoj ravni ($\delta_v = 20^\circ$) pomoću modela „6 – stepeni slobode kretanja“ [8].

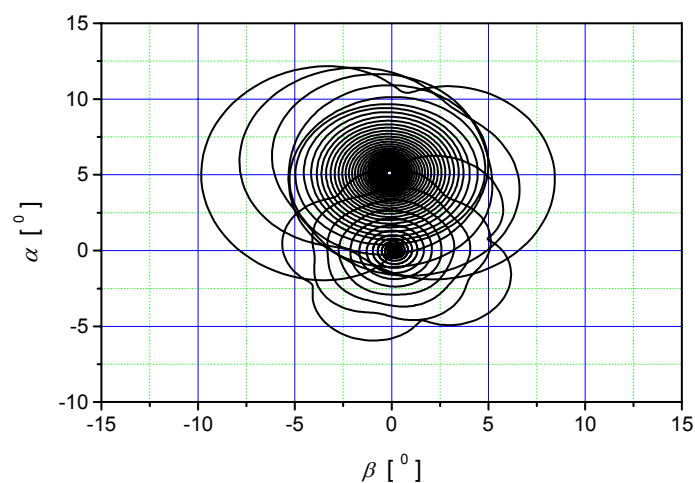
Za podatke projektila iz dodatka A izvršen je proračun putanje sa početnom brzinom $V_0 = 850$ m/s ($Ma = 2,5$) i uglom elevacije $\gamma_0 = 12^\circ$. U trećoj sekundi leta data je maksimalna komanda nagore $\delta_v = 20^\circ$ do $t = 10$ s, kada je otklon upravljačkih krila opet vraćen na nultu vrednost.

Odgovor projektila po koeficijentu normalnog ubrzanja prikazan je na slici 3, a na slici 4 dato je epiciklično kretanje ose simetrije projektila u ravni $\alpha - \beta$. Po prigušenju nutacionih i precesionih oscilacija uspostavlja se ravnotežna vrednost napadnog ugla od $\alpha_{ss} \approx 5^\circ$ koja odgovara otklonu upravljačkih krila $\delta_v = 20^\circ$. Koeficijent normalnog ubrzanja u vertikalnoj ravni osciluje oko vrednosti koja opada sa kvadratom brzine od 4 do 2 g. Promena normalnog ubrzanja karakteriše se jasno izraženom frekvencijom precesionog kretanja od 6 do 7 Hz. Slika 5 prikazuje ugaono kretanje vektora brzine u odnosu na inercioni sistem. U intervalu nulte koman-

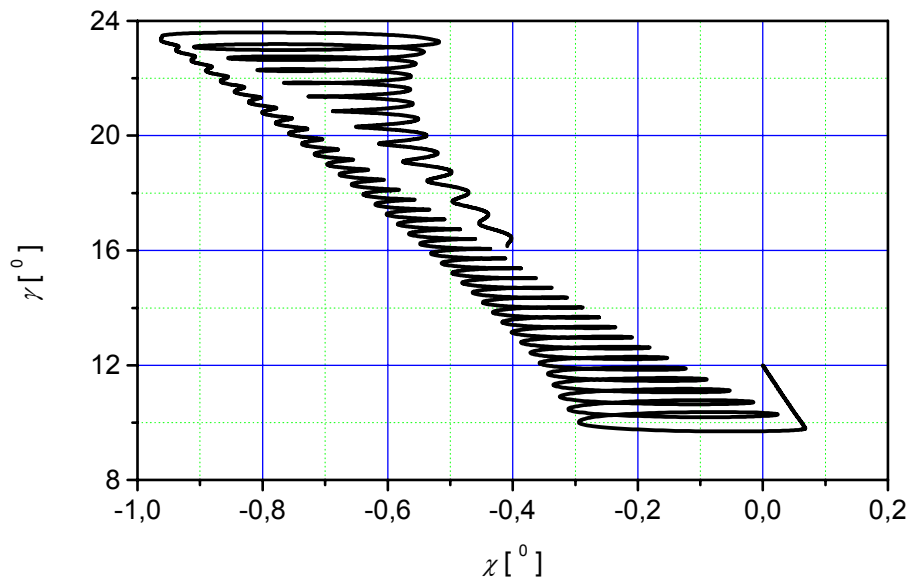
de ($t < 3$ s) ugao elevacije ravnomerno opada, a projektil skreće nadesno ($\chi > 0$), što odgovara balističkom letu. Komanda nagore izaziva porast ugla elevacije i skretanje na-levo ($\chi < 0$) uz karakteristične oscilacije precesionog kretanja čija amplituda opada od $\sim 0,15^\circ$ na početku komande do nulte vrednosti na kraju komande. Promenom vrednosti komande u $t = 10$ s ponovo se indukuju oscilacije vektora brzine. Ove oscilacije prenose se na ugaonu brzinu linije viziranja cilja koja služi kao signal vođenja u zakonu proporcionalne navigacije.



Slika 3 – Koeficijent normalnog ubrzanja projektila ($\delta_v = 20^\circ$, $3 \leq t \leq 10$ s)

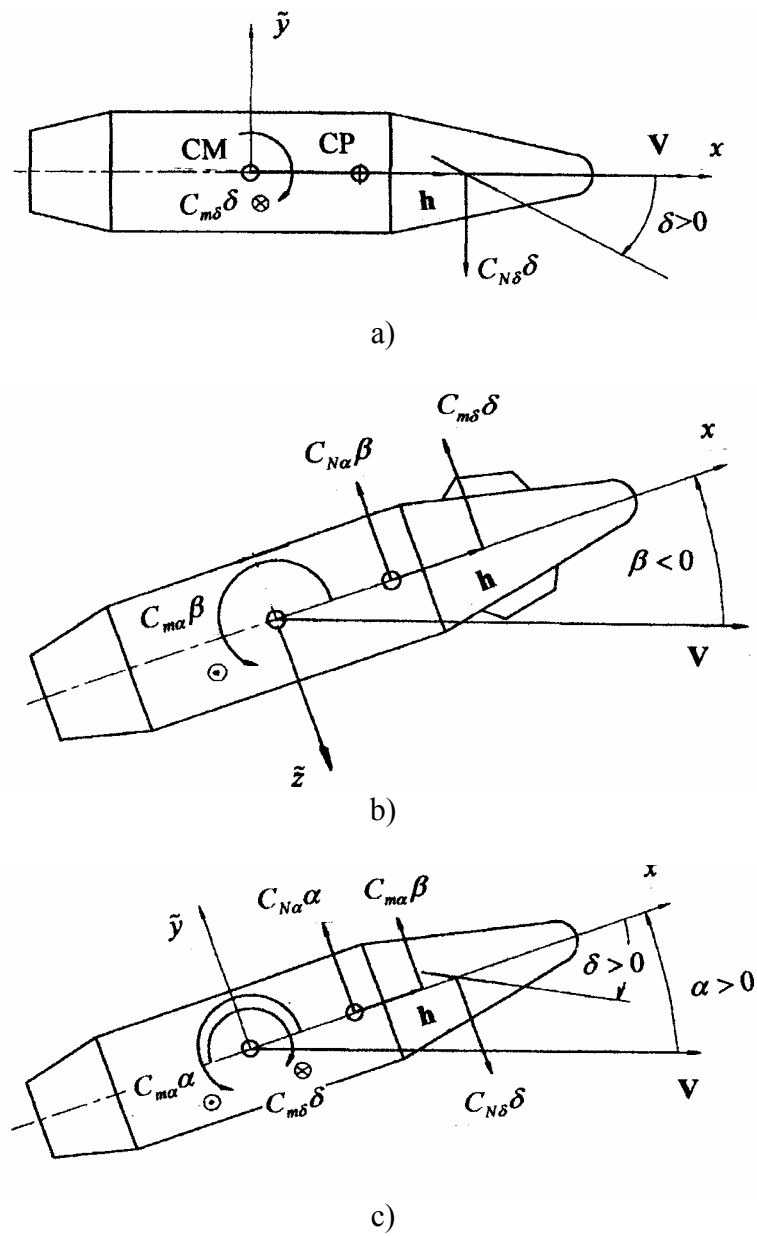


Slika 4 – Epiciklično kretanje projektila $\alpha - \beta$ ($\delta_v = 20^\circ$, $3 \leq t \leq 10$ s)



Slika 5 – Ugaono kretanje vektora brzine $\gamma - \chi$ ($\delta_v = 20^\circ$, $3 \leq t \leq 10$ s)

Mehanizam upravljanja i formiranja normalnog ubrzanja za korekciju putanje prikazan je na slici 6 i suštinski se razlikuje od mehanizma kod upravljivih raketa tipa „patka“. Pri pozitivnom otklonu upravljačkih površina sa šarnirnom osom upravnom na vertikalnu ravan (slika 6a) nastaje upravljačka sila nadole ($C_{N\delta}\delta_v < 0$), koja proizvodi negativni upravljački moment (usmeren nalevo, posmatrano u pravcu leta projektila, $C_{m\delta}\delta_v < 0$). U skladu sa teorijom žiroskopa osa projektila precesira nalevo (u smeru upravljačkog momenta), stvarajući negativni ugao klizanja ($\beta < 0$), što je prikazano na slici 6b. Bočna aerodinamička sila ($C_{N\alpha}\beta < 0$) deluje nalevo, stvarajući aerodinamički moment skretanja usmeren nagore ($C_{m\alpha}\beta > 0$). Sada moment skretanja izaziva precesiju ose projektila nagore (slika 6c) i pozitivan napadni ugao sa aerodinamičkom silom nagore ($C_{N\alpha}\alpha > 0$) i momentom propinjanja usmerenim nadesno ($C_{m\alpha}\alpha > 0$) koji teži da uravnoteži upravljački moment ($C_{m\delta}\delta_v < 0$). Proces se ponavlja dok se slobodne oscilacije projektila ne priguše. Početni deo epiciklične krive $\alpha - \beta$ na slici 4 potvrđuje prethodnu analizu.



Slika 6 – Upravljanje žiroskopski stabilisanog projektila

Za razliku od raketa tipa „patka“, kod upravljivog žiroskopski stabilisanog projektila aerodinamičke sile su, zbog napadnog ugla i otklona upravljačkih površina, suprotnog smera, tako da se manevarska sposob-

nost projektila neznatno smanjuje za vrednost normalne sile upravljačkih krila. Isto tako, treba uočiti da je ovde pozitivan otklon upravljačkih krila definisan položajem prednje ivice nadole, dok se kod raketa pozitivan otklon definiše ako je izlazna ivica krila nadole.

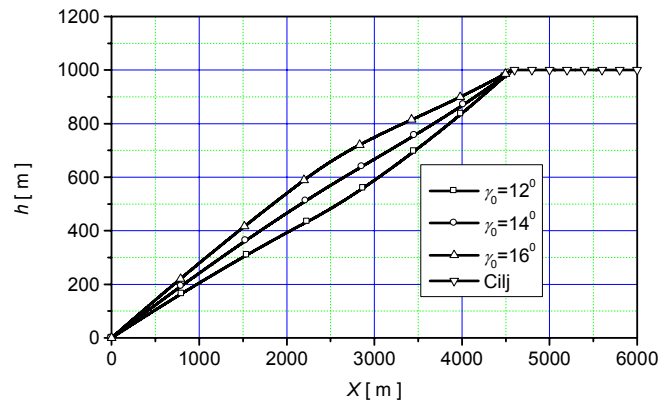
Numerička simulacija

Mogućnost korekcije putanje žiroskopski stabilisanog projektila proverena je pomoću rezultata numeričke simulacije kompletnog sistema korekcije, polazeći od matematičkog modela koji je prikazan u ovom radu. Osnovni podaci o projektilu prikazani su u dodatku A. Cilj leti na visini $h = 1000$ m brzinom $V_T = 200$ m/s. Pretpostavlja se da zahvat cilja i početak korekcije putanje nastaje u $t = 3$ s. Primenjeni su sledeći zakoni korekcije putanje:

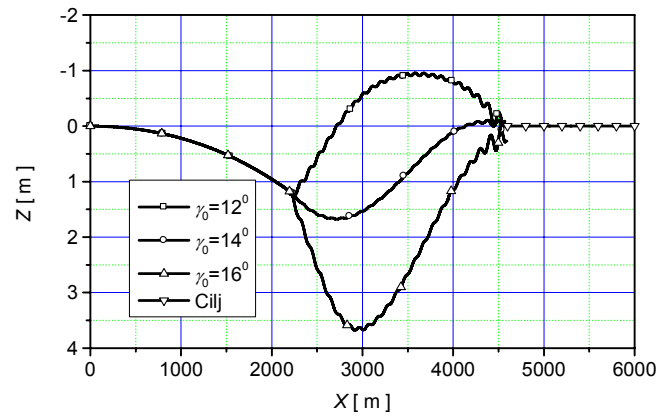
- proporcionalna navigacija: $N = 3, K_T = 0$,
- proširena proporcionalna navigacija sa minimizacijom normalnog ubrzanja u završnoj fazi leta: $N = 3, K_T = 1,5, i$
- proširena proporcionalna navigacija sa minimizacijom ugaone brzine linije viziranja cilja u završnoj fazi leta: $N = 3, K_T = 1$.

Signal ugaone brzine linije viziranja cilja propušta se kroz filter prvog reda sa vremenskom konstantom $\tau = 0,1$ s. Maksimalni otklon upravljačkih krila ograničen je na $\delta_{\max} = 20^\circ$.

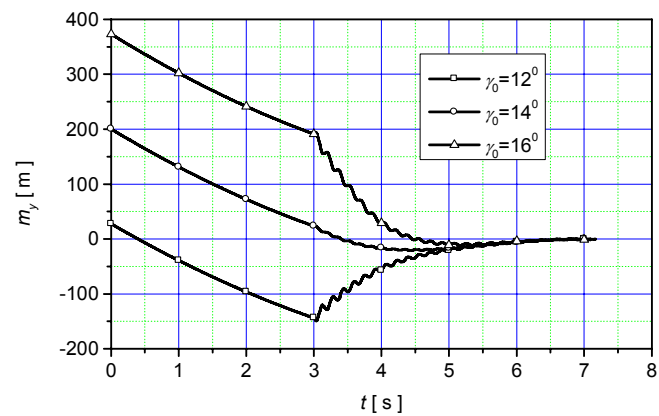
Uticao početnog ugla elevacije projektila na parametre kretanja projektila sa korekcijom pomoću proporcionalne navigacije prikazan je na slikama 7, 8, 9 i 10. Pomoću proporcionalne navigacije uspešno se kompenzuju greške u zauzimanju početnog ugla elevacije u relativno velikom intervalu odstupanja ($\gamma_0 = 12-16^\circ$) i promašaj se svodi na nultu vrednost. Karakter promene parametara korekcije zavisi od početnog ugla elevacije. Otklon upravljačkih krila u završnoj fazi leta je približno isti ($\delta_v = 12-15^\circ$) za sve uglove elevacije i rezultat je delovanja poremećaja indukovanog gravitacionim i tangentnim ubrzanjem projektila. Dijagrami na slici 10 pokazuju eksponencijalno oscilatorno povećanje otklona upravljačkih krila neposredno pre susreta sa ciljem, što predstavlja kinematičku nestabilnost, pojavu koja je karakteristična za zakon proporcionalne navigacije.



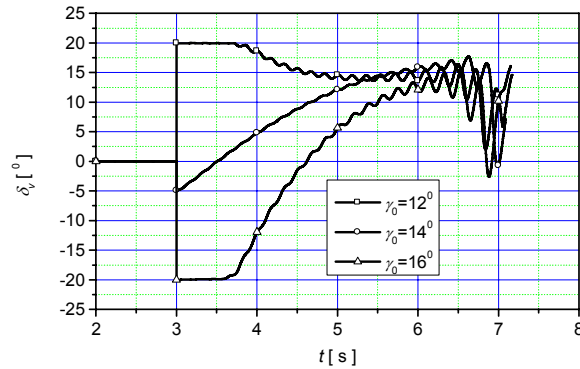
Slika 7 – Uticaj ugla lansiranja na putanje projektila u vertikalnoj ravni ($N = 3, K_T = 0$)



Slika 8 – Uticaj ugla lansiranja na putanje projektila u horizontalnoj ravni ($N = 3, K_T = 0$)

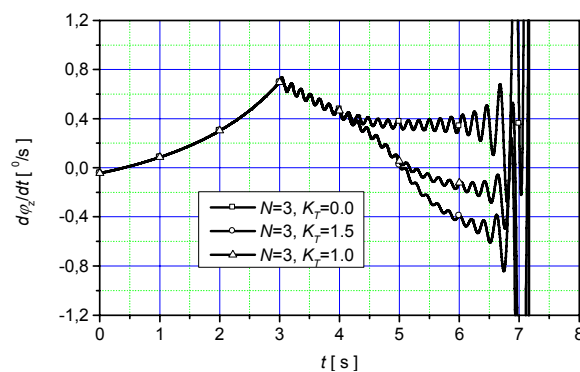


Slika 9 – Uticaj ugla lansiranja na tekući promašaj projektila ($N = 3, K_T = 0$)

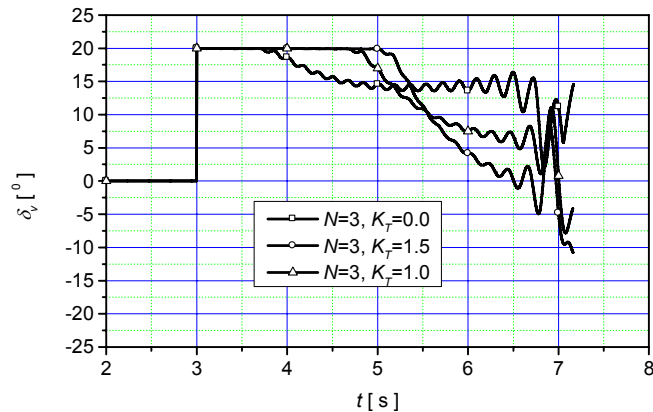


Slika 10 – Uticaj ugla lansiranja projektila na otklon upravljačkih krila ($N = 3, K_T = 0$)

Izborom faktora pojačanja po poremećajnom ubrzanju ($K_T = 0, 1, 1,5$) podešava se karakter promene normalnog ubrzanja projektila i ugaone brzine linije viziranja cilja. To je veoma značajno za žiroskopski stabilisane projekte koji obično imaju malo raspoloživo opterećenje u poređenju sa upravljivim raketama. Efekat opadanja raspoloživog normalnog ubrzanja sa kvadratom brzine može da ugrozi realizaciju zakona korekcije putanje, te zbog toga optimizacija putanje u odnosu na parametre zakona korekcije postaje jedan od prioritarnih zahteva u konstrukciji upravljivog žiroskopski stabilisanog projektila. Uticaj zakona korekcije putanje na ugaonu brzinu linije viziranja cilja i otklon upravljačkih krila u vertikalnoj ravni prikazan je na slikama 11 i 12, respektivno. Najmanja vrednost otklona upravljačkih krila, a time i normalnog ubrzanja, u završnoj fazi korekcije putanje dobija se za $K_T = 1,5$. Minimalna vrednost ugaone brzine linije viziranja cilja postiže se za $K_T = 1$.

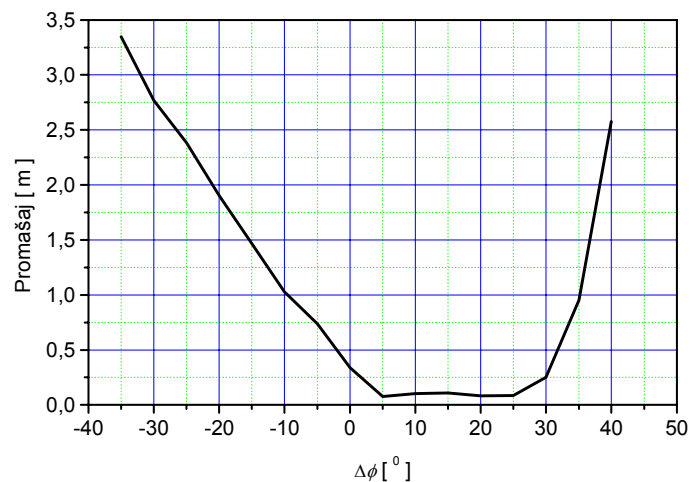


Slika 11 – Ugaona brzina linije viziranja cilja u zavisnosti od zakona korekcije putanje ($\gamma_0 = 12^\circ$)



Slika 12 – Otklon upravljačkih krila u zavisnosti od zakona korekcije putanje ($\gamma_0 = 12^\circ$)

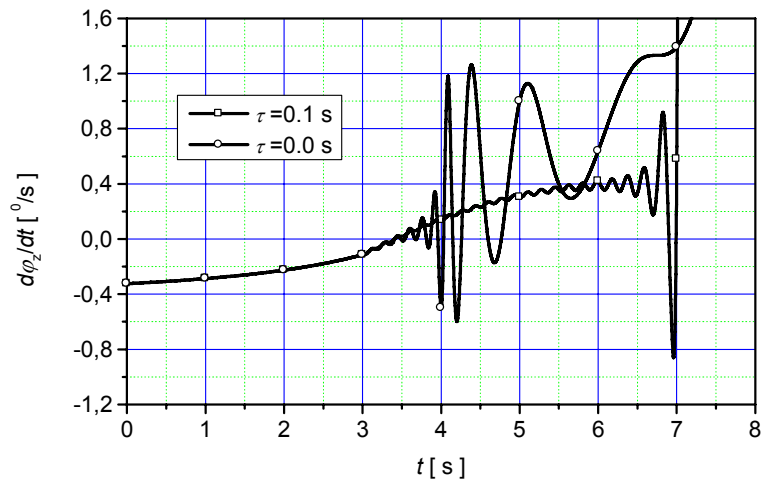
Uticaj odstupanja ravni upravljanja od ravni praćenja cilja ($\Delta\phi$) na promašaj projektila prikazan je na slici 13. U širokom intervalu ugla $\Delta\phi \in (5, 25^\circ)$ promašaj ne zavisi od njegove vrednosti. Dijagram, takođe, pokazuje da se faznim prednjačenjem ugla otklona upravljačkih krila u smeru rotacije projektila može postići minimalni promašaj.



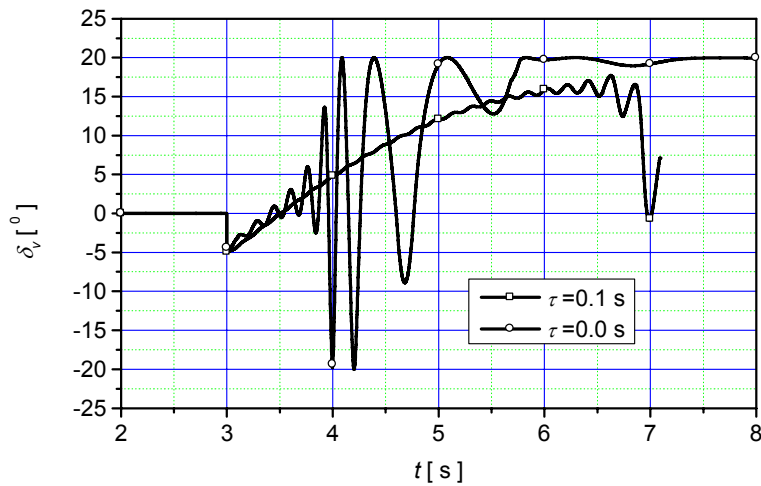
Slika 13 – Promašaj projektila u zavisnosti od ugla odstupanja ravni upravljanja ($N = 3, K_r = 0, \gamma_0 = 12^\circ$)

Efekat primene filtera u uređaju za korekciju putanje prikazan je na slikama 14 i 15. Signal ugaone brzine linije viziranja cilja opterećen je harmonijskom komponentom koja ima frekvenciju precesionog oblika

oscilovanja ($\sim 6-7$ Hz). Ako se ne izvrši filtriranje signala ($\tau=0$) povratna veza po otklonu upravljačkog krila pojačava amplitudu harmonijske komponente u signalu ugaone brzine linije viziranja cilja i projektil ulazi u rezonantni režim leta, što u krajnjem ishodu dovodi do velikog promašaja. Filter prvog reda sa vremenskom konstantom $\tau=0,1$ s prigušuje harmonijsku komponentu sa frekvencijom precesionog kretanja i obezbeđuje nulti promašaj projektila.



Slika 14 – Uticaj filtera na ugaonu brzinu linije viziranja cilja ($N=3, K_T=0, \gamma_0=12^\circ$)



Slika 15 – Uticaj filtera na otklon upravljačkih krila ($N=3, K_T=0, \gamma_0=12^\circ$)

Zaključak

U radu je pokazano da se različite varijante proporcionalne navigacije mogu uspešno primeniti za korekciju putanje žiroskopski stabilisanog projektila. To je od posebnog značaja za sisteme koji treba da imaju kratko vreme odziva u uslovima primene koja isključuje mogućnost naknadne korekcije vatre pomoću sistema upravljanja vatrom.

Prizom mehanizma upravljanja žiroskopski stabilisanog projektila, koji se suštinski razlikuje od tog mehanizma kod raketa tipa „patka“, i rezultata numeričke simulacije pomoću modela „6 stepeni slobode kretanja“ objašnjeno je poreklo visokofrekventnih harmonika u signalu ugaone brzine linije viziranja cilja. Primenom odgovarajućeg filtera otklanja se pojava rezonance u toku leta projektila.

Efikasnost korekcije putanje pomoću proporcionalne navigacije potvrđena je varijacijom početnog ugla lansiranja projektila u širokom intervalu mogućih vrednosti. Promenom faktora pojačanja po poremećaju, koji je funkcija gravitacionog i tangentsnog ubrzanja, moguće je oblikovati putanju tako da projektil u završnom delu ima nulte vrednosti normalnog ubrzanja ili ugaone brzine linije viziranja cilja. Na kraju, u radu je određena zavisnost promašaja od ugla odstupanja ravni upravljanja od ravni praćenja cilja, pri čemu je utvrđen interval ove veličine koji daje minimalni promašaj.

Mogući pravci daljeg istraživanja korekcije putanje žiroskopski stabilisanog projektila su: poboljšanje matematičkog modela sistema modeliranjem rotacije sekcije upravljanja u odnosu na telo projektila, uvođenje dinamike uređaja za praćenje cilja i aktuatora; određivanje aerodinamičkih karakteristika projektila za čitav dijapazon promene Mahovog broja i napadnog ugla i njihova implementacija u modelu kompletnog sistema; optimizacija putanje s obzirom na trenutak zahvata cilja i početak korekcije.

Dodatak A: Osnovni podaci o projektilu

Kalibar: $d = 127$ mm

Masa: $m = 21100$ kg

Centar mase (od vrha): $x_{CM} = 0,377$ m

Aksijalni poluprečnik inercije: $r_x = 0,048$ m

Transverzalni poluprečnik inercije: $r_y = 1,280$ m

Karakteristika žleba cevi: 1/22

Aerodinamičke karakteristike za projektil Mk 41 [2].

Literatura

[1] Morrison, Ph. H., Ambertson, D. S., Guidance and Control of a Cannon-Launched Guided Projectile, J. Spacecraft, Vol. 14, No. 6, 1977.

[2] Regan, F. J., Smith, J., Aeroballistics of a Terminally Corrected Spinning Projectile (TCSP), J. Spacecraft, Vol. 12, No. 12, 1975.

[3] McCoy, R. L., Modern Exterior Ballistics, Schiffer Publishing Ltd, Atglen, PA, 1999.

[4] Titterton, D. H., Weston, J. L., Strapdown inertial navigation technology, Peter Peregrinus Ltd, London, 1997.

[5] Ćuk, D., Nelinearne pojave u dinamici leta samovođenih brzorotirajućih projektila, doktorska teza, Mašinski fakultet, Beograd, 1984.

[6] Nesline, F. W., Zarchan, P., A New Look at Classical vs Modern Homing Missile Guidance, J. Guidance and Control, Vol. 4, No. 1, 1981.

[7] Ćuk, D., Mandić, S., Uticaj različitih metoda optimalnog vođenja na trajektorije besplatformnih samonavođenih raketa, Naučnotehnički pregled, Vol. XLIX, br. 6, 1999.

[8] Ćuk, D., Program CorPTC6D – Program za proračun kretanja žiroskopski stabilisanog projektila sa korekcijom putanje, (cukd@eunet.rs), Beograd, 2008.

[9] Ćuk, D., Uticaj povećanja dometa na dinamičku stabilnost artiljerijskih raketa sa olučastim krilima, Vojnotehnički glasnik, br. 3/2007, str. 296–307, Beograd, ISSN: 0042-8469.

TRAJECTORY CORRECTION OF GYROSCOPIC STABILIZED PROJECTILE USING PROPORTIONAL NAVIGATION

Summary:

This paper presents the methods of the trajectory correction of gyroscopic stabilized projectiles using different modifications of proportional navigation. The canard section is built into the conventional projectile to generate aerodynamic force. The effectiveness of the trajectory correctable projectile is shown by the results of a flight numerical simulation using proportional navigation with and without the compensation of the disturbance due to gravitational and tangent acceleration. The paper also analyzes the effects of the initial elevation angle and the deflection of the control plane from the target tracking one on the miss distance. It is shown that the precessional mode of the projectile angular motion is transferred to the line of sight rate which should be filtered to prevent the phenomenon of resonance instability of the projectile flight.

Key words: Trajectory correctable projectile, proportional navigation, gyroscopic stability.

Datum prijema članka: 21. 09. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 23. 10. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 27. 10. 2009.

LOGISTIČKI INFORMACIONI SISTEM

Andrejić D. Marko,
Milenkov A. Marjan,
Sokolović S. Vlada,
Vojna akademija – Katedra logistike, Beograd

UDC: 004.7:355.41]:623.618
007:004]:623.618

Sažetak:

Logistički automatizovani informacioni sistem treba razvijati kao deo jedinstvenog automatizovanog informacionog sistema (JAIS-a). Da bi se logistički automatizovani informacioni sistem uspešno razvijao i primenjivao u operativnoj praksi, neophodno je slediti globalni koncept razvoja JAIS-a i u razvoju više primenjivati timski rad profesionalnog informatičara i poznavaoca realnog logističkog sistema. Bitan uslov za razvoj kvalitetnog logističkog informacionog sistema jeste definisanje informacionih potreba o pojedinim objektima koje tretira logistički informacioni sistem. Zadatak logističkog automatizovanog informacionog sistema jeste da obezbedi: stalni uvid u stanje logističkog sistema; ukazivanje na potrebne i moguće mere poboljšanja; bolje planiranje i upravljanje radom realnog sistema; informisanje ljudstva o stanju realnog sistema i ukazivanje na pravce daljeg razvoja informacionih sistema.

Logistički informacioni sistem treba razvijati vodeći računa i o kompatibilnosti sa budućim saveznicima i partnerima.

Ključne reči: informaciona podrška, informacione potrebe, jedinstveni automatizovani informacioni sistem, logistički informacioni sistem, nedostaci logističkog informacionog sistema, kompatibilnost.

Uvod

Odbrambeni sistemi su među prvima prihvatili izazov (jer su bili na to prinuđeni) da informatičku tehnologiju uvedu u sistem upravljanja i da, uz pomoć inovacija iz ove oblasti, povećaju efikasnost vlastitog funkcionisanja u uslovima dinamičnih promena okruženja.

Čak je i sam razvoj informacionih tehnologija većim delom išao paralelno sa razvojem velikih vojnih projekata, kojima su se rešavali upravljački ili tehnološki problemi iz domena vojnoindustrijskog kompleksa i upravljanja u tehnološki najrazvijenijim odbrambenim sistemima. Iz tih si-

nergističkih napora nauke i odbrambene prakse razvile su se mnoge nove metode i tehnike, na primer: metoda systemske analize i projektovanja informacionih sistema, metode operacionih istraživanja i simulacija, prepoznavanje oblika, ekspertni sistemi za pojedine procese u upravljanju, za prikupljanje informacija i njihovu primenu u odlučivanju.

Vremenom su parcijalne inovacije dostigle visok nivo sinteze, tako da se može govoriti o kvalitetno novim sistemima upravljanja, osposobljenim za funkcionisanje i u najsloženijim uslovima izvršavanja zadataka. Kada je savladan postupak izgradnje autonomnih parcijalnih informacionih sistema, uz optimalnu primenu nekih veličina u njima, zahvaljujući metodama operacionih istraživanja, prešlo se na izgradnju integrisanih automatizovanih informacionih sistema za podršku upravljanju.

U našoj novijoj teoriji i operativnoj praksi odbrane logistički informacioni nisu dovoljno istraživani ni tretirani u stručnim časopisima, ni sa organizacionog ni sa tehnološkog aspekta. Stečena iskustva iz operativne prakse i saznanja stečena obilaskom stranih vojski, potrebe prakse, zahtevi vremena i savremeni trendovi u razvoju odbrambenih sistema, ukazali su na potrebu da se ovaj segment logističke realnosti više tretira u vojnostručnim časopisima.

Logistički informacioni sistemi se ne mogu istraživati, razvijati i uvesti u operativnu praksu (primenjivati) ako se ne poznaju bitna obeležja kvalitetnih informacionih sistema uopšte. Kvalitetni informacioni sistemi za podršku logističkih aspekata odlučivanja i podršku rada organa logistike ne mogu se razvijati ukoliko se adekvatno ne definišu informacione potrebe određenih korisnika informacionih sistema (informacija) i ukoliko se objekti interesa logističkog sistema ne opišu što detaljnije.

Takođe, ne može se napredovati u razvoju i primeni logističkih informacionih sistema, nakon duže stagnacije i mirovanja, ukoliko se ova važna oblast ne posmatra kroz retrospektivu, ukoliko se ne identifikuju i definišu problemi koji su pratili razvoj i uvođenje informacionih sistema u vojske koje su prethodile Vojsci Srbije i ukoliko se ne konstatuje trenutno stanje po pitanju ove oblasti u sistemu odbrane.

Načelno, i naš sistem odbrane je započinjao rad na automatizovanom prikupljanju, obradi i distribuciji informacija kada i ostali razvijeni odbrambeni sistemi u svetu. Međutim, u međuvremenu je menjana orijentacija i odustajalo se od započetih koncepata, tako da nijedan projekat usmeren na razvoj integrisanih automatizovanih informacionih sistema (AIS), odnosno sistema za podršku odlučivanju nije doveden, u potpunosti, do kraja.

U razvoju informacionih sistema za podršku sistema odbrane i posebno Vojske javljale su se određene dileme i problemi koji su usporavali njihov razvoj: nikada kvalitetno nisu definisane informacione potrebe korisnika informacija koje informacioni sistem treba da pruži; sporenja između „generalista“ i „specijalista“ o tome da li sistem graditi odozdo (iz ba-

ze) ili odozgo, što je imalo za posledicu razvoj malih aplikacija u bazi (na mestu nastajanja problema čije je rešavanje trebalo automatizovati) koje se nisu mogle uklopiti u globalni koncept i razvoj globalnih koncepata koji nikad nisu sprovedeni do kraja u operativnu praksu sistema odbrane; zbog niskog nivoa informatičke kulture poznavao realnog sistema nisu bili u stanju da kvalitetno izraze i definišu svoje potrebe, odnosno očekivanja od profesionalnog informatičara, a informatičari zbog niskog nivoa opštevojnih znanja nisu bili u stanju da u potpunosti shvate funkcionisanje realnog sistema i potrebe korisnika informacionog sistema.

Navedene dileme i problemi ostali su prisutni i do danas, tako da stanje po pitanju automatizovane podrške odlučivanju u sistemu odbrane (ne samo u logistici) ne odgovara potrebama prakse, zahtevima vremena i savremenim trendovima.

Pri tretiranju logističkih informacionih sistema u radu će se primenjivati izvesna analogija sa ostalim informacionim sistemima, određeni aspekti i segmenti razvoja i primene logističkih informacionih sistema obrađivaće sa visokim stepenom uopštavanja, osloncem na iskustva autora, istraživanja u kojima su autori učestvovali i osloncem na dostupne izvore znanja. Navedeni pristup omogućava veću generalnost izrečenih stavova, a s druge strane može dobiti i na snazi (dubini i preciznosti) ukoliko se valjano operacionalizuje na svaki konkretan slučaj i na svaki logistički podsistem.

Potrebe prakse, zahtevi vremena i savremeni trendovi zahtevaju da se nakon sprovedenih organizacionih promena u sistemu odbrane,¹ a posebno u logistici, razvoju informacionih sistema posveti znatna pažnja, jer tu se može naći rešenje da se odgovori zahtevu za „skraćivanjem vremena odziva sistema“ uz stalnu težnju za smanjivanjem brojnog stanja ljudstva i „smanjenjem obima logističkih resursa“.

Promene nastale u organizaciji materijalne, zdravstvene, infrastrukturne i finansijske podrške odbrane dodatni su razlog da se ozbiljnije pristupi rešavanju problema logističke podrške odbrane i logističkih aspekata odlučivanja u odbrani.

Cilj ovog rada jeste da se ukratko, na sintetizovan način, pruže osnovne informacije o informacionim sistemima i informatičkoj podršci sa težištem na logističkom informacionom sistemu, da se slušaoci i donosioci odluka „podsete“ na neke faze i dostignuća u razvoju informacionih sistema u vojskama koje su prethodile Vojsci Srbije, da se ukaže na određene slabosti koje su pratile razvoj i uvođenje informacionih sistema u operativnu praksu, a sve sa ciljem da se inicira ofanzivan rad u oblasti logistike odbrane, usmeren na razvoj integrisanih logističkih informacionih sistema.

¹ Kod taktičkih nosilaca i njihovih organa ne shvata se činjenica da iz propisanih nadležnosti proizilazi odgovornost za razvoj i funkcionisanje sopstvenog informacionog sistema.

OSNOVNE NAPOMENE O INFORMACIONIM SISTEMIMA

Informacioni sistem upravljanja predstavlja skup organa i pojedinaca (konkretnog organizacionog sistema) i tehničkih sredstava informatike i veze, organizaciono i funkcionalno povezanih, pomoću kojih se, na osnovu unapred definisanih i razrađenih metoda i postupaka, realizuju zadaci stvaranja, prikupljanja, obrade i distribucije podataka i informacija u datim uslovima.

Osnovna uloga informacionog sistema jeste ostvarenje dinamičke povezanosti između upravnih i izvršnih organa upravljanja u okviru jedne organizacione celine ili jednog sistema u celini, ali i sistema sa okruženjem, u procesu izvršavanja zadatka, kroz čitav životni ciklus sistema i u različitim ambijentalnim uslovima, pri ostvarivanju dodeljenih misija.

Dinamička stanja i funkcionisanje organizacionih i ekonomskih sistema kojima se upravlja opisuju se informacionom bazom (a ne jednačinama stanja kao kod tehničkog sistema).

Osnovni ciljevi zbog kojih se razvijaju informacioni sistemi jesu [1]:

- skraćivanje vremena reagovanja, odnosno odziva organizacionih sistema i kvalitetnije odlučivanje, odnosno postupanje;
- stalno prikupljanje podataka čijom obradom se dobijaju informacije o svim bitnim performansama posmatranog sistema, stanju, rokovima, troškovima, kvalitetu, rezultatima rada, pouzdanosti, itd.;
- obezbeđenje potpune „istorije“ posmatranog sistema radi analiza i prognoziranja stanja sistema u budućnosti.

Osnovni principi na kojima se zasniva informacioni sistem treba da budu:

- podaci i/ili informacije koje se unose u sistem samo jednom tamo gde nastaju, odnosno gde su prikupljeni;
- zahtevi za podatke i informacije koji se postavljaju onima kod kojih su pohranjeni (CAOP-i), čime se eliminiše klasičan način izveštavanja po nivoima;
- minimiziranje ručnog rada na dokumentaciji;
- blagovremeno informisanje svih upravljačkih nivoa u skladu sa njihovim potrebama;
- primena obrade nad elementarnim podacima, čime se izbegava mogućnost „friziranog“ izveštavanja;
- trajno čuvanje podataka, sve dok su aktuelni, i
- mogućnost ocenjivanja efikasnosti sistema i njegovih elemenata.

Osnovni zahtevi koji se postavljaju pred informacioni sistem (upravljački), nezavisno od konkretnog cilja, jesu [2]:

- mora da odražava hijerarhijsko ustrojstvo sistema koji podržava;
- tačnost i pravovremenost;

- potpunost (informacioni model treba da sadrži relevantne elemente, logičke i kvantitativne veze i povezujuće podatke);
- precizno definisani putevi prolaska informacija od popunjavanja primarnog oblika vođenja informacija do njihove sistematizacije u sabirnim oblicima;
 - mora da bude omogućeno uvođenje informacija u računare;
 - fleksibilnost (sposobnost sistema da odgovori na promene u delujućem sistemu);
 - ekonomičnost (troškovi u odnosu na kvalitet: po pitanju preuzimanja podataka i bezbednosti);
 - bezbednost (osiguranje podataka od gubljenja, falsifikovanja, pogrešne obrade, uništavanja, krađe);
 - proverljivost (mogućnost provere i rekonstrukcije dobijenih podataka).

Osnovni procesi u svakom informacionom sistemu su: proizvodjenje podataka; manipulacija podacima (čuvanje, obrađivanje: selekcija, sortiranje, filtriranje, ažuriranje, proračuni); korišćenje podataka (prikazivanje, razmena podataka).

Funkcionisanje informacionih sistema se, uglavnom, odvija putem: unosa i obrade ulaznih podataka; procesa transformacije ulaznih podataka, uz korišćenje ostalih podataka iz baze podataka, radi kreiranja potrebnih planova i formiranja potrebne dokumentacije; formiranja izlaznih podataka (tabele i izveštaji) i ažuriranja datoteka koje su osnova izveštavanja narednih nivoa upravljanja.

Logistička informaciona podrška

Pravovremeno raspolaganje informacijama preduslov je za efikasno komandovanje i upravljanje uopšte, a posebno u oblasti logističke podrške. S obzirom na to da je u savremenim uslovima nezamislivo donošenje bilo kakvih odluka u vezi sa upotrebom oružanih snaga bez adekvatne logističke podrške, to je od presudnog značaja da komandni organi na svim nivoima raspoložu potrebnim informacijama o stanju naoružanja i vojne opreme (NVO) i raspoloživim logističkim resursima.

Savremeni razvoj informatičke tehnologije omogućava i neprekidno stvara sve povoljnije uslove da se na brz i efikasan način vrši prikupljanje, selekcija, obrada, čuvanje i distribucija svih neophodnih informacija vezanih za upravljanje logističkom organizacijom i donošenje adekvatnih odluka. Time je u znatnoj meri povećana operativnost u radu komandi i uprava.

Sa druge strane, uvođenje automatizovanih informacionih sistema bitno je uticalo i na povećanje ekonomičnosti u sistemu logističke podrške. Brzi prenos informacija, efikasna obrada zahteva jedinica i kontinuirano raspolaganje podacima o stanju rezervi materijalnih sredstava (MS) uticali su na

stvaranje znatno manjih nivoa zaliha MS, uz povećanje stepena operativne raspoloživosti NVO. Zbog toga, u savremenim uslovima, vreme postaje kritičan faktor zbog češćeg postavljanja zahteva za popunu sa kritičnim MS.

Savremena računarska oprema dostigla je takav nivo razvoja da obezbeđuje efikasnu primenu ne samo u stacionarnim već i u terenskim uslovima. Povezivanjem računara sa sistemom telekomunikacija obezbeđeni su uslovi za brzi prenos i razmenu informacija između pojedinih komandnih nivoa.

Puni efekti primene računarskih sistema u logističkoj podršci postižu se, pored primene savremenih sredstava automatizacije, i standardizacijom logističkog informacionog sistema, kako u hardveru, tako i u softveru. Standardizacijom se obezbeđuje kompatibilnost, uprošćena obuka, smanjeni troškovi i, kao najvažnije, optimalna logistička podrška.

Savremeni logistički informacioni sistemi se tako razvijaju da na potpuno automatizovan i jedinstven način obezbeđuju administrativnu, funkcionalnu i hijerarhijsku integraciju procesa po pojedinim funkcijama logističke podrške.

S obzirom na vitalnu ulogu, koju automatizovani informacioni sistem ima u realizaciji logističke podrške, kao i na mogućnost njegovog ometanja, oštećenja ili uništenja, preduzimaju se mere za održavanje kontinuiteta rada i u takvim prilikama. Kontinuitet rada obezbeđuje se korišćenjem drugih kompatibilnih sistema, rezervnih sistema ili da se, u krajnjoj liniji, nastavi rad ručnom obradom podataka i izradom odgovarajućih dokumenata.

Ugradnja računarske tehnike u pojedine borbene sisteme utiče ne samo na povećanje njihove efektivnosti već, posrednim putem, utiče i na povećanje efektivnosti logističke podrške, jer se time, pored ostalog, obezbeđuje smanjena potrošnja pojedinih energenata (na primer, utrošak UbS se smanjuje i do 20% zbog povećanja efikasnosti pogađanja ciljeva) [3].

Doktrinarni zahtevi za logistički informacioni sistem

Sistem logističke podrške vojske je složen, ekonomski i organizacioni, višenivojski sistem.² Misija sistema logistike, u sferi odbrane, ogleda se u planiranju, stvaranju, razvoju, pokretanju i održanju, odnosno neprekidnoj podršci efikasnih i efektivnih snaga odbrane. Od nje se zahteva da Vojsci obezbedi manevar, precizno dejstvo (vatru), sveobuhvatnu zaštitu

² Sistem logističke podrške Vojske čine: kadar koji egzistira u upravnim i izvršnim organima logistike; materijalna sredstva logističkih organa i jedinica; prostor na kome su smešteni (razvijeni) elementi sistema logističke podrške; objekti i instalacije, pravna normativa i vojnostručna literatura i dokumentacija iz oblasti logističke podrške.

Organizacionu osnovu sistema logističke podrške u Vojsci Srbije predstavlja organizacijsko-formaciona struktura logističkih službi, a nosioci zadataka LoP su, komande, štabovi i uprave, jedinica i ustanova Vojske.

i racionalnu i fokusiranu podršku, „odozgo prema dole“, onda kad treba, tamo gde treba, u meri u kojoj treba i na zahtevani način, što bliže mestu nastajanja logističkih zahteva, uz optimalan utrošak resursa [4].

Objekat interesa sistema logističke podrške jesu živa sila (ljudi i životinje), sredstva, integrisani borbeni sistem (tehnički sistem i čovek sa svom podrškom) i organizacioni sistem (jedinice i ustanove), kao celina.

Ciljevi sistema logističke podrške odbrane dele se na: objektne i namenske. Objektne ciljevi podrazumevaju određenu proizvodnju, radove i usluge radi podmirjenja pojedinačnih, zajedničkih i opštih potreba sistema odbrane. Namenski ciljevi podrazumevaju stvaranje materijalnih, tehničkih, zdravstvenih, infrastrukturnih i finansijskih uslova za život, rad, borbu i izvršavanje drugih zadataka Vojske, u okviru dodeljenih misija.

Funkcionisanje sistema logističke podrške vrši se u skladu sa zakonima i principima (principi funkcionisanja). Na strategijskom i operativnom nivou dominantniju ulogu imaju zakoni, a na taktičkom nivou veće težište je na principima koji su, svakako, u skladu sa zakonima. Da bi logistički sistem izvršio namenske zadatke, ostvario rezultate, dostigao ciljeve i ostvario svoju misiju neophodno je da se njime i u okviru njega upravlja procesima i komanduje jedinicama i ustanovama (ljudima).

Pravovremeno raspolaganje informacijama preduslov je za efikasno upravljanje logističkim procesima i komandovanje logističkim jedinicama, pri izvršavanju zadataka podrške vojske u okviru dodeljenih misija.

Postojanje dugoročnog koncepta razvoja logistike, sa ugrađenim organizacionim aspektom i primena u operativnoj praksi informatičkih znanja i tehnologija omogućavaju brz i efikasan način prikupljanja, selekcije, obrade, čuvanja i distribucije svih neophodnih informacija vezanih za upravljanje logističkom organizacijom, logističkom podrškom i donošenje adekvatnih upravljačkih odluka.

Informacioni sistem ima važnu ulogu i u praćenju objekata logističke podrške (čovek, sredstvo, integrisani borbeni sistem, organizacioni sistem, objekti infrastrukture i razna nepokretna imovina i novac dati vojsci na korišćenje) kroz čitav životni ciklus, pri izvršavanju svih zadataka u okviru misija dodeljenih vojsci.

Postojanje informaciono-komunikacionih tehnologija omogućava veću vidljivost stanja resursa (kvalitativnu i kvantitativnu), preciznije utvrđivanje zahteva i praćenje realizacije podrške. Zahtevi i podrška nisu međusobno nezavisni, oni utiču jedno na drugo. Zahtevi proizilaze iz ciljeva, ali i varijante dostizanja cilja. Logistička podrška je aktivna komponenta u izboru varijanti za dostizanje ciljeva.

Donosiocima odluka je potrebno da budu upoznati sa mogućnostima tehnologije, kapacitetom, upotrebljivošću i mogućnostima dostupnih logističkih resursa i zadacima koje mogu da realizuju sa imajućim i dostupnim resursima, odnosno treba da znaju šta mogu sa njima da urade i na kakvu su vari-

jantu upotrebe snaga upućeni s obzirom na stanje resursa, odnosno kakvi i koliki resursi su im potrebni za realizaciju planova i zamisli i kolika je verovatnoća njihovog zadovoljenja. S druge strane, logističaru je potrebno da što pre, zahvaljujući postojanju informacionog sistema, shvati nameru i potrebe donosioca odluke i da im udovolji u skladu sa određenim zakonima i principima.

Uvođenje informacionih sistema bitno utiče i na povećanje ekonomičnosti u sistemu logističke podrške. Brzi prenos informacija, efikasna obrada zahteva korisnika logističkih usluga i raspolaganje podacima o stanju rezervi u realnom vremenu utiču na smanjivanje nivoa zaliha i troškova, uz povećanje stepena operativne raspoloživosti.

Jedinstveni informacioni sistem obuhvata i vojne i civilne resurse namenjene odbrani. Logistički sistem mora neprekidno da radi na povećanju informacione vidljivosti stanja resursa radi njihove što svrsishodnije upotrebe, radi smanjenja štete i povećanja koristi (dobiti).

Proces kojim se obuhvata integralni pogled na logističku podršku Vojske (i šire u sistemu odbrane) jeste upravljanje logističkim lancima, čiji su sastavni delovi: kvalitetno planiranje; razvijena strategija podrške materijalnih sredstava i ostalih objekata logističke podrške u celom životnom ciklusu (kod sredstava: odgovornost za materijal i odgovornost za sredstvo kad se uvede u operativnu upotrebu u vojsci); kategorizacija i klasifikacija sredstava (u skladu sa operativnim i logističkim potrebama), sistem ešeloniranja i sistem prioriteta; normiranje utrošaka materijalnih sredstava i ljudskog rada i kvantifikovanje sposobnosti – mogućnosti i potreba za obavljanje određenih logističkih zadataka.

Kvalitetna logistička podrška zahteva neprekidan rad na izgradnji integrisanog informacionog sistema (hijerarhijska, funkcionalna i administrativna integracija) [5].

Administrativna integracija podrazumeva da se svi dosadašnji dokumenti zamene jedinstvenim višenamenskim dokumentima i da se na računaru prikažu, kada je to potrebno, sva dokumenta što ih predviđaju propisi o materijalnom i finansijskom knjigovodstvu, zakonski ili drugi (operativni) propisi na snazi.

Hijerarhijska integracija ogleda se u mogućnosti da se upravljačkim organima, svih nivoa, na njihov zahtev pruže informacije (gotovost tehničkog i operativnog karaktera i informacije predikcionog karaktera) potrebne za donošenje odluka.

Funkcionalna integracija podrazumeva da se preuzimanjem jedne primarne informacije osigurava izvršenje mnogih radnji u okviru jedne funkcionalne oblasti.

Logistički informacioni sistem Vojske Srbije nalazi se u fazi početnog razvoja, a uloga mu je da doprinese boljoj informisanosti i brzini reagovanja (odziva) logističkog sistema (odziv u realnom vremenu).

Pored sistemskih koordiniranih napora, usmerenih na razvoj „globalnog“ logističkog informacionog sistema, neophodno je da svi logistički or-

gani permanentno rade³ na mehanizaciji i automatizaciji poslovanja i razvoju aplikacija, kao realizaciji integralno postavljenih ciljeva za svaki podsistem JAIS-a, koje povećavaju brzinu odziva i bolju logističku informisanost.

Osnovni logistički informacijski sistem treba da bude integrisan u jedinstveni automatizovani informacijski sistem komandovanja i kontrole. Radi kompatibilnosti sa budućim saveznicima i partnerima on treba da sadrži [4]:

- sveobuhvatnu logističku bazu podataka projektovanu za primenu u širokom opsegu logističkih aktivnosti (od svakodnevnih aktivnosti do planiranja snaga, u svim funkcionalnim oblastima logistike) sa interfejsima, sa drugim modelima i bazama podataka;

- sistem za razmeštanje i prebacivanje snaga, koji bi se koristio za planiranje, evaluaciju, simulaciju, praćenje i upravljanje prebacivanjem i transportom snaga i sredstava;

- softverski sistem za optimizaciju resursa, koji bi se koristio za planiranje zaliha i proračun potreba za sredstvima koja odlučuju ishod operacija;

- sistem logističkog izveštavanja koji bi obezbeđivao pravovremeno obezbeđenje logističkih ažuriranih informacija, u svim funkcionalnim oblastima logistike, u formi potrebnoj za zadatak, procene, odluke i planiranje.

Pored osnovnog logističkog informacijskog sistema, radi kompatibilnosti sa budućim saveznicima i partnerima, neophodno je raditi na razvoju:

- sistema za operativno planiranje, aktiviranje snaga i simulaciju, kao informacijskog planerskog sistema za operativno planiranje i aktiviranje snaga u skladu sa procesom operativnog planiranja saveznika i partnera;

- instrumenata logističke podrške koji omogućuju: razmenu zahteva u pogledu stanja i raspoloživosti zaliha, trenutnih i budućih potreba materijalnih sredstava;

- sanitetske analize i prognoze, i

- integrisanih i multilevel automatizovanih instrumenata logističke podrške, sa integrisanim komunikacionim interfejsima, koji omogućuju uzajamnu razmenu logističkih elektronskih podataka i usluge elektronske pošte u zajedničkim sistemima.

Logističke informacione potrebe

Logistički informacijski sistem treba da obradi podatke i pruži informacije⁴ nadležnim donosiocima odluka o objektima interesa logistike,⁵ a to su čovek, materijalno sredstvo,⁶ životinje, integrisani borbeni sistem,⁷ organizacioni si-

³ U skladu sa dugoročnim konceptom razvoja globalnog logističkog informacijskog sistema.

⁴ Podaci i informacije mogu biti i kvalitativnog i kvantitativnog karaktera, ali je poželjno kad god je to moguće podatke i informacije kvantifikovati.

⁵ Neophodno je raspolagati informacijama o stanju, po vrsti resursa, obimu, lokaciji i upotrebnoj vrednosti.

⁶ Čine ih oprema, materijal i sitan inventar.

stem,⁸ infrastrukturni objekti i instalacije, kako bi se obezbedila kvalitetna logistika izvršavanja svih zadataka u okviru definisanih misija, kroz čitav životni ciklus⁹ sistema (mir, krizna stanja, vanredno stanje, mobilizacija, rat) [6].

Vrlo je važno da objekat praćenja bude kvalitetno opisan kako bi se olakšalo njegovo kvantitativno i kvalitativno praćenje, a time i kvalitetnije odlučivanje.

S obzirom na informacione potrebe upravljačkih organa objekti interesa logistike mogu se razvrstavati na više načina (po više kriterijuma) i na više nivoa. Svaki objekat interesa sistema treba da bude opisan sa što više parametara i pokazatelja od značaja za donošenje adekvatnih upravljačkih odluka, što omogućava više načina razvrstavanja sredstava u skladu sa potrebama nadležnih donosilaca odluka.

Takođe, neophodno je definisati informacione potrebe svakog organa odlučivanja i način prezentovanja potrebnih informacija i znanja: cikloграмi, histogrami, numerički podaci; forma prozne deskripcije, itd.

Informacije treba da budu prilagođene vizuelnoj komunikaciji, perceptivnom sistemu i logici ljudskog rasuđivanja. Neophodno je da se obezbedi što više operacija nad podacima i informacijama, kao što su sortiranje, filtriranje i ažuriranje.

Pri analizi pojedinih logističkih podistema i elemenata radi sagledavanje informacionih potreba za logističko odlučivanje oni se moraju tretirati sa različitim aspektata [7]:

- kao sistem podrške koji podržava viši sistem (sistem odbrane i šire);
- kao borbeni – odbrambeni sistem koji će biti izložen dejstvima i koji će se suprotstavljati dejstvima (borben i neborbena, u fizičkoj i mentalnoj sferi);
- kao uslužne organizacije koje, u konkretnim ambijentalnim uslovima, uz uticaj okruženja i elemenat situacije sa raspoloživim resursima organizuju i realizuju određeni tehnološki proces.

Pored materijalnih sredstava koja su u vlasništvu države i data na korišćenje Vojsci, za sistem logistike interesantna su i sredstva koja se prihvataju u jedinice Vojske (u mobilizaciji) iz popisa, po osnovi materijalne obaveze koju građani imaju prema državi.

Materijalna sredstva koja su u vlasništvu države, a data na korišćenje Vojsci, mogu se nalaziti u jednom od sledećih stanja:

- na upotrebi u jedinicama i ustanovama;
- van upotrebe, u rezervi, smeštena u magacinima i skladištima;

⁷ Podrazumeva novi i viši kvalitet nastao kao rezultat sinergističkog delovanja, a obuhvata obučeni i motivisanog čoveka sa pripadajućim materijalnim sredstvima.

⁸ Podrazumeva obučenu i motivisanu organizacionu celinu, jedinicu odnosno ustanovu koja funkcioniše u skladu sa zakonima i principima.

⁹ To su stanja u kojima se država kao organizovan, organizacioni i ekonomski sistem i vojska mogu naći s obzirom na uslove funkcionisanja i nivo ugrožavanja odbrane i bezbednosti zemlje.

- na upotrebi ili čuvanju u drugim jedinicama vojske;
- izdata na korišćenje subjektima izvan sistema odbrane.

Kadrovi od interesa za sistem logistike čine ljudstvo koje je stalno zaposleno u sistemu odbrane i ljudstvo koje u sistem odbrane dolazi iz rezervnog sastava, u toku mobilizacije.

Pored pružanja informacija o stanju resursa, odnosno objekata interesa nadležnih donosilaca odluka, logistički informacijski sistem treba da omogući rešavanje složenih problema koji se postavljaju pred logističke organe i unapredi odlučivanje, uz pomoć dostupnih tehnika, metoda različite snage i generalnosti, razvijenih metodologija i modela, komercijalnog i namenski razvijenog softvera.

Informacije koje pruža logistički informacijski sistem, dobijene obradom brojnih podataka, moraju omogućavati zaključivanje tipa: „ima – nema“; „potrebno – raspoloživo“; „ispravno – neispravno“; „zdravo – bolesno“; „intenzitet naprežanja sistema“; „stanje u sistemu normalno, tolerantno – alarmantno“; „nivo goriva“; „temperatura goriva“; „postojanje vode u gorivu“; „korigovana zapremina goriva na 15°C“; „ako je – onda je“; „situacija povoljna“; „situacija nesigurna“; „situacija nepovoljna“; „situacija vanredna“; „zalihe za običnu normu pripadanja vode“; „zalihe za smanjenu normu pripadanja vode“; „zalihe za minimalnu normu pripadanja vode“; „zalihe za pripadanje vode po normi za fiziološki minimum“, itd.

Adekvatnom saradnjom taktičkih, tehničkih i materijalnih nosilaca i primenom koncepta integralne logističke podrške moguće je vršiti racionalizaciju logističkih zahteva u pojavljivanju.¹⁰ Tako, na primer, kada su u pitanju sredstva još u fazi izrade prethodne analize i taktičke studije moguće je izbeći neke probleme koji dovode do odsustva ili smanjenja informisanosti.

Pri projektovanju logističkog informacijskog sistema mora se primeniti susretnost u projektovanju; sa jedne strane razvijati dugoročni globalni koncept sa ugrađenim organizacionim aspektom, a sa druge strane razvijati male aplikacije za rešavanje konkretnih taktičkih problema koje ne narušavaju globalni koncept i koje se mogu, kada se za to stvore uslovi, uklopiti u globalni koncept razvoja integrisanih informacijskih sistema.

Opšte informacije od značaja za odlučivanje¹¹ o logističkom KADRU su: godina rođenja; zdravstveno stanje (sposoban ili ograničeno sposoban za službu odnosno nesposoban); završene vojne i civilne škole i ocene sa školovanja; završeni kursevi i ocene sa kurseva; službene ocene; broj obavljanih dužnosti; broj prekomandi; godine radnog staža; godine penzijskog staža; značajni rezultati ostvareni u struci; značajna priznanja dobijena za rezultate rada u struci; ocene sa značajnih provera obučenosti i osposobljenosti; ratni staž; pokazatelji kvaliteta rada u ratu;

¹⁰ Na primer, ugradnjom nekih elemenata računarske tehnike i identifikatora stanja u tehničke sisteme.

¹¹ Informacione potrebe upravljačkih organa i ostalih korisnika informacija zavise od upravljačkog nivoa i definisanih nadležnosti.

vremenski interval učešća u mirovnim misijama; pokazatelji kvaliteta rada u mirovnim misijama; broj učešća u mirovnim misijama; stepen – nivo obučenosti za konkretnu dužnost; dodatne izgrađene sposobnosti itd.

Neke od važnijih informacija o OPREMI koje su značajne za odlučivanje su: vrsta i model; proizvođač; godina proizvodnje; količina; formacijska pripadnost (vojna pošta i formacijski naziv jedinice); eksploatacioni resurs; vremenski resurs; godina prethodnog sistemskog preventivnog održavanja (tehnički pregledi, etaloniranje i baždarenje, itd.); periodika preventivnog održavanja; statusno stanje, uslovi smeštaja; prostorna lokacija; godina modifikacije; vremenski resurs radnih medija u sistemu; periodika tehnološke obnove; jedinične norme za tehničko održavanje, srednji remont, reviziju i generalni remont itd. Informacije o MATERIJALU, potrebne za odlučivanje, zavise od vrste materijala.

Neke od važnijih opštih informacija o UBOJNIM SREDSTVIMA, koje su značajne za odlučivanje, jesu: vrsta i model; proizvođač; godina proizvodnje; godina modifikacije; težinska oznaka; količina; vremenski resurs; godina prethodnog sistemskog održavanja; upotrebna vrednost (kategorija); prostorna lokacija; smeštaj i uslovi čuvanja; formacijska pripadnost (vojna pošta i formacijski naziv jedinice); vrsta i laboračna serija baruta, podaci o upaljaču; potrebne jedinične norme za tehničko održavanje i generalni remont, količina UBS i količina čistog eksploziva u objektu i skladištu odnosno na lokaciji (u poljskim uslovima), itd.

Moguće upravljačke odluke, s obzirom na stanje UbS, jesu: ubojna sredstva čuvati i dalje, ubrzano trošiti, podvrgnuti tehničkom održavanju, podvrgnuti remontu, rashodovati.

Neke od važnijih opštih informacija o POGONSKIM SREDSTVIMA, koje su značajne za odlučivanje, jesu: vrsta; proizvođač; godina proizvodnje; količina; formacijska pripadnost (vojna pošta i formacijski naziv jedinice); godina regeneracije; rok čuvanja; rok upotrebe; godina prethodnog sistemskog preventivnog održavanja (laboratorijska ispitivanja, regeneracija,...); upotrebna vrednost; prostorna alokacija; godina regeneracije; smeštaj i uslovi čuvanja.

Opšte informacije o REZERVNIM DELOVIMA, značajnim za odlučivanje, jesu: vrsta; pripadnost sredstvima; proizvođač; godina proizvodnje; količina; rok čuvanja; rok upotrebe; upotrebna vrednost; prostorna alokacija; godina modifikacije; smeštaj i uslovi čuvanja; vremenski resurs radnih medija u sistemima.

Neke od važnijih informacija o SITNOM INVENTARU, značajnim za odlučivanje, jesu: vrsta; količina; godina proizvodnje; proizvođač; prostorna alokacija; optimalan rok čuvanja i upotrebe; upotrebna vrednost; smeštaj i uslovi čuvanja.

Neke od važnijih informacija o LOGISTIČKOM ORGANIZACIONOM SISTEMU, koje su značajne za odlučivanje, jesu: prostorna lokacija, logističke mogućnosti, obaveze po šemi LoP-a, efektivnost upravljanja unutar posmatranog organizacionog sistema; zajednička (kolektivna) obučenost i

osposobljenost za izvršavanje funkcionalnih zadataka; motivisanost za izvršavanje namenskih zadataka; stepen popune organizacionih sistema ljudstvom u skladu sa ličnom formacijom (mirnodopskom i ratnom); stepen popune organizacionih sistema materijalnim sredstvima u skladu sa ličnom formacijom (mirnodopskom i ratnom); gotovost za mobilizaciju; gotovost za prelazak na ratno stanje i načine funkcionisanja; otpornost elemenata sistema i sistema u celini na poremećaje iz okruženja; kvalitet logističke podrške posmatranog logističkog organizacionog sistema i dr.

Za adekvatno praćenje stanja i odlučivanje o INTEGRISANOM BORBENOM SISTEMU potrebne su sledeće opšte informacije: osposobljenost; efikasnost; ostvareni nivo sinergije između čoveka, lične opreme i kompletne podrške; kvalitet opreme koju koristi pojedinac; kvalitet pojedinačnih i ukupne podrške čoveka kao pojedinca; udobnost opreme; kvalitet života pojedinca, itd.

Neke od važnijih opštih informacija o INFRASTRUKTURNOM POSLOVANJU,¹² koje su značajne za odlučivanje, jesu: kvalitet automatizovanog prostornog informacionog sistema; dinamika i obim planiranja razvoja i prostornog uređenja infrastrukture; kvalitet upravljanja nepokretnostima datim na korišćenje vojsci i MO i pravima povodom nepokretnosti (obim evidentiranih nepokretnosti i vrednost evidentiranih nepokretnosti; obim neevidentiranih nepokretnosti i vrednost neevidentiranih nepokretnosti; nivo zaštite državne imovine i poštovanja zakona, ...); dinamika i obim adaptacije i prilagođavanja vojnih objekata i objekata uređenja teritorije stalnog tipa; poštovanje dinamike i obim izgradnje objekata, postrojenja i instalacija logističke infrastrukture; obim i kvalitet planiranja i realizacije tekućeg i investicionog održavanja objekata infrastrukture; obim i kvalitet snabdevanja vodom u stacionarnim uslovima; obim i kvalitet uređenja u kasarnskom krugu vodnih objekata; obim i kvalitet održavanja, u kasarnskom krugu, objekata za vodosnabdevanje i vodovodne mreže; obim i kvalitet održavanje termoenergetskih postrojenja i cevovoda; obim i kvalitet snabdevanje građevinskim materijalom; obim i kvalitet snabde-

¹² U ovom radu pod infrastrukturnim poslovanjem podrazumeva se: planiranje razvoja i prostorno uređenje infrastrukture; upravljanje nepokretnostima datim na korišćenje vojsci i MO (zemljište; objekti visokogradnje; objekti niskogradnje: saobraćajnice, platforme, sabirne mreže vodovoda i kanalizacije, elektonaponske mreže, termoenergetska postrojenja) i pravima povodom nepokretnosti; adaptacija i prilagođavanje vojnih objekata i objekata uređenja teritorije stalnog tipa; izgradnja objekata, postrojenja i instalacija logističke infrastrukture; tekuće održavanje objekata infrastrukture; investiciono (kapitalno) održavanje; snabdevanje vodom u stacionarnim uslovima; uređenje vodnih objekata u kasarnskom krugu; održavanje, u kasarnskom krugu, objekata za vodosnabdevanje i vodovodne mreže; održavanje termoenergetskih postrojenja i cevovoda; snabdevanje građevinskim materijalom; snabdevanje energijom za zagrevanje ljudstva i prostorija; snabdevanje električnom energijom iz gradske mreže; rukovanje termoenergetskim postrojenjima i raščišćavanje ruševina.

Logističku infrastrukturu čine: zemljište u nadležnosti vojske; putna mreža kojom se obezbeđuju uslovi za funkcionisanje sistema odbrane i izvršavanje zadataka u okviru definisanih misija; objekti, postrojenja i instalacije sa odgovarajućom opremom.

vanja energentima za zagrevanje ljudstva i prostorija; obim i kvalitet snabdevanje električnom energijom iz gradske mreže; dinamika, obim i kvalitet raščišćavanje ruševina.

Za adekvatno praćenje stanja i odlučivanje o OBJEKTIMA¹³ potrebne su sledeće opšte informacije: lokacija, vrsta, namena, graditelj objekta; vremenski period izgradnje objekata; nadzorni organ; komisija za prijem završenih objekata; dimenzije objekta: površina, zapremina, nosivost poda, starost objekta; stepen zadovoljenja funkcionalnih i estetskih zahteva; dinamika izvođenja investicionog i kapitalnog održavanja na objektu; imovinsko-pravni status, ekonomski status, tržišna vrednost i upotrebna vrednost.

Za adekvatno praćenje stanja i odlučivanje o TERMOENERGETSKIM POSTROJENJIMA I INSTALACIJAMA potrebne su sledeće informacije: godina proizvodnje i godina ugradnje opreme; proizvođač; godina zadnjeg preventivnog remonta; godina zadnjeg korektivnog remonta; poreklo opreme; instalisana snaga u postrojenjima; usaglašenost lične formacije jedinice koja opslužuje postrojenje sa zakonima i kriterijumima; objektivno stanje opreme i instalacija i upotrebna vrednost opreme i instalacija.

Za adekvatno praćenje stanja i odlučivanje o REALIZACIJI ZADATAKA U OKVIRU LOGISTIČKIH FUNKCIJA i po POJEDINIM LOGISTIČKIM POD-SISTEMIMA KOJI REALIZUJU LOGISTIČKU FUNKCIJU potrebne su sledeće opšte informacije: obim realizacije propisanih zadataka; kvalitet realizacije propisanih zadataka; stepen poštovanja rokova realizacije zadataka; troškovi realizacije zadataka; sistemska uređenost realizacije zadataka u okviru logističkih funkcija; obim primene zakona i principa u realizaciji zadataka; primena propisa o kvalitetu, standardizaciji, metrologiji, nomenklaturi i kodifikaciji u realizaciji zadataka; gotovost za izvršavanje zadataka (funkcionalna spremnost); efektivnost podсистema koji realizuje logističku funkciju; kvalitet logističkih proizvoda, radova i usluga; zadovoljstvo korisnika logističkih usluga; zadovoljstvo logističkog osoblja statusom i uslovima rada i dr.

Pokazatelji uspešnosti funkcionisanja sistema logističke podrške obuhvataju neekonomske i ekonomske pokazatelje. Osnovni ekonomski pokazatelji uspešnosti funkcionisanja sistema logističke podrške su: organizovanost sistema, dohodak, produktivnost (proizvodnost), ekonomičnost i rentabilnost, troškovi životnog ciklusa, obim ispunjenja zahteva, odnosi troškova i obima poslovanja, ukupan radni učinak sistema i dr.

Za adekvatno praćenje stanja i odlučivanje o PROIZVODNJI I GENERALNOM REMONTU potrebne su sledeće informacije: vrsta proizvoda; obim proizvodnje po vrstama proizvoda; poštovanje rokova; kvalitet proizvoda i uslu-

¹³ Pod objektima koji su predmet tretiranja logistike se podrazumevaju: objekti visokogradnje: za smeštaj (stanovanje) ljudstva; objekti za rad ljudstva; objekti za smeštaj životinja; skladišni objekti; kuhinjski i restoranski objekti; servisni objekti; radionički objekti; objekti za smeštaj sanitetskih (zdravstvenih) organa i jedinica; nastavni objekti, garaže i dr. objekti; objekti niskogradnje (saobraćajnice, platforme, sabirne mreže vodovoda i kanalizacije, elekronaponske mreže), hidro tehnički objekti i objekti posebne i specijalne namene.

ga; produktivnost proizvodnje, ekonomičnost proizvodnje, rentabilnost proizvodnje; konkurentnost proizvodnje, mogućnost modifikacija i adaptacija proizvoda; stepen usaglašenosti proizvodnje i remonta sa potrebama domaćeg i stranog tržišta; zadovoljstvo korisnika usluga; zadovoljstvo osoblja koje se bavi proizvodnjom i remontom, statusom i uslovima rada; troškovi jednog ciklusa proizvodnje i remonta i ukupne proizvodnje i remonta; obim ispunjenja zahteva; odnosi troškova i obima poslovanja; ukupan radni učinak sistema i dr.

Za adekvatno praćenje stanja i odlučivanje o NABAVCI I PRODAJI potrebne su sledeće opšte informacije: obim i vrsta nabavke, poštovanje rokova, poštovanje zakona i principa; kvalitet odnosno poslovnost pri nabavci i prodaji; produktivnost, ekonomičnost i rentabilnost rada; konkurentnost; ostvarena dobit; stepen usaglašenosti poslovanja sa potrebama tržišta domaćeg i stranog; zadovoljstvo korisnika usluga; zadovoljstvo osoblja koje se bavi nabavkom i prodajom statusom i uslovima rada; troškovi poslovanja; odnosi troškova i obima poslovanja; ukupan radni učinak sistema pri nabavci i prodaji i dr.

Za adekvatno praćenje stanja i odlučivanje o NOVČU potrebne su sledeće informacije: rokovi planiranja potrebnih finansijskih sredstava; potrebna finansijska sredstva koja se trebaju iz budžeta; obezbeđena – odobrena finansijska sredstva iz budžeta; obim i dinamika obezbeđenja finansijskih sredstava iz budžeta; obim i dinamika obezbeđenja finansijskih sredstava iz prihoda; rokovi utroška; zakonitost utroška, rokovi kontrole namenskog trošenja i zakonskog postupanja itd.

Neke od važnijih informacija o **intendantskim, sanitetskim, veterinarskim i građevinskim materijalnim sredstvima** koji su značajni za odlučivanje jesu: vrsta; količina; godina proizvodnje; proizvođač; prostorna alokacija; optimalan rok zadržavanja, čuvanja i upotrebe; upotrebna vrednost; smeštaj i uslovi čuvanja.

U skladu sa „definisanim“ opštim potrebama moguće je za pojedine logističke podsisteme, funkcije, objekte interesa i nivoe organizovanja definisati posebne i pojedinačne informacione potrebe, neophodne za unapređenje poslovanja u okviru pojedinih logističkih funkcija, podsistema i logističkog sistema u celini.

Osim operacija nad velikim bazama podataka logistički informacijski sistem treba da pruža pomoć pri formalizaciji i automatizaciji rešavanja problema i unapređenju procesa planiranja i odlučivanja.¹⁴

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

¹⁴ U rešavanju realnih problema planiranja i odlučivanja u organizacionim sistemima prisutni su sledeći modaliteti [7]:

- primena gotovih softverskih rešenja u vidu komercijalnih paketa;
- korišćenje postojećih softverskih rešenja u cilju kreiranja sistema za podršku planiranju (odlučivanju) specifične namene;
- kreiranje potpuno novih aplikacija, strogo namenski orijentisanih na rešavanje vrlo specifičnih problema u izabranim oblastima.

U tom smislu, u skladu sa literaturom [8] i [9], moguća su tri nivoa primene softvera i hardvera za podršku planiranju i odlučivanju u oblasti logistike:

1. SPO alati;
2. SPO generatori i
3. SPO aplikacije specifične namene.

SPO alate čine elementi hardvera i softvera koji omogućavaju razvoj SPO generatora ili SPO aplikacija specifične namene. To su jezici specijalne namene, poboljšanja u operativnim sistemima za podršku konvencionalnih pristupa, hardver i softver, sistemi upita, generatori slučajnih brojeva, softveri za tabelarna računanja i jezici programiranja zadnje generacije. To su najčešće alati za razvoj informacionih sistema (Computer Aided Software Engineering alati: šta uraditi a ne kako), koji se koriste za razvoj rešenja osloncem na statističke metode i metode operacionih istraživanja, a podesni su za organizacije koje imaju jake kadrovske resurse za razvoj informatičke podrške.

SPO generatori su paketi odgovarajućeg hardvera i softvera koji imaju niz mogućnosti za brz, jeftin i lak razvoj SPO specifične namene. Softveri koji se koriste kao generatori razvijeni su iz viših jezika planiranja i modeliranja, a imaju solidne mogućnosti za kreiranje izveštaja i računarske grafike. Većinom su to nezavisni softverski paketi sa širokom mogućnošću upotrebe u planiranju. U velikom delu generatora implementirane su i složene metode operacionih i statističkih istraživanja. Ovi generatori omogućavaju rešavanje specifičnih problema kroz aktivno asistiranje u procesu donošenja odluka. To su finalni softverski proizvodi koji podržavaju specifične funkcije u organizaciji (ready to use), a najčešće se razvijaju adaptacijom opštih modela rešenja ili su proizvod razvojnog procesa vlastitim snagama.

Većina SPO generatora i SPO specifične namene omogućavaju analizu osetljivosti, analizu konvergencije,¹⁵ analizu „šta-ako“ i analizu dostizanja cilja,¹⁶ a određeni softveri i analizu konzistentnosti.

Logistički automatizovani informacioni sistem

LOGISTIČKI (pozadinski)¹⁷ automatizovani informacioni sistem (LA-IS) jedan je od najvažnijih podsistema¹⁸ JAIS-a i u direktnoj je vezi sa ostalim podsistemima JAIS-a.

¹⁵ Pokazuje pri kojoj vrednosti težinskog koeficijenta neki cilj (kriterijum) postaje tako značajan da će biti samo 5% izvan raspodele koja bi postojala da je taj cilj bio jedini.

¹⁶ Sprovodi se tako što se prvo definiše cilj, a zatim se manipulacijom promenljivih, odnosno promenom njihovih vrednosti, pokušava dostići taj cilj.

¹⁷ Termin „pozadinski automatizovani informacioni sistem (PAIS)“ povremeno se koristi jer postojeća rešenja koja egzistiraju u operativnoj praksi u najvećoj meri datiraju iz vremena kada se koristio termin pozadinsko obezbeđenje (PoOb) umesto logistike i kada je PAIS razvijani kao deo JAIS-a, kako bi se ukazalo na vezu postojećeg sistema sa prethodnim da se neke značajne veze ne bi pokidale u nizu iteracija brzih organizacionih promena u sistemu odbrane.

¹⁸ U suštini, automatska obrada podataka je vitalan element podrške ukupnog procesa donošenja odluke. Loše korišćena, ona može biti smetnja, jer tada mašina ne služi ljudima, nego ljudi mašinama.

JAIS predstavlja skup organa komandi i uprava (jedinica i ustanova) u sistemu odbrane i tehničkih sredstava informatike i veze, organizaciono i funkcionalno povezanih, pomoću kojih se na osnovu definisanih i razrađenih metoda i postupaka realizuju zadaci informacionog obezbeđenja (podrške) upravljanja odbranom, u procesu planiranja, razvoja, obuke, pripreme i upotrebe pojedinih podsistema odbrane, pri izvršavanju zadatka u okviru definisanih misija.¹⁹

Integralni je deo sistema upravljanja odbranom podređen je realizaciji ciljeva tog sistema i bez njega ne može postojati.²⁰ Sadržaj rada JAIS-a čine podaci i informacije o planovima razvoja, organizaciji sistema odbrane, resursima odbrane (sistem odbrane i ostali sistemi), kao i podaci o potencijalnom protivniku, prostoru i vremenu.

Prikupljanjem i obradom navedenih podataka omogućava se dobijanje potpunih i pravovremenih informacija neophodnih za adekvatno funkcionisanje sistema odbrane u miru, vanrednom stanju i kriznim situacijama, efikasno sprovođenje mobilizacije i efikasno funkcionisanje u ratu. To je zadatak JAIS-a organizovanog po podsistemima a u okviru njih, po vidovima, rodovima i službama i dalje po komandnim nivoima.

Na osnovu toga određena su tri osnovna podsistema JAIS-a:²¹

- automatizovani informacijski sistem za praćenje stanja (borbene gotovosti) operativnih sposobnosti jedinica (AIS b/g). U osnovi ovog sistema nalaze se podaci o jedinicama, a posebni deo predstavlja praćenje stanja i aktivnosti oružanih snaga potencijalnog protivnika;
- automatizovani informacijski sistem ljudstva (AIS ljudstva), koji služi za vođenje u službi PV, CL i vojnika mirnodopske i ratne vojske;
- pozadinski (logistički) automatizovani informacijski sistem (PAIS) u osnovi kojeg se nalaze podaci o pokretnim stvarima (materijalna sredstva i životinje).

Osim ovih sistema, uprave i komande formirale su svoje autonomne automatizovane informacione sisteme za informacionu podršku vlastitog rada u procesu realizacije svojih funkcionalnih zadataka (uprave MO i GŠ, VMA, vojne bolnice, Vojna akademija, ...). Autonomni informacijski sistemi su: AIS naučne delatnosti; AIS vojnih škola; AIS vojnoprivrednog sektora; bolnički informacijski sistem i informacijski sistemi posebne namene.

Elemente JAIS-a čine organizacijske jedinice MO, uprave i komande (nosioci razvoja i funkcionisanja sistema),²² uprave i komande svih nivoa

¹⁹ Jedan je od oblika informacionog obezbeđenja, odnosno podrške upravljanja odbranom.

²⁰ Dakle informacijski sistem nije sam sebi cilj i svrha već je to sistem stvoren da podrži neki organizacioni, odnosno ekonomski sistem.

²¹ Pored navedenih sistema interesantno je spomenuti i informatiku posebne namene koja obuhvata primenu računara u zatvorenim sistemima, gde računar ima funkciju sredstva za brzo računanje i upravljanje procesima na bazi numeričkog praćenja stanja u okruženju. Informatika posebne namene obuhvata: komandno-informacioni sistem komande V i PVO; komandno-informacioni sistem V i PVO; komandno-informacioni sistem KoV.

²² Učesnici u informacionoj automatizaciji funkcija su: nosilac razvoja JAIS (Uprava za vezu i informatiku GŠ VS) i nosioci razvoja podsistema JAIS /AIS b/g: Operativna uprava GŠVS (J-3); AIS ljudstva: Uprava za kadrove SLJR MO i Uprava za ljudske resurse GŠVS (J-1); PAIS: Uprava za sistem logistike SMR MO i Uprava za budžet i finansije).

(korisnici) i sredstva informacione tehnologije sa odgovarajućom programskom podrškom za funkcionisanje sistema.

Zadatak logističkog INFORMACIONOG sistema jeste da obezbedi:

- stalni uvid u stanje logističkog sistema, u vidu informacija važnih za planiranje i upravljanje;
- ukazivanje na potrebne i moguće mere poboljšanja, kako kroz analize pojedinačnih IS, tako i kroz povezivanje više IS u jedan integrisani informacioni sistem;
- bolje planiranje i upravljanje radom realnog sistema;
- informisanje ljudstva, kao najvažnijeg činioca u realnom sistemu, o stanju realnog sistema;
- ukazivanje na pravce daljeg razvoja IS, radi primene novih metoda organizacije baza podataka i znanja, kako bi se ostvarilo što bolje predviđanje budućih događaja.

Najveći deo informacija za svakodnevni život i rad Vojske, za donošenje odluka i naređenja cirkuliše tokovima logističkih službi.

Informacije iz LAIS-a čine, najvećim delom, i osnovu sadržaja informacija iz AIS b/g (operativnih sposobnosti), u delu koji se odnosi na informacije o materijalnim resursima.

Namena LAIS-a je informaciono obezbeđenje svih organa koji učestvuju u procesu planiranja, pripreme, donošenja i izvršavanja odluka vezanih za određene elemente i oblasti logistike, kao i subjektima upravljanja koji, neposredno ili preko AIS ljudstva i AIS borbene gotovosti (operativnih sposobnosti), koriste informacije iz LAIS-a. U okviru LAIS-a kroz zajedničke funkcije (materijalno knjigovodstvo) i funkcije njegovih podistema (tehničko obezbeđenje, intendantsko, saobraćajno, građevinsko, sanitetsko, veterinarsko i materijalno-planskog), prate se informacije o:

- stanju i promenama materijalnih sredstava (MS) u materijalnom knjigovodstvu (MK),
- operativna evidencija o MS i nepokretnostima logističkih službi,
- izradi i realizaciji planova razvoja, planova opremanja i materijalno-finansijskih planova,
- resursima u državi od značaja za odbranu,
- kvantitativnom i kvalitativnom stanju ubojnih sredstava (UbS),
- kvantitativnom i kvalitativnom stanju pogonskih sredstava (PgSr),
- stanju rezervnih delova i potrošnog materijala,
- stanju tehničkih materijalnih sredstava u procesu eksploatacije, održavanja i remonta,
- eksploataciji i registraciji motornih vozila,
- bezbednosti saobraćaja,
- realizaciji ugovorenih isporuka materijalnih sredstava,
- zaštiti od požara, bezbednosti i zdravlju na radu i zaštiti životne sredine i

- proračunu ljudske hrane i optimizaciji ishrane u Vojsci,
- finansijskom knjigovodstvu,
- obračunu ličnih dohodaka.

Razvoj LAIS-a po logističkim službama, pored autonomnosti svakog od podsistema, stvorio je potrebu za razvoj zajedničkih funkcija na kojima zasniva ceo sistem.

Te zajedničke funkcije LAIS-a su:

- materijalno knjigovodstvo,
- operativna evidencija o materijalnim sredstvima (MS),
- praćenje realizacije planova opremanja i materijalno-finansijskih planova;
- praćenje stanja kadra po logističkim službama i specijalnostima;
- praćenje podataka o resursima u državi značajnim za odbranu.

Zajedničke funkcije realizuju se u okviru podsistema LAIS-a sa zajedničkim obavezama svih službi na njihovom održavanju i korišćenju.

Zajedničke funkcije PAIS-a

PAIS (LAIS) je projektovan i razvijan kao podsistem JAIS-a sa zadatkom informacionog obezbeđenja (podrške) svih subjekata koji razvijaju, planiraju, organizuju i realizuju materijalnu, zdravstvenu, infrastrukturnu i finansijsku podršku odbrane ili u procesu upravljanja koriste informacije iz sistema LoP (logističke podrške), neposredno ili preko AIS ljudstva i AIS borbene gotovosti (operativnih sposobnosti). Idejni projekat PAIS-a (LAIS-a) predviđao je automatizaciju osnovnih oblasti upravljanja.

Krajem 1990. godine izrađena je studija razvoja PAIS za period 1991–1995, međutim zbog nastalih organizacijsko-formacijskih promena, raspada bivše SFRJ, velikih kadrovskih promena i drugih razloga PAIS nije dalje razvijan.

Radi potpunijeg sagledavanja informacione podrške za projektovane oblasti (funkcije) i one koje su automatizovane, neophodno je znati koje su oblasti, odnosno podsystemi, pojedinačno automatizovani i u kojoj meri:

- AIS materijalnog knjigovodstva (AIS MK),
- automatizovano vođenje operativne evidencije o materijalnim sredstvima,
- automatizovano praćenje kadrova po specijalnostima,²³
- automatizovano praćenje realizacije materijalno-finansijskih planova.

²³ Za organe logistike su od posebnog značaja izlazne informacije i izveštaji: stanje nivoa popune po mirnodopskoj formaciji po strukturi kadra, prikaz stanja za sva lica koja nisu postavljena na formacijska radna mesta, prikaz stanja nivoa popune na komandnim dužnostima i izrada radne karte po jedinicama i strukturi kadra. Ove izlazne informacije obezbeđuju operativan i pouzdan rad na zadacima: pomeranje kadra logističkih službi, planiranje školovanja i usavršavanja kadra, planiranje odliva kadra, praćenje nivoa popune po strukturi kadra kao osnov za proračun kapaciteta resursa po podsystemima logistike.

Podsistemi LAIS-a

Tehnički informacioni sistem

U odnosu na ostale podsisteme PAIS-a, u razvoju tehničkog informacionog sistema (TIS-a)²⁴ postignuti su najveći rezultati. Idejnim projektom predviđena je informatička podrška snabdevanja (UbS, pogonska sredstva, rezervni delovi) i informaciona podrška održavanja (generalni remont, srednji remont i tehničko održavanje) [6].

Zbog poznatih okolnosti većina od usvojenih projekata TIS-a nije u operativnoj upotrebi, ali predstavljaju solidnu osnovu za redefinisane projekte i dogradnju rešenja za podršku funkcionisanja tehničke podrške u novonastalim uslovima.

Radi sticanja uvida u dinamiku razvoja informacione podrške i dostignuto stanje neophodno je pobrojati ranije usvojene projekte koji se odnose na automatizaciju tehničke podrške.

Tehnički informacioni sistem bio je usmeren na rešavanje sledećih problema:

- praćenje kvalitativnog i kvantitativnog stanja UbS (sistem razvio TRZ uz pomoć UOT SMR MO);
- praćenje kvalitativnog i kvantitativnog stanja pogonskih sredstava;
- praćenje stanja i utroška rezervnih delova, potrošnog materijala i reprodukcionog materijala;
- praćenje stanje TMS u procesu eksploatacije i održavanja;
- informacioni sistemi TRZ KoV, TRZ municije i vazduhoplovnog TRZ;
- informacioni sistem CLoB.

Pored centralizovanih aplikacija tehničkog informacionog sistema automatizovani su i pojedini zadaci tehničke podrške jedinica i komandi nižih nivoa.

Intendantski podsistem²⁵ rešava sledeće zadatke:

- evidencija InMS i objekata;
- praćenje stanja InMS;
- praćenje opremljenosti objekata;
- izrada novčanih normativa za planove InOb-a;
- praćenje realizacije ugovora iz domena InOb-a;

²⁴ Pravni sledbenik razvoja ovog dela PAIS-a su Uprava za odbrambene tehnologije i Uprava za snabdevanje SMR MO, uz tesnu saradnju sa Upravom za logistiku GŠ VS (J-4).

²⁵ Pravni sledbenik razvoja ovog dela PAIS-a su Uprava za opštu logistiku i Uprava za snabdevanje SMR MO, uz tesnu saradnju sa Upravom za logistiku GŠ VS (J-4).

- praćenje antropoloških mera ljudstva (PV, CL, vojnika u rezervi..);
- proračun ljudske hrane i primena metoda za optimizaciju ishrane.

Saobraćajni podsistem²⁶ rešava zadatke:

- praćenje eksploatacije motornih vozila i drugih potrošača goriva;
- praćenje podataka o bezbednosti saobraćaja.

Sanitetski podsistem²⁷ rešava sledeće probleme:

- evidencija i praćenje imajućeg stanja materijalnih sredstava u sanitetskim ustanovama;
- praćenje materijalnih sredstava koja se završavaju tekućom potrošnjom;
- praćenje i analiza zdravstvenog stanja i rada sanitetskih ustanova;
- bolnički informacijski sistem VMA.

Veterinarski podsistem rešava²⁸ zadatke:

- evidencija i praćenje imajućeg stanja materijalnih sredstava u veterinarskim organima i jedinicama;
- praćenje materijalnih sredstava koja se završavaju tekućom potrošnjom;
- praćenje i analiza zdravstvenog stanja stoke.

Građevinski podsistem²⁹ rešava zadatke:

- evidencija i praćenje stanja nepokretnosti;
- praćenje realizacije planova građevinskih radova;
- praćenje stanja i učinka građevinske mehanizacije;
- praćenje stanja izrade grafičke dokumentacije;
- obrada podataka za ubiranje stanarine, zakupnina za poslovni i stambeni prostor, praćenje fondova održavanja stanova i dr.;
- praćenje stanja građevinskih materijala po vrednosti.

Operativno-pozadinski podsistem³⁰ rešava sledeće probleme:

- godišnji plan rada Sektora za materijalne resurse;
- godišnji plan rada Uprave za sistem logistike;
- godišnji plan rada pomoćnika ministra za materijalne resurse;
- godišnji planovi saradnje jedinica po pitanju logistike;
- praćenje i izveštavanje o protivpožarnim aparatima i uređajima;
- praćenje statistike povreda na radu.

²⁶ Pravni sledbenik razvoja ovog dela PAIS-a su Odeljenje za transport SMR MO i Uprava za snabdevanje SMR MO, uz tesnu saradnju sa Upravom za logistiku GŠ VS (J-4).

²⁷ Pravni sledbenik razvoja ovog dela PAIS-a su Uprava za zdravstvo SMR MO i Uprava za snabdevanje SMR MO, uz tesnu saradnju sa Upravom za logistiku GŠ VS (J-4).

²⁸ Pravni sledbenik razvoja ovog dela PAIS-a su Uprava za zdravstvo SMR MO i Uprava za snabdevanje SMR MO, uz tesnu saradnju sa Upravom za logistiku GŠ VS (J-4).

²⁹ Pravni sledbenik razvoja ovog dela PAIS-a su Uprava za infrastrukturu SMR MO i Uprava za snabdevanje SMR MO, uz tesnu saradnju sa Upravom za logistiku GŠ VS (J-4).

³⁰ Pravni sledbenik razvoja ovog dela PAIS-a su Uprava za zdravstvo SMR MO i Uprava za snabdevanje SMR MO, uz tesnu saradnju sa Upravom za logistiku GŠ VS (J-4).

Nedostaci postojećeg logističkog informacionog sistema

Postojeći informacioni sistem logistike potiče od ranije razvijanog pozadinskog informacionog sistema, koji je predstavljao deo jedinstvenog automatizovanog informacionog sistema (JAIS-a). Stepenn njegove efikasnosti je u direktnoj vezi sa slabostima ranijeg štabnog načina organizovanja sistema komandovanja. Veliki broj nasleđenih problema vezan je za nomenklaturnu neobrađenost materijalnih sredstava i njenu neadekvatnu primenljivost u vođenju materijalnog knjigovodstva, neadekvatnu organizovanost materijalnog knjigovodstva i još uvek neadekvatno izgrađeni sistem izveštavanja o kvantitativnom i kvalitativnom stanju materijalnih sredstava i radu izvršnih organa pozadine (logistike).

Bazu za praćenje pokretnih stvari predstavljao je programski paket „POMAK“ koji se vodio na većem broju lokacija, a osnovni entitet praćenja takvog informacionog sistema činile su pokretne i nepokretne stvari. U okviru informacionog sistema materijalnog knjigovodstva postojeći sistem izveštavanja po vertikali (nivoima upravljanja) predstavlja polaznu osnovu za dalju nadogradnju sistema praćenja materijalnih resursa bez kojeg se ne može zamisliti uspešno funkcionisanje logističkog sistema uopšte.

Ključni nedostaci postojećeg informacionog sistema, pored slabosti postupka nomenklature obrade pokretnih stvari, odnose se i na infrastrukturu mreže. Sadašnja infrastruktura za podršku informacionih sistema je nepovoljna, kako sa stanovišta informatičke opreme (prisutan je veći broj računara i opreme sa izraženom tehnološkom zastarelošću), tako i sa stanovišta globalne računarske mreže [5].

Primena sredstava automatizacije u provođenju informacionih procesa logistike još uvek nije našla pravu primenu po čitavoj dubini sistema komandovanja, sem pojedinih izuzetaka. Umesto toga, pojedini komandni nivoi razvijali su autonomne informacione sisteme, za lokalne potrebe, bez jasno definisanog i izraženog sistemskog pristupa i u različitim softverskim alatima.

Razlozi za ovakvo stanje su višestruki, ali osnovni se sastoje u tome što u postojećem sistemu odbrane ne postoji centralna organizaciona jedinica, zadužena za izgradnju jedinstvenog informacionog sistema. Zato i logistika, kao sastavni element jedinstvenog sistema upravljanja odbranom, nije u stanju da izgradi jedinstveni automatizovani informacioni sistem, posebno informacioni sistem koji bi pružao neophodne informacije u realnom vremenu. Informacioni sistem nepokretnih stvari nalazi se u razvojnoj fazi.

U dosadašnjem periodu nije definisan niti usvojen Plan razvoja informacionog sistema po funkcijama logistike, već su samo, do određenog stepena, razrađivani predlozi razvoja.

Generalno gledano, dalji postupci u formiranju i razvoju savremenog informacionog sistema logistike zahtevaju sistemski pristup kojim bi se de-

finisale potrebe sistema odbrane u celini i po nivoima organizovanja, a u okviru njega potrebe svih logističkih funkcija i resursi za njihovu realizaciju.

U budućim borbenim dejstvima biće značajnije kolektivne sposobnosti i njihovo prožimanje u odnosu na individualne sposobnosti i kvalitete najboljih boraca. To znači udaljavanje od stava da na bojnopolju ratuje robot ili kiborg (spoj ljudi i mašina). Takođe, odustaje se od stava da svaki borac,³¹ kao pojedinac, može odlučujuće delovati na bojištu i doprineti pobedi.

Zaključak

Načelno i naš sistem odbrane je započinjao rad na automatizovanom prikupljanju, obradi i distribuciji informacija kada i ostali razvijeni odbrambeni sistemi u svetu. Međutim, u međuvremenu je menjana orijentacija i odustajalo se tako da nijedan projekat usmeren na razvoj AIS (odnosno sistema za podršku odlučivanju) nije doveden, u potpunosti, do kraja.

JAIS koncipiran za razvoj po principu „odozgo nadole“ nije uspeo da obuhvati sve nivoe i podsisteme sistema odbrane, sve procese funkcije upravljanja i sve podsisteme sistema odbrane, uključujući i logistički. Vremenom su nastajale određene dileme i problemi koji su usporavali njihov razvoj: neadekvatno sistemsko definisanje mesta i uloge korisnika informacionog sistema (IS) i profesionalnog informatičara u odnosu na IS u svim fazama njegovog razvoja; IS su se razvijali kao skupovi parcijalnih rešenja, a ne kao realizacija integralno postavljenih ciljeva za svaki podsistem JA-IS-a; nizak metodološki i tehnološki nivo razvoja IS; česte i velike promene organizacijsko-formacijske strukture i odnosa u sistemu odbrane; nepotpuno projektovanje promena u sistemu odbrane; česte i velike kadrovske promene u sistemu odbrane; opšti stepen razvoja informatike, računarske tehnike i telekomunikacija; opšte stanje informatičke pismenosti u sistemu odbrane i nedostatak potrebnih resursa svih vrsta; promene koncepata materijalne, zdravstvene, infrastrukturne i infrastrukturne podrške odbrane.

Navedene dileme i problemi ostali su i do danas, tako da stanje po pitanju automatizovane informacione podrške odlučivanju u sistemu odbrane (naročito u logistici) ne odgovara potrebama prakse, zahtevima vremena i savremenim trendovima.

Napori da se standardizuje uvođenje računara u sistem odbrane i da se razvoju informacionih sistema pristupi jedinstveno nisu dali očekujuće rezultate; razvoj nije ni standardizovan ni jedinstven. Zbog sporosti u razvoju i vrlo brzog razvoja tehnologije u oblasti računarstva i informatike, ali i heurističkog pristupa u razvoju, tehnička osnova, pa i koncepcija razvoja informacionih si-

³¹ Ratnika budućnosti, kao visoko integrisani sistem, sačinjavaće sledeći podsistemi – delovi: podsistem naoružanja; vojnička kontrolna jedinica; priključne komponente mreže za napajanje i protok podataka; lična odeća i individualna oprema; kompjuterski podsistem; izvori napajanja; radio-komunikacioni podsistem; navigacioni podsistem i podsistem šlema.

stema se, u sistemu odbrane, razlikuje od korisnika do korisnika i ne omogućava uvek međusobno povezivanje, pa ni formiranje jedinstvenog sistema.

Postalo je očigledno da automatizovani informacioni sistemi treba da se razvijaju kroz timski rad i zajedničke napore profesionalnih informatičara i poznavaoaca realnog sistema.

Dosadašnji razvoj LAIS-a pratio je značajan broj problema i teškoća: nedovoljno izgrađena svest kod korisnika sistema o značaju informacionog obezbeđenja i nedostatak navika koje obezbeđuju ažurnost podataka, dovode do odnosa prema informaciji kao prema resursu drugorazrednog značaja, što znatno usporava primenu računara i bitno smanjuje efikasnost primene; definisanje informacionih potreba po upravljačkim nivoima nije jasno određeno; kod taktičkih nosilaca i njihovih organa ne shvata se činjenica da iz propisanih nadležnosti proizilazi odgovornost za funkcionisanje sopstvenog informacionog sistema; opšti nivo znanja iz oblasti informatike je nizak; ulaganje u kadar u odnosu na ulaganje u materijalni razvoj nije povoljno; neraspolaganje potrebnim brojem informatičkog kadra predstavlja kočnicu razvoja i usavršavanja u uslovima visokog trenda inovacija u ovoj oblasti; izrada jedinstvenih klasifikacija informacija je uslov jedinstvenosti i efikasnosti informacionog sistema; stepen formalizacije informacija, proračuna i postupaka je nizak a prihvatanje službe informatike i njena integracija u sistem odbrane nije još uvek na potrebnom nivou.

Može se zaključiti da glavni problem razvoja LAIS-a proizilazi od niske svesti o potrebi uvođenja informacionih sistema, starih navika i nedovoljne osposobljenosti starešinskog kadra.

Osnovni principi kojih se treba pridržavati u daljem razvoju i izgradnji LAIS-a su sledeći: celovito postavljanje sistema; decentralizovana obrada podataka (koja nije u suprotnosti sa jedinstvenošću sistema); postavljanje podsistema prema globalnim funkcijama u okviru sistema logistike; kontinuitet u radu, pri prelasku iz mirnodopskog u ratno stanje; maksimalno moguća unifikacija i standardizacija u opremanju; orijentacija na tehniku domaće proizvodnje; jedinstveno planiranje, usmeravanje i koordinacija; jedinstvenost tehnologije projektovanja i funkcionisanja AIS i centralizovano programiranje osnovnih programskih sistema.

Logistički automatizovani informacioni sistem treba razvijati i primenjivati kao integralni deo jedinstvenog automatizovanog informacionog sistema (JAIS-a).³² Vrlo bitan uslov za razvoj kvalitetnog logističkog informacionog sistema jeste definisanje informacionih potreba (podataka i informacija) o pojedinim objektima koje tretira logistički informacioni sistem.

Od logističkog automatizovanog informacionog sistema zahteva se da obezbedi: stalni uvid u stanje logističkog sistema, u vidu informacija

³² Jedinstvo JAIS-a nužno proizilazi iz jedinstva upravljanja odbranom u celini. To je jedna od njegovih najvažnijih karakteristika koja ima više aspekata.

važnih za planiranje i upravljanje; ukazivanje na potrebne i moguće mere poboljšanja, kako kroz analize pojedinačnih informacionih sistema, tako i kroz povezivanje više informacionih sistema u jedan integrisani informacioni sistem; bolje planiranje i upravljanje radom realnog sistema; informisanje ljudstva, kao najvažnijeg činioca u realnom sistemu, o stanju realnog sistema i ukazivanje na pravce daljeg razvoja informacionih sistema, u smislu primene novih metoda organizacije baza podataka i znanja, kako bi se ostvarilo što bolje predviđanje budućih događaja.

Radi kompatibilnosti sa budućim saveznicima i partnerima (integracije) osnovni logistički informacijski sistem treba da sadrži [4]:

- sveobuhvatnu logističku bazu podataka projektovanu za primenu u širokom opsegu logističkih aktivnosti (od svakodnevnih aktivnosti do planiranja snaga, u svim funkcionalnim oblastima logistike) sa interfejsima sa drugim modelima i bazama podataka;
- sistem za podršku, prebacivanje i razmeštanja snaga, koji bi se koristio za planiranje, evaluaciju, simulaciju, praćenje i upravljanje prebacivanjem i transportom snaga i sredstava;
- softverski sistem za optimizaciju resursa, koji bi se koristio za planiranje zaliha i proračun potreba za resursima koji odlučuju ishod operacija;
- sistem logističkog izveštavanja koji bi obezbeđivao pravovremeno obezbeđenje ažuriranih logističkih informacija, u svim funkcionalnim oblastima logistike, u formi potrebnoj za zadatak, procene, odluke i planiranje.

Pored osnovnog logističkog informacionog sistema, radi kompatibilnosti sa budućim saveznicima i partnerima, neophodno je raditi na:

- razvoju sistema za operativno planiranje, aktiviranje snaga i simulaciju, kao informacionog planerskog sistema za operativno planiranje i aktiviranje snaga u skladu sa procesom operativnog planiranja saveznika i partnera;
- razvoju instrumenata logističke podrške koji omogućuju: razmenu zahteva u pogledu stanja i raspoloživosti zaliha, trenutnih i budućih potreba materijalnih sredstava;
- sanitetskoj analizi i prognozi, i
- integrisanim i multilevel automatizovanim instrumentima logističke podrške, sa integrisanim komunikacionim interfejsima, koji omogućuju uzajamnu razmenu logističkih elektronskih podataka i usluge elektronske pošte u zajedničkim sistemima.

Literatura

[1] M. Petrović, Osnovi primene informacione tehnologije u vojsci (lekcija), CVVŠ OS, Beograd, 1990.

[2] M. Andrejić, S. Ljubojević, Operaciona istraživanja u funkciji podrške odlučivanja u sistemu odbrane, Vojnotehnički glasnik broj 3/2009, Beograd, 2009.

- [3] J. Prapotnik, „Tehničko obezbeđenje novih generacija borbenih i neborbenih sredstava u OS SFRJ“, Vojnotehnički glasnik, 1983.
- [4] Doktrina logistike Vojske Srbije (nacrt), GŠ VS, Beograd, 2008.
- [5] Doktrina logistike sistema odbrane (nacrt), SMR MO, Beograd, 2007.
- [6] M. Andrejić, Logistika (udžbenik), Vojna akademija – SLJR, Beograd, 2008.
- [7] M. Andrejić, V. Sokolović, Integralna logistička podrška sredstava naružanja i vojne opreme, Vojnotehnički glasnik broj 1/2009, Beograd, 2009.
- [8] M. Čupić, Generatori i aplikacije SPO I, DOPIS, Beograd, 1995.
- [9] Generatori i aplikacije SPO II, DOPIS, Beograd, 1995.

LOGISTICS INFORMATION SYSTEM

Summary:

A logistics automated information system should be developed as a part of a unified automated information system (JAIS). In order to develop a logistics automated information system and to apply it successfully in operational use, it is necessary to follow the JAIS global development concept and rely more on teamwork of IT experts and specialists in real logistics systems. An important condition for the development of a high-quality logistics information system is to define information needs for particular objects treated by a logistics information system. The task of such a system is to provide: permanent insight into the logistics system, pointing to the necessary and possible measures for improvement, better real system planning and management activities, personnel information about the state of the real system, pointing to the directions of further system development.

A logistics information system should be developed taking also into account compatibility with future allies and partners.

Defense systems were among the first to accept the challenge (because they were forced to) to introduce information technology in their management system and, with the help of innovations in this area, to increase the performance effectiveness under the conditions of environment dynamic changes.

Information technology development mostly followed development of large military projects aimed at solving management or technology issues within military industry complex and management in the most technologically developed defence systems.

These science and defense practice efforts resulted in many new methods and techniques such as the method of system analysis and information system design, methods of operational research and simulation, pattern recognition, expert systems for individual processes in management, as well as those for information retrieval and their implementation in decision making.

Over time, partial innovations reached a high level of synthesis, leading to new management systems able to function in most complex task conditions. Mastering the procedure of creating autonomous partial informa-

tion systems- where the operational research methods helped to optimally apply some of their particular values – has led to the creation of integrated automated information systems for management support.

Our recent defence theory and practice have not concentrated enough on logistics information systems in professional journals, neither from the organizational nor from the technological point of view. Experiences gained from operational practice and knowledge acquired by visiting foreign armies, practical needs as well as modern times demands and current trends in the development of defence systems pointed out that it is necessary to pay more attention to this logistics segment in military journals.

Logistics information systems cannot be researched, developed and introduced into operational practice (applied) without knowing the structure of high-quality information systems in general. High-quality information systems for supporting the logistic aspects of decision-making and logistics-dealing authorities cannot be developed without properly defining information needs of specific customer information systems and without most precisely describing objects of interest of the logistics system.

It is also not possible to go forward in the development and implementation of logistics information systems after long stagnation unless this important area is considered through a retrospective, identifying and defining problems that accompany the development and introduction of information systems in the military forerunners of the Army of Serbia and the AS now and realizing the current situation in this area in the defense system.

In principle, our defense system started the work on the automated collection, processing and distribution of information simultaneously with other developed defense systems in the world. However, in the meantime orientations and concepts changed so that no project focused on the development of integrated automated information system (AIS) and decision support system was brought completely to the end.

The development of information systems to support the defense system and particularly the Army faced specific dilemmas and problems which hindered their development: information needs of users which information systems should provide for were never properly defined; disputes occurred between "generalites" and "specialists" on whether the system should be built from the bottom (the base) or from the top, resulting in the development of small-scale applications in the base (where problems needing automation occurred) that could fit into a global concept and the development of global concepts never implemented completely into the defense system operational practice. Due to the low level of their information culture, real system experts were not able to properly express and define their needs and expectations of IT professionals who, because of their low levels of general military knowledge, were not able to fully understand the functioning of the real system and information system needs.

The above dilemmas and other problems are still present today so that the present automated decision-making support in the defense system (not just in logistics) does not match the needs of practice, requirements of time and modern trends.

In treating logistics information systems in this paper, we will apply an analogy with other information systems. Particular aspects and segments of the development and implementation of logistics information systems will be processed with a high degree of generalization, using the experience and research the authors participated in as well as available sources of knowledge. The aforementioned approach allows for a wider general aspect of the given views, while, on the other hand, gaining the depth and accuracy if validly applied to each specific case and to each logistics system.

After the organizational changes in the defense system, and in logistics in particular, due consideration should be paid to the development of information systems since there possibly lies the answer to the request 'to reduce the system response time' within a framework of constant reducing the workforce and 'scope of logistic resources'.

Changes in the organization of the technical, health, infrastructural and financial support of Defense represent an additional reason to approach more seriously the issues of defense logistic support and the logistic aspects of decision-making in the defense.

Introduction

GENERAL REMARKS ON INFORMATION SYSTEMS

An information management system is a set of bodies and individuals (of a particular organizational system) as well as technical resources and information resources, organizationally and functionally related, with which, based on pre-defined and developed methods and procedures, the tasks of creating, gathering, processing and distribution of data and information are implemented in the given conditions.

LOGISTICS SUPPORT INFORMATION

Timely disposal of information is a prerequisite for effective command and control in general, and particularly in the areas of logistics support. Considering that modern conditions do not see any decision making regarding the use of armed forces without adequate logistical support, it is of crucial importance for command authorities at all levels to have necessary information on the status of weapons and military equipment and available logistical resources.

DOCTRINAL REQUIREMENTS FOR LOGISTICS INFORMATION SYSTEM

A logistics support system is a complex military, economic and organizational multilevel system. The mission of logistics, in the sphere of defense, is reflected in planning, creating, developing, launching, supporting and maintaining efficient and effective defense forces. Its task is to provide maneuver, precise effects (fire), comprehensive protection and rational and focused support "top down" to the Army, at requested location, time, extent and manner, as close as possible to the source of logistic demands and with op-

timum use of resources. The logistics support system comprises a man, a weapon, an integrated combat system (technical system and the man with all support) and an organizational system (units and institutions), as a whole.

LOGISTICS INFORMATION NEEDS

A logistics information system needs to process data and provide information relevant to decision makers about logistic objects, i.e. a man, weapons or equipment, animals, integrated combat systems, organizations, infrastructure facilities and installations in order to ensure high-quality execution of all logistic tasks within defined missions, through the entire life cycle of a system (peacetime, crisis situation, state of emergency, mobilization, war).

Automated LOGISTICS INFORMATION SYSTEM

LOGISTICS (background) automated information system (LAIS) is one of the most important subsystems JAIS and in direct connection with the other subsystems JAIS a. JAIS a set of commands and government agencies (units and institutions) in the defense system, and technical resources and information resources, organizational and functionally related, by which on the basis of forward-defined and developed methods and procedures implemented information security tasks (support) the defense management, in the process of planning, development, training, preparation and use of certain subsystems of defense, while performing the task within the defined mission.

Disadvantages logistics EXISTING INFORMATION SYSTEMS

The existing logistics information system is derived from previously evolved background information system, which was the part of the unified automated information system (JAIS a). The degree of its efficiency is directly related to the weaknesses of earlier ways of organizing the system of command. A large number of inherited problems is linked to the codification material resources and its applicability in the conduct of inadequate material accounting, inadequate organization of material accountancy and still inadequately constructed a system of reporting on quantitative and qualitative state of material resources and the work of executive bodies of the background (logistics).

Key words: information support, information needs, unique information system, logistics information system, faults of logistics information system, compatibility.

Datum prijema članka: 02. 02. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 05. 10. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 12. 10. 2009.

KORIŠĆENJE SATELITSKIH SNIMAKA ZA VOĐENJE RADNE KARTE

Regodić D. *Miodrag*, Vojna akademija – Katedra prirodno-
-matematičkih i tehničkih nauka, Beograd

UDC: 623.644

Sažetak:

Radna karta je nezaobilazan činilac pri neprekidnom praćenju situacije i donošenju odluka u svim periodima pripreme, vođenja i otklanjanja posledica ratovanja. Zato je neophodno da sadržaj radne karte omogućí vizuelno jasan, pravovremen, tačan i proveren pregled situacije. Do podataka za radnu kartu dolazi se pomoću svih načina i sredstava za izviđanje i snimanje stanja i rasporeda snaga sukobljenih strana. Svi načini i sredstva za prikupljanje podataka za vođenje radne karte su značajni, jer se međusobno dopunjuju i doprinose da su podaci provereni i tačni. U radu su predstavljene faze obrade, analize i interpretacije digitalnih satelitskih snimaka za potrebe izrade i vođenja radne karte.

Ključne reči: *radna karta, satelitski snimak, obrada snimaka.*

Uvod

Radna karta je jedan od najvažnijih, a često i jedini borbeni dokument koji je neprekidno prisutan u fazi pripreme, u toku i po završetku vođenja borbenih dejstava. Najznačajniji i najverodostojniji podaci za izradu i vođenje radne karte dobijaju se kao rezultat rada različitih sistema za snimanje i izviđanje. Namenjena je za procenu situacije, donošenje odluke, izradu planova, praćenje toka borbenih dejstava (b/d), izveštavanje, obaveštavanje i informisanje.

Radna karta treba da u svakom trenutku omogućí jasan pregled situacije u određenoj zoni odgovornosti ili na mogućem pravcu dejstva. U savremenim uslovima ratovanja, koja karakterišu stalne i brze promene situacije, ona je veoma često jedini borbeni dokument koji omogućava uspešno komandovanje, odnosno stalno i pravovremeno reagovanje na novonastale promene borbene situacije. Zbog toga sadržaj radne karte mora biti uvek aktuelan, a ona ažurna i pregledna. Zato je opravdana stalna težnja da njen sadržaj bude prikazan pravovremeno, tačno i provereno. Najčešći način prikupljanja podataka za vođenje radne karte, pored rada izviđačkih i obaveštajnih organa, jeste vizuelno dešifrovanje svih raspoloživih snimaka.

Radna karta, kao grafički borbeni dokument, izrađuje se na topografskoj, odnosno digitalnoj podlozi ili drugom prikazu geoprostora. Na njoj se stvarna ili modelovana borbeno situacija prikazuje grafičkim simbolima, skraćenicama i potrebnim tekstualnim objašnjenjima, radi komandovanja u pripremi i izvođenju b/d. Vodi se neprekidno, u toku rada komande na pripremi i organizaciji, za vreme izvođenja i posle završetka b/d, kao i u fazi pripreme za prijem novog zadatka. Očekujuća i planirana dejstva ne unose se na radnu kartu, ako to nepovoljno utiče na njenu preglednost i vođenje. Osnovna namena je da komandantu i ostalim organima u komandi i štabu omogući: potpuno i neprekidno praćenje situacije i njene brze i realne procene; pripremu i donošenje odluke i praćenje njene realizacije; izradu planova; izveštavanje; obaveštavanje i informisanje.

Radna karta se sastoji od jednog ili više listova karata istog razmera, sastavljenih u jednu celinu, što zavisi od stepena komandovanja.

Kada borbeno situacija u nekoj užoj zoni, pravcu dejstva, usled važnosti i intenziteta dejstava postane prioritarna, može se, radi preglednosti, preći i na tzv. paralelno vođenje radne karte. To podrazumeva praćenje situacije na postojećoj radnoj karti i na karti krupnijeg razmera ili na nekom odgovarajućem prikazu zemljišta.

Sadržaj radnih karata je različit u zavisnosti od vida, roda i službe u kojima se vode, vida b/d, komandnog stepena i funkcije organa koji je vodi. U Uputstvu o radnoj karti u oružanim snagama detaljno su obrađene sve vrste radnih karata. Ovde će, u skladu sa Uputstvom, biti predstavljene samo one koje su od najšireg značaja.

Radna karta komandanta je osnovna radna karta za komandovanje, kojom se obezbeđuju podaci za praćenje i procenu situacije u svim fazama rada komande, donošenje odluke, izveštavanje i informisanje. Ona je bitan izvor raspoloživih podataka o situaciji u zoni (prostori, pravcu) dejstva. Treba da sadrži potrebne brojeve, grafičke i druge pokazatelje stanja obostranog rasporeda, u određenom vremenu i za konkretnu situaciju od interesa za komandovanje. Radna karta komandanta sadrži osnovne podatke o protivniku (napadaču), sopstvenim snagama, sadejstvjućim i drugim snagama u dodeljenoj zoni, rejonu, pravcu, o međunarodnim snagama i institucijama i savezničkim snagama od uticaja na izvršenje zadataka [1].

Radne karte organa rodova i službi su osnovne karte u kojima se vode najvažniji podaci za rod (službu) u određenoj komandi. Pored osnovnih podataka o obostranom rasporedu, sadrže i sveobuhvatne i potrebne precizne podatke o rodu (službi). Na njima u svako vreme moraju biti prikazani svi neophodni podaci o stanju i rasporedu jedinica roda (službe) koji su odgovorni za tačnost, preglednost i potpunost podataka iz njihove nadležnosti na radnoj karti komandanta i radnoj karti štaba.

Pored osnovne radne karte, u komandama operativnog i strategijskog nivoa, radi informisanja javnosti, izrađuje se posebna radna karta – pre-

gledna karta. Pregledna karta sadrži samo osnovne konture rasporeda strana. Prema potrebi, može imati i određen broj važnijih grafičkih i brojčanih pokazatelja i objašnjenja pomoću kojih se bliže definiše data situacija.

Priprema, oformljenje i vođenje radne karte

Priprema radne karte obuhvata određene aktivnosti čiji sadržaj zavisi od toga da li se radi ručno ili na računaru.

Priprema za ručno vođenje radne karte

Priprema za ručnu izradu radne karte obuhvata:

- određivanje razmera i listova karte,
- sastavljanje i lepljenje karte,
- priprema pribora za vođenje radne karte,
- dopunjavanje karte novim podacima,
- kodiranje radne karte.

Izbor razmera za radnu kartu određen je nivoom komande u kojoj se vodi, veličinom pravca (zone, rejona) dejstva i namenom karte. Ako se koristi karta starijeg izdanja ona se dopunjava novim podacima od uticaja na izvršenje zadatka (komunikacije, mostovi, brane itd.).

Radna karta je formirana kada se na njoj ispišu:

- naslov karte,
- oznaka pripadnosti,
- vreme vođenja (početak – završetak),
- oznaka tajnosti, kodni naziv zadatka (vežbe) i rok čuvanja.

Unošenje podataka na radnu kartu mora biti tačno po mestu i vremenu, prema datom obliku i sadržaju simbola, prilagođeno nivou komande i razmeri karte. Kod bitnijih promena situacije (upotreba vazdušnog desanta, NHB udara i slično), raspored i stanje jedinica prikazuje se odmah nakon dobijanja podataka u obliku preseka u određenoj zoni (prostoriji, rejonu).

Svi podaci koji se unose na radnu kartu podležu detaljnoj analizi, moraju biti provereni i prikazuju se selektivno (prema važnosti i aktuelnosti). Podaci koji su važni i treba ih uneti, a ne mogu se označiti datim simbolima, ucrtavaju se proizvoljnim znacima, a njihovo značenje daje se u legendi karte.

Informacije o protivničkoj strani unose se na radnu kartu onako kako su dobijeni zadatkom i selektivno prema važnosti i aktuelnosti podataka. Dobijeni podaci pre unošenja moraju biti provereni, a nesiguran podatak se posebno naznači i naknadno se proverava njegova verodostojnost. Ako situacija omogućava, prvo se unose oni elementi borbenog rasporeda protivnika koji su najopasniji po vlastite snage i na koje treba brzo reagovati.

Elementi koji se unose na radnu kartu moraju biti predstavljeni u saglasnosti sa *Uputstvom o radnoj karti u oružanim snagama* u kojem su, pored opštih odredbi o pojmu, vrsti, sadržaju, pripremi, oformljenju i vođenju radne karte dati i taktički znaci i skraćenice naziva po rodovima, službama i vidovima u oružanim snagama [1].

Priprema i vođenje radne karte na računaru

Vođenje radne karte pomoću računarski podržanih sistema zahteva i podrazumeva postojanje odgovarajućih programa sa potrebnim programskim alatima za ovakav rad, kao i odgovarajućih skeniranih ili vektorizovanih karata.

Na odgovarajuću memorisanu osnovu, koja predstavlja relevantan geografski prostor, unose se taktički simboli odabrani iz digitalnog topografskog ključa.

Podloga – osnova na koju će se nanositi simboli može biti u:

- *rasterskom* (slika karte) i
- *vektorskom obliku* (iscrtani geografski objekti).

Nanošenje simbola može biti dvojako:

- *izborom lokacije pomoću pokazivača* (fizički izbor tačke na podlozi) ili
- *geokodiranjem* (preko unapred zadatih numeričkih vrednosti koordinata položaja objekta).

Unošenje simbola obavezno prati i unos raspoloživih podataka o objektu koji je predstavljen datim simbolom. Prethodno se definiše koji će se podaci voditi za izabranu vrstu objekta, npr. formacijski naziv jedinice, stepen popune ljudstvom i tehničkim materijalnim sredstvima (TMS) i drugi podaci potrebni organu koji vodi kartu. Radi preglednosti prikaza sadržaja, nadležni starešina organa koji vodi radnu kartu definiše obim sadržaja svojih podataka, čime se obezbeđuje njeno autonomno vođenje po organima, kao i kombinovano prikazivanje podataka različitih organa na nivou komande.

Vođenje radne karte na računaru, pored osnovnog prikaza, pruža velike mogućnosti tematskog i tabelarnog prikaza podataka. Način izrade i vođenja definisan je posebnim *Uputstvom za korišćenje programskog paketa za vođenje radne karte*.

Radnoj karti se, u zavisnosti od karaktera nanetih podataka, određuje stepen tajnosti i lica koja mogu biti upoznata sa njenim sadržajem. Stepen tajnosti, u toku vođenja i kasnije, za vreme čuvanja, može biti različit. Postupak u vezi zaštite podataka na radnoj karti, isti je kao i prilikom ručnog načina vođenja iste i sprovodi se u sklopu sveukupnih mera bezbednosti na komandnom mestu.

Kao strano iskustvo u vođenju radnih karata može da posluži američki pristup u okviru centralizovanog komandnog i kontrolnog sistema

(Centralized Command and Control System – C2) [2]. Organizaciona struktura sistema C2 predstavlja nove perspektive korišćenja karata u američkoj vojsci.

Sadašnji C2 sistem obezbeđuje centralizovanu lokaciju informacija o operacijama, trenutni prenos podataka i visokokvalitetne karte i slike. Međutim, visok nivo računarske podrške, koji čini osnovu sadašnjeg C2 sistema, može komandantima dati pogrešnu predstavu da ovi sistemi sadrže više informacija nego što stvarno sadrže. Taj utisak predstavlja otežavajuću okolnost kod donošenja efikasnih odluka u borbi. Ovakva računarska podrška omogućavaju centralizovanom C2 sistemu prikupljanje, obradu i prenos (distribuciju) ogromnog broja podataka. Činjenica da raspolaze ovako velikom količinom podataka i sposobnošću da njima uspešno upravlja i da ih uspešno distribuira donela je centralizovanom C2 sistemu veliki značaj u vojsci.

Karte, koje predstavljaju jedan vitalni dio C2 sistema, su veoma cenjene i zbog toga što predstavljaju naučno tačne prikaze informacija i fizičku realnost. Međutim, treba biti svestan bitnih ograničenja ovakvih sistema. Jedan od ključnih problema vezanih za karte stvorene pomoću centralizovanih C2 sistema je što se često zaboravlja da su karte modeli stvarnosti a ne sama stvarnost. Lica koja rade u okviru C2 sistema imaju mogućnost uticaja na dizajn i korišćenje vojnih karata u okviru jednog ovakvog sistema centralizovane kontrole i decentralizovanog izvršenja zadataka [2].

Do konkretnih praktičnih naših i stranih iskustava u vođenju radne karte ne može se doći, jer radna karta u svim armijama predstavlja borbeni dokument sa najvišim stepenom tajnosti.

Korišćenje aerofoto-snimaka za vođenje radne karte

Do podataka koji se unose na radnu kartu dolazi se izviđanjem i snimanjem raznim sensorima sa Zemlje, iz vazdušnog prostora i iz kosmosa. Pored vizuelnog izviđanja, kao najstarijeg načina, danas se za snimanje i izviđanje sve više koriste razna tehnička sredstva: fotografska, aerofotografska, radarska, infracrvena, televizijska, video, radio i druga.

Do sada su se u našoj praksi, pri izradi i vođenju radne karte, snimljeni „nemerni“ materijali (video, fotografski, „toplotni“, aerofoto, satelitski snimci, i dr.) isključivo koristili u vizuelne svrhe, primenom postupka fotointerpretacije snimaka. Ovim postupkom vrši se obrada (analiza) raznih fotosnimaka kojim se identifikuju objekti, tumači njihova međusobna povezanost i značenje i dolazi do mnoštva podataka o protivničkim snagama, neophodnih za vođenje radne karte i uspešno komandovanje.

U procesu dešifrovanja snimaka koriste se znaci karakteristični za pojedine objekte, detalje i pojave na zemljištu, koji ih demaskiraju. Znaci mogu biti *direktni* – oblik, veličina i ton slike objekta i *indirektni* – uzajamna povezanost objekata, tragovi aktivnosti i senka objekta.

Mogućnost uočavanja i identifikacije pojedinih objekata zavisi, pored ostalog, i od razmere aerofoto-snimaka [9]. Pregled razmera u kojima se obično vrši aerofoto-snimanje i u kojima je moguće i pogodno dešifrovanje snimaka dat je u tabeli 1.

Tabela 1
Razmere aerofoto-snimanja za potrebe dešifrovanja snimaka [3]

Objekat	Stepen identifikacije	Moguća razmera	Pogodna razmera
Maskirni radovi	– uočavanje maske	1:18.000	1:8 000
	– otkrivanje lažnih objekata	1:12.000	1:800–4000
Fortifikacijski objekti	– zakloni	1: 8.000	1: 4 000
Artiljerija	– artiljerijski položaji	1: 8.000	1:4 000
Tenkovi, kamioni	– raspoznavanje tenkova	1:10.000	1:5 000
	– raspoznavanje kamiona	1:10.000	1:5 000
	– prebrojavanje tenkova i kamiona	1:20.000	1:10 000
Brodovi	– dužine do 60 m	1:40.000	1:20 000
	– dužine od 30 do 60 m	1:25.000	1:15 000
Avioni	– raspona krila oko 10 m	1:15.000	1: 8 000
	– raspona krila preko 25 m	1:25.000	1:18 000
Radio-uređaji	– određivanje radio-stanice velike moći	1: 20.000	1:10 000
	– određivanje male radio stanice – pokretne	1: 8.000	1: 5 000
	– otkrivanje radara	1:1.000	1: 6 000
Razni objekti	– skladišta	1: 40.000	1: 20 000
	– postojanje aerodroma	1: 65.000	1: 45 000
	– uočavanje puta i pruge	1: 20.000	1: 10 000
	– prebrojavanje vagona	1: 15.000	1: 10 000
	– određivanje vrste puteva	1: 30.000	1: 20 000
	– raspoznavanje mostova	1: 30.000	1: 20 000
Oštećenja objekata	– zgrade, rezervoari, hangari	1: 20.000	1:10 000
	– gradovi	1: 10.000	1: 5 000
	– levkovi (krateri)	1: 25.000	1:15 000

Stručno lice koje vrši fotointerpretaciju (dešifrovanje) snimaka mora da poseduje visoku vojnu kulturu i tehničko znanje, tj. da ima spoznaju o celokupnom naoružanju protivničke strane, kao i njegovom načinu upotrebe, da raspolaze sa elementima za upoređenje, knjigama silueta ratne tehnike (brodova, aviona i dr.) i ključevima za interpretaciju. Za uspešnu realizaciju postupka fotointerpretacije snimaka neophodno je poznavanje i pravilno tumačenje pojma *moći razdvajanja fotografije*.

Moć razdvajanja fotografije (rezolucija) se zasniva na optičkom kriterijumu koji se svodi na to koliko blizu jedno drugom mogu da se nalaze dva tačkasta svetlosna izvora da bi još mogli da se uoče kao zasebne tačke. U oblasti fotografije moć razdvajanja može da se definiše kao najmanja udaljenost između crnih i belih linija na kojoj one mogu međusobno da se razlikuju. Tako se dolazi do pojma "broja linija po milimetru" (lin/mm), kojim se definiše moć razdvajanja nekog fotografskog sistema. Fotografski sistem čija je moć razdvajanja, na primer, 200 lin/mm, u stanju je da jasno razlikuje crne i bele linije, obe širine 0,02 mm. To je ujedno granična moć razdvajanja.

Usled velikih brzina savremenih izviđačkih aviona, u toku ekspozicije filma, scena snimanog zemljišta pomera se u suprotnu stranu od smera kretanja aviona, a slika na filmu u smeru kretanja aviona. Što je brzina kretanja aviona veća, a ekspozicija filma duža, pomeranje slike na filmu je veće. Zbog pomeranja slike, u toku ekspozicije dolazi do njenog "razvlačenja" na filmu, čime se znatno pogoršava oštrina snimka, a time i mogućnost raspoznavanja detalja na njemu.

Razmera snimka i moć razdvajanja na terenu zavise od fokusne dužine objektiva aero-foto-kamera (AFK) i visine snimanja [4]. Ova zavisnost pri snimanju sa AFK sa objektivima fokusnih dužina 10 cm i 60 cm i sa različitim visina predstavljena je u tabeli 2.

Tabela 2

Razmera snimka i približna moć razdvajanja na terenu [4]

Razmera na snimku	Približna moć razdvajanja na terenu	Odgovarajuća visina snimanja u metrima	
		F = 10 cm	F = 60 cm
1:1.000	5 cm	100	600
1:2.000	10 cm	200	1.200
1:5.000	25 cm	500	3.000
1:10.000	50 cm	1.000	6.000
1:20.000	1 m	2.000	12.000
1:50.000	2 m	5.000	30.000
1:100.000	5 m	10.000	60.000

U uslovima savremenog ratovanja, najzastupljeniji izvori prikupljanja i obrade podataka o protivniku, sopstvenim snagama, prostoru i vremenu su brojni snimci dobijeni pri izviđanju video, foto, aerofoto ili satelitskim snimanjem. Fotografski kvalitet raspoloživog materijala je, takođe, različit i predstavlja objektivan problem pri njegovom korišćenju u merne svrhe.

Snimci dobijeni sa avio i satelitskih platformi predstavljaju veoma važan izvor podataka za proučavanje i predstavljanje prirodnih i veštačkih pojava na Zemljinoj površini. Razumevanje veza i odnosa između digitalnih vrednosti piksela zabeleženih na senzoru i pojava na terenu omogućava pravilnu interpretaciju i analizu snimka [5]. Cilj naučnog istraživanja

u ovom radu je da se kroz teorijska razmatranja i sprovedeni eksperiment iznađu i provere mogućnosti i metode prikupljanja, obrade i korišćenja podataka o prostoru dobijenih daljinskom detekcijom terena za potrebe izrade i dopune radne karte geografskim elementima sadržaja topografske karte i elementima borbenog rasporeda strana.

Eksperiment

Predmet eksperimenta je satelitski snimak područja grada Beograda, koji je proizvod kompanije European Space Imaging, satelita IKONOS2. On pripada kategoriji GEO Ortho Kit proizvoda, što znači da je približno georeferenciran i u potpunosti ortorektifikovan [6]. U tabeli 3 dati su detaljniji podaci o snimku.

Tabela 3

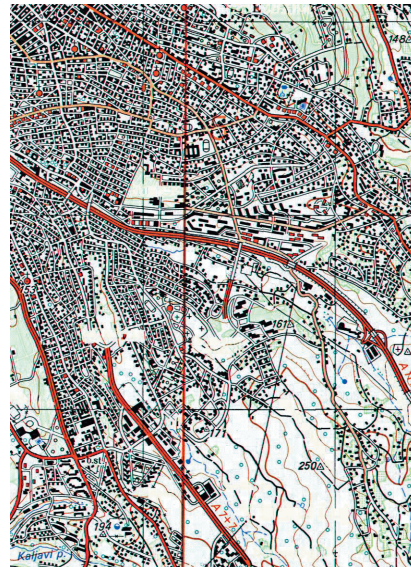
Osnovni parametri snimka [7]

Naziv senzora	IKONOS2
Naziv kompanije	European Space Imaging
Prostorna rezolucija	1 m
Nivo proizvoda	Geo Ortho Kit
Tip snimka	Panhromatski
Bitni zapis	11-bit
Kartografska projekcija	UTM
Elipsoid	WGS84
Visina orbite	450 km
Nagib optičke ose senzora	73,0927°
Vreme snimanja	2003-04-29 09:58 GMT
Pravac skeniranja	Nazad
Azimut skeniranja	254,2177°

Bitan odgovor na pitanje izbora ovog snimka leži u činjenici da se radi o vrlo kvalitetnom snimku, snimku visoke prostorne rezolucije od 1 m, koji je načinjen 2003. godine. Sa snimka područja grada Beograda, za potrebe eksperimenta izdvojen je jedan manji deo na kojem se nalaze elementi značajni za izradu radne karte (slika 1). Za obradu je izabran satelitski snimak grada Beograda. Razlog za izbor ovog snimka i područja je Beograd, kao kompleksan geoprostor za analizu svih parametara neophodnih za dopunu topografske osnove, kao i za izradu i ažuriranje radne karte.



Slika 1 – Snimak satelita IKONOS2 [6]



Slika 2 – Topografska karta 1:50 000 [7]

Pored satelitskog snimka, za realizaciju eksperimenta je obezbeđena odgovarajuća topografska karta (TK). Za potrebe izrade radne karte i njene dopune otkrivenim vojnim objektima na osnovu interpretacije i analize sadržaja snimka, odabrana je TK50 (slika 2).

Polazna i obavezna aktivnost koja prethodi sveukupnoj obradi snimaka i ažuriranju radne karte jeste skeniranje, odnosno prevođenje radnog materijala u digitalni oblik. Pošto je satelitski snimak isporučen u digitalnom obliku, samo je izvršeno skeniranje topografskih karata. Skeniranje topografskih karata, tj. proces transformacije analognih podataka u digitalnu formu, izvedeno je na skeneru SHARP JX 6-10 u rezoluciji 300 dpi, a čije su fizičke mogućnosti 1 200 x 1 200 dpi i 16 miliona boja i sa interpolacijom 9 600 x 9 600 dpi.

Modeli transformacije koordinata

Matematički modeli transformacije zasnivaju se na činjenici da Zemlja predstavlja trodimenzionalni objekat sferoidnog oblika. Suštinu problema predstavlja potreba za adekvatnim dvodimenzionalnim prikazom Zemlje, odnosno dela njene površi sa zadovoljavajućom tačnošću. Kao polazna osnova služi izbor geodetskog podatka kao matematičke aproksimacije kojom se definiše oblik Zemlje. Pored toga, njime treba na odgovarajući način predstaviti neki oblik na površi i njegov odnos sa površinom Zemlje u prostoru. Transformacija se zasniva na postavci da satelit-

ski snimak predstavlja ravan projekcije na koju se projektuje deo Zemljine površi. Da bi se snimak uveo u državni koordinatni sistem neophodno je matematičkim putem odrediti odnos između ravni projekcije snimka i određenog dela elipsoida Zemlje i izvršiti neophodne izmene.

Geometrijska korekcija, kojom se otklanjaju geometrijske deformacije može biti dvojaka. Korekcija snimaka kojom se snimak dovodi u odgovarajuću kartografsku projekciju i uvodi u državni koordinatni sistem naziva se spoljašnja geometrijska transformacija. Ona predstavlja standardni način geometrijske korekcije snimaka, kojom se oni dovode u projekciju blisku ortogonalnoj. Ovakva transformacija dovodi do promena prostornog položaja, oblika i veličine jediničnih elemenata slike i obavlja se primenom odgovarajućih matematičkih modela zasnovanih uglavnom na polinomskim relacijama članova višečlanih parova i afinim transformacijama. Taj proces se naziva i georeferenciranje. Pojam georeferenciranja je složenica sastavljena od dve reči: *gea* – što na grčkom jeziku znači Zemlja i *reference* – što na engleskom jeziku znači usmeravanje ka nekom izvoru podataka. Često se u literaturi koristi i pojam geokodiranje, kao sinonim pojmu georeferenciranja. U slobodnom prevodu, georeferenciranje predstavlja pravac, put do nekog izvora podataka na Zemlji [8].

Stvarno i potpuno prevođenje snimaka iz centralne u ortogonalnu projekciju obezbeđuje unutrašnja geometrijska korekcija. Ovaj postupak se naziva i ortorektifikacija. Računarska ortorektifikacija predstavlja danas osnovni način izrade grafičkih podloga od aero i satelitskih snimaka za potrebe kartiranja ili dopunu topografskih karata. Ovako korigovani snimci nazivaju se ortosnimci.

Princip ortorektifikacije zasniva se na postojanju paralaksi kod stereopara snimaka, koji formiraju trodimenzionalni stereomodel. Originalni, sirovi snimak se koreliše sa referentnom geokodiranom podlogom koja sadrži i informacije o visinama tačaka terena [9]. Te osnove mogu biti klasične topografske karte, izabrane kontrolne tačke površine terena, ili digitalni elevacioni model terena.

Na osnovu podataka o visinama terena za dati stereomodel popravljaju se prostorna zakrivljenost, podešavaju pozicije i veličine elemenata reljefa i izrađuje ortosnimak zadovoljavajuće tačnosti za zadatak razmeru. Razmera i tačnost ortosnimaka zavisi od kvaliteta snimaka, njihove rezolucije, pouzdanosti kontrolnih tačaka i vrste algoritama korišćenih u matematičkom modelu transformacije. Razmera satelitskih snimaka ograničena je njihovom rezolucijom [9].

Poluautomatska klasifikacija snimaka IKONOS2 u programskom paketu pci geomatica

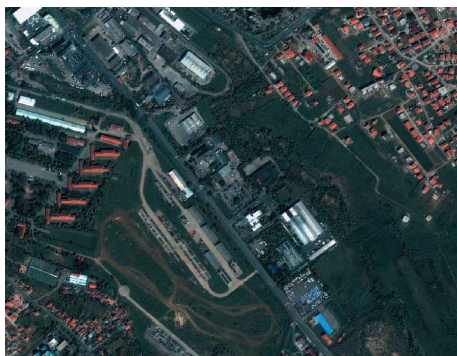
Za potrebe analize i interpretacije snimka u okviru eksperimenta uspešno je primenjen metod poluautomatske klasifikacije.

Poluautomatska (supervised) klasifikacija predstavlja izvršavanje zadatah instrukcija na osnovu formiranog „ključa“ za analizu multispektralnih

snimaka. Identifikacija istih objekata, koji su od interesa za istraživanje, izvršena je vizuelnim lociranjem njihovog položaja na snimku. Proučavani objekti se odlikuju jedinstvenim spektralnim karakteristikama, što predstavlja osnovu za izdvajanje tematskog sadržaja, odnosno klasa podataka sa istim osobinama. Drugi deo poluautomatske klasifikacije obavljen je računarskom analizom vrednosti piksela izabranih klasa. Na taj način je procenjen svaki piksel i pridružen odgovarajućoj klasi na osnovu utvrđene sličnosti, saglasno prethodno formiranom ključu klasifikacije. U okviru oformljenog ključa klasifikacije predstavljene su karakteristike mnogih vojnih objekata i borbenih sredstava, kao što su oblik, veličina, senka, ton i drugo [10].

Uporedo sa postupkom klasifikacije snimaka, realizovana je i interpretacija sadržaja, kao i prikaz otkrivenih i identifikovanih elemenata na radnoj karti. Zahvaljujući postupku klasifikacije, u velikoj meri su olakšani prepoznavanje, identifikacija i tehnička analiza otkrivenih vojnih tehničkih sredstava na snimku.

Na delu satelitskog snimka (slika 3) otkriveni su i klasifikovani i od ostale vojne tehnike izdvojeni tenkovi (slika 4). Ovaj snimak je takođe podvrgnut postupcima poluautomatske klasifikacije, analize i interpretacije sadržaja, u cilju ažuriranja radne karte. Uspeh u ovom delu eksperimenta potvrđuje da se korišćenjem računarske tehnike može uspešno, podacima sa satelitskih snimaka, vršiti potpuna dopuna radne karte, što je ujedno bio jedan od posebnih ciljeva ovog istraživanja.



Slika 3 – Deo snimka satelita IKONOS2 sa vojnim objektima [7]



Slika 4 – Uvećani deo snimka na kojem se nalazi vojna tehnika [7]

Klasifikacioni metod supervised koristi sva znanja o osobinama materijala izučavanih objekata. Pre ulaska u automatski klasifikacioni proces identifikuje se set klasa koje objedinjavaju spektralne vrednosti scene što je više moguće. Tada se kreira uzorak rastera za svaku klasu. Trebalo bi

da svaki uzorak bude relativno homogen i reprezent svoje klase. Ovaj proces analizira svaku oblast uzorka da bi odredio statističke karakteristike klase za selektovani rasterski objekat i onda koristi ove karakteristike za klasifikaciju ulaznog snimka. Pošto većina klasifikacionih metoda supervised dodeljuju sve rasterske piksele jednoj od unapred definisanih klasa, mora se voditi računa da uzorak uključuje sve značajne pokrivače tla i materijale objekata na snimku [10].

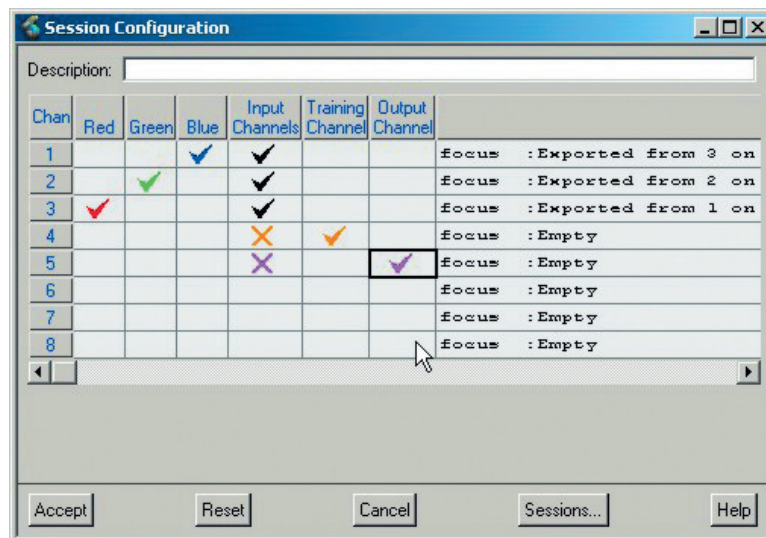
Pri sprovođenju ovog postupka klasifikacije potreban je znatno veći uticaj interpretatora, kao i prehodno istraživanje područja (terensko iskustvo, podaci iz drugih izvora i dr.). Na početku ovog postupka potrebo je utvrditi uzorke i spektralne brojeve klasa koji se definišu, što se postiže odabiranjem test uzorka. Međutim, osim spektralnih brojeva objekata pri klasifikaciji važnu ulogu imaju i drugi parametri, kao što su: stanje atmosfere, upadni ugao Sunčevih zraka, stepen razvijenosti vegetacije i mnogi drugi. Interpretator treba da odabere piksel-uzorak, kao reprezentativni piksel za svaku klasu (test-training uzorci). Podaci o spektralnoj refleksiji određenih uzoraka (jedan uzorak po klasi) čine reprezentativni podatak za određenu klasu. Skup tih uzoraka poslužiće kasnije u računskoj klasifikaciji na celom snimku. Kod rasporeda klasa ili pojava, test pikseli će biti dati prostornim vektorom (prosečne vrednosti klase) i gustinom ili veličinom grupe, što će se definisati standardnim odstupanjem test uzorka u primenjenim spektralnim kanalima.

Udaljenost između dve klase može se izračunati pomoću euklidskog rastojanja (Euclidian distance) između dva centra klasa. Ponekad je potrebno spojiti dve klase u jednu, ukoliko se one preklapaju ili su blizu jedna drugoj.

Ovaj metod klasifikacije sproveden je u programu PCI Geomatica. Pre početka poluautomatske klasifikacije potrebno je postaviti snimak u radni format programskog paketa PCI Geomatica. Prvo se otvori snimak uobičajenom procedurom komandama *File/Open*. Pošto se IKONOS-ov snimak, na kojem se vrši klasifikacija objekata nalazi u tiff formatu, komandom *Export* prevodimo snimak iz formata tiff u radni format pix. Broj kanala snimka je tri. Da bi se mogla uspešno izvršiti ekstrakcija podataka sa snimka dodato je još kanala koji su služili kao kanali u kojima je smeštan izlazni klasifikacioni raster.

Kao prvi potreban korak urađeno je izoštravanje i filtriranje slike, radi lakšeg uočavanja granica klasa i odabira piksela koji pripadaju određenoj klasi. U programu PCI korišćeni su adaptive i equalization enhancement i *edge sharpening 3*3 high pass filter*. Za izoštravanje slike korišćen je shapen 2 filter iz grupe high pass filtera. Zatim su birani kanali koji su učestvovali u klasifikaciji. Za potrebe ovog rada isprobane su različite kombinacije (svi kanali; prva tri; drugi, treći i četvrti; drugi i treći; samo treći ...).

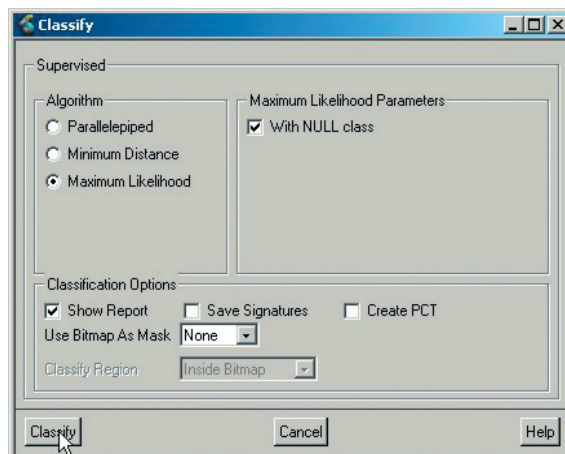
Proces poluautomatske klasifikacije započinje komandom *Tools/Supervised Classification*. Startovanjem klasifikacionog procesa otvara se meni *Session Configuration* u kojem biramo ulazne, radni i izlazni kanal snimka, kao što se vidi na slici 5.



Slika 5 – Meni Session Configuration [7]

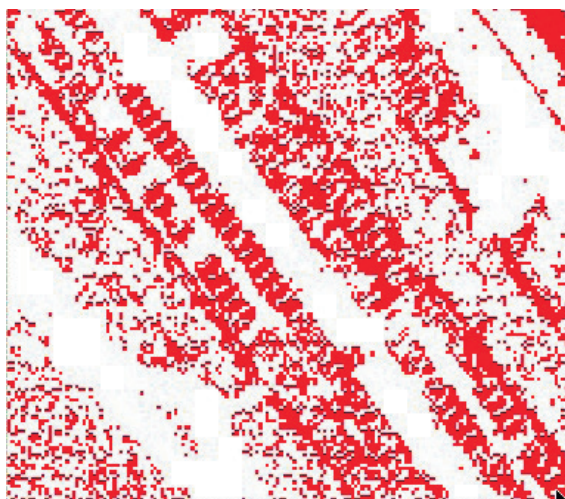
Kod poluautomatske klasifikacije, u PCI Geomatics, identifikovani su homogeni oblici posmatranih objekata na snimku. Ovi objekti ucrtavani su različitim bojama na delovima snimka koji predstavljaju određenu informacionu klasu koja se proučava. Informacione klase su posebna kategorije na snimku koje nam služe kao ključ za klase koje želimo da identifikujemo sa originalnim spektralnim podacima. U procesu klasifikacije računar je uz pomoć definisanih informacionih klasa determinisao spektralne klase. Ovaj programski paket nudi nekoliko statističkih pokazatelja koji daju informaciju o kvalitetu izabranih uzoraka, a to su *signature separability*, *signature statistics*, *histogram*, *scatter plot*, kao i mogućnost pregleda (*preview*) klasifikacije pre nego što se uđe u narednu fazu procesa klasifikacije. Na osnovu ovih statističkih pokazatelja veoma dobro je utvrđena reprezentativnost i kvalitet odabranih uzoraka, na osnovu kojih su korigovani odabrani uzorci.

Nakon utvrđivanja kvaliteta odabranih uzoraka prešlo se na sam proces klasifikacije biranjem jednog od nekoliko algoritama klasifikacije. Najčešće se koriste algoritmi: „kutijski klasifikator“, minimalno rastojanje do grupe prosečnog klasifikatora i maksimalna verovatnoća klasifikatora (slika 6).



Slika 6 – Algoritmi poluautomatske klasifikacije [7]

Nakon izvršene klasifikacije utvrđen je kvalitet dobijenih rezultata sa zaključkom da je sprovedeni klasifikacioni proces rezultirao kvalitetnim i upotrebljivim podacima. Ukoliko rezultati nisu prihvatljivi pristupa se popravkama koje obuhvataju ponovno, preciznije određivanje klasa. Popravka se obično radi u slučajevima velikog područja preklapanja piksela sličnih digitalnih vrednosti između klasa. Računarska klasifikacija zauzima značajno mesto u obradi i analizi satelitskih snimaka. Koristi se izradu novih i dopunu postojećih tematskih karata različitog sadržaja, kao što su pedološke, poljoprivredne, karte šuma i slične. Rezultat dosadašnjeg toka klasifikacije sadržaja snimka sa slike 3 prikazan je kroz izdvajanje tenkova od ostalog sadržaja u prilogu 1.



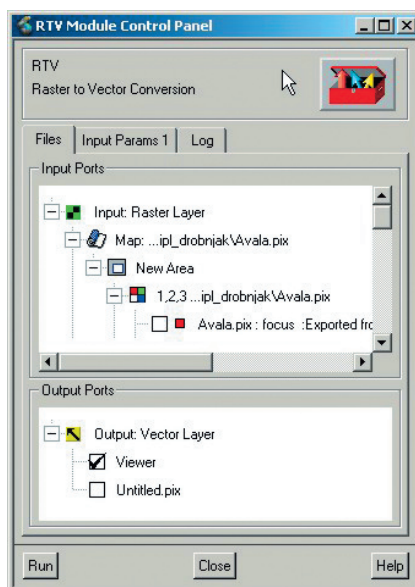
Prilog 1 – Klasifikacija sadržaja snimka [7]

Da bi rasterska slika imala upotrebnu vrednost za dalji proces obrade, izvršena je vektorizacija granica dobijenih rastera. Pre ulaska u proces vektorizacije urađeno je filtriranje dobijenog rastera čime su uklonjene manje celine koje opterećuju sadržaj. U ovom eksperimentu su upotrebljeni, kao najčešće korišćeni filteri u programskom paketu PCI Geomatica, mode i median filteri iz grupe low pass filtera. Rezultat filtriranja je predstavljen u prilogu 2.



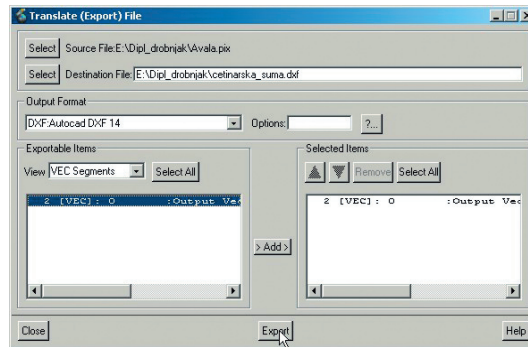
Prilog 2 – Rezultat filtriranja klasifikovanog sadržaja [7]

Sada je bilo mnogo lakše identifikovati i izdvojiti tenkove u odnosu na veliki broj kamiona i drugih neborbenih sredstava na istoj lokaciji. Za proces vektorizacije se koristi funkcija *Raster to vector* (slika 7).



Slika 7 – Funkcija Raster to vector [7]

Dobijeni vektori su na kraju komandom *Export* prevedeni u vektorski format dxf, kao što je prikazano na slici 8.



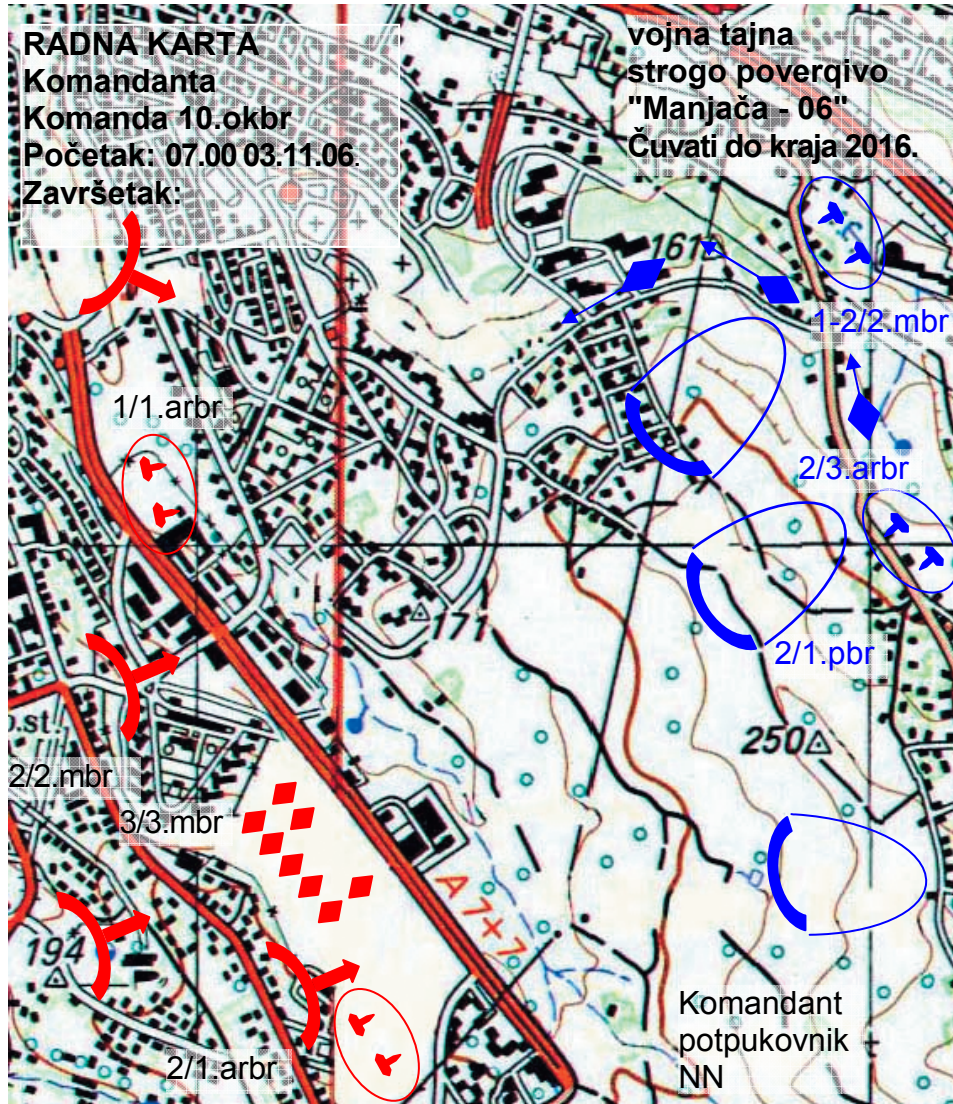
Slika 8 – Prevođenje dobijenog vektora u željeni format [7]

Prevedeni vektor granica objekata iz dxf formata je zatim smešten u programski paket ArcGis/ArcMap i u njemu je izvršena prostorna analiza klasifikovanog vektora i preklapanje sa satelitskim snimkom i topografskom kartom radi njene dopune.

Identifikovani tenkovi su preneti, odnosno kartirani, na TK 50 (prilog 3) i na već oformljenu radnu kartu (prilog 4) i time postali njen sadržajni element. Zbog velikog značaja snimljene teritorije, objekata na njoj i otkrivenih elemenata borbenog rasporeda, radna karta je u ovom slučaju rađena na krupnoražmernoj podlozi (TK50). Rezultat ovog dela eksperimenta pokazuje da je ostvaren postavljeni cilj ovog rada, tj. postignut je uspeh u ažuriranju radne karte na osnovu kvalitetnih satelitskih snimaka. Sveukupna obrada IKONOS-ovog snimka omogućila je i olakšala realizaciju postupaka otkrivanja, prepoznavanja, identifikacije i tehničke analize sadržaja snimka.



Prilog 3 – Prikaz identifikovanih tenkova na TK 50 [7]



Prilog 4 – Radna karta komandanta [7]

Zaključak

Sadašnji načini i sredstva, koji se primenjuju u procesu vođenja radne karte, ne obezbeđuju potreban kvalitet i permanentnost njene izrade, shodno velikom značaju ovog borbenog dokumenta za uspešno komandovanje u miru i ratu. Dosadašnji postupci i nivo korišćenja većine nemernih snimaka, dobijenih pri izviđanju za vojne potrebe, ne zadovoljavaju u potpunosti zahteve stalnog i kvalitetnog procesa vođenja radne karte. Klasični način vođenja radne karte, gde se satelitski snimci i drugi izvori podataka koriste samo u domenu vizuelne interpretacije, ne obezbeđuje ispunjenje nezaobilaznog zahteva da svi elementi sadržaja radne karte budu geodetskim metodama predstavljeni tačno po položaju. Nedostatak sadašnjeg, klasičnog, načina vođenja radne karte ogleda se i u sporosti u procesu ažuriranja provereno tačnim podacima. Ovaj nedostatak je moguće u znatnoj meri prevazići neminovnim prihvatanjem potpuno novog načina vođenja radne karte, gde se kroz obradu svih raspoloživih podataka ona izrađuje na digitalnoj podlozi (karti ili snimku) i primenom geodetskih metoda i njima pripadajućih računarski podržanih geodetskih sistema.

Daljinska detekcija postaje sve značajnija i nezaobilazna metoda prikupljanja informacija o prostoru za vojne potrebe. Dostignuti nivo razvoja računarske opreme može da obezbedi uspeh pri otkrivanju, prepoznavanju, tehničkoj analizi i prezentovanju geografskih i vojnih elemenata sadržaja snimaka u procesu ažuriranja radne karte.

Ažuriranje radne karte, kako geografskih elemenata topografske podloge, tako i elemenata borbenog rasporeda strana, moguće je sa potrebnom tačnošću (sa tačnošću izrade karte koja se obrađuje) izvršiti na osnovu daljinske detekcije terena, tj. moguće je računarskom obradom i interpretacijom snimaka različitog porekla (u prvom redu satelitskih snimaka) prikupiti podatke o geografskim elementima i elementima borbenog rasporeda strana i predstaviti ih na karti i tako izvršiti ažuriranje radne karte. Fazi izrade RK prethode postupci otkrivanja, prepoznavanja i identifikacije objekata na snimku, što ujedno zahteva odgovarajuću veliku stručnost lica koja rešavaju ove zadatke. Kao rezultat uspešno realizovanih svih faza i postupaka obrade satelitskih snimaka, praćenih postupcima uopštavanja, generalisanja i kartiranja sadržaja, ostvaruje se zaokruženi proces izrade i ažuriranja radne karte.

Pošto su uspešno obrađeni snimci satelita IKONOS, koji nisu namenjeni za vojne potrebe, nameće se zaključak da će i svi drugi materijali, snimljeni pod povoljnijim uslovima, biti obrađeni sa rezultatima prihvatljivim za potrebe izrade raznih grafičkih borbenih dokumenata i druge vojne potrebe.

Literatura

- [1] Priručnik: Uputstvo o radnoj karti u oružanim snagama, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1979.
- [2] Miller, C., Looking at Maps Within Centralized Command and Control Systems, Air & Space Power Journal, USA, 2007.
- [31] Rkman, I., Maskiranje, SSNO SFRJ, Beograd, 1984.
- [4] Lovrić, J., Mogućnosti i ograničenja izviđanja i osmatranja iz vazdušnog i kosmičkog prostora, VINC, Beograd, 1989.
- [5] Regodić, M., Važniji satelitski programi sistematskog snimanja zemlje, Vojnotehnički glasnik br. 4/2008, str. 70–88, Beograd, ISSN: 0042-8469.
- [6] <http://images.google.com/images>, decembar 2008.
- [7] Regodić, M., Ažuriranje radne karte daljinskom detekcijom terena, doktorska disertacija, Vojna akademija Beograd, 2007.
- [8] Regodić, M., Daljinska detekcija kao metod prikupljanja podataka o prostoru, Vojnotehnički glasnik br. 1/2008, str. 91–112, Beograd, ISSN: 0042-8469.
- [9] Karsten, J., Orthoimages and DEMs by QuickBird and IKONOS, EAR-SeL Symposium Prague, 2002.
- [10] Pavlović, R., Čupković, T., Marković, M., Daljiinska detekcija, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2001.

USE OF SATELLITE IMAGES IN SITUATION MAP DESIGN

Summary:

Introduction

Working (situation) map is one of the most important, and often the only military document necessary during preparations for combat actions, while taking them and after finishing them. The most important and the most reliable data for mapmaking and updating a working map are derived as a result of action of different systems for surveillance and reconnaissance. It is intended for situation estimation, decision-making, creating plans, monitoring of combat actions, reporting, communicating and information. The working map, as a graphic military document, is designed on a topographic or digital base, or on any other geo-space display form. On a working map, a real or modeled combat situation is presented by graphic symbols, abbreviations and some textual comments, for the purpose of commanding during preparation and deploying combat actions.

PREPARATION, DESIGN AND UPDATING OF A WORKING MAP

Preparation of a working map includes certain activities that depend on the method of design of a future situation map: manual or computer-based.

Preparation for manual mapmaking

Preparation for manual design of a working map includes: selection of the scale and sheets of the map; joining and gluing of the map; preparation of tools for updating the working map; addition of new data; coding of the working map.

Preparation for computer-based map design

Computer-aided map design demands and implies existence of appropriate programmes with proper programme tools, as well as adequate scanned or in vector form presented maps. On a suitable memorized base, that shows relevant geographic space, tactical symbols from digital topographic key are entered.

USING AERIAL PHOTOS FOR MAKING A WORKING MAP

Data going to be entered into a situation map are collected during monitoring and recording by different sensors from the land, air and space. Apart from visual inspection, as the oldest one, today there are various technical monitoring and recording means: photography, air photography, radars, infrared, television, video, radio ones and other.

In the process of photo decoding, symbols are used to characterize particular objects, details and phenomena on the relief that disclose them. These symbols can be direct ones, such as shape, size and hue of an object, and indirect ones, such as relation among objects, traces of activities and object shadows.

THE EXPERIMENT

The subject of this experiment is a satellite photo presenting the area of the city of Belgrade, made by the IKONOS 2 satellite of The European Space Imaging Company. It belongs to the GEO Ortho Kit products category, which means that it is approximately geo-referenced (conveyed into a referent coordinate system) and completely ortho-rectified. In order to complete the experiment, besides this satellite image, an appropriate topographic map (TM) was provided. For the purpose of creating a working map and its updating by newly detected military objects due to the image interpretation and analysis, TM 50 (a map of the scale of 1:50 000) was selected.

MODELS OF COORDINATE TRANSFORMATION

Mathematical models of transformation are based on the fact that the Earth represents a three-dimensional object of a spheroidal shape. The crucial problem appears to be a need to properly represent the Earth in two dimensions, i.e. to represent a part of its surface with satisfactory precision. The beginning point is considered to be the selection of a geodetic datum as a mathematical approximation that defines the Earth's shape. Apart from that, it is used to correspondingly represent a shape on the Earth's surface and its relationship with the area of

the Earth in space. Transformation is based on the postulate that a satellite image represents a projection plane where a part of the Earth's surface is projected on. To have the image initiated into the state coordinate system it is necessary to mathematically define the relation between the image projection plane and a particular part of Earth's ellipsoid and carry out necessary changes.

Ikonos2 images supervised classification in Pci Geomatika programme package

For the image analysis and interpretation within the experiment, the supervised classification method was successfully used.

The supervised classification means carrying out proposed instructions according to the established "key" for the multi-spectral image analysis. The identification of the same objects significant for research was accomplished visually by locating their position in the image.

Along with the image classification process, both the content interpretation and the presentation of the detected and identified elements on the working map were realized. The identification and technical analysis of the detected military technical items in the image were highly facilitated due to the procedure of classification recognition.

The locations of the identified tanks were mapped on TM 50 and on an already formed working map thus becoming its content element. Due to major importance of the surveyed territory, mapped objects and detected elements of combat disposition, the working map was, in this case, created on a large-scale basis (TM 50). The result of this part of the experiment shows that the determined goal was achieved, i.e. the working map was successfully updated on the basis of qualitative satellite images. The whole processing of IKONOS image enabled and facilitated detection, recognition, identification and technical analysis of the image content.

Key words: situation (working) map, satellite image, image processing.

Datum prijema članka: 23. 01. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 06. 10. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 12. 10. 2009.

STRUČNI ČLANCI

SAVREMENE METODE ANALIZE ULJA U TEHNIČKIM SISTEMIMA

Perić R. *Sreten*, Vojna akademija – Katedra vojnih
mašinskih sistema, Beograd

UDC: 623.3.054.237

Sažetak:

Analiza ulja na osnovu pravilno definisanog programa predstavlja veoma efikasan metod monitoringa stanja tehničkih sistema koji obezbeđuje rane upozoravajuće znake potencijalnih problema, koji vode ka otkazu i zastoju tehničkih sistema. Ova analiza je veoma efikasan alat programa za monitoring stanja tehničkih sistema. Mnogobrojni uređaji i testovi za analizu ulja omogućavaju kvalitetan monitoring i dijagnostičiranje problema koji nastaju u procesu podmazivanja.

Korišćenjem programa za analizu motornih ulja: skraćuje se neplanirano vreme otkaza vozila, poboljšava pouzdanost vozila, produžava radni vek motora, optimizira interval zamene ulja i smanjuju troškovi održavanja vozila.

Ključne reči: monitoring, održavanje tehničkih sistema, analiza ulja.

Uvod

Za određivanje vrste maziva, učestalost podmazivanja i količinu potrebno je poštovati zahteve proizvođača tehničkih sistema, iskustvo, laboratorijska ispitivanja ili savete stručnjaka isporučilaca maziva. Racionalizacija potrošnje maziva predstavlja značajan zadatak, koji se uspešno može ostvariti pravovremenom zamenom maziva. Time se obezbeđuje maksimalni period zamene, uz istovremeno dovoljno kvalitetno podmazivanje. S obzirom na primarnu ulogu maziva da redukuje negativne efekte triboloških procesa u pogledu trenja, habanja i rasta

temperature u tribomehaničkim sistemima, svi vidovi održavanja uključuju podmazivanje kao veoma važan deo ukupne procedure. S druge strane, mazivo je, kao kontaktni element sistema, nosilac informacija o stanju celog sistema sa aspekta triboloških i drugih procesa starenja. Zbog toga analiza ulja na bazi pravilno definisanog programa predstavlja veoma efektivan metod monitoringa stanja tehničkih sistema koji obezbeđuje rane upozoravajuće znake potencijalnih problema, koji vode ka otkazu i zastoju tehničkih sistema [1]. U strukturi sistema, osim mehaničkih komponenti, stanje menja i samo mazivo, što vodi gubitku podmazujućih svojstava.

Postoje brojne mogućnosti za kontaminaciju ulja, a time i za njihovu degradaciju. Kontaminacija i degradacija ulja u eksploataciji ne mogu se potpuno sprečiti, ali se mogu znatno usporiti, što je veoma važno i za ulje i za tehnički sistem. Brzina i stepen degradacije ulja upravo su proporcionalni brzini i stepenu kontaminacije. Zbog toga je važno sprečiti brzu kontaminaciju ulja, pre i u toku upotrebe. Spektar kontaminanata ulja dosta je širok. Svaki kontaminant utiče destruktivno na ulje, umanjujući mu fizičko-hemijske i radne osobine, a konačne posledice su skraćanje veka ulja i tehničkog sistema.

U toku eksploatacije ulja menjaju se: hemijski sastav i osobine baznog ulja, hemijski sastav i osobine aditiva, a to znači i hemijski sastav ulja u celini, kao posledica kontaminacije i degradacije.

Najznačajniji kontaminanti ulja su: degradacioni proizvodi baznog ulja, degradacioni proizvodi aditiva, čestice metala usled procesa habanja, čvrste čestice koje u ulje dospevaju iz okoline, voda i produkti sagorevanja goriva.

U toku eksploatacije dešavaju se sledeće promene: kontaminacija ulja proizvodima sopstvene degradacije, nesagorelim gorivom, proizvodima nepotpunog sagorevanja goriva i kontaminantima različitog porekla.

Na osnovu analize veoma velikog broja otkaza složenih tribomehaničkih sistema može se zaključiti da je kod sistema kod kojeg je došlo do otkaza, takođe i kod maziva (odnosno ulja za podmazivanje) došlo do određenih promena. Naime, otkaz tribomehaničkog sistema može nastupiti usled promene svojstava ulja za podmazivanje ili promena karakteristika ulja za podmazivanje, kao i usled otkaza pojedinih ostalih elemenata tribomehaničkog sistema.

Mnogobrojni uređaji i testovi za analizu ulja su razvijeni i nastavljaju se razvijati, kako bi se omogućio što kvalitetniji monitoring i dijagnostikovanje problema nastalih u procesu podmazivanja. Razvojem računara i opreme, moderni program analize ulja postaje jednostavan za sprovođenje. Mnoge kompanije koriste softvere za analizu ulja.

U poslednje vreme mnogo se govori o razvoju novih tehnika za analizu podmazivanja i povećanju sposobnosti određivanja stanja tehničkog sistema, maziva i nečistoća u ulju.

Kontaminacija i degradacija ulja za podmazivanje

Činjenica je da mazivo ulje odmah po punjenju u sistem koji podmazuje biva mehanički, termički i hemijski opterećeno i naprezano. To postepeno doводи do promene osnovne i prvobitne strukture ulja. Neophodno je istaći da su ova opterećenja sve oštrija, jer savremeni agregati imaju sve manje zapremine, radne temperature su sve više, a mehanička opterećenja ulja su sve veća.

Zbog toga što su danas radni uslovi za ulje sve teži, za novija konstruktivna rešenja, preporuke za interval zamene ulja se više ne uklapaju i ne slažu sa prvobitnim.

Postoje brojne mogućnosti za kontaminaciju ulja, a time i za njihovu degradaciju.

Kontaminacija ulja pre upotrebe

Na relaciji od proizvođača do korisnika ulja, postoji niz mogućnosti za njegovu kontaminaciju i degradaciju, često i do stepena neupotrebljivosti. Mogući kontaminanti su: benzin, dizel gorivo, neka druga ulja, voda, prašina i drugi atmosferski kontaminanti.

Železničkim i autocisternama prenose se i goriva i maziva. Često se dešava da se prethodno transportovana roba ne istovari u potpunosti, pa će njome biti kontaminirana sledeća. Nije redak slučaj da u cisterni zaostane i izvesna količina vode posle pranja koja vrlo destruktivno utiče na ulje. Preventivne mere su: stručna i redovna kontrola čistoće cisterne pre utovara i obavezna kontrola kvaliteta ulja pre istovara (izgled, boja, miris, gustina, sadržaj vode, tačka paljenja, viskoznost).

Prilikom pretakanja ulja iz cisterne u skladište kupca, postoji mogućnost za kontaminaciju ulja, ako je oprema za pretakanje zaprljana. U toku skladištenja, ako je filter na odušku rezervoara oštećen, kroz njega će ući prašina, pesak ili slični abrazivni materijali. Zbog toga se filter mora često kontrolisati i po potrebi menjati.

U skladišnim rezervoarima, u njihovom praznom prostoru, uvek se sa vazduhom nalazi i vlaga. Sa promenom temperature vlaga se kondenzuje, sliva se niz zidove i sakuplja se na dnu rezervoara. U kontaktu sa uljem kondenzovana voda može lako i brzo da degradira ulje i da ga učini neupotrebljivim i pre upotrebe. Preventivnu meru predstavlja ugradnja grejača i održavanje temperature ulja do 40°C. Na toj temperaturi vlaga se neće kondenzovati. Međutim, i pored toga, nivo vode u rezervoarima treba redovno kontrolisati i po potrebi ih drenirati.

Ako se bačve sa uljem skladište na otvorenom prostoru, u uspravnom položaju, može se dogoditi da „usisaju“ vodu od kiše ili snega. Sa

promenom temperature bačve „dišu“, u njima se stvara vakuum, što je uslov za usisavanje vode ako se ona nalazi na poklopcu oko čepova.

Preventivne mere su: skladištenje bačava u zatvorenim skladištima ili u horizontalnom položaju, tako da zapušači budu na horizontalnoj osi. Prilikom istakanja ulja iz bačava u kante ili druge posude, koje su vrlo često „sumnjive“ čistoće, može doći do kontaminacije različitim zagađivačima. Prema tome, posude kao primitivan način distribucije ulja po radionici ili pogonima, treba zameniti savremenim uređajima ili obavezno proveravati njihovu čistoću.

Kontaminacija ulja u toku upotrebe

Tokom upotrebe menjaju se tribološke osobine svih elemenata tribomehaničkog sistema. Čvrsti elementi trpe fizičke, a mazivo, fizičke i hemijske promene. Brzina degradacionih procesa i promena na svim elementima sistema zavisi od ukupnih uslova pod kojima se odvijaju tribološki procesi u tribomehaničkom sistemu. Pošto su trenje i habanje, dva glavna tribološka procesa, svih elemenata tribomehaničkog sistema (i maziva) uslovljeni istim okolnostima, postoji i može se utvrditi funkcionalna povezanost između njih i uslova rada. To je upravo faktor na kome se zasniva dijagnostika stanja maziva, a preko nje i dijagnostika stanja delova tehničkog sistema.

Habanje čvrstih elemenata sistema je spor proces pa ga je teško pratiti, a osim toga teško je često zaustavljati sistem i rasklopiti ga radi merenja pohabanosti. Kontrola promena ulja mnogo je lakša. Treba samo naći korelacije između promena pojedinih elemenata. To se može uraditi posmatranjem (eksperimentisanjem) na jednom karakterističnom sistemu. Za to je potrebno imati opremljenu laboratoriju i stručno osposobljene izvršioce.

Ulje, vršeći svoje funkcije u sklopu vozila, tokom eksploatacije postepeno menja svoje fizičke i hemijske karakteristike. Uzroci promena u ulju su fizičko-hemijski i tribološki procesi u sistemu tokom eksploatacije, uslovi pod kojima ulje obavlja svoju funkciju i uslovi koji vladaju u okolini datog sistema.

Tokom eksploatacije usled delovanja različitih činioca mehaničkog, fizičkog i hemijskog karaktera odvijaju se procesi starenja, odnosno degradacije ulja kao sredstva za podmazivanje kod motornog vozila. Različitim mehanizmima degradacionih procesa izloženi su svi elementi motora, elementa za prenos snage kako mehaničke kontaktne komponente (sprega zupčastog para), tako i ulje za podmazivanje [2]. Ti degradacioni procesi izazivaju promenu osnovnih, funkcionalnih karakteristika, što ima za posledicu da vremenom nastaje otkaz. Pod otkazom se u ovom smislu podrazumeva promena karakteristika komponente sistema koja izaziva prekid kontinuiteta eksploatacije.

Pri tome kod ulja dolazi do promene njihovih *fizičko-hemijskih svojstava, trošenja aditiva, narušavanja oksidacione i termičke stabilnosti, te smanjenja sposobnosti nošenja uljnih slojeva* [3]. Te promene vremenom dostižu kritični nivo sa stanovišta pojedinih svojstava relevantnih za dati sistem koji se podmazuje, što ima za posledicu neprihvatljivost dalje upotrebe ulja u sistemu.

Međutim, te promene kod transmisionih ulja nisu tako izražene kao što je slučaj sa motornim uljima, a i sama formulacija transmisionih ulja je tako podešena da ona mogu vršiti svoje dobre funkcije u mnogo dužim vremenskim periodima.

Na promenu svojstava ulja najizraženiji uticaj imaju [4]:

- temperatura,
- pritisci,
- brzine u sistemu podmazivanja,
- prisustvo vlage,
- prisustvo kiseonika iz vazduha,
- čvrsti kontaminati i dr.

Vrsta, osobine i poreklo kontaminanata ukazuju na prirodu i stepen promena. Ljuspicašti opiljci metala npr. ukazuju na habanje, dok zrnca različite veličine ukazuju na zamor materijala. Analiza hemijskog sastava metalnih čestica ukazuje na habanje određenog elementa tribomehaničkog sistema.

U odnosu na dominantan mehanizam habanja i uslove ostvarivanja kontakta između elemenata sistema razlikuje se:

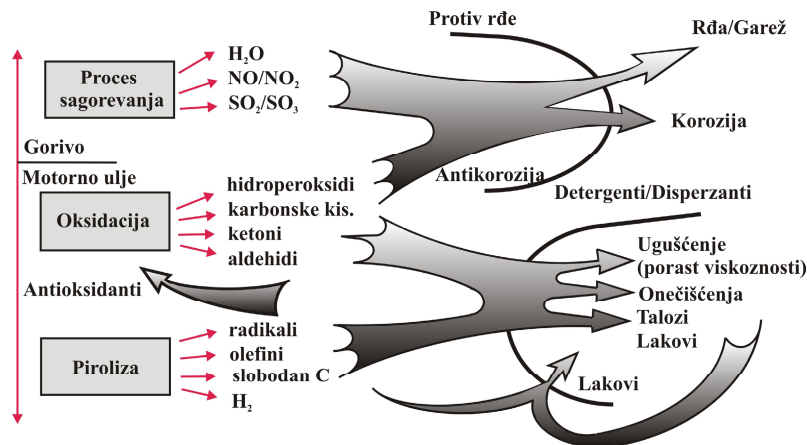
- adhezivno habanje,
- abrazivno habanje,
- habanje usled površinskog zamora (zamorno habanje),
- erozivno habanje,
- kavitaciono habanje,
- vibraciono habanje (fretting),
- habanje kao posledica oksidacije (oksidaciono habanje) i
- habanje usled procesa korozije (koroziono habanje).

Kontaminacija i degradacija ulja u eksploataciji ne mogu se potpuno sprečiti, ali se mogu znatno usporiti, što je veoma važno i za ulje i za tehnički sistem. Brzina i stepen degradacije ulja upravo su proporcionalni brzini i stepenu kontaminacije. Zbog toga je važno sprečiti brzu kontaminaciju ulja pre i u toku upotrebe. Spektar kontaminata ulja dosta je širok. Svaki kontaminant utiče destruktivno na ulje, umanjujući mu fizičko-hemijske i radne osobine, a konačne posledice su skraćenje veka ulja i sistema koji se podmazuje.

Neispunjavanje bilo koje od brojnih funkcija ulja za podmazivanje, usled *kontaminacije* i *degradacije*, direktno se odražava na pojavu i intenzitet različitih mehanizama degradacije komponenti tehničkog sistema.

U skladu s tim:

- prisustvo vode u ulju za podmazivanje uzrokuje korozivne procese na kontaktnim površinama,
- prisustvo čvrstih kontaminata u ulju uslovljava intenzivno abrazivno habanje kontaktnih površina,
- promena fizičko-hemijskih karakteristika i razgradnja aditiva izazivaju gubitak osnovne funkcije ulja, koja se odnosi na razdvajanje direktnog kontakta površina radi smanjenja trenja i habanja.



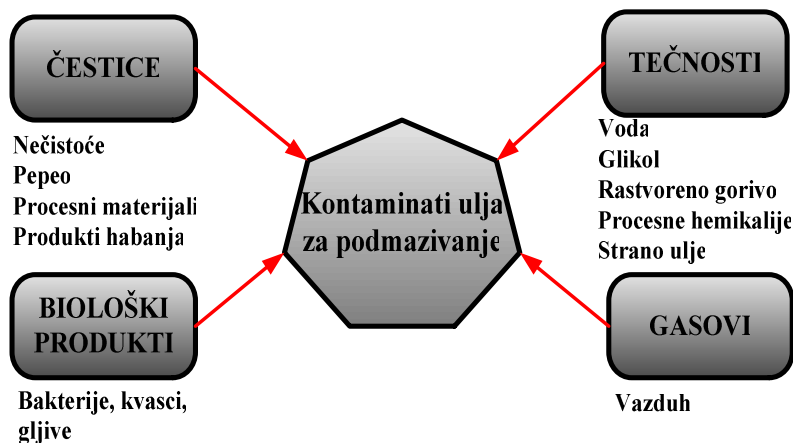
Slika 1 – Fizičko-hemijske aktivnosti i reakcije kod jednog motornog ulja

Dakle, u osnovi svi procesi koji narušavaju svojstva ulja tokom eksploatacije mogu se razvrstati u dve grupe:

- degradaciju i
- kontaminaciju.

Degradacioni procesi predstavljaju sve procese usled kojih ulje za podmazivanje gubi mogućnost uspešnog obavljanja brojnih funkcija u sistemu. U tom slučaju i kontaminacija se posmatra kao element degradacije.

Materije koje izazivaju kontaminaciju dospevaju u ulje spolja ili se generišu unutar sistema koji se podmazuje što ima za posledicu skraćanje eksploatacionog veka kako elementa sistema, tako i samog ulja. Pored ovoga, pojedini vidovi kontaminacije direktno pogoduju izazivanju degradacionih procesa.



Slika 2 – Kontaminati ulja za podmazivanje [5]

Prisustvo raznovrsnih kontaminata u ulju prikazano je na slici 2. Pregled kontaminirajućih materija sa osnovnim uzrocima kontaminacije i posledicama po sistem i ulje date su u tabeli 1.

Tabela 1

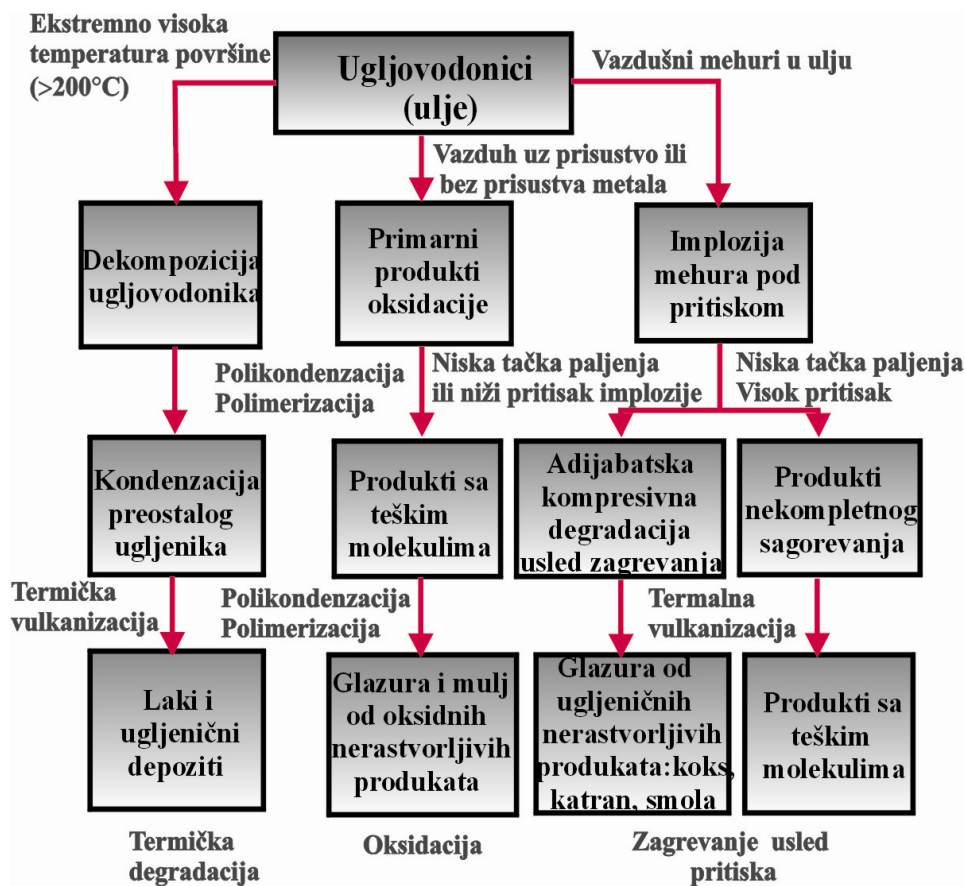
Kontaminacija ulja za podmazivanje

Degradaciona pojava	Uzrok pojave	Posledice
Čvrstim materijalom		
Prljavština	Okruženje	Pospešuje habanje, pogoršava svojstva maziva
Metalni produkti habanja	Odmakao stadijum procesa trenja i habanja u sistemu	Smanjenje pouzdanosti i veka trajanja sistema koji se podmazuje, pojačana oksidacija ulja
Rđa	Interakcija kiseonika, vode i gvožđa	Pospešuje habanje
Produkti karbonizacije	Pregrevanje ulja	Deponovanje u razvodima ulja i njihovo zapušenje
Mulj i lak	Produkti oksidacije postaju nerastvorljivi	Nastaju deponovani slojevi na kontaktnim elementima i kontrolnim ventilima
Tečnostima		
Voda i procesni fluidi	Curenje zaptivki i kondenzacija	Smanjuje efikasnost podmazivanja i pospešuje propadanje maziva
Oksidacioni produkti	Ekscesno visoke temperature i predug interval zamene	Preteče stvaranja čvrstih kontaminata
Druga sredstva za podmazivanje	Od drugih nekompatibilnih ulja i masti	Može dovesti do promene karakteristika maziva
Dodaci mazivima	Eventualno se dodaje pri održavanju	Može dovesti do promene karakteristika maziva
Gasovima		
Vazduh	Mešanje sa vazduhom iz okruženja	Penušanje, aeracija, nepouzdan odziv sistema, kavitacija

Degradacija baznih ulja, bez obzira na činjenicu da li su mineralnog ili sintetičkog porekla, odvija se u toku eksploatacije pod dejstvom:

- oksidacije,
- visokih temperatura i
- efekata zagrevanja pod pritiskom.

Mehanizmi degradacije ugljovodonika baznih ulja prikazani su na slici 3.



Slika 3 – Mehanizmi degradacije ugljovodonika baznih ulja

Degradaciju ulja ne izazivaju samo hemijske promene u baznom ulju, već i proces progresivnog gubitka osnovnih (podmazujućih) svojstava ulja, jer je najveći broj aditiva koncipiran da se troši ili menja tokom eksploatacije kako bi se sprečili procesi trenja i habanja [5]. Osim toga, neki aditivi su osetljivi na temperature, te dolazi do njihovog isparavanja ili uništavanja u uslovima pri kojima ulje vrši funkciju na temperaturama iznad propisanih. Najposle, zagrevanje, kontaminacija i gubitak svojstava aditiva može izazvati oštećenje samog baznog ulja.

Gubitak efikasnosti aditiva ima za posledicu gubitak mazivih svojstava ulja, prvenstveno aditiva koji inhibiraju neželjene pojave oksidacije rđe, aditiva koji štite kontaktne površine od habanja (antihabajući i EP aditivi) i aditiva namenjenih povećanju disperzivnosti. U tabeli 2 prikazane su vrste degradacije aditiva, njihovi uzroci i posledice.

Posebnu pažnju prilikom izbora i zamene ulja treba usmeriti na period uhodavanja sklopova. U tim uslovima, usled prelaska tehnoloških u radne reljefne površine, nastaje intenzivno abrazivno i adhezivno trošenje, uz kontaminaciju ulja sitnim česticama abraziva. Da bi se one uklonile i obezbedilo normalno podmazivanje, ulje se mora zameniti već nakon 500 do 1000 km, a samo u izuzetnim slučajevima i nakon više kilometara. Ovo isto se mora izvršiti i za slučaj da se iz bilo kog razloga moraju zameniti zupčanici u sklopu transmisije.

Tabela 2

Degradacija aditiva, uzroci i posledice

Gubitak svojstava	Uzrok pojave	Posledice
Oksidacione kontrole	Degradacija aditiva koji inhibiraju pojavu oksidacije	Promena reoloških osobina maziva, generisanje depozita, kiseli produkti izazivaju koroziju metala
Inhibicije rđe	Degradacija aditiva koji inhibiraju pojavu rđe	Mazivo gubi mogućnost daljnjeg sprečavanja nastanka rđe
Nošenja visokih pritisaka	Degradacija EP aditiva	Mazivo gubi mogućnost daljnjeg sprečavanja pojava adhezivnog habanja kontaktnih površina
Disperzivnosti	Disperzant biva preopterećen tečnim i čvrst. kontaminatima	Formiranje čvrstih kontaminata (mulj, lak)

Osnovna uloga maziva koja se manifestuje sprečavanjem direktne interakcije površina u relativnom kretanju i neposredno učešće u kontaktnim procesima, daje mu poseban značaj sa stanovišta funkcionisanja, održavanja i veka elemenata i sistema kojima ti elementi pripadaju.

Dakle, za vreme procesa eksploatacije dolazi do promene radnih i triboloških osobina svih komponenti tehničkog sistema, pri čemu čvrsti elementi trpe fizičke, a mazivo i fizičke i hemijske promene. Brzina i stepen degradacionih procesa zavise od radnih uslova (opterećenje, brzina elemenata u kretanju, temperatura i dr.). Činjenica da trenje i habanje svih elemenata sklopova tehničkog sistema kao tribomehaničkih sistema nastaju pod istim okolnostima iskorišćen je za uspostavljanje funkcionalne veze između radnih uslova i triboloških procesa. Upravo na ovoj činjenici bazira se dijagnostika stanja maziva, a na osnovu nje i dijagnostika svih elemenata pojedinih sklopova sistema.

U skladu sa prethodno izloženim promene koje se javljaju u ulju mogu se podeliti na:

- hemijske promene u baznom ulju,
- fizičko-hemijske promene u aditivima i
- promene u ulju usled pojave kontaminata.

Osnovni ciljevi analize i monitoringa ulja tokom eksploatacije motornog vozila

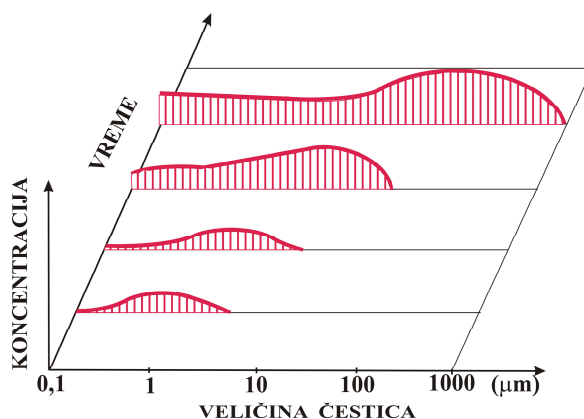
Osnovni ciljevi analize i monitoringa ulja tokom eksploatacije motornog vozila su:

- analiza procesa habanja elemenata sistema,
- analiza procesa kontaminacije maziva,
- praćenje promena u svojstvima maziva radi optimizacije veka upotrebe i kontrole funkcionalnosti sistema (npr. prodor kontaminata, stanje temperature i pritiska, efikasnost prečistača i dr.) i
- utvrđivanje stanja oštećenja i uzroka otkaza.

Analiza procesa habanja

S obzirom na to da se radi o neizbežnom procesu rada sklopova i elemenata vozila, habanje kao složen fenomen predstavlja osnovni i najvažniji uzročnik pojave oštećenja i kvarova kod ovih sistema.

Za dijagnostiku stanja sklopova vozila ocena početka intenzivnog habanja je od bitnog značaja za prognoziranje težih oštećenja. Osim toga, istraživanjima je utvrđeno da se intenzivno habanje karakteriše naglim porastom količine metala u ulju i porastom sadržaja produkata habanja većih dimenzija, što predstavlja prvu indikaciju za oštećenje površina. U oblasti normalnog habanja čestice metala, produkti habanja, su male po svojim dimenzijama i priraštaj količine je konstantan u toku jedinice vremena. Ilustracije radi na slici 4 je prikazana promena koncentracije i veličine čestica u toku vremena [6].



Slika 4 – Promena koncentracije i veličine čestica u toku vremena

Vrsta habanja se može proceniti na osnovu karakterističnog oblika čestice. Tako se adhezivno habanje pri normalnim uslovima rada manifestuje pločastim česticama malih dimenzija, dok su kod abrazivnog habanja produkti slični strugotini pri rezanju metala i mogu imati oblik spirale, uvijene žice i sl. Habanje usled zamora materijala uopšteno, daje čestice loptastog oblika.

Pored toga, dimenzije čestica utvrđuju dijagnozu stanja podmazanosti dodirnih površina slika 4, tako da čestice sledećih dimenzija ukazuju na:

- < 5 μm – hidrodinamičko podmazivanje,
- < 15 μm – granično podmazivanje i
- < 150 μm – razaranje uljnog filma i pojava čvrstih adhezivnih mikrospojiva i
- < 1000 μm – izrazitno veliko (havarijsko) habanje.

Na osnovu prethodnih razmatranja sledi da je za procenu habanja i prognoziranje mogućih oštećenja neophodno da se prate: *količina i vrsta metala u ulju, oblik, koncentracija i distribucija čestica po veličini*.

Dozvoljene količine elemenata u motornom ulju [7], koje se uzorkuje, prikazane su u tabeli 3.

Tabela 3

Dozvoljene količine elemenata u motornom ulju koje je uzorkovano

Elementi	mg/kg (ppm)	Poreklo
Fe	100	Cilindri, klipovi, ležajevi, zupčanici, podizači ventila, bregasta osovina, kolenasto vratilo, osovine
Al	20	Klipovi, Al-Sn ležajevi, turbokompresor
Ag	2–3	Posrebreni delovi, ležajevi, osovine
Cr	30	Hromirani delovi, klipovi, cilindri, podizači ventila, izduvni ventili, klipnjača
Cu	40	Cu-Pb ležajevi, čaure, hladnjak ulja, bregasta osovina, razvodni mehanizam (ventili sa sistemom za otvaranje i zatvaranje), brizgaljka, regulator
Pb	50	Cu-Pb ležajevi, benzin, aditivi
Sn	25	Delovi od bronzne, ležajevi, klipovi
B	20	Antifriz
Na	20	Antifriz
Ca	50	Iz atmosfere
Si	40	Prašina iz atmosfere
Zn, Mg, Mo		Iz aditiva

Analiza sadržaja različitih metala prisutnih u mazivu je veoma značajna. Čestice metala su abrazivne, a ponašaju se i kao katalizatori oksidacije ulja. U motornim uljima, poreklo elemenata može biti iz aditiva, od habanja, iz goriva, iz vazduha i iz tečnosti za hlađenje. Metali iz aditiva mogu biti Zn, Ca, Ba, ili Mg i ukazuju na potrošenost aditiva. Metali koji potiču od habanja

su: Fe, Pb, Cu, Cr, Al, Mn, Ag, Sn i ukazuju na povećano habanje u tim sklopovima. Elementi koji potiču iz rashladne tečnosti su Na i B, a povećani sadržaj ukazuje na prodor rashladne tečnosti u mazivo. Povećan sadržaj Si ili Ca, koji potiču iz vazduha, ukazuje na neispravnost filtera za vazduh.

Habanje (trošenje) delova je glavni uzročnik neispravnosti u procesu eksploatacije mehaničkih sklopova vozila. Karakteristično za habanje je promena oblika i dimenzija delova odnosno onih njegovih površina koje se međusobno dodiruju (radnih površina). Zbog trenja dolazi do trošenja dodirnih površina što se odražava kroz povećanje zazora pokretnih spojenih delova i promeni međusobnih odnosa, a to ima za posledicu narušavanje propisanih međusobnih odnosa kako sklopova, tako i vozila u celini.

Promena mera i oblika delova u procesu eksploatacije tehničkih sistema, dovodi do preraspodele postojećih opterećenja i povećanja kontaktnih pritisaka, pri čemu se javljaju sve jača lupa (dinamički udari) na mestima dodira, koja ubrzavaju habanje delova. Usled dodatnih dinamičkih opterećenja dolazi do znatnijeg povećanja zazora što može da uzrokuje i lom delova.

Pri realizaciji radnog ciklusa u cilindru motora oslobađa se određena količina toplote koja se koristi za dobijanje rada. Sam proces transformacije hemijske energije goriva u toplotnu i toplotne energije u mehanički rad, praćen je povećanim mehaničkim i termičkim naprežanjem delova koji čine radni prostor motora (cilindar, klipna grupa, cilindarska glava, i dr.). Kod dizel-motora maksimalna temperatura tokom procesa sagorevanja se kreće do 2000–2300°C dok kod oto-motora i do 2500–2800°C.

Analiza procesa kontaminacije maziva

Kontaminati predstavljaju destruktivne produkte dospele u mazivo iz vana zbog neefikasnosti sistema prečišćavanja ili njegove kontaminiranosti. Kontaminati, se takođe mogu pojaviti zbog fizičko-hemijskih procesa koji se javljaju u ulju tokom eksploatacije. Veoma su destruktivni i negativno utiču na funkcionalnost elemenata sistema.

Blagovremenim uočavanjem kontaminata metodama monitoringa ulja mogu se prognozirati oštećenja i kvarovi komponenta sistema, što opet omogućava smanjenje destruktivnog delovanja i visok stepen uštede izdvajanja sredstava za održavanje.

U motornom ulju prisutne su različite vrste kontaminata, kao što su:

– **čad**: povećava viskoznost i gustinu, troši velike količine disperzanta, sa toplim talozima gradi koks, ponaša se abrazivno, dovodi do zaribavanja motora,

– „**topli talozi**“: povećavaju viskoznost i gustinu ulja, sa česticama čađi grade koks, troše detergente i disperzante, pogoršavaju podmazivanje i dovode do zaribavanja motora,

- **nesagorelo gorivo**: spira uljni film sa površine radnih elemenata i smanjuje viskoznost ulja, snižava tačku paljenja, pogoršava podmazivanje i zaptivanje motora, omogućuje veće produvanje gasova u karter, degradira ulje i dovodi do zaribavanja motora,
- **oksidacioni proizvodi goriva**: većina je kisela i korozivna; smanjuju baznu rezervu ulja (TBN) i ubrzavaju degradaciju,
- **sumporni i azotni oksidi (SO_2 i NO_x)**: anhidridi jakih kiselina, drastično smanjuju baznu rezervu ulja i veoma su korozivni,
- **voda**: hidrolizuje neke aditive i degradira ih, gradi emulziju i penu, povećava viskoznost i gustinu ulja, brzo i potpuno degradira ulje i
- **opiljci metala**: ponašaju se abrazivno, katalizuju oksidaciju ulja. Zrna-sti oblik ovih opiljaka ukazuje na zamor materijala, a ljuspasti na habanje.

Praćenje promena u svojstvima maziva

U toku eksploatacije ulje za podmazivanje je izloženo brojnim promenama koje utiču na režim eksploatacije i vek tehničkog sistema. Uza-jamni efekti su povratni usled čega promene kvaliteta ulja utiču na uslove eksploatacije. U pogledu analize ulja može se pokazati u kakvom se stanju nalaze delovi, odnosno:

- kakvi su uslovi rada,
- verovatnoća eventualnih oštećenja delova u uslovima nenormalnog habanja,
- da li je ulje koje se primenjuje usaglašeno sa uslovima rada sistema, i
- da li je vreme dolivanja i interval zamene ulja prilagođen uslovima rada, itd.

Analiza svojstava maziva koristi se radi utvrđivanja osnovnih karakteristika ulja za podmazivanje. Kontrolom maziva tokom eksploatacije vrši se procena nastalih promena upotrebljavanog maziva u odnosu na referentnu veličinu za koje je uzeto neupotrebljavano ulje. Analizom ulja se određuje optimalan period zamene i stanja elemenata sistema što direktno utiče na produženje veka njegovih elemenata i maziva. Za analizu stanja ulja za podmazivanje koriste se standardne metodologije i uređaji i to najčešće za ispitivanje fizičko-hemijskih karakteristika, a to su: viskoznost, tačka paljenja, tačka stinjavanja, totalni bazni broj, neutralizacioni broj, sadržaj nečistoća i dr. Destruktivne primese u ulju, odnosno kontaminati, mogu biti uzrok otkaza elemenata tehničkog sistema. Uprkos preduzetim merama zaštite (pre svega zaptivanje) različiti kontaminati poput vlage, različiti kiselinski produkti, kao i čvrsti kontaminati mogu se pojaviti u sklopovima sistema. Zato je potrebna njihova kontrola, primenom standardnih metoda i procedura kako bi se neželjeni efekti izbegli ili sprečili.

Potreba za brzom i relativno tačnom kontrolom ulja rezultuje primenom ekspresnih (brzih) metoda. Međutim, treba istaći da se na ovaj način više prati uticaj tehničkog sistema na ulje nego uticaj ulja na sistem.

Tri su osnovna načina kojima se vrši analiza ulja:

1. brze elementarne analize kojima se proveravaju promene u ulju,
2. potpune kontrole, kao što je spektrometrija, filtracija i
3. standardne analize i testovi.

Promene stanja u ulju tokom upotrebe mogu biti registrovane sa nekoliko testova koji ukazuju na:

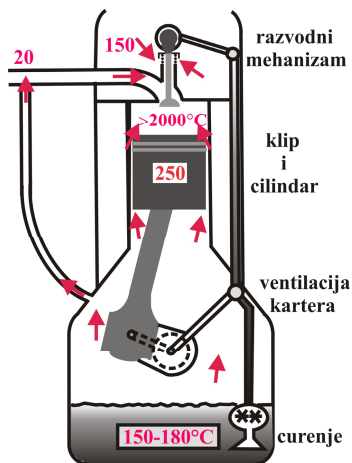
- količinu taloga u ulju,
- sposobnost ulja da razbije ovaj talog (važno kao pokazatelj efikasnosti i prisustva aditiva),
- razređivanje ulja gorivom (motorna ulja),
- hemijske promene u ulju, uzrokovane oksidacijom ili korozijom i
- stepen istrošenosti raznih metalnih delova.

Intenzivna pohabanost delova motora praćena je gubitkom ulja, padom pritiska podmazivanja i prodorom gasova u karter. Na veličinu svakog od ovih pokazatelja i karakter njihove promene u većoj ili manjoj meri utiče habanje delova glavnog motornog mehanizma, tj. cilindarske košuljice i klipne grupe.

U sasvim očigledne, ali i među najteže merljive kriterijume za gubitak pogonskih i upotrebnih karakteristika vozila i motora spada porast potrošnje ulja.

U početnom periodu rada novog motora potrošnja ulja je povećana. Ulje uvek dospeva u cilindar i uvek jednim delom sagoreva i termički se razlaže na zidovima cilindarske košuljice. Tokom eksploatacije, kako se uzajamno prilagođava rad delova, tako se i potrošnja ulja ustaljuje na jednu minimalnu vrednost za taj tip konstrukcije i tu vrstu radnih uslova.

Za današnje četvorotaktne motore 95% potrošnje maziva je u sklopu klipna grupa-cilindar. Preostalih, manje od 5%, se troši kroz zatore ventila, kroz odušku kartera, na slabo zaptivnim mestima i ako postoje u turbo-grupama. Unutrašnja cirkulacija ulja u motoru je prikazana na slici 5. Na slici 5 su date prosečne temperature u °C kako bi se prikazali uslovi rada maziva.



Slika 5 – Unutrašnja cirkulacija ulja u motoru

Utvrđivanje uzroka oštećenja ili otkaza

U postupku analize uzroka oštećenja elemenata sklopova vozila značajan doprinos daju i informacije dobijene analizom habanja, ispitivanjem karakteristika ulja, zatim podaci o trenutnom tehničkom stanju sistema i potrošnja ulja. Postotak tačnosti se povećava ako su ispitivanja ostvarena permanentno u određenom vremenskom intervalu, odnosno uspešnost dijagnostike sistema se povećava sveobuhvatnom analizom svih relevantnih faktora.

Efikasni program praćenja maziva sadrži tri osnovne kategorije ispitivanja a to su:

- ispitivanje svojstava fluida,
- ispitivanje sadržaja kontaminata i
- ispitivanje sadržaja, vrste, oblika i veličine produkata habanja.

Monitoringom ulja, odnosno analizom dobijenih rezultata na osnovu utvrđenih dijagnostičkih parametara, može se oceniti trenutno stanje i/ili prognozirati potencijalni hronični problem pojedinog dela vozila, ili pak da se upotpuni zaključak i iznađe razlog zbog koga je došlo do otkaza komponente vozila.

Tako, na primer, pad viskoznosti i tačke paljenja kao jedne od veličina dijagnostičkih parametara posledica je prodora goriva u uljni sistem, što ukazuje na nepravilnosti u sistemu za napajanje ili na neadekvatne uslove eksploatacije motora.

Ocena uspešnosti realizacije procedure analize ulja zavisi od njegove formulacije, odnosno definisane strategije, od njegovog permanentnog i decidnog sprovođenja, te na kraju stručne interpretacije dobijenih rezultata, što pruža mogućnost donošenja ispravnog tehno-ekonomskog zaključka. Pomenuta konstatacija pokazuje da se opravdanost ulaganja finansijskih sredstava u analizu ulja ogleda u povećanju pouzdanosti i ekonomičnosti motornih vozila. To znači da uspešno i precizno implementirana procedura opravdava aktivnosti i uložena finansijska sredstva.

Procedura dijagnostike stanja ulja motornih vozila sa aspekta fizičko-hemijskih i triboloških karakteristika sadrži niz neophodnih koraka od izbora sklopova, prikupljanja tehničkih podataka i informacija, tribološke analize stanja, izbora metoda ispitivanja uzoraka ulja, pa do obrade dobijenih informacija, interpretacije dobijenih rezultata i izvođenja zaključaka.

Monitoring stanja kroz testove analize ulja

Postoji veliki broj različitih testova u okviru analize ulja koji se primenjuju pri proceni njegovog stanja. Testovi moraju pokriti tri oblasti od interesa: stanje tehničkog sistema, stanje nečistoća u mazivu i stanje maziva.

Sa aspekta *stanja tehničkog sistema* posebnu pažnju treba obratiti na pojavu i trend promene broja metalnih čestica u ulju. Drugi fokus bi bilo *stanje maziva*, gde je pažnju potrebno usmeriti na promenu viskoznosti, povećanje oksidacije i trošenja aditiva. Treći fokus bi bilo *stanje nečistoća* u ulju, gdje je potrebno pažnju usmeriti na brojnost čestica, sadržaj vode i metalnih nečistoća. Teoretski, analize ulja podeljene su u tri klase. U stvarnosti sve tri klase monitoringa stanja su međusobno povezane i moraju se posmatrati kao celina. Tako na primer, povećanje viskoznosti može biti smernica procesa oksidacije maziva. Međutim, to može biti pogrešan zaključak, ako nema pokazatelja trenda povećanja oksidacije dobijenih preko analize vrednosti kiselinskog broja (Acid Number-AN) i infracrvene analize na principu Furijerove transformacije (FTIR).

Vršeci monitoring stanja maziva, u mogućnosti smo izvršiti osveženje ili zamenu maziva pre nego što nastupe ozbiljnija oštećenja tehničkog sistema.

Ako je oštećenje primećeno u toku rada, zbog nečistoća u ulju ili problema vezanih za mazivo, stanje tehničkog sistema se može kontrolisati i odmah izvršiti prekid njenog rada u cilju smanjenja oštećenja.

Postoje dva tipa alarma tj. upozorenja koja se koriste u analizi ulja: apsolutni i statistički alarm. Efikasna analiza ulja zasniva se na kombinaciji oba tipa.

Granica upozorenja predstavlja apsolutni alarm. Statistički trend, uzima u obzir promenljivost, koja je posledica uzorkovanja ulja, zaprljanja ulja i sl., te predstavlja standardnu devijaciju (odstupanje). Odstupanje od ove normalne promenljivosti signalizira pojavu ozbiljnijih problema. Ovo odstupanje predstavlja prvi znak za poduzimanje mera u cilju rešavanja nastalog problema. Kako se trend odstupanja približava granici upozorenja potrebno je poduzeti mere kao što je zamena ili prečišćavanje ulja ili pregled tehničkog sistema.

Test može obuhvatiti kontrolu sadržaja metalnih čestica, kontrolu viskoznosti ili neke druge parametre. Oblast normalne promenljivosti uzima u obzir male varijacije nastale usled analitičke tačnosti, homogenosti uzorka, itd. Uspostavljanje statističkih alarma, koji obezbeđuju najranije moguće upozorenje, bez lažnih alarma, je teško ostvariti. Faktori kao što su dodavanje ili zamena ulja, zamena filtera i tehnika uzorkovanja utiču na tačnost rezultata.

Testovi koji su najčešće korišćeni, prilikom monitoringa stanja tehničkog sistema, jesu:

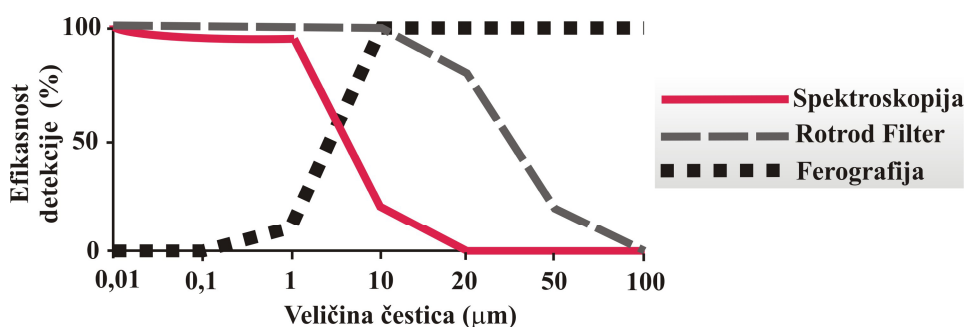
- spektrometrijska analiza,
- analitička ferografija,
- Rotrode Filter Spektroskopija (RFS),
- infracrvena analiza (FT-IR),
- viskoznost,
- ukupni kiselinski broj (TAN),
- ukupni bazni broj (TBN),
- količina vode i čestica.

Spektrometrijska analiza

Poslednjih 40 godina ili približno toliko, spektrometrijska analiza se primenjivala za analizu uzoraka korišćenog ulja kao tehnika za monitoring stanja sistema (uslovi režima monitoringa i prediktivnog održavanja koji se danas uobičajeno koristi). Spektrometrijska analiza određuje elementarnu koncentraciju raznovrsnih habajućih metala, kontaminata, i aditive koji se pojavljuju u uzorcima korišćenog ulja. Rezultati su obično izraženi u ppm. Komercijalne laboratorijske analize ulja daju podatke za oko 20 različitih elemenata. Atomska emisiona spektroskopija usmerna je na pripremu uvida u nenormalnu brzinu habanja, mada uostalom tehnike koje su poznate ukazuju na uvećanu osetljivost u pogledu veličine čestica.

Spektrometrijska analiza je tehnika za utvrđivanje i kvantificiranje metalnih čestica nastalih habanjem, zaprljanjem i sl. Uzorak ulja se pobuđuje tako da svaki element emituje ili apsorbuje određenu količinu energije što ukazuje na koncentraciju elemenata u ulju.

Rezultati predstavljaju koncentraciju svih rastvorenih metala i čestica. Oprema za spektrometrijsku analizu danas predstavlja standardnu opremu laboratorija za analizu ulja, a daje relativno brzo i tačno informaciju o stanju tehničkog sistema, zaprljanju i habanju.



Slika 6 – Efikasnost detekcije

Nekoliko vrsta habanja (habanje kao posledica raspadanja materijala pod uticajem toplote, klizna habanja i režno habanje) generiše velike čestice koje se ne mogu otkriti spektroskopijom. Veličina čestice pri kojoj spektrometri počinju da gube sposobnost detekcije zavisi od brojnih faktora kao što su vrsta i tip spektrometra. Gledajući generalno spektrometri gube sposobnost detekcije čestica prečnika između 1 i 10 μm (slika 6). Ovo je glavni nedostatak spektrometrijske analize.

Standardni elementi kod analize čestica habanja motornog ulja

Ispitani standardni elementi kod analize čestica habanja				
Kontaminat ili aditiv	Habajući metali	Rashladno sredstvo ili aditiv	Aditivi ulja	Kontaminat ili habajući metal
Silicijum (Si)	Gvožđe (Fe) Aluminijum (Al) Hrom (Cr) Bakar (Cu) Olovo (Pb) Kalaj (Sn) Nikal (Ni) Srebro (Ag)	Natrijum (Na) Bor (B)	Cink (Zn) Fosfor (P) Kalcijum (Ca) Magnezijum (Mg) Barijum (Ba) Molidben (Mo)	Vanadium (Va)

Analitička ferografija

Analitička ferografija je tehnika koja izdvaja pohabane magnetne čestice iz ulja. Ove čestice se sležu na staklenoj površini poznatoj kao ferogram. Mikroskopsko ispitivanje omogućava da odredimo tip habanja, a verovatno i izvor habanja u tehničkom sistemu. Analitička ferografija je izuzetan indikator izrazito povećanog habanja delova od nebojenih metala, ali je neprikladna u slučaju habanja delova od obojenih metala.

Test je od izuzetne koristi kod već uspostavljenog procesa habanja. Rezultati uključuju izvještaj o veličini, morfologiji i količini čestica od nebojenih metala i nečistoća.

Ferografija je dosta rasprostranjena tehnologija analize pohabanih čestica. Predstavlja dijagnostičko-prognozirajuću tehniku koja nudi pogodan način tačnog procenjivanja on-line stanja podmazivanih delova u kontaktu bez isključivanja tehničkog sistema. Jedna automatizovana verzija ove tehnike je DR (Direct Read) ferografija koja meri odnos krupnih i sitnih čestica u ostacima uljnog uzorka. Mala količina uzorka se razređuje rastvaračem i pušta da teče kroz malu kapilarnu cev koja se kreće kroz magnetno polje. Dva optička senzora su nezavisno jedan od drugog postavljeni na ulaz i neznatno usmereni niz kapilarnu cev mereći gustoću čestica nebojenih metala sabranih na oba mesta. Ovi podaci se mogu koristiti pri određivanju koncentracije pohabanih čestica i indeksa ozbiljnosti situacije.

Kada se sedamdesetih godina pojavio DR ferogram, doživeo je veliki uspjeh, zahvaljujući sposobnosti da otkriva kako velike tako i male čestice nebojenih metala u ulju, kao i sposobnošću određivanja njihovog odnosa koji karakteriše pojavu povećanog habanja kod sistema sa rotacionim delovima. DR ferografija je i dalje bazirana na magnetnom odvajanju, tako da se ovaj princip ne može koristiti u slučaju čestica od obojenih

metala bilo koje veličine, kao i u slučaju anorganskih nemetalnih čestica (pesak, nečistoće, i sl.). Ovaj nedostatak dolazi do izražaja posebno kod monitoringa opreme sa kritičnim dijelovima od obojenih metala. Zbog toga, tradicionalna spektroskopija, ostaje sastavni deo analize ulja upravo zbog sposobnosti da otkrije sitne čestice obojenih metala.

Kombinacija DR ferografije i spektrometra je do pojave Rotrode Filter Spektroskopije (RFS) bila popularna metoda ekranizacije uljnih uzoraka radi detekcije povećanog habanja. Međutim, čak i u kombinaciji, ove metode ne mogu otkriti krupnije čestice obojenih metala.

Rotrod filter spektroskopija (RFS)

Rotrod filter spektroskopija je prvi put predstavljena 1992. godine. Ova spektrometrijska tehnika detektuje krupne metalne čestice i nečistoće u uljnom uzorku. Prečnik ovih čestica je do 25 μm . Ove krupne čestice su od posebnog značaja, jer predstavljaju prve indikatore povećanog intenziteta habanja.

RFS predstavlja jednu poboljšanu spektroskopsku metodu analize korišćenog ulja za monitoring stanja odnosno predviđanja potrebnog održavanja, bez ograničenja po veličini ili tipu čestice kao u slučaju kombinovane spektrohemijske metode i DR ferografije. Superiornija je u odnosu na DR ferografiju, jer ima mogućnost detekcije čestica kako neobojenih metala tako i obojenih, kao i nečistoća. Efikasnost detekcije opada sa porastom prečnika čestica iznad 25 μm . Metoda koristi spektrometar sa elektrodom u obliku rotacionog diska, poznat kao RDE (Rotating Disk Emission) spektrometar, koji obezbeđuje spektrografijsku analizu ulja (SOA).

RDE spektrometar sastoji se od karbonskog diska koji je pritisnut na kraj rotirajućeg vratila. Povišen stepen habanja prouzrokuje značajno povećanje koncentracije i veličine pohabanih čestica. Koristeći poroznu grafičku „rotrodu“ kao filtrirajući medij krupne čestice se apsorbuju i podvrgavaju RDE spektroskopiji dobijajući više-elementnu analizu uljnog uzorka. Prvenstveno se meri koncentracija i veličina ovih apsorbovanih krupnih čestica nezavisno od sitnih i rastvorenih čestica nečistoća u uzorku. Kombinujući rezultate analize krupnih čestica sa konvencionalnom RDE analizom rastvorenih i sitnih čestica u uljnom uzorku može se dobiti kompletna slika analize pohabanih čestica određenog tehničkog sistema.

Infracrvena analiza (FT-IR)

Infracrvena spektroskopija furijerovom transformacijom (FT-IR) je spektrometrijska tehnika za detekciju organskih nečistoća, vode i produkata degradacije ulja u uljnom uzorku. Vršiti se kontrola degradacije

maziva (oksidacija, nitracija, sulfatacija, trošenje aditiva) i tečnih nečistoća (voda, glikol, razblaživanje maziva gorivom). Tokom radnog veka maziva, akumuliraju se produkti oksidacije, prouzrokujući degradiranje ulja i u većini slučajeva lagani porast njegove kiselosti. Ako se oksidacija pojavi u većoj meri, mazivo će prouzrokovati koroziju kritičnih površina uređaja. Povećanje oksidacije dovodi do većeg „oksidacionog broja“. Slično tome, „nitracioni broj“ ukazuje na nivo jedinjenja nitrogena u ulju prouzrokovanih vezivanjem atoma azota (česta pojava kod motora na prirodni gas). Pojave kao što su beljenje ulja, taloženje mulja, lepljivi klipni prsteni i začepljenje filtera javljaju se u sistemima sa problemom oksidacije i/ili nitracije.

FT-IR spektroskopija takođe, utvrđuje kontaminaciju ulja vodom, glikolom antifrizom, naslagama čađi, razblaživanja ulja gorivom. Postoje preporuke proizvođača vezano za oksidacione brojeve i tečne nečistoće.

Viskoznost

Viskoznost je veličina koja predstavlja meru unutrašnjeg otpora ili trenja koje se javlja u tečnosti prilikom strujanja a predstavlja osnovno fizičko svojstvo ulja za podmazivanje. Viskoznost direktno utiče na formiranu debljinu sloja maziva, gubitke usled trenja i zagrevanja. Od veličine viskoznosti, kod motora SUS, zavisi mogućnost zaptivanja uljem, potrošnja ulja, mogućnost pokretanja motora pri niskim temperaturama, itd.

Mazivo mora posedovati odgovarajuće karakteristike, kako bi osiguralo adekvatno razdvajanje kontaktnih površina koje se podmazuju pri različitim radnim temperaturama.

Izbor veličine viskoznosti ulja zavisi od više faktora kao što su: radna temperatura, temperatura okoline, opterećenje, brzina pokretnih delova i drugi zahtevi. U skladu sa time se u okviru istog kvaliteta jedne grupe ulja, ona proizvode sa različitim veličinama viskoznosti.

U praksi se fizičko hemijske karakteristike ulja određuju vrednostima *dinamičke viskoznosti* (η), *kinematske viskoznosti* (ν) i *indeksa viskoznosti* (IV) koji predstavlja empirijski broj koji pokazuje tendenciju promene viskoznosti sa promenom temperature. Indeks viskoznosti (IV) je mera otpora maziva usitnjavanju njegovih molekula sa porastom temperature, a predstavlja važnu osobinu maziva na nižim temperaturama. Tako na primer, zbog pumpabilnosti maziva zahteva se njegova manja viskoznost, dok s druge strane zbog obezbeđenja potrebne moći nošenja mazivnog filma na radnoj temperaturi, zahteva se njegova dovoljna gustoća. U slučaju motornih ulja, ispunjenju ovih zahteva uspešno potpomažu poboljšivači indeksa viskoznosti bazirani na polimerima.

Uobičajeno se vrednost indeksa viskoznosti kreće u granicama od 0 do 100. Pri tome $IV = 0$ označava da je promena veličine viskoznosti značajna, a $IV = 100$ da su to ulja sa manje izraženom promenom viskoznosti u zavisnosti od promene temperature. Multigradna (višesezonska) motorna ulja i neke vrste sintetskih ulja imaju indeks viskoznosti i veći od 100. Uopšteno, veći indeks viskoznosti označava manju tendenciju promene viskoznosti sa promenom temperature, i obrnuto.

Dinamička viskoznost (Dynamic-Absolute-Viscosity) dobija se primenom Njutnovog zakona koji uspostavlja vezu između napona smicanja u tečnosti i gradijenta brzine, odnosno:

$$\tau = \eta \frac{du}{dy} \Rightarrow \eta = \frac{\tau}{\left(\frac{du}{dy}\right)} \quad (1)$$

gde je:

τ – napon smicanja u fluidu,

du/dy – gradijent brzine u pravcu normalnom na pravac strujanja fluida,

η – dinamička viskoznost.

Izvedene jedinice su: Paskal sekunda, $\text{Pa} \cdot \text{s}$, i milipaskal sekunda, $\text{mPa} \cdot \text{s}$, dok se ranije primenjivala jedinica centi Poaz: $\text{cPa} = 1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, a meri se po ASTM D 2983.

Kinematska viskoznost (Kinematic Viscosity) (ν) predstavlja odnos dinamičke viskoznosti (η) i gustine (ρ) maziva na posmatranoj temperaturi:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (2)$$

Izvedene jedinice su: m^2/s i mm^2/s . Ranije se koristila jedinica centi Stoks: $1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$.

Kinematska viskoznost se određuje po ekvivalentnim metodama: ISO 3104; ASTM D445; DIN 51562; JUS B. H8.022.

Tečnosti čije strujanje je u saglasnosti sa navedenim zakonom nazivaju se *njutnovski fluidi*. Odlikuje ih stabilnost viskoznosti za određenu temperaturu i pritisak, odnosno kod njih je viskoznost funkcija samo od temperature i pritiska.

U tabeli 5 su, na osnovu preporuka, date orijentacione vrednosti viskoznosti za ulja različite namene.

Opseg viskoznosti ulja za različite namene

Namena ulja	Viskoznost na radnoj temperaturi [mm ² /s]
Ulja za instrumente i satne mehanizme	5–20
Ulja za šivaće mašine	10–25
Motorna ulja	10–50
Ulja za turbinska postrojenja	10–50
Ulja za hidraulične sisteme	20–100
Ulja za kotrljajne ležaje	10–300
Ulja za klizne ležaje	20–1500
Ulja za zupčanike:	
– sporohodi cilindrični zupčanici sa pravim i kosim zupcima, konični zupčanici	200–800
– cilindrični zupčanici sa ravnim i kosim zupcima, konični zupčanici; srednje brzohodnosti	50–150 15–100
– zupčanici visoke brzohodnosti	50–600
– hipoidni zupčanici	200–1000
– pužni zupčanici	
Maziva za otvorene zupčanike	100–50000

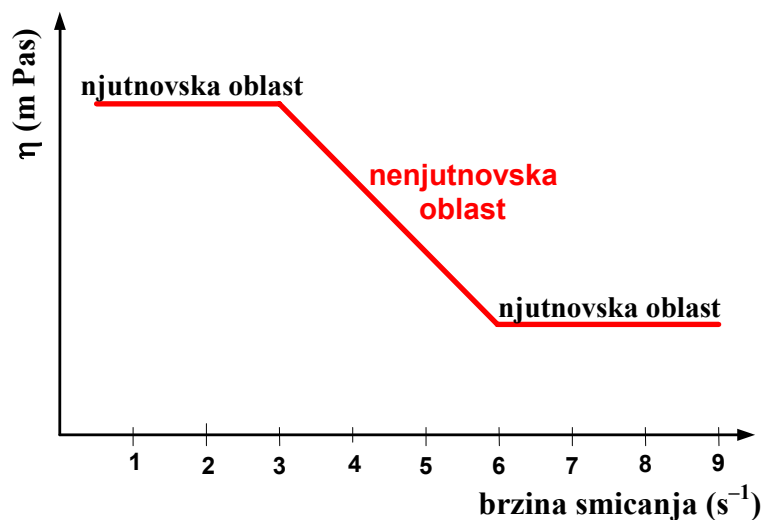
Viskoznost ulja opada sa porastom temperature brzo i po određenoj zakonitosti i obrnuto sa padom temperature viskoznost raste. U toku eksploatacije poželjno je da promena viskoznosti pri promeni temperature bude što manja, jer ukoliko su tokom rada temperaturni režimi promenljivi i izazivaju velike promene viskoznosti, mogu nastati poremećaji u funkcionisanju sistema, čija manifestacija je povećano trenje, habanje i oštećenje.

Nenjutnovske fluide predstavljaju ona maziva kod kojih je zavisnost između napona na smicanje i gradijenta brzine nelinearna, odnosno kod kojih viskoznost ne ostaje stalna veličina u uslovima zadate temperature i pritiska. To znači da viskoznost nije funkcija samo temperature i pritiska, već i promene brzine smicanja. Mnoga maziva pokazuju svojstvo nenjutnovskih fluida. Ovde spadaju razne emulzije i suspenzije, ulja sa polimernim aditivima (multigradna ulja) i mazive masti.

Veličina viskoznosti pri određenom gradijentu brzine smicanja označava se kao prividna viskoznost, a pad viskoznosti usled porasta brzine smicanja kao strukturna viskoznost. *Prividna viskoznost (Apparent Viscosity)*, opisuje ponašanje ulja na niskim temperaturama i određuje se na

uređaju koji oponaša startovanje u hladnim uslovima (CCS – *Cold Cranking Simulator* za motorna ulja ili po *Brookfield*-u za menjačka i ATF ulja). Opis uređaja prikazan je u standardnim ekvivalentnim metodama: DIN 51377 i ASTM D 2602. Za motorna ulja i ulja za zupčaste prenosnike posebno je značajna strukturna viskoznost, što je prikazano na slici 7.

Za vreme početnog rasta brzine smicanja multigradnja ulja zadržavaju svoj njutnovski karakter. Nakon toga ulaze u nenjutnovsku oblast koja karakteriše znatan pad viskoznosti. Ukoliko se rast brzine smicanja nastavi ponovo ulaze u njutnovsku oblast, koja se razlikuje od prvobitne. U ovoj oblasti ne dolazi do dalje deformacije prisutnih molekula polimera ili drugih velikih molekula, odnosno više se ne orjentišu u smeru povoljnog strujanja. Veličina ove reverzibilne promene viskoznosti uslovljena je pre svega strukturnom viskoznošću i zavisi od promena temperature i pritiska. Relativni pad viskoznosti raste sa snižavanjem temperature i rastom pritiska i kod nekih ulja može iznositi 10 ÷ 70%.



Slika 7 – Zavisnost viskoznosti multigradnih ulja od brzine smicanja

Prilikom iskazivanja vrednosti viskoznosti mora se uvek navesti temperatura na kojoj je određivana, upravo zbog izražene zavisnosti od temperature. Indeks viskoznosti se može odrediti metodama ASTM D2270, ISO 2909 ili JUS B. H8.024.

Kinematska viskoznost se određuje tako što se fluid stavlja u viskozimetar (kalibrisana kapilarna cev za precizno merenje protoka između dve obeležene tačke na cevi) i podgrejava na zadanu temperaturu u „viskoznoj kadi“ koja je najčešće napunjena uljem. Nakon što se ulje zagreje na određenu temperaturu, usled delovanja gravitacije počinje teći kroz viskozimetar. Meri se vreme potrebno da ulje protokne između dve kalibrisane tačke na cevi.

Smicanje maziva se javlja u slučaju cepanja njegovih molekula na manje molekule. Ovo se dešava iz dva osnovna razloga a to su: toplota i pritisak iz sistema. Viskoznost maziva znatno zavisi od njegove klasifikacije ili gradacije kao i od stepena oksidacije i zaprljanja tokom rada. Razlozi za povećanje viskoznosti maziva leže u sledećem: oksidacija maziva, kavitacija usled penušanja maziva, rastvaranje maziva s vodom, punjenje sistema mazivom veće viskoznosti od preporučene i zaprljanje maziva čvrstim česticama. S druge strane, razlozi za smanjenje viskoznosti maziva su: zaprljanje maziva gorivom, usitnjavanje molekula, zaprljanje maziva bez njegovog rastvaranja s vodom, punjenje sistema mazivom manje viskoznosti od preporučene i uticaj sredstva za hlađenje. Ako se viskoznost maziva razlikuje više od 10% od nominalne gradacije, proizvođači maziva preporučuju njegovu zamenu.

Tokom rada i vremena, očekuje se porast viskoznosti maziva. Smanjenje viskoznosti se smatra opasnijim od njenog povećanja. Stoga, je dozvoljena gornja granica +20% iznad nominalne vrijednosti, a donja – 10% ispod nominalne vrijednosti.

Ukupni kiselinski broj (TAN)

Ukupni kiselinski broj je neutralizacioni broj namenjen za merenje svih kiselinskih i kiselinsko-aktivnih materijala u mazivu uključujući jake i blage kiseline. To je titraciona metoda koja pokazuje relativnu kiselost maziva. Uzorak se razblažuje razređivačem i alkalnom bazom, u obliku kalijum hidroksida (KOH) i dodaje u kontrolisanoj meri iz menzure dok se uzorak ne neutralizuje. Kalijum hidroksid je titrant. Neutralizacija se meri jedinicom volt ili pH faktorom. Tačka početka neutralizacije se kreće oko vrednosti faktora pH 11. TAN se određuje na osnovu utrošene količine KOH. Jake kiseline imaju tendenciju da postanu korozivne a njihova količina u mazivu mora se obavezno kontrolisati. Kiselinski broj koristi se kao pokazatelj oksidacione degradacije ulja tokom rada. Kada vrednost TAN-a dosegne određeni definisani nivo za dato mazivo i za njegovo mesto primene potrebno je izvršiti zamenu ulja. Neočekivani porast vrednosti TAN-a može ukazivati na abnormalne radne uslove (npr. pregrevanje) što zahteva traženje uzroka. Većina proizvođača maziva daje preporučene vrednosti TAN-a u katalozima.

Ova analiza je posebno bitna za hidraulična, kompresorska, turbinska i druga ulja koja se koriste kod opreme osetljive na koroziju. Dozvoljava se porast TAN za 50% od početne vrednosti. Određivanjem ukupnog kiselinskog broja meri se porast kiselosti maziva u toku upotrebe. U toku primene mazivo je često u kontaktu sa vazduhom i na visokim temperaturama se delimično oksiduje. Brzina oksidacije se smanjuje pogodnim antioksidantima. Kad se ulje degradira uglavnom oksidacijom, nusprodukti oksidacije su kiseli i daju kiselost ulju u poređenju sa početnom vrednosti, što pove-

ćava korozivnost. TAN je dobar indikator u pogledu pogodnosti ulja za dalju upotrebu i obično se povećava pregrevanjem ili kontaminacijom. Kod dizel motora, turbina i hidrauličnih sistema otpornost prema oksidaciji je vrlo bitna. Postepeno povećanje kiselinskog broja je uobičajena pojava, dok naglo povećanje ukazuje na spoljni izvor, odnosno kontaminaciju. Ukupan kiselinski broj predstavlja količinu kalijum hidroksida (KOH) potrebnu za neutralizaciju kiselina koje se nalaze u 1 gramu ulja (JUS ISO 6619). Kiselinski broj se određuje metodom ASTM D 664. Takođe se može odrediti i kolorimetrijskom metodom ASTM D 974 kod svetlijih ulja.

Ukupni bazni broj (TBN)

TBN je neutralizacioni broj namenjen za merenje svih baznih (alkalnih) materija u mazivu. Suprotno od TAN-a, ova metoda titracije služi za određivanje rezerve alkalnosti maziva. Generalno posmatrajući, TBN predstavlja pokazatelj sposobnosti ulja da neutrališe štetne kiselinske produkte nastale sagorevanjem gasova u motoru. Uzorak se razblažuje razređivačem i kiselinom (hlorovodonična ili perhlorna) i dodaje u kontrolisanu meri iz menzure dok se uzorak ne neutrališe. Kiselina je titrant. Neutralizacija se meri na isti način kao i kod TAN-a, s tom razlikom da se tačka početka neutralizacije najčešće javlja oko vrednosti pH 4. TBN se određuje na osnovu utrošene količine kiseline. Vrednost TBN-a je najveća kod novog nekorištenog ulja, a smanjuje se sa vremenom provedenim u radu. Niska vrednost TBN ukazuje na skori kraj radnog veka ulja. Kiselina nastale sagorevanjem (sumporna kiselina) smanjuju vrednost TBN-a.

Sagorevanjem goriva u motoru i kondenzacijom formiraju se sumporasta (H_2SO_3) i sumporna (H_2SO_4) kiselina koje deluju agresivno na metalne površine povećavajući stepen korozivnog dejstva ulja. Da bi se one eliminisale, motornim uljima se, za vreme procesa proizvodnje, dodaju aditivi koji mu daju bazna svojstva. Vremenom, bazna svojstva ulja opadaju, pa se zato određuje ukupni bazni broj kao mera istrošenosti aditiva. Značaj TBN ogleda se u mogućnosti ocenjivanja stepena istrošenosti aditiva, koji se obavlja na osnovu razlike alkalnosti rabljenog i svežeg ulja. Određuje se metodama: ASTM D 2896 i 664; ISO 3771; IP 276 i 177; DIN EN 55.

Ova analiza je bitna samo za motorna ulja i smatra se da ulje treba zameniti ako TBN padne za 50% od početne vrednosti. Ukupan bazni broj označava alkalnu rezervu ulja koje treba da neutrališe kisele produkte sagorevanja. Nagli pad ukazuje na loš kvalitet goriva.

Produženje intervala upotrebe motornoga ulja bez kontrole stanja je vrlo rizično i može imati sledeće posledice: slepljivanje klipnih prstenova, izgorele i lakom prekrivene klipove, brzo trošenje ležajeva, izgorele ventile i konačno zaribavanje motora.

Zaključak

Pri upotrebi maziva bitno je odabrati ispravno mazivo i održavati ga čistim, svežim i bez prisustva vlage. U praksi, to povlači za sobom brojne tehnologije i pravila koja osiguravaju ispunjenje prethodnih uslova, a što u znatnoj meri zavisi od vrste aplikacije i njene specifičnosti. To podrazumeva odabir ispravnog baznog ulja, ispravne viskoznosti i ispravnih aditiva za odgovarajuću namenu. Takođe, nužno je voditi računa o zaprljanju ulja sa aspekta udela vode i čestica što može imati izrazito štetne efekte na radni vek tehničkog sistema i maziva [8, 9].

Degradacija mazivih ulja može nastati pre eksploatacije, kontaminacijom na relaciji od proizvođača do korisnika, u toku transporta, skladištenja ili pretakanja i to nekada do stepena neupotrebljivosti.

U toku upotrebe menjaju se fizičko-hemijske osobine maziva. Brzina degradacije zavisi od ukupnih uslova pod kojima se odvijaju tribološki procesi.

Za utvrđivanje stepena degradacije koriste se laboratorijske analize, na osnovu kojih se donosi odluka da li je ulje za dalju upotrebu ili se mora zameniti. U slučaju da makar jedna karakteristika izađe iz dozvoljenih granica ulje se mora zameniti.

Ispravno održavanje maziva povećava radnu sposobnost tehničkog sistema, produžava njegov radni vek kao i vek maziva. Otkazi tehničkog sistema su smanjeni, kao i troškovi opravke. Takođe, umanjeni su troškovi nabavke maziva i njegovog skladištenja [10, 11].

Danas se za dijagnosticiranje tribomehaničkog sistema primenjuju različite fizičko-hemijske metode i tribološke metode. Iskustva iz eksploatacije tehničkih sistema su pokazala da je prognoziranje neispravnosti najefikasnije na osnovu parametara koji su pouzdani pokazatelji procesa habanja-čestica koje nastaju habanjem. Mazivo je, kao kontaktni element tribomehaničkog sistema, nosilac informacija o stanju celog sistema s aspekta triboloških i drugih procesa starenja.

Literatura

- [1] Taylor, R. I., Coy, R. C., Improved fuel efficiency by lubricant design, 2001,
- [2] Piest, M., Taylor, C. M., Automobile engine tribology, 2000.
- [3] Troyer, D., Fitch, J., Oil Analysis Basics, Noria Corporation, 1999.
- [4] Practicing Oil Analysis, Put ZIP in Your Oil Analysis Program With Tribometrics VIP Analyzer, www.noria.com
- [5] Babić, M., Monitoring ulja za podmazivanje, Kragujevac, 2004.
- [6] Perić, S., Uticaj načina eksploatacije menjačkog prenosnika guseničnog vozila na fizičko hemijske karakteristike sredstva za podmazivanje, magistarski rad, Mašinski fakultet Beograd, 2006.

[7] Perić, S., Pešić, Z., Krsmanović, M., Promena fizičko hemijskih karakteristika motornog ulja tokom eksploatacija sa aspekta dijagnostike stanja, Yutrib 05. Kragujevac 2005.

[8] Perić S., Vuruna M., Pešić Z., Nedić, B., Contribution to diagnostics of technical condition tribology assemblies transmitters of vehicles, 6th International conference on tribology BALKANTRIB '08, 12–14 June 2008, Sozopol, Bulgaria.

[9] Perić, S., Pešić, Z., Rakić, S., Grkić, A., Changes physically-chemical characteristics of transmission oil as parameter identification state and diagnostics of vehicle transmission gear, 11th International Automotive Conference SCIENCE AND MOTOR VEHICLES, 23–25 April, Belgrade 2007.

[10] Perić S., „Fizičko-hemijske i tribološke karakteristike motornog i menjačkog ulja kao parametar stanja tribomehaničkog sistema“, Vojnotehnički glasnik, broj 1/2008., str. 64– 73, Beograd, ISSN: 0042–8469.

[11] Perić S., „Analiza stepena kritičnosti tehničkih sistema“, Vojnotehnički glasnik, broj 2/2009, str. 46–60, Beograd, ISSN: 0042–8469.

MODERN METHODS OF OIL ANALYSIS IN TECHNICAL SYSTEMS

Summary:

Different technical systems require an appropriate lubricant to be used at an appropriate place, at appropriate time and in appropriate quantity. Determination of technical systems condition has a very important role in the development of theory and practice of friction, wear and lubrication. Lubricant is, as a contact element of tribomechanical systems, a carrier of information about the state of the whole system, from the aspect of tribological and other ageing processes. The analysis of oils, based on a properly defined program, thus represents a very effective method for monitoring the condition of technical systems, which ensures early warning signals of potential problems that could lead to failure and break down of technical systems.

Introduction

It is not always simple to determine a type of lubricant, frequency of lubrication and the quantity of lubricant to be used. The optimal recommendation would be to follow specifications of technical system manufacturers, experience, lab research or professional recommendation of lubricant suppliers.

Rational lubricant consumption can be obtained by timely oil replacement, which then enables a maximum possible period of use as well as high-quality lubrication. Since the primary role of lubricants is to reduce negative effects of tribological processes related to friction, wear and temperature increase in tribomechanical systems, all types of maintenance include lubrication as a very important part of the whole procedure.

On the other hand, lubricant is, as a contact element of the system, a carrier of information about the condition of the whole system, from the aspect of tribological and other ageing processes. Therefore, an analysis of oils, based on a properly defined program, represents a very effective method for monitoring the condition of technical systems, which ensures early warning signals of potential problems that could lead to failure and break down of technical systems. Besides mechanical components in a system structure, the condition of lubricant itself is also affected, which leads to a loss of lubricating properties.

Contamination and degradation of lubricating oils

There are numerous opportunities for contamination and degradation of lubricating oils. Contamination and degradation of oil exploitation cannot be completely prevented, but can be significantly reduced, which is very important both for oil and for a technical system itself. The rate and degree of degradation of oil are proportional to the rate and extent of contamination. It is therefore important to prevent rapid contamination of oil, before and during use. The spectrum of oil contaminants is considerably wide. Any contaminant destructive impact on oil, reducing its physical-chemical and working properties, results in shortening its service life as well as the service life of the technical system in question.

During oil exploitation, changes occur in: chemical compositions and properties of base oils, chemical compositions and properties of additives, and consequently chemical compositions of oils in general, as a result of contamination and degradation.

The most significant oil contaminants are base oils degradation products, additives degradation products, metal particles as a result of wear processes, solid particles from the environment, water and products of fuel combustion.

During the operation the following changes occur: contamination of oil by the products of its own degradation, by products of incomplete combustion of fuel and by contaminants of various origin.

The main objectives of the analysis and monitoring of oil exploitation in vehicles

The main objectives of the analysis and monitoring of oil exploitation in vehicles are:

- analysis of system element wear processes,*
- analysis of lubricant contamination processes,*
- monitoring changes in the properties of lubricants in order to optimize the life of system functionality control (penetration of contaminants, temperature and pressure, filter efficiency, etc.) and*
- determining the extent of damage and causes of failure.*

The analysis of the contents of different metals in lubricants is very important. Metal particles are abrasive, and act as catalysts in oil

oxidation. In motor oils, they can originate from additives, wear processes, fuel, air and cooling liquid. Metals from additives may be Zn, Ca, Ba, or Mg and they indicate additive deterioration. Metals originating from wear are: Fe, Pb, Cu, Cr, Al, Mn, Ag, Sn, and they point to increased wear in these systems. The elements originating from cooling liquids are Na and B, and their increased content indicates the penetration of cooling liquid in the lubricant. The increased content of Si or Ca, which originate from the air, points to a malfunction of the air filter.

Condition monitoring through oil analysis tests

There are many different types of oil analysis tests that are used to evaluate lubricants. The tests must cover three areas: technical system condition, contamination condition, and lubricant condition.

From the technical system condition aspect, attention should be paid to the presence of any metal particles in oil and the tendencies in their change. The second focus would be the lubricant condition, especially viscosity change, increase in oxidation, and signs of additive depletion. The third focus would be impurities, where the emphasis should be placed on particle number, water content and metal impurities.

Theoretically, oil analyses are divided into three classes. In reality, all three condition-monitoring classes are interrelated and must be considered as a whole. For example, an increase in viscosity could be an indication that a lubricant is oxidizing. But oxidation could be an incorrect conclusion, if there is no indication of an increasing oxidation tendency obtained either by the acid number (AN) values analysis or the Fourier Transform-Infrared (FT-IR) analysis.

Lubricant monitoring enables its refreshing or replacement before serious technical system damage occurs.

If damage is noticed in the course of operation, and is caused by impurities or lubricant problems, the technical system condition can be monitored and the system may be shut down immediately to minimize damage.

There are the two types of alarms, i. e. warning signs used in oil analysis: absolute and statistical alarms. An effective oil analysis relies on the combination of both types.

The warning limit is the absolute alarm. The statistical tendency takes into account variability based on oil sampling and its contamination and represents the standard deviation. The deviation from the normal variability indicates serious problems, which is the first signal for taking action and dealing with the problem. As the deviation tendency approaches the warning limit, oil replacement, oil purification or a system inspection is required.

Metal particles content and viscosity or some other parameters can be tested. The normal variability range takes into account minor variations caused by analytical accuracy, sample homogeneity, etc. Statistical alarms, which provide the earliest possible warning without false alarms, are difficult to achieve. The factors such as oil adding or changing, filter changes and a sampling technique can distort the results.

The following tests are most frequently used in technical system condition monitoring:

- Spectrometric Analysis,*
- Analytical Ferrography,*
- Rotrode Filter Spectroscopy (RFS),*
- Infrared Analysis (FT-IR),*
- Viscosity,*
- Total acid number (TAN),*
- Total Base Number (TBN)*
- Water and Particle Count.*

Key words: monitoring, maintenance of technical systems, Oil Analysis.

Datum prijema članka: 17. 07. 2008.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 08. 10. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 12. 10. 2009.

RAZJAŠNJENJE DEFINISANJA TRANSPORTNOG LANCA

Cakić B. Aleksandar,
Vojna akademija – Katedra logistike, Beograd

UDC: 355.415.2
355.691.1

Sažetak:

U radu je pregledno prikazano na koji način se u savremenoj naučnoj praksi definiše pojam transportnog lanca i njegova optimizacija. Radi pojašnjenja dato je poređenje sa logističkim i snabdevačkim lancem, i definisane su razlike i sličnosti u ovim pojmovima radi razgraničenja različitog definisanja pojmova. Takođe, upoređeni su pojmovi optimizacije transportnih i optimizacije logističkih lanaca i danas vrlo prisutnog pojma upravljanja snabdevačim lancima – supply chain management (SCM).

Ključne reči: transportni lanac, snabdevački lanac, logistički lanac, optimizacija transportnog lanca.

Uvod

U savremenoj stručnoj literaturi često se javljaju pojmovi koji neki autori tretiraju kao sinonime, dok drugi insistiraju na razlikama i bitno različitim terminima. U radu su prikazana gledišta više autora sa različitim pristupima ovim terminima i jasno su razgraničene sličnosti i razlike koje se u njima javljaju.

Pojam transportnog lanca

Pojam transportnog lanca nije stran u savremenoj naučnoj praksi. Mnogi autori su definisali pojam transporta i transportnog lanca.

U stranoj literaturi mogu se naći sledeće definicije:

– transport se odnosi na različite metode za premeštanje proizvoda. Kamion, voz i avion su samo neki od popularnih izbora. Menadžment transportnih aktivnosti obično uključuje pravljenje izbora u zavisnosti od metoda prevoza, rutiranja i korišćenja kapaciteta vozila. Za mnoga preduzeća, kompanije transport je najznačajnija logistička aktivnost jednostavno zato što apsorbuje, u proseku, aproksimativno od 1/3 do 2/3 logističkih troškova. On je esencijalan zato što nijedna moderna kompanija ne može funkcionisati bez obezbeđenja pokretanja svojih sirovina i gotovih proizvoda u nekom pravcu.

Transport je ključna aktivnost u logistici zato jer njome premešta proizvod kroz različite proizvodne faze do kupca, krajnjeg korisnika. Transport je pojedinačno najveći element u logističkim troškovima [1];

– širok opseg transportnih alternativa danas omogućava da se podrže snabdevački lanci logistike. Na primer, logistički menadžeri moraju da integrišu sopstvene sa iznajmljenim transportom da bi smanjili ukupne logističke troškove. Mnogi iznajmljeni prevoznici nude široku različitost dodatnih servisa i usluga, kao što su sortiranje proizvoda, sekvencioniranje i podešavanje prevozne isporuke i prikaza. Tehnologija omogućava vidljivost u realnom vremenu lokacije transporta kroz snabdevački lanac i dodatne informacije prema isporuci. Preciznija isporuka proizvoda smanjuje inventarisiranje, skladištenje i manipulaciju teretom. Kao rezultat, vrednost transporta postaje veća nego prosto prevoženje proizvoda od jedne lokacije do druge [2];

– u savremenoj vojnoj praksi, a prema definiciji koja je usvojena u Severnoatlantskoj alijansi (North Atlantic Treaty Organization – NATO), transport je iskazivanje zahteva za postojanjem fleksibilnih sposobnosti za pokretanje snaga u vremenskom načinu, u okviru i između bojišta do preduzimanja celog spektra uloga i misija Alijanse. On, takođe, sudejstvuje u logističkoj podršci neophodnošću u izgradnji i održanju operacija [3].

I domaći autori definisali su transport i transportni lanac:

– transportni proces predstavlja proces premeštanja – prevoženja putnika i robe i uključuje sve pripremne i završne operacije: pripremu robe, prijem, utovar, prevoz, istovar i predaju robe, odnosno ukrcavanje, prevoz i iskrcavanje putnika. Transportni proces obuhvata i upućivanje vozila na mesto utovara robe – ukrcavanja putnika [4];

– transportni lanac može se definisati kao sinhronizovana, vremenski usklađena realizacija operacija transporta, pretovara i skladištenja kojima se obezbeđuje protok robe od isporučioaca do primaoca. Sredstva za realizaciju transportnog lanca su mašine, uređaji, postrojenja, prevozna sredstva i dr. Predmet transporta je roba svih vrsta. Transportni lanac može se definisati kao integrisani i hronološki uređeni skup svih transportnih, pretovaranih i skladišnih procesa kroz koje prolazi paleta kao tovarna jedinica od obrazovanja kod pošiljaoca do rasformiranja kod konačnog primaoca. Tehnološka povezanost članova lanca sređena je u jedinstven proces promena u vremenu i prostoru, čime se postižu visoki efekti [5];

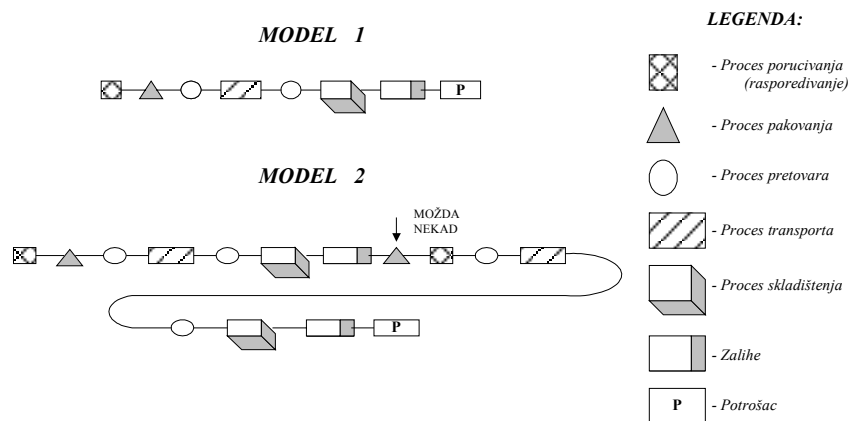
– nosioci realizacije transportnog lanca su makrologistički i mikrologistički sistemi i najčešće se mogu kombinovati u sledećem obliku: pošiljalac – otpremni špediter – prevozilac – prijemni špediter – primalac. Posmatrano sa aspekta teorije sistema transportni lanac je otvoren, složen, dinamičan i stohastičan sistem. Njegovi elementi su parcijalni procesi transporta, pretovara i skladištenja kod svih učesnika u transportnom lancu. Osnovni cilj transportnog lanca jeste izvršenje određenih transportnih zadataka, koje karakterišu sledeće svojstva:

– postojanje određene količine robe za transport, pretovar i skladištenje (kvantitet robe),

- postojanje određenih rokova za pojavu robe ili određene potrebe u robi (vremenska promena robe),
- premeštanje robe od mesta pojave robe (izvor) do mesta njene potrebe, odnosno ponora (promena mesta robe) [6];
- posmatrano sa stanovišta teorije sistema transportni lanac je otvoren, dinamičan i stohastičan sistem. Njegovi elementi su parcijalni procesi u transportnom lancu. Protok tereta uslovljava materijalne odnose unutar sistema. Globalno posmatrano, postoji mogućnost za obrazovanje različitih struktura transportnih lanaca. Funkcija transportnog lanca je izvršenje određene klase transportnih zadataka. Transportni lanci su pod sistemi sistema transporta robe. Tako se mogu javiti kao direktan transport bez promene i sa promenama transportnog sredstva. Kod intermodalnog transporta može se menjati transportni sud, ali često i ne mora, kao kod kontejnera ili pretovara delova ili celih vozila [6];
- transportni lanac, kao niz uzastopnih tehničkih, tehnoloških i organizaciono međusobno povezanih i sinhronizovanih postupaka u okviru kojih se vrši premeštanje MS od izvora do cilja objedinjava sve podsisteme integralnog transporta [7].

Transportni lanci obuhvataju organizacije za isporuku, prijem i skladištenje tereta, kao i jednu ili više transportnih organizacija koje obavljaju transport, pretovar i skladištenje. Obrazovanjem transportnih lanaca dobija se optimalna organizacija protoka materijala i smanjuje se broj radnih operacija, čime se ostvaruju ekonomske koristi. Prema tome, uspostavljanje i realizacija transportnih lanaca smatraju se glavnim preduslovima za racionalizaciju transporta, uz uvođenje savremenih tehnologija transporta.

Transportni lanac obuhvata sve operacije koje su potrebne za vremensku i prostornu promenu robe u okviru protoka materijala od njegovog izvora do mesta potrošnje. On nije vezan za granice proizvodne radne organizacije, niti za određene industrijske grane ili za druge strukture nacionalne privrede.



Slika 1 – Jedan način prikaza transportnih lanaca

Transportni lanci se organizuju i u VS. Ranijim naučnim projektima istraživana je organizacija transportnih lanaca u miru i ratu, a dobijena rešenja mogu se delimično primenjivati i pri projektovanju transportnih lanaca i tokova tereta u VS zbog bitno promenjenih uslova odvijanja transportnih lanaca, prostorno, vremenskih, tehnoloških i drugih. Racionalizacija transportnih lanaca u miru ima za cilj da omogući jednostavan i brz izbor najpovoljnijeg transportnog lanca za date uslove.

Razlike i sličnosti u definisanju pojmova logističkog, snabdevačkog i transportnog lanca

Kod mnogih savremenih autora različito se definišu pojmovi koji načelno predstavljaju slične procese i aktivnosti, a funkcija cilja je skoro identična. Takvi pojmovi su logistički lanac, snabdevački lanac i transportni lanac. U zavisnosti od toga koji autor sa kog aspekta ili hijerarhijskog nivoa posmatra određene procese i aktivnosti tako i daje svoje objašnjenje pomenutih pojmova. Radi boljeg razjašnjenja ovih pojmova poredićemo ovako definisane pojmove.

Pojam snabdevačkog lanca

Kod stranih autora u savremenoj praksi dominira pojam snabdevanja i snabdevačkih lanaca, a čak se više javlja kao posebna naučna oblast menadžment snabdevačkim lancima (supply chain management – SCM). Jednostavno, zbog značaja koji danas ima ova oblast u funkcionisanju preduzeća i kompanija, naročito pri donošenju odluka i strateških i taktičkih, ona se sa posebnom pažnjom izučava i prati. Razvoj ove oblasti je veoma intenzivan u periodu s kraja 20. i početka 21. veka. Ovde su date samo neke od mnogih definicija pojma snabdevanja i snabdevačkih lanaca.

Snabdevački lanac je mreža proizvođača i servisnih provajdera (organizacije i kompanije koje se bave pružanjem određenih usluga, npr. transportom, pakovanjem, pretovarom i skladištenjem, itd.) koji rade zajedno u menjanju i premeštanju dobara od oblika sirovina do krajnjih korisnika. Ti proizvođači i servisni provajderi povezani su kroz fizičke tokove, informacione tokove i novčane tokove. Drugim rečima, snabdevački lanci povezuju operativne funkcije i mnoge organizacije [3].

Snabdevački lanac je grupa partnera koji zajednički menjaju osnovne robe – artikle (uzvodnorastući) u konačni proizvod (nizvodnopoladajući) koji je vrednovan od krajnjih korisnika, i koji upravljaju obrtom – dohotkom na svakom nivou. Vaki partner u snabdevačkom lancu direktno je odgovoran

za proces koji „dodaje vrednost“ proizvodu i koji je definisan kao transformacija inputa u formi materijala i informacija u formu dobara i usluga [8].

Integrirani snabdevački lanci predstavljaju saradnju više kompanija unutar okvirnog zajedničkog rada na tokovima ključnih resursa i napretka. Strukture snabdevačkih lanaca i strategije rezultuju od pokušaja do operativnog slaganja preduzeća sa kupcima – krajnjim korisnicima, kao što je podržavanje distributivne i snabdevačke mreže do postizanja kompetitivne prednosti [2].

Prema NATO definicijama snabdevanje pokriva sva materijalna sredstva korišćena u opremi, podršci i održavanju vojnih snaga. Snabdevačka funkcija uključuje određivanje nivoa skladišnih rezervi, nabavke, distribucije i popune [3].

Snabdevanje VS je veoma složen proces, jer se odvija u okviru različitih podsistema. Složenost se ogleda i u tome što svaka snabdevačka služba vrši snabdevanje sredstvima u okviru svoje nadležnosti. Svaka snabdevačka služba ima na jedinstven način organizovan sistem snabdevanja, sa različitim karakteristikama, činiocima i nivoima. Sistem snabdevanja definiše se kao skup elemenata koji imaju zadatak da nabave i čuvaju određenu vrstu sredstava radi pravovremenog i ekonomičnog zadovoljenja potražnje za tim sredstvima, koja postoji van sistema [9].

Snabdevanje je jedna od osnovnih logističkih funkcija, kojom se, planskim i racionalnim korišćenjem materijalnih izvora, obezbeđuje pravovremena, kontinuirana, potpuna i pravovremena popuna jedinica i ustanova Vojske Srbije materijalnim sredstvima (pokretnim stvarima), u skladu sa njenim misijama i zadacima. Snabdevanje kao logistička funkcija obuhvata: određivanje normativa i kriterijuma sledovanja, planiranje snabdevanja, nabavku i ešeloniranje materijalnih sredstava (pokretnih stvari), skladištenje, čuvanje i održavanje uskladištenih materijalnih sredstava (pokretnih stvari) i izdavanje i dotur materijalnih sredstava (pokretnih stvari) do krajnjih korisnika (obuhvata utvrđivanje normativa i kriterijuma sledovanja, nabavku, skladištenje, distribuciju, praćenje stanja i otuđivanje MS) [10].

Snabdevanje je osnovna logistička funkcija kojom se obezbeđuje pravovremena, kontinuirana i potpuna popuna jedinica materijalnim sredstvima, potrebnim za izvršenje dodeljenih zadataka. Cilj snabdevanja jeste da potrebna sredstva učini dostupnim korisnicima u pravo vreme i na pravom mestu. Ova funkcija prati kretanje materijalnih sredstava od izvora do krajnjih korisnika, a realizuje se kroz: planiranje, nabavku, popunu i rukovanje materijalnim sredstvima [10].

Sistem snabdevanja predstavlja skup elemenata međusobno povezanih i organizovanih da funkcionišu kao celina. Složenost sistema snabdevanja je posledica velikog broja elemenata, njihove organizacione i tehničke kompleksnosti, prostornog razmeštaja elemenata i zahteva za neprekidnim funkcionisanjem u miru i ratu [11].

U sadašnjoj praksi Vojske Srbije koristi se stara definicija snabdevanja koja se koristila u sistemu pozadinskog obezbeđenja, iako se prešlo na logističke osnove i principe sistema obezbeđivanja VS sredstvima i uslugama neophodnim za njeno funkcionisanje u miru i ratu. Sama definicija pojma nije prevaziđena, jer je stara definicija dovoljno opšta i široko data, tako da se može prihvatiti i stara definicija snabdevanja.

Pojam logističkog lanca

Radi objašnjenja pojma logističkog lanca prvo moramo sagledati kako se danas definiše pojam logistike, a onda i pojma logističkog lanca.

Logistika je organizacija, planiranje, kontrola i realizacija robnih tokova od mesta nastanka do mesta prodaje preko proizvodnje i distribucije do krajnjeg korisnika radi zadovoljenja zahteva tržišta, uz minimalne troškove i minimalne investicije [12].

Logistika je termin koji opisuje procese planiranja, izvršenja i kontrole efikasnosti tokova i zaliha sirovina, poluproizvoda u procesu proizvodnje, gotovih proizvoda i povezanost informacija od mesta izvora do tačke potrošnje, sve u cilju prilagođavanja zahtevima kupaca, klijenata. Ove aktivnosti mogu obuhvatati i servisiranje, opsluživanje kupaca, prognozu tražnje, distribuciju informacija i komunikativne veze, upravljanje zalihama, manipulacije sa robom, planiranje redosleda realizacije procesa, snabdevanje delovima i servisnu podršku, izbor lokacije fabrika, skladišta i opreme, pakovanje, vraćanje robe na doradu, transport i smeštanje otpadaka, saobraćaj i transport, skladištenje i zalihe. Logistika je deo lanca snabdevanja koji planira, primenjuje i kontroliše efikasnost, efektivnost toka i skladište roba, usluga i sa tim vezanih informacija od tačke izvora do tačke potrošnje, a radi zadovoljenja zahteva klijenta [13].

Logistika je termin koji ukazuje na funkciju menadžmenta koja podržava kompletan ciklus materijalnih tokova, od nabavke i interne kontrole proizvodnih materijala do planiranja i kontrole u radnim procesima, kao i do nabavke, prevoza i distribucije krajnjih proizvoda [14].

Prema NATO logističkom priručniku logistika je nauka o planiranju i izvođenju pokreta i održanju snaga. U svom najsveobuhvatnijem smislu to su aspekti vojnih operacija koji vrše:

- proračunavanje i razvoj, nabavku, skladištenje, transport, distribuciju, održavanje, evakuaciju i raspoređivanje materijalnih sredstva,
- transport ljudstva,
- nabavku ili konstrukciju, održavanje, delovanje i raspoređivanje sposobnosti,
- nabavku ili dobavljanje usluga, i
- medicinsku podršku i zdravstvenu zaštitu [3].

Moderna vojna logistika, ponekad definisana kao „borbena servisna podrška“ (combat service support – CSS) mora upućivati na visoko nesigurne uslove. U isto vreme, perfektna prognoza je retko moguća i prognostički modeli mogu redukovati neizvesnost u pogledu pitanja: koja sredstva i usluge će biti potrebni, gde i kada će biti potrebni ili koji je najbolji način da se obezbede. Konačno, odgovorni moraju doneti odluke, nekad koristeći intuiciju i naučno ponderisanje alternativa, kao što situacija zahteva i dozvoljava. Njihove odluke moraju biti zasnovane ne samo na profesionalnom saznanju različitih aspekata logistike, već i na razumevanju interakcije bliskih vojnih oblasti, kao što su strategija, taktika, obaveštajne informacije, obuka, ljudstvo i finansije [15].

Logistiku autori kod nas definišu na sledeće načine:

– logistika čini sistem aktivnosti koje omogućavaju oblikovanje, projektovanje, usmeravanje, vođenje i regulisanje protoka robe (materijala, proizvoda), energije i informacija unutar sistema i između sistema [5];

– logistika obuhvata sve sisteme i procese koji omogućavaju kretanje materijalnih i nematerijalnih tokova. Logistiku čine aktivnosti planiranja, oblikovanja, modeliranja, projektovanja, kontrole, upravljanja svim procesima i sistemima koji omogućavaju protok materijala, ljudi, energije i informacija. To je naučna multidisciplinarna oblast koja svoju praktičnu primenu ima u svim sistemima društvene delatnosti: saobraćaju i transportu, industriji, trgovini, uslužnim delatnostima, vojsci, medicini, itd. [16].

U savremenoj stranoj literaturi dominantan je pojam snabdevačkih lanaca i menadžmenta snabdevačkih lanaca – SCM, a mnogo manje je prisutan pojam logističkog lanaca.

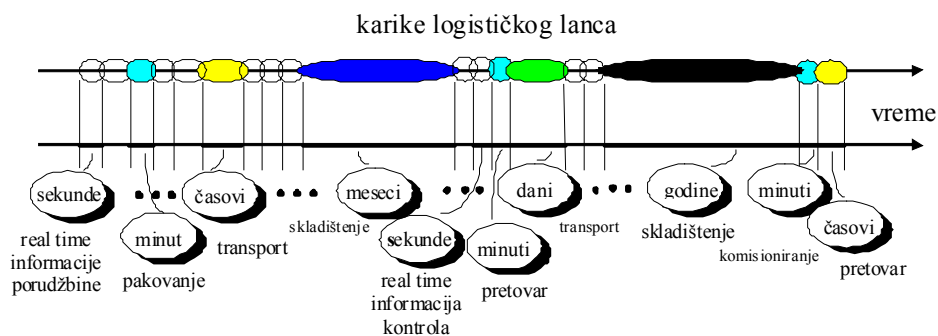
U domaćoj literaturi nekoliko autora je dalo svoje definicije logističkih lanaca. Više različitih definicija logističkog lanca dao je Zečević S. u svojim radovima. On ne daje jedinstvenu definiciju logističkog lanca, koja bi u potpunosti opisala suštinu njegove veličine i kompleksnosti, već govori o čitavom spektru gledišta koji iz različitih uglova definišu dimenziju logističkog lanca kao sistema, strukturu logističkog lanca, kao i faktore kompleksnosti, uzroke i potrebe razvoja i primene metoda optimizacije [16]. Interesantne su sledeće definicije:

1. Logistički lanac je uređeni niz logističkih aktivnosti poručivanja, pakovanja, transporta, pretovara, skladištenja, formiranja tovarnih jedinica, sortiranja, kontrole, ukupnjavanja, izrade prateće dokumentacije, itd. Redosled i broj aktivnosti u lancu su pod jakim dejstvom promenljivosti atributa koji ih opisuju.

2. Logistički lanac je skup entiteta sa atributima koji nisu samo prostor i vreme, već niz promenljivih i konstantnih obeležja kao što su kvalitet, troškovi, servis grad, interval strpljivosti, količina, nivo tehnologije, nosilac realizacije, vezani kapital, itd.

3. Lanac kao pojam definiše izrazitu međuzavisnost ne samo susednih karika u lancu već svih proizvoljno izabranih parova definisanog skupa. Lanac ima svoj početak i kraj u logističkoj informacionoj aktivnosti. U svakom sistemu se razgraničava na četiri vrste tokova: materijalni tokovi, tokovi ljudi, tokovi informacija i tokovi energije. Sve četiri dimenzije toka prisutne su u hijerarhijskom struktuiranju jednog logističkog lanca sa jakim dejstvom interakcijske povezanosti.

4. Lanac je dinamičan sistem podvrgnut širokom opsegu uticaja unutrašnjih i spoljnih faktora, koji utiču na vremensku dimenziju pojedinih logističkih aktivnosti. Neke aktivnosti u nizu mere se godinama, mesecima, danima, a neke časovima, minutima, pa i sekundama. Širok opseg različitog trajanja uzastopnih aktivnosti u lancu jeste predmet stalnog istraživanja i optimizacije, **jer se smatra da je lanac realizator materijalnog toka, a materijalni tok je tok kapitala** (slika 2) [16].



Slika 2 – Obeležje vremenske strukture aktivnosti u logističkom lancu [16]

Pored ovih autora i Kilibarada M. je dao definiciju logističkog lanca. Logistički lanac je uređen niz logističkih procesa, potprocesa i aktivnosti. Procesnom dekompozicijom logistički lanac može se razložiti na šest osnovnih procesa: proces transporta, proces poručivanja, proces pakovanja, proces skladištenja, proces pretovara, proces držanja zaliha [17].

Logistički procesi i aktivnosti realizuju se tehnološkim, organizacionim, informacionim i ekonomskim rešenjima i prouzrokuju određene troškove, vremenske gubitke, tehnološke rezerve, zahteve za radnom snagom, sredstvima, prostorom i infrastrukturom. Pri sistemskoj analizi procesa u logističkom lancu neophodno je utvrditi i pratiti sve kvantitativne i kvalitativne atribute logističkih aktivnosti: mesto, troškove, vreme realizacije, nivo tehnologije, angažovanu radnu snagu, sredstva, opremu, logistički učinak, stepen iskorišćenja kapaciteta i dr. Informacije o logističkim procesima i aktivnostima moraju biti pravovremene, kompletne, pouzdane podloge za planiranje i upravljanje i kontrolu logističkih procesa i siste-

ma. Logistički proces je skup uzastopnih i paralelnih logističkih aktivnosti upravljačko-planskog, informacionog, tehnološkog, organizacionog i kontrolnog karaktera. Za svaku logističku aktivnost u lancu neophodno je definisati relevantne parametre, način njihove identifikacije, kvantifikacije i distribucije na različite nivoe planiranja i odlučivanja. Kvantitativni i kvalitativni logistički pokazatelji su od posebnog značaja za strateško i operativno planiranje logističkih sistema i procesa [17].

Razlike i sličnosti pojmovnog određenja transportnog, snabdevačkog i logističkog lanca

Česta je konfuzija u vezi sa terminima snabdevački lanci i logistika. Danas je generalno prihvaćeno da se termin logistika primenjuje na aktivnosti unutar jedne kompanije – organizacije, uključujući distribuciju proizvoda, s obzirom na to da termin snabdevački lanci takođe obuhvata proizvodnju i nabavku i zato ima mnogo širi fokus, uključujući višestruke organizacije, uključujući snabdevače, proizvođače i prodavce u zajedničkom radu na zadovoljenju potreba kupaca u proizvodima ili usluzi [15].

Može se uočiti da se u svim lancima javljaju procesi kao što je poručivanje, pakovanje, pretovar (utovar, istovar ili pretovar), transport i skladištenje, sa svim aktivnostima koje su neophodne u realizaciji ovakvih procesa. Takođe, elementi koji realizuju procese su slični ili isti u svim ovim oblicima lanaca. Ciljevi svih lanaca su distribucija dobara, od izvorišta do ponora roba, koji mogu biti različitih pojava oblika. Međutim, razlike postoje kada se uporede nosioci realizacije, a još više organizacije koje provode lance. Osnovna podela je faktički po strukturi i hijerarhiji organizacija koje organizuju lance, podacima i informacijama koje se u njima nalaze, kao i po upotrebljivosti informacija.

Načelno, kada se posmatra fizička distribucija govori se o transportnim lancima, a sa aspekta sistema, npr. preduzeća, kompanije i slično češće se govori o snabdevačkim i logističkim lancima. Kada se posmatra celokupna mreža, npr. područja, države ili regiona govori se o SCM, a naročito kada su preduzeća i kompanije internacionalne i u okviru samih kompanija.

Organizacija i optimizacija transportnih lanaca

Transportni lanac karakterišu dva glavna obeležja, tehničko-tehnološko i organizaciono povezivanje. Ova dva obeležja istovremeno karakterišu i razgraničenje između transportnog sistema i podsistema transportnog lanca. Tehničko-tehnološko povezivanje postupaka u lancu uslovljava kompatibilnost sistema angažovanih tehničkih sredstava. Or-

ganizaciono povezivanje postupaka ostvaruje se koordinacijom informacionog sistema upravljanja, kao i koordinacijom pravnih i komercijalnih područja rada. Transportni lanac je povezan sa susednim sistemima, odnosno sa proizvodnjom i potrošnjom dobara.

Optimizacija transportnih lanaca

Kriterijum za ekonomičnost transportnih lanaca predstavlja minimum ukupnog utroška vremena i troškova za njegovu realizaciju. Ukupan optimum često se ne ostvaruje sabiranjem parcijalnih optimuma. Kod pojedinih članova (karika) transportnog lanca troškovi i korist mogu se pojaviti u različitim odnosima. Savremeni logistički principi optimizacije transportnog lanca sadrže sveobuhvatnu i jednovremenu optimizaciju svih karika transportnog lanca od pošiljaoca do primaoca. Pri tome se postavljaju vrlo strogi zahtevi za tehnološko-organizacionu povezanost svih učesnika u realizaciji transportnog lanca, sa ciljem da se ostvari optimum koji će rezultirati ukupnim pozitivnim efektima [6].

Optimizacijom transportnih lanaca moguće je ostvariti niz prednosti. To su:

- vremensko ubrzanje protoka materijala rezultira smanjenjem mase vezanog kapitala i ubrzanjem celokupnog procesa reprodukcije;
- racionalizacija transporta, koja se ostvaruje podelom rada i uprošćavanjem postupaka i operacija;
- smanjenje ukupnih troškova distribucije;
- bolje iskorišćenje kapaciteta transportnih sredstava i osoblja u transportu;
- uštede u troškovima za pakovanje, smanjenje transportnih oštećenja, gubitaka i krađe robe, itd. realizuju se primenom standardizovanih tovarnih jedinica;
- sekundarni efekti kod proizvođača transportno-manipulativne opreme [6].

Veliki značaj za racionalizaciju transportnih procesa ima istraživanje i utvrđivanje racionalnih sredstava i puteva za projektovanje optimalnih transportnih lanaca. Ono se realizuje na taj način što se postupci i sredstva koja su potrebna za funkcionisanje transportnog lanca posmatraju kao elementi i što se dejstva između ovih elemenata posmatraju kao tehnološko-ekonomski odnosi jednog sistema. Zato usklađivanje elemenata sistema predstavlja osnovnu funkciju utvrđivanja optimalnih rešenja za realizaciju transportnog lanca. Kriterijum optimalnosti i ekonomičnosti transportnih lanaca jesu minimalni troškovi, a u nekim situacijama i minimalno vreme.

Tehničke i eksploatacione karakteristike sredstava rada, koja učestvuju u realizaciji transportnog lanca, moraju biti međusobno usklađene i usaglašene (nosivost, brzina rada, određene dimenzije, transportni kapa-

citeti, itd.). Radi svođenja na minimum radne snage za manuelno manipulisanje potreban je visok stepen mehanizacije i standardizacije, a delimično ili u potpunosti i automatizacija procesa.

Skladišta za terete u kojima se vrše promene na njima (pakovanje, sastavljanje ili rastavljanje tovarnih jedinica i dr.) mogu predstavljati početak ili završetak transportnog lanca. U slučaju kada se u skladištu ne vrše nikakve promene na teretima, to je samo jedno mesto realizacije transportnog lanca (jedna karika lanca).

Upravljanje snabdevačkim lancima – supply chain management (SCM) – objašnjenje pojma

Menadžment snabdevačkim lancima je aktivno upravljanje aktivnostima i vezama snabdevačkog lanca da bi maksimalizovali vrednost proizvoda kupcu i ostvarili opravdanu kompetitivnu prednost. Predstavlja stalne napore preduzeća i kompanija ili grupa kompanija da razviju i realizuju snabdevačke lance na najefikasniji i najefektivniji mogući način. Pokušaji upravljanja snabdevačkim lancima imaju širok opseg, od pojedinačnih preduzeća koja preduzimaju korake da unaprede informacione tokove između sebe i svojih snabdevačkih partnera, do velikih trgovačkih organizacija koje traže načina da standardizuju transportnu i troškovnu praksu [18].

Upravljanje snabdevačkim lancima uključuje planiranje i kontrolu svih procesa, od proizvodnje sirovina do kupovine koju obavlja krajnji korisnik, kao i recikliranje korišćenih limenki. Planiranje obuhvata izradu plana koji definiše koliko od svakog proizvoda će biti kupljeno, napravljeno, distribuirano i prodato svakog dana, sedmice ili meseca. Kontrolisanje podrazumeva pridržavanje plana uprkos mnogim problemima koji mogu skrenuti procese. Cilj je koordinisano planiranje i kontrola svakog procesa, što rezultuje saznanjem o tome da li su se potrebe krajnjeg korisnika ispunile potpuno. Upravljanje snabdevačkim lancima jeste planiranje i kontrola svih procesa povezanih partnera u snabdevačkom lancu kako bi se zadovoljile potrebe krajnjeg korisnika [8].

Tokom osamdesetih godina 20. veka pojam upravljanja snabdevačkim lancima (SCM – supply chain management) razvio se i predstavljao potrebu integracije ključnih poslovnih procesa od originalnih snabdevača do krajnjih korisnika. Originalni snabdevači su oni koji obezbeđuju proizvode, usluge i informacije koje povećavaju vrednost za kupca ili za druge vlasnike zaliha. Osnovna ideja koja stoji iza SCM jeste da kompanije i korporacije uključe sebe u snabdevački lanac razmenom informacija u zavisnosti od fluktuacije tržišta i proizvodnih sposobnosti. Ako su sve relevantne informacije dostupne svakoj relevantnoj kompaniji, ona u snab-

devačkom lancu ima mogućnost i sposobnost da traži pomoć u optimizaciji kompletnog snabdevačkog lanca, radije nego suboptimizaciju zasnovanu na lokalnom (sopstvenom) interesu. To je vodilo boljem planiranju kompletne proizvodnje i distribucije koja omogućava smanjenje troškova i daje više privlačnosti krajnjem proizvodu, što vodi boljoj prodaji i boljim ukupnim rezultatima za sve uključene kompanije. Uvođenje SCM uspešno vodi novoj vrsti takmičenja na globalnom tržištu, gde takmičenje nije više kompanija protiv kompanije već uzima formu snabdevačkog lanca protiv snabdevačkog lanca [15].

Primarni cilj SCM je da zadovolji zahteve kupaca kroz najefikasniju upotrebu resursa, uključujući raspored kapaciteta, stanje zaliha i rad. U teoriji, snabdevački lanci zahtevaju poklapanje zahteva sa snabdevanje i rad sa minimalnim stanjem zaliha. Različiti aspekti optimizacije snabdevačkih lanaca uključuju sadejstvo (zajedničko delovanje) sa snabdevačima da se eliminišu uska grla, strategiju lokacije izvora, tako da pogode balans između najnižih materijalnih troškova i transporta, implementaciju tehnologije „u pravo vreme“ (Just In Time – JIT) u optimizaciji proizvodnog toka, održavanje pravog odnosa lokacije fabrika i skladišta u službi tržišta kupaca i korišćenje lokacije/alokacije, analize ruta vozila, dinamičkog programiranja i, naravno, tradicionalne logističke optimizacije radi maksimizacije efikasnosti distributivne strane [15].

Optimizacija logističkog lanca

Optimizacija logističkog lanca je nerazdvojiva od optimizacije logističkih sistema koji su nosioci njegove realizacije. Izmešanost različitih entiteta koji čine lanac, kao što su: integralni transport, železnica, vozilo, transportna mreža, vozni park, optimizacija tura, paleta, kontejner, skladište, pretovar, stohastika, logistički centar, makrodistribucija, tehnološko-transportni zahtev, porudžbina, homogenost, make-or-buy, just-in-time, lokacija sistema, optimizacija zaliha, tarife, simulacija, operaciona istraživanja, sortiranje, tovarni list, investicije, itd. predstavljaju impuls svakog kretanja i zbivanja u logističkom lancu. Naizgled podsećaju na „haos“, a u suštini definišu lanac kao veliki i izrazito kompleksan sistem. Ovo pitanje izmešanosti još više dolazi u zenit kompleksnosti ako se u postupku optimizacije želi ispoštovati osnovni logistički princip sveobuhvatnog i jednovremenog posmatranja svih karika u lancu, što je istovremeno i cilj, utopija, izazov, motiv, potreba i deo neizbežnog ostvarenja. Svaka karika u lancu ima komponente: logističke filozofije, tehnike i tehnologije, planiranja, upravljanja, optimizacije i informatike [16].

Trend optimizacije logističkih lanaca i sistema se menja. Nije više cilj bolje iskorišćenje projektovanih kapaciteta skladišta, voznih parkova, pretovarnih i transportnih sistema već da se sa što manje troškova, investici-

ja, kapaciteta logističkih sistema proizvede logistička usluga na postavljeni zahtev, uz što kraće vreme reakcije i što veći kvalitet. Cilj nije da se izgradi automatizovano skladište, već ispitivanje potrebe njegove izgradnje i lokacije u logističkom lancu. Cilj je, takođe, izbor optimalne tehnologije logističkog lanca, prilagodljive stalnim promenama u sistemu [16].

Zaključak

Može se zaključiti da nema velikih razlika u određenjima transportnog lanca ili logističkog lanca ili snabdevačkih lanaca, a da je ključna razlika u hijerarhijskim nivoima posmatranja, što zahteva različite informacije pri donošenju odluka. Zato je i nastala razlika u svim ovim terminima, ali je, principijelno, potreba za optimizacijom, naravno, ista. Često se koriste i iste ili slične metode optimizacije, a ključna premisa u optimizaciji jeste da se lanac ili lanci moraju posmatrati i optimizovati u celosti, a ne po elementima, tj. segmentima, jer ako su optimizovani svi pojedinačni elementi lanca to ne znači i da je celokupan lanac optimalan.

Literatura

- [1] Ballou, R., *Basic business logistics, second edition*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.
- [2] Bowersox, D., Closs, D., Bixby Cooper, M., *Supply Chain Logistics Management*, second edition, McGraw-Hill, New York, 2007.
- [3] NATO logistics handbook, SNLC Secretariat – International Staff, Defence Policy and Planning Division – Logistics, NATO HQ, Brussels, 2007.
- [4] Topenčarević, Lj., *Organizacija i tehnologija drumskog transporta*, Građevinska knjiga, Beograd, 1987.
- [5] Perišić, R., *Savremene tehnologije transporta I – Integralni sistemi transporta*, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1985.
- [6] Perišić, R., *Savremene tehnologije transporta II – Integralni sistemi transporta*, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1995.
- [7] Grupa autora: *Saobraćajno obezbeđenje oružanih snaga*, SSNO Sbu, Beograd, 1988.
- [8] Harrison A., Van Hoek R., *Logistics Management and Strategy*, second edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 2005.
- [9] *Pravilo pozadinsko obezbeđenje oružanih snaga u miru*, SSNO, Beograd, 1990.
- [10] Andrejić, M., Milenković, M., *Tehnička podrška*, Vojna akademija, Beograd, 2008.
- [11] Pantelić, V., *Snabdevanje tehničkim materijalnim sredstvima*, CVTŠ KoV JNA, Zagreb, 1986.

- [12] www.elalog.com – European Logistics Association(ELA) – (Evropska asocijacija za logistiku).
- [13] www.clm1.org – Council for logistics management – (CML).
- [14] Jacobs, R., Chase, R., *Operations and Supply Management: The Core*, McGraw-Hill, New York, 2008.
- [15] www.wikipedia.org
- [16] Zečević, S., *Robni terminali i robno-transportni centri*, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2006.
- [17] Kilibarda, M., *Modeli logističkog kontrolinga u integrisanim logističkim sistemima*, magistarski rad, Beograd, 1998.
- [18] Bozarth, C., Handfeld, R., *Introduction to Operations and Supply Chain Management*, Prentice-Hall, New Jersey, 2006.
- [19] Zečević, S., *The logistic chains and systems optimization*, XIV International conference on material handling and warehousing, Beograd, 1996.
- [20] Zečević, S., *Savremeno tumačenje logistike i logističkih sistema*, Zbornik radova: Konceptija razvoja saobraćajnog sistema Jugoslavije do 2010. godine, Subotica 1996.
- [21] Pamučar, D., *Primena SWOT analize na sistem integralnog transporta Vojske Srbije*, Vojnotehnički glasnik br. 2/2008, str. 237–247, Beograd, 2003.

CLARIFICATION OF A TERM *TRANSPORT CHAIN*

Summary:

INTRODUCTION

This paper describes a few different approaches to define the terms 'transport chain' and 'supply chain' aiming at their clarification.

TERM *TRANSPORT CHAIN*

The author gives a survey of 'transport' definitions from international, civilian and military, and national literature. Then he gives his definition of a transport chain as a sequence of overall operations, necessary for exchange of goods in time and space within the framework of goods flow during transit from the source to the consumption point. The transport chain is connected neither with the limits of production organizations, particular industrial branches nor other structures of national economy. Transport chains also exist in the Army of Serbia (AS). Optimization of transport chains during peace time has a goal to enable easy and fast selection of an optimal transportation chain.

DIFFERENCES AND SIMILARITIES IN DEFINING THE TERMS OF LOGISTIC, SUPPLY AND TRANSPORT CHAIN

Modern authors define differently the terms which generally represent similar processes and activities while having almost an identical function. These terms are logistic chain, supply chain and transport chain. For better clarification, these terms are compared herein.

Term supply chain

The terms supply and supply chain dominate in world literature, as well as supply chain management (SCM), as a specific scientific field. This field is subject to special attention due to its importance in decision-making processes, both strategic and tactical, in companies of all sizes. The Army of Serbia uses the old definition of the term supply, previously used in logistic support, although the AS system of supply with goods and services has moved to logistics principles. The old definition itself, being general and wide enough, is not outdated, so it can be accepted as valid.

Term logistic chain

The definition of the concept of logistics is followed by the definition of the term logistic chain. Contemporary world literature operates predominantly with the terms supply chains and supply chain management – SCM, rarely with the term logistic chain, which is defined in national literature by several authors.

Differences and similarities of notions of transport chain, supply chain and logistic chain It can be noticed that in all chains there are processes such as ordering, packaging, handling (loading, unloading or reloading), transport and storage, with all the activities that are necessary in the implementation of such processes. Also, the elements that realize the processes are similar or the same in all these forms of chains. The objective of all these chains is distribution of goods from the source to the abyss of goods that may be of different forms. However, differences exist when comparing realization subjects as well as organizations that deal with chains. The primary division concerns structures and hierarchy of organizations dealing with chains as well as quantity and quality of information they have at their disposal. The term transport chain is more often applied for physical distribution while the terms of supply and logistic chains are applied from the system, i.e. company's, point of view. The term SCM applies when dealing with overall network of a country/ region, especially with and within international companies.

ORGANIZATION AND OPTIMIZATION OF TRANSPORT CHAINS

Transport chains are characterized by two main features- technical-technological and organizational connection. These two features also characterize the distinction between transport systems and subsystems of the transport chain. Technical-technological connecting of activities in the chain conditions the compatibility of technical resources engaged. Organizational connecting of procedures is carried out by the coordination of information management systems as well as by the coordination of legal and commercial work areas. Transport chains are connected to neighboring systems and the production and consumption of goods.

Transport chains optimization

Research and identification of optimal transport chain design methods is of considerable significance for the optimization of transport

processes. Procedures and means necessary for transport chain functioning are considered as elements while the relations among these elements are conceived as technological and economic relations within a system. Therefore, harmonization of system elements represents the basic function of determining optimal solutions for the implementation of the transport chain. Minimal costs and sometimes minimum time are the optimality and cost-effectiveness criterion for transport chains.

Supply chain management (SCM) – explanation of the term

Supply chain management is actively managing the activities and relationships of a supply chain to maximize product value and to achieve competitive advantage for a reasonable buyer. It represents constant efforts of companies, or groups of companies, to develop and realize supply chains in the most efficient and most effective way possible.

Optimization of logistic chains

Optimization of the logistic chain is inseparable from the optimization of logistic systems that are bearers of its realization. Tendencies in optimization of logistic chains and systems change. The projected goal is not any more to better exploit storage capacity, motor pools, loading and transportation systems, but to offer logistic service at request, with the least amount of costs, investments, logistic system capacities, with the shortest reaction time possible and the highest possible quality.

CONCLUSION

It can be therefore concluded that there are no major differences in the definitions of transport, logistic or supply chains, and that the key difference is in the level of hierarchy, which requires different information when making decisions. Hence the difference in these terms, but in principle the need for optimization is the same. The same or similar methods of optimization are used, and a key premise in optimization is that chains must be considered and optimized in their entity, not by elements, ie. segments. If all the individual chain elements are optimized, it does not mean that the whole chain is optimized.

Key words: transport chain, supply chain, logistic chain, optimization of transport chains.

Datum prijema članka: 05. 06. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 24. 09. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 25. 09. 2009.

VREDNOVANJE LOKACIJA ZA USPOSTAVLJANJE MOSNOG MESTA PRELASKA PREKO VODENIH PREPREKA PRIMENOM FUZZY LOGIKE

Božanić I. *Darko*, Pamučar D. *Dragan*, Vojna akademija,
Prodekanat za planiranje i organizaciju nastave, Beograd

UDC: 355.423.3:358.233

Sažetak:

U radu je prikazana faza u procesu donošenja odluke pri izboru lokacije za uspostavljanje mosnog mesta prelaska radi savlađivanja vodenih prepreka. Proces donošenja odluke praćen je većim ili manjim stepenom neodređenosti kriterijuma koji su neophodni za donošenje relevantne odluke. Pošto je fuzzy logika veoma pogodna za izražavanje neodređenosti i neizvesnosti, u radu je prikazan proces donošenja odluke primenom fuzzy pristupa.

Ključne reči: proces donošenja odluke, fuzzy logika, vodene prepreke.

Uvod

Potreba za savlađivanje vodenih prepreka javlja se još u dalekoj istoriji još pre pojave prvih uređenih zajednica. Ova potreba se kasnije, pojavom vojnih jedinica, samo povećavala i brojni su istorijski primeri kroz koje se mogu videti važnost i značaj koji se pridaje ovoj aktivnosti.

Pod pojmom savlađivanja vodenih prepreka podrazumeva se skup mera, radnji i postupaka koje se preduzimaju radi prelaska preko nje radi izvršenja postavljenog zadatka.

I pored uvođenja savremenih sredstava u naoružanje većine armija, savlađivanje vodenih prepreka zadržalo je epitet vrlo teške radnje. Treba imati u vidu da veštačke i prirodne prepreke ispoljavaju znatan uticaj na izvođenje borbenih dejstava, naročito rečni tokovi, kanali, jezera ...

Sve vojske sveta, pa i Vojska Srbije, pridaju veliki značaj usavršavanju sredstava za savlađivanje vodenih prepreka. Navedena sredstva se usavršavaju i razvijaju radi što bržeg i sigurnijeg savlađivanja vodenih prepreka. Međutim, da bi se vodena prepreka uspešno savladala neophodno je izvršiti pravilan izbor lokacije za postavljanje sredstava za savlađivanje prepreke. Ove radnje zahtevaju primenu specifičnih procedura, detaljno planiranje, kontrolne mere i izuzetno snažnu logističku podršku.

Ovakvi zaključci nameću potrebu da se procesu izbora lokacije za savlađivanje vodenih prepreka pristupa pažljivo i sistematski, jer bilo koja pogrešna odluka vodi slabljenju borbenih sposobnosti jedinica pri izvršenju zadatka.

Lica koja donose odluku ponekad se nalaze u situaciji da imaju samo jednu lokaciju i tada se donošenje odluke svodi na prihvatanje ili odbacivanje te lokacije. Međutim, često se nalaze u situaciji da rangiranjem više ponuđenih lokacija dođu do zaključka koja je lokacija najbolja i koju treba izabrati.

Cilj vrednovanja je izbor najboljeg iz skupa ponuđenih rešenja, u odnosu na važnost izabranih kriterijuma. Ukoliko postoji mogućnost promena, utoliko je broj varijanti veći, a problematika optimizacije izbora rešenja složenija.

Proces donošenja odluke mogu da pojednostave razne metode vrednovanja. U narednom delu rada, polazeći od karakteristika pojedinih metoda višekriterijumskog odlučivanja, izvršen je izbor metoda za vrednovanje izbora lokacije za uspostavljanje mosnog mesta prelaska (MMP) preko vodenih prepreka.

Karakteristike višekriterijumskih metoda i izbor metoda za vrednovanje

Neposredno sa razvojem teorije vrednovanja razvijali su se i modeli vrednovanja. Različiti ciljevi vrednovanja i druge razlike u čitavom postupku uticali su i na razvijanje većeg broja modela vrednovanja, prilagođenih različitim zahtevima [1].

Savremena računarska tehnika stalno uvodi nove modele i računarske programe za njihovu primenu. Jedna od podela modela vrednovanja je na jednokriterijumske i višekriterijumske. Zajednička osobina jednokriterijumskih modela jeste što se rešenja vrednuju po jednom kriterijumu, što je njihov nedostatak, ali ujedno i prednost, jer se postupak pojednostavljuje.

Osnovni cilj višekriterijumskih metoda je određivanje prioriteta između pojedinih varijanti ili kriterijuma u situaciji gde učestvuje veći broj donosilaca odluka, gde je prisutan veći broj kriterijuma odlučivanja i u višestrukim periodima.

Najčešće korišćene metode su:

- metoda bodovanja,
- metoda ELECTRE,
- metoda PROMETHEE,
- metoda TOPSIS,
- metoda AHP (analitički hijerarhijskih procesa) i
- metode zasnovane na fuzzy logici.

Izbor metoda vrednovanja zavisi od [2]:

- karaktera, odnosno značaja odluke koja se donosi na osnovu vrednovanja,

- mesta na kojima se donosi odluka i
- vrste odluke radi koje se vrši vrednovanje.

Za izbor optimalne lokacije za mosno mesto prelaska vodenih prepreka primenjena je metoda vrednovanja zasnovana na fuzzy logici.

Rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja primenom ove metode pruža mogućnost da iz skupa ponuđenih varijanti izaberemo onu koja je dominantna po više kriterijuma.

Osnovni pojmovi o fuzzy logici i fuzzy skupovima

Za objašnjenje značenja termina fuzzy logike može da se iskoristi objašnjenje profesora Lotfi Zadeha, tvorca fuzzy logike. On kaže da fuzzy logika može da ima dva različita značenja. U užem smislu, fuzzy logika je logički sistem koji predstavlja proširenje klasične logike. U širem smislu, fuzzy logika je većinom sinonim za teoriju fuzzy skupova, teoriju koja se odnosi na klasu objekata sa nejasnim granicama čija se pripadnost meri određenim stepenom. Ono što je bitno da se prepozna jeste da je suština fuzzy logike veoma različita od suštine tradicionalnog logičkog sistema [3].

Da bi objasnili šta je fuzzy logika, upoređićemo ovaj pristup sa konvencionalnom logikom. Osnove klasične logike učvrstio je još Aristotel u antičkoj Grčkoj. Ova logika se zasniva na jasnim i precizno utvrđenim pravilima, a počiva na teoriji skupova. Neki element može da pripada nekom skupu ili da ne pripada, što znači da skupovi imaju jasno određene granice. Tako su ovakvi skupovi, pa sa njima i logika, nazvani engleskom reči „crisp“, čije je značenje – jasan, bistar.

Nasuprot konvencionalnoj logici, u fuzzy logici nije precizno definisana pripadnost jednog elementa određenom skupu, već se pripadnost meri u, recimo, procentima. Fuzzy je engleska reč koja bi mogla da se prevede kao maglovito, nejasno, mutno.

Fuzzy logika je jako bliska ljudskoj percepciji. Mnoge slične situacije koje nisu jasno razdvojene svakodnevno su prisutne oko nas.

Fuzzy logika je u osnovi viševrednosna logika koja dopušta srednje vrednosti definisane između tradicionalnih stavova: da/ne, istinito/neistinito, crno/belo, itd. Fraze nešto toplije ili prilično hladno mogu biti formulisane matematički i mogu se procesirati računom.

Fuzzy logika koristi iskustvo čoveka stručnjaka u formi lingvističkih Ako-Onda pravila, a mehanizam aproksimativnog rezonovanja računara upravljačku akciju za konkretni slučaj. U našem primeru algoritam aproksimativnog rezonovanja koristiće se za prikaz uticaja ulaznih kriterijuma na preferenciju odluke pri izboru najpogodnijeg mesta na reci za postavljanje pontonskog mosta od kompleta PM-M-71.

Pri dizajniranju fuzzy skupova prvo pitanje je kako izabrati određenu funkciju pripadnosti $\mu_A(x)$. Ova funkcija pokazuje koliko $x \in X$ ispunjava uslov pripadnosti skupu A . U klasičnoj teoriji ona može da ima jednu od dve vrednosti, 1 i 0, tj. element pripada ili ne pripada skupu A . U teoriji fuzzy skupova funkcija pripadnosti može da ima bilo koju vrednost između 0 i 1. Ukoliko je $\mu_A(x)$ veće, utoliko ima više istine u tvrdnji da element x pripada skupu A , odnosno element x u većem stepenu ispunjava uslove pripadnosti skupu A .

Za funkciju pripadnosti mora da važi $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$, za svako $x \in A$, tj. $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$.

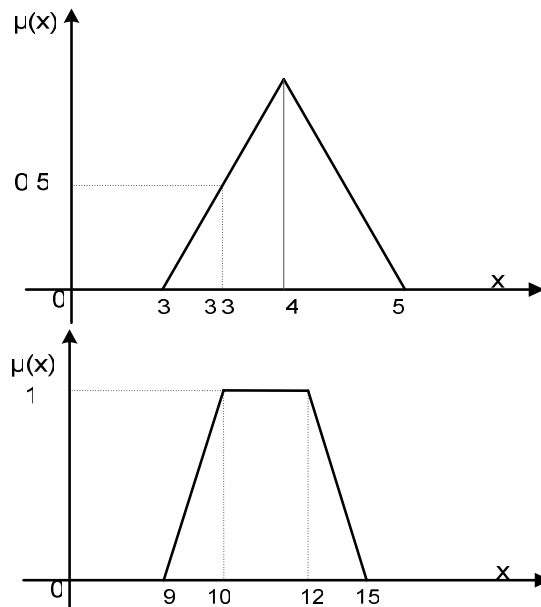
Formalno, fuzzy skup A definiše se kao skup uređenih parova:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X, 0 \leq \mu_A(x) \leq 1\}$$

X je univerzalni skup ili skup razmatranja na kojem je definisan fuzzy skup, A a $\mu_A(x)$ je funkcija pripadnosti elementa x skupu A . Svaki fuzzy skup je kompletno i jedinstveno određen svojom funkcijom pripadnosti [4].

Prema fuzzy teoriji izbor funkcije pripadnosti, odnosno oblika funkcije i širine intervala poverenja, najčešće se vrši na osnovu subjektivne procene ili iskustva.

Na slici 1. prikazani su neki od oblika funkcija pripadnosti.



Slika 1 – Mogući oblici funkcije pripadnosti fuzzy skupu

Najčešće se koriste trapezoidni i trouglasti fuzzy brojevi koji imaju funkcije pripadnosti prikazane na slici 1. Trapezoidni fuzzy broj A obično se definiše četvorkom $A = (\alpha, \beta_l, \beta_d, \gamma)$, što je na primeru broja prikazanog na slici 1 $A = (9, 10, 12, 15)$. Funkcija pripadnosti je:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 9 \\ x-9, & 9 \leq x \leq 10 \\ 1, & 10 \leq x \leq 12 \\ -\frac{1}{3}x+5, & 12 \leq x \leq 15 \\ 0, & x > 15 \end{cases}$$

Trouglasti fuzzy broj može da se posmatra kao posebni oblik trapezoidnog fuzzy broja kod kojeg je $\beta_l = \beta_d$. Češće se koristi jednostavnije predstavljanje trojkom (α, β, γ) , za primer sa slike 1 broj približno 4 je $A = (3, 4, 5)$. Trouglasti fuzzy broj se nekada piše i kao, $A = (a, b, c)$ pri čemu je, u odnosu na prethodnu notaciju, $a = \beta$, $b = \beta - \alpha$, $c = \gamma - \beta$, što je za navedeni primer $A = (4, 1, 1)$. U daljem tekstu korišće se prvi način pisanja. Fuzzy brojevi se nekada označavaju znakom $\tilde{\cdot}$, na primer broj približno 4 piše se kao $\tilde{4}$. Funkcija pripadnosti za broj približno 4 je:

$$\mu_{\tilde{4}}(x) = \begin{cases} 0, & x < 3 \\ x-3, & 3 \leq x \leq 4 \\ -x+5, & 4 \leq x \leq 5 \\ 0, & x > 5 \end{cases}$$

Pored navedenih oblika trapezoidnog i trouglastog broja kod kojih su kraci trapeza i trougla delovi prave moguće je koristiti i krivolinijske trapeze i trouglove za predstavljanje funkcija pripadnosti, odnosno za predstavljanje fuzzy brojeva.

Modelovanje FUZZY sistema za vrednovanje izabranih lokacija

Fuzzy logika najčešće se koristi za modelovanje složenih sistema u kojima je primenom drugih metoda teško utvrditi međuzavisnosti koje postoje između pojedinih promenljivih. Modeli zasnovani na fuzzy logici sa stoje se od „If – Then“ („Ako – Onda“) pravila. „If – Then“ pravila međusobno su povezana izrazom „Else“ („ili“).

„Ako“ deo pravila predstavlja ulazno stanje (engleski nazivi raznih autora su: *condition*, *antecedent part* ili *premise*). Ovde fuzzy propozicija predstavlja premisu.

„Onda“ deo pravila je izlazno stanje (engleski nazivi raznih autora su *conclusion* ili *consequent part*). Fuzzy propozicija u ovom delu predstavlja zaključak. On može da bude u složenom obliku i tada sistem ima više izlaznih promenljivih.

Veći broj pravila u kojima se rečima opisuje rešenje nekog problema predstavlja *bazu pravila* ili *ekspertska pravila*. Zbog lakšeg razumevanja pravila se pišu u pogodnom redosledu, mada on suštinski nije bitan. Pravila su povezana veznikom „Ili“, koji se često ne navodi.

Kao što vidimo iz ovih jednostavnih pravila vrednost izlazne promenljive Y uslovljena je vrednošću ulazne promenljive X. Ulazna promenljiva X naziva se fuzzy promenljivom. Do vrednosti fuzzy promenljive dolazi se merenjem, posmatranjem ili na osnovu iskustva.

Nakon prijema zadatka za savlađivanje vodene prepreke pristupa se prikupljanju podataka o vodenoj prepreci izviđanjem. Na osnovu prikupljenih podataka vrši se izbor najpovoljnije lokacije na kojoj će se postaviti pontonski most. Neophodno je da lica odgovorna za izbor lokacije formulišu alternativna rešenja, kao i da izvrše rangiranje – vrednovanje i odbacivanje onih rešenja koji ne zadovoljavaju definisane kriterijume.

Kriterijumi na osnovu kojih se vrši izbor lokacije za prelazak vodene prepreke su:

- širina vodene prepreke,
- brzina toka vodene prepreke,
- kvalitet i broj prilaznih puteva i
- obim radova na uređenju rampi u osi mosta i terena do prilaznih puteva.

Širina vodene prepreke definiše se kao odstojanje od jedne do druge obale mereno po površini vode. Pri prelasku vodene prepreke širina reke utiče na brzinu prelaženja, kao i na vrstu i količinu plovih sredstava koja su angažovana.

Brzina toka vodene prepreke kao karakteristika pojavljuje se kod tekućih voda i predstavlja brzinu kretanja vode u jedinici vremena. Brzina toka ima veliki značaj za organizaciju i način savlađivanja vodenih prepreka, naročito pri uspostavljanju MMP. Taj uticaj ispoljava se na potrebe sidrenja i ankerisanja mosta, nosivost mosta, kao i na organizaciju saobraćaja na mostu.

Pod pojmom prilaznih puteva podrazumevaju se putevi koji dovode i odvođe od/do vodenih prepreka. Broj i vrsta prilaznih puteva imaju veliki značaj, jer utiču na mogućnost dovoženja sredstava za prelazak, kao i organizaciju saobraćaja na MMP. Kvalitet postojećih puteva karakterišu nosivost i širina puteva.

Obim radova na uređenju rampi u osi mosta i terena do prilaznih puteva predstavlja radove koje je potrebno sprovesti radi izrade rampi u osi mosta i povezivanje postojećih puteva sa tim rampama. Pod obimom radova na uređenju rampi u osi mosta podrazumevaju se radovi na uređenju obala koje imaju neodgovarajući nagib i visinu (utiču na donošenje i spuštanje plovnih sredstava na vodu, kao i utovar i istovar sredstava koja se prevoze), kao i radovi koji se sprovode na uređenju tla koje ima neodgovarajući sastav. Ukoliko je tlo sačinjeno od slabo nosivih materijala (treseta, prašine, gline, peska,...) neophodno je sprovesti dodatne radove na ojačavanju tla. Pod obimom radova na uređenju terena do prilaznih puteva podrazumevaju se radovi na opravci i rekonstrukciji postojećih puteva i uređenju privremenih vojnih puteva od rampi do najbližih stalnih puteva [5].

U fuzzy sistemu za vrednovanje ponuđenih lokacija vrednosti ulaznih kriterijuma predstavljene su brojevima ili lingvističkim izrazima.

Zamišljeno je da se fuzzy sistem (slika 3) sastoji od četiri ulazne lingvističke promenljive: širina vodene prepreke, brzina toka vodene prepreke, kvaliteta prilaznih puteva i obim radova na uređenju rampi u osi mosta i terena do prilaznih puteva, kao i jednom izlaznom lingvističkom promenljivom – preferencija odluke za izbor određene lokacije.

Opisani kriterijumi prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1

Kriterijumi za vrednovanje ponuđenih lokacija za prelazak vodene prepreke

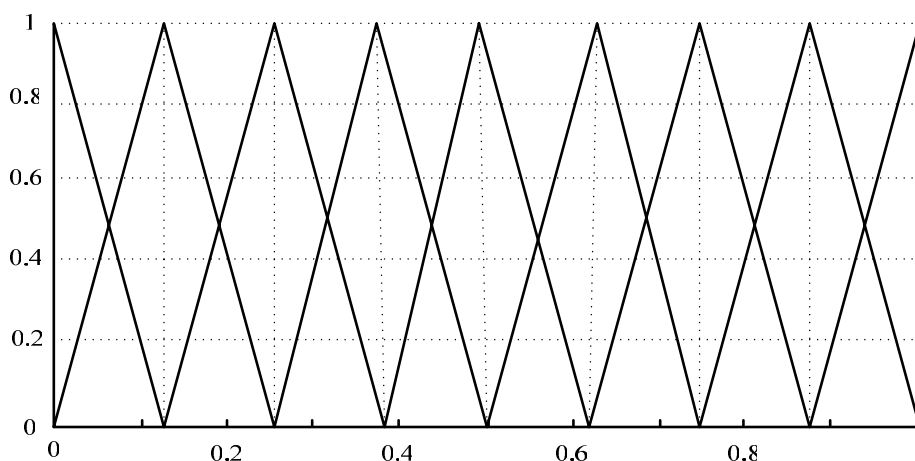
Oznaka kriterijuma	Kriterijum	Min	Max	Numerical	Lingvistic
K ₁	Širina vodene prepreke	x		x	
K ₂	Brzina toka vodene prepreke	x		x	
K ₃	Kvalitet i broj prilaznih puteva		x		x
K ₄	Obim radova na uređenju rampi u osi mosta i terena do prilaznih puteva	x			x

Kriterijumi K₁ i K₂ prikazani su kao numeričke vrednosti, a kriterijumi K₃ i K₄ kao lingvistički deskriptori.

Vrednosti ulaznih promenljivih K₃ i K₄ opisane su skupom lingvističkih deskriptora $S = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_i\}$, $i \in H = \{0, \dots, T\}$, gde je T ukupan broj lingvističkih deskriptora. Lingvističke varijable predstavljene su trouglastim fuzzy brojem koji je definisan kao $(a_i, b_i, \alpha_i, \beta_i)$, gde a_i i b_i predstavljaju interval u kojem funkcija pripadnosti fuzzy broja ima maksimalnu vrednost tj. 1,0. Vrednosti α_i i β_i predstavljaju levu i desnu distribuciju funkcije pripadnosti od vrednosti u kojoj funkcija pripadnosti dostiže maksimalnu vrednost.

Broj lingvističkih deskriptora je $T = 9$: „nebitno“ (unessential – U), „vrlo malo“ (very low – VL), „prilično malo“ (fairly low – FL), „malo“ (low – L), „srednje“ (medium – M), „veliko“ (high – H), „srednje veliko“ (medium high – MH), „vrlo veliko“ (very high – VH) i „savršeno“ (perfect – P). Lingvistički deskriptori imaju sledeće vrednosti (slika 2):

– U	Unessential	(0, 0, 0, 125)
– VL	Very Low	(0, 0, 125, 0,25)
– FL	Fairly Low	(0, 125, 0,25, 0,375)
– L	Low	(0,25, 0,375, 0,5)
– M	Medium	(0,375, 0,5, 0,625)
– H	High	(0,5, 0,625, 0,75)
– MH	Medium High	(0,625, 0,75, 0,875)
– VH	Very High	(0,75, 0,875, 1)
– P	Perfect	(0,875, 1, 1)



Slika 2 – Grafički prikaz lingvističkih deskriptora

Dakle, skup S lingvističkih deskriptora predstavljen je kao:

$$S = \{l_1 = U, l_2 = VL, l_3 = FL, l_4 = L, l_5 = M, l_6 = H, l_7 = MH, l_8 = VH, l_9 = P\}$$

Nakon dobijanja lingvističkih vrednosti ulaznih promenljivih vrši se poređenje fuzzy brojeva za svaki posmatrani kriterijum. U ovom istraživanju opseg intervala poverenja za svaku ulaznu promenljivu normiran je kao brojčani interval od 0 do 1.

Interval poverenja ulazne promenljive *širina vodene prepreke* kreće se u brojčanom intervalu $[0,200]$, pošto smo u razmatranje uzeli jedan komplet PM-M-71 od čega se može sastaviti pontonski most klase nosi-

vosti 60 t za savlađivanje vodene prepreke dužine oko 200 m. Interval poverenja može da se menja u zavisnosti od klase nosivosti mosta.

Interval poverenja ulazne promenljive *brzina toka* vodene prepreke kreće se u brojčanom intervalu [0, 2,5], pošto se pontonski most od kompleta PM-M-71 može postavljati na vodene prepreke čija je brzina toka maksimalno 2,5 m/s.

Vrednost izlazne promenljive *preferencija odluke* za izbor određene lokacije nalazi se u intervalu [0,1].

Svaka promenljiva u fuzzy modelu ima tri lingvističke vrednosti, osim izlazne promenljive koja ima sedam. Ulazna promenljiva *širina vodene prepreke* ima vrednosti: malo, srednje i veliko.

Ulazna promenljiva *brzina vodene prepreke* ima vrednosti: mala, srednja i velika.

Ulazna promenljiva *kvalitet i broj prilaznih puteva* ima vrednosti: loš, srednji i dobar.

Ulazna promenljiva *obim radova* na uređenju rampi u osi mosta i terena do prilaznih puteva ima vrednosti: mali, srednji i veliki.

Izlazna promenljiva *preferencija odluke* ima vrednosti: vrlo mala, mala, srednja, srednje velika, velika i vrlo velika.

U fuzzy sistemu dati sistem je opisan verbalno (kvalitativno) preko produkcionih pravila. Zbog toga najpre konvertujemo (fazifikujemo) ulazne vrednosti. Nakon toga mehanizam aproksimativnog rezonovanja obrađuje ulazne podatke kroz faze agregacije, aktivacije i akumulacije. Izlazna vrednost dobija se procesom defazifikacije.

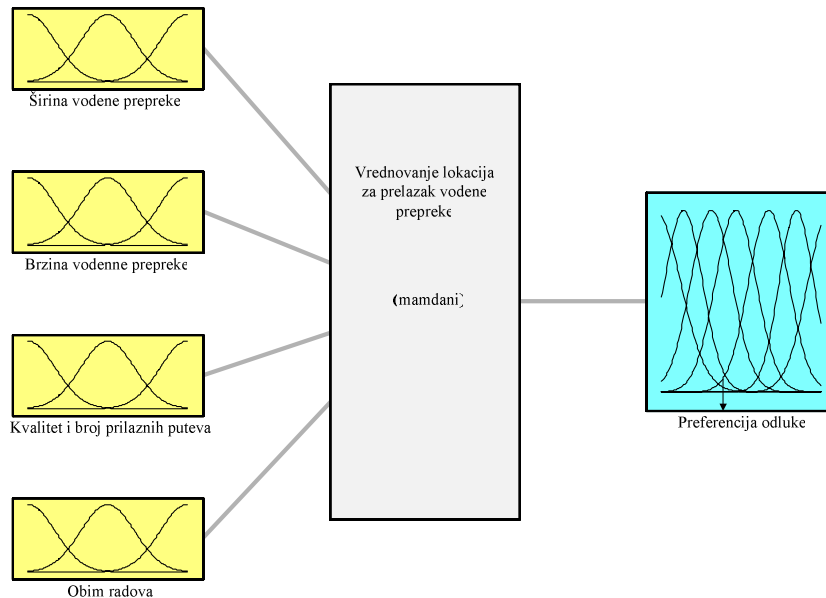
U fazi agregacije utvrđuje se kojim stepenom poverenja (nivoom istinitosti) neka ulazna vrednost pripada datom fuzzy skupu. Agregacija je ekvivalentna fazifikaciji u slučaju kada postoji samo jedan ulaz.

Aktivacija je zaključak koji se izvodi u delu pravila ONDA. U procesu akumulacije sve aktivirane konkluzije se akumuliraju. Akumulacija se najčešće realizuje kroz dve metode: MAKS i SUM.

Proces konverzije fuzzy skupa u realni broj obavlja se tokom defazifikacije.

Modeli zasnovani na fuzzy logici najčešće zahtevaju više iteracija. U prvom koraku se definiše skup pravila i odgovarajuće funkcije pripadnosti. Po sagledavanju dobijenih rezultata vrši se, ukoliko je to potrebno, korekcija pojedinih pravila i/ili funkcija pripadnosti. Potom se modifikovanim pravilima i/ili funkcijama pripadnosti model ponovo testira.

Na osnovu opisanog koncepta modela stvorene su osnove da se dati sistem međuzavisnosti ulaznih kriterijuma modeluje kao složeni fuzzy system (slika 3).



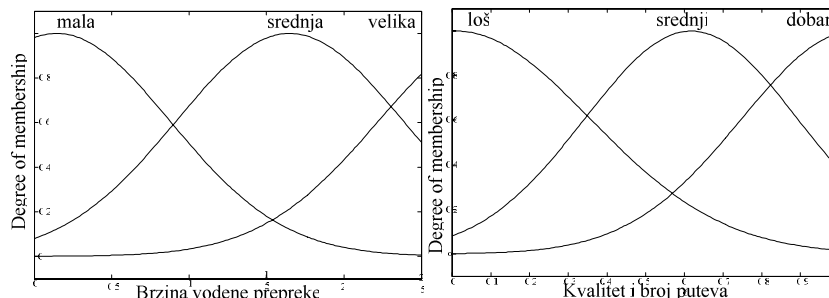
Slika 3 – Prikaz opšteg modela fuzzy sistema

U modelu, za svaku promenljivu, određeno je da ima tri lingvističke vrednosti, osim izlazne promenljive koja ima šest.

Veći broj lingvističkih vrednosti nije bio potreban pošto je sa tri lingvističke vrednosti postignuta zadovoljavajuća postepenost i preciznost izlaza pri menjanja ulaznih vrednosti.

Izbor funkcija pripadnosti i njihovog raspona na intervalu poverenja je veoma bitna faza izrade modela. U fuzzy sistemu su izabrane Gausove krive, pošto su lake za manipulaciju pri podešavanju izlaza.

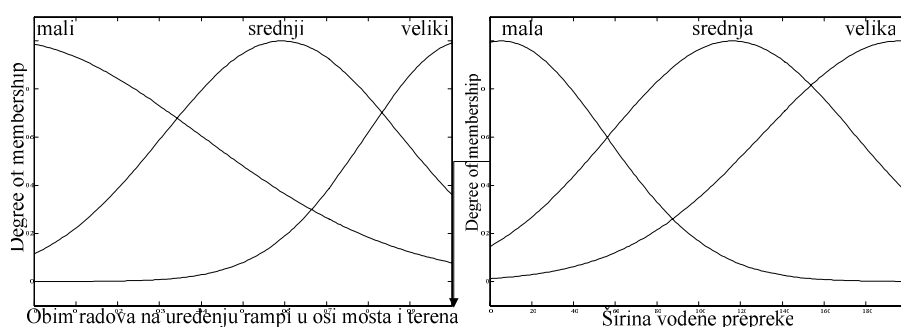
Na slici 4, 5. i 6. prikazane su funkcije pripadnosti ulaznih i izlaznih lingvističkih promenljivih.



Slika 4 – Funkcije pripadnosti ulaznih lingvističkih promenljivih brzina vodene prepreke i kvalitet i broj prilaznih puteva

Lingvistička promenljiva *brzina vodene prepreke* ima Gausove oblike funkcija pripadnosti lingvističkih vrednosti sa sledećim parametrima: mala (0,733, 0,144), srednja (0,7341, 1,65), velika (0,759, 2,982). Prvi broj predstavlja levu i desnu distribuciju Gausove krive duž apscise, a drugi broj predstavlja vrednost u kojoj Gausova kriva ima vrednost na apscisnoj osi 1.

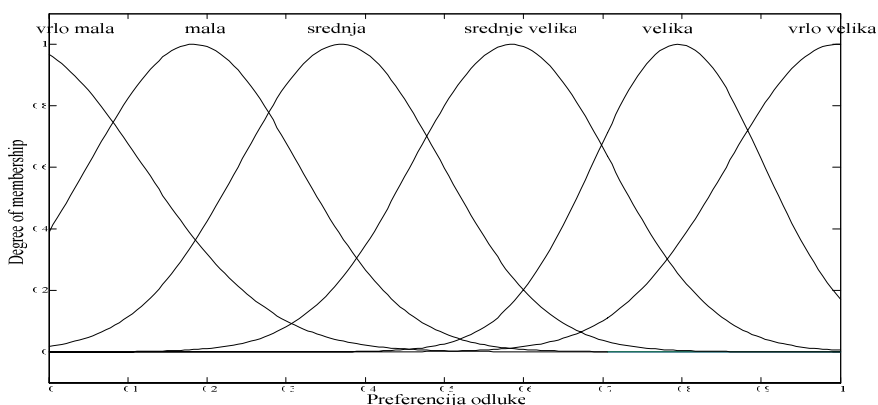
Lingvistička promenljiva *kvalitet i broj prilaznih puteva* ima Gausove oblike funkcija pripadnosti lingvističkih vrednosti sa sledećim parametrima: loš (0,346, 0,0105), srednji (0,275, 0,6173), dobar (0,292, 1,04).



Slika 5 – Funkcije pripadnosti ulaznih lingvističkih promenljivih obim radova na uređenju rampi u osi mosta i terena do prilaznih puteva i širina vodene prepreke

Lingvistička promenljiva *obim radova na uređenju rampi u osi mosta i terena do prilaznih puteva* ima Gausove oblike funkcija pripadnosti lingvističkih vrednosti sa sledećim parametrima: mali (0,4776, -0,0784), srednji (0,2848, 0,593), veliki (0,2356, 1,03).

Lingvistička promenljiva *širina vodene prepreke* ima Gausove oblike funkcija pripadnosti lingvističkih vrednosti sa sledećim parametrima: mala (49,95, 5,59), srednja (59,11, 116), velika (66,14, 196).



Slika 6 – Funkcije pripadnosti lingvističke promenljive preferencija odluke

Kao spona između ulaza i izlaza fuzzy sistema koriste se lingvistička pravila. Znanje eksperta o procesu se može izraziti pomoću određenog broja lingvističkih pravila rečima govornog ili veštačkog jezika.

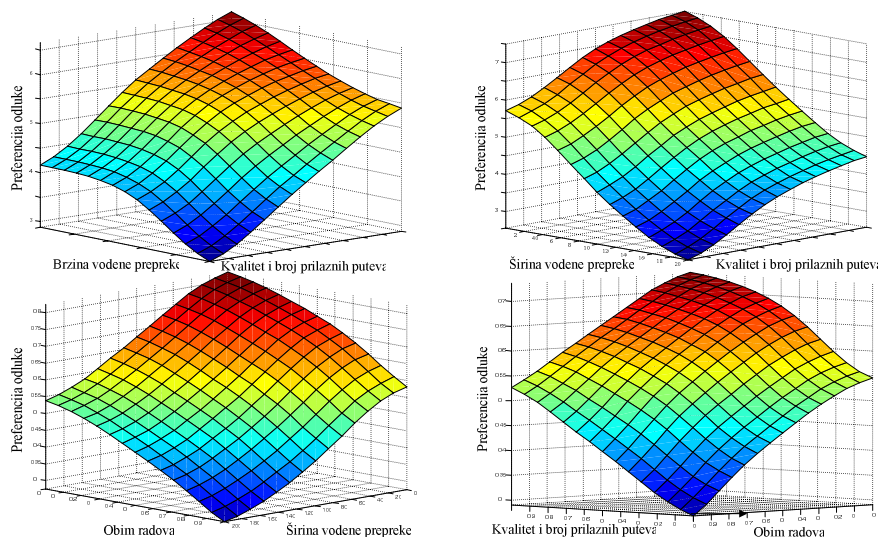
Za definisanje pravila u fuzzy logičkom modelu korišćeni su podaci dobijeni anketiranjem oficira roda inženjerije koji su praktično učestvovali u izboru lokacija za postavljanje pontonskih mostova.

Osnovni problem sa kojim se susreće analitičar pri razvoju fuzzy sistema je određivanje baze fuzzy pravila i parametara funkcija pripadnosti fuzzy skupova koji opisuju ulazne i izlazne promenljive. U mnogim primenama fuzzy sistema u procesu donošenja odluke konačni skup pravila i izbor funkcija pripadnosti koje opisuju kategorije ulazno/izlaznih lingvističkih promenljivih dobijaju se eksperimentisanjem.

Kao što je već naglašeno, postoje četiri ulazne lingvističke promenljive ($n = 4$), sa po tri lingvističke vrednosti ($M = 3$) i mogu da se kombinuju u bazi od ukupno $M^n = 3^4 = 81$ pravila.

Najčešće se koristi *MIN*–*MAKS* metoda direktnog zaključivanja. Ovaj metod je uobičajen izbor u slučaju kada nije bitno da se upravlja čitavim intervalom poverenja izlazne promenljive. Međutim, u velikom broju simulacija modela pokazalo se da je *MIN*–*MAKS* metod u ovom slučaju nepogodan. Jedan od osnovnih zahteva bilo je postizanje zadovoljavajuće osetljivosti sistema. To znači da pri određenim malim promenama ulaza, izlaz iz fuzzy sistema mora da ima takođe male promene vrednosti, što primenom metode *MIN*–*MAKS* nije bilo moguće postići.

Zato je izabran metod *PROD*–*SUM*, kao najpogodniji, od mogućih koje nudi programski paket Matlab. Izborom metode *PROD*–*SUM* i podešavanjem funkcija pripadnosti rešenja su dobila prihvatljiv oblik, koji je i usvojen (slika 7).



Slika 7 – Grafički prikaz skupa mogućih rešenja fuzzy sistema

Testiranje fuzzy sistema

Praktična primena je logična faza u životnom ciklusu modela. Model treba primeniti i po potrebi izvršiti određene korekcije, izmene ili poboljšanja [7].

Za testiranje opisanog modela izabrana je dolina Južne Morave između Bujanovca i Vladičinog Hana sa mestima Vranjska Banja, Kobrevac i Gramada, slika 8.



Slika 8 – Reka Južna Morava

Karakteristike izabranih mesta za prelazak preko vodene prepreke prikazane su kroz kriterijume Brzina vodene prepreke, Kvalitet i broj prilaznih puteva, Obim radova na uređenju rampi u osi mosta i terena do prilaznih puteva i Širina vodene prepreke, tabela 2.

Tabela 2

Karakteristike izabranih mesta prelaska

Kriterijumi Mesto prelaska	Brzina reke (m/s)	Kvalitet i broj prilaznih puteva	Obim radova	Širina reke (m)
Vranjska Banja	1,0	Medium (M)	Low (L)	40
Kobrevac	1,0	Medium (M)	Medium (M)	40
Gramada	1,8	Medium High (MH)	Medium (M)	50

Nakon primene modela dobijeni su rezultati, tabela 3.

Tabela 3

Preferencija odluke

Mesto prelaska	Preferencija odluke
Vranjska Banja	0,738
Kobrevac	0,710
Gramada	0,557

Kao najpogodnije mesto za mosno mesto prelaska za savlađivanje Južne Morave između Bujanovca i Vladičinog Hana izabrana je Vranjska Banja, pošto je kao izlaz iz fuzzy sistema dobijen najveći stepen preferencije.

Zaključak

U većini slučajeva proces odlučivanja se svodi na iskustvena znanja donosioca odluke. Međutim, rešavanje ovog problema i pored iskustva koje donosilac odluke poseduje iziskuje njegovo naprezanje u sagledavanju situacije, a opet isto za sobom povlači i određeno vreme koje je potrebno za donošenje odluke. Uvođenjem modela prvenstveno bi se uštedelo vreme potrebno za donošenje odluke, a i samo naprezanje donosioca odluke u rešavanju ovog problema bi se smanjilo. Pored toga odluku bi mogla da donesu i lica sa manje iskustva.

U fazi prikupljanja podataka može se pojaviti problem oko definisanja vrednosti obima radova na uređenju rampi u osi mosta i terena do prilaznih puteva, jer zavisi od više parametara kao što su nagib i visina obale, sastav tla, pošumljenost obale, i (ne) postojanje privremenih puteva. Tako da je sagledavanje vrednosti ovog kriterijuma složenije u odnosu na ostale koji se mogu prilično precizno definisati.

Analizirajući dobijene rezultate može se zaključiti da razvijeni fuzzy sistem može uspešno da vrednuje izabrane lokacije i da formuliše strategiju odlučivanja pri izboru lokacije.

Performanse razvijenog fuzzy sistema mogu da se poboljšaju preslikavanjem fuzzy sistema u adaptivnu neuronsku mrežu.

Literatura

[1] Kuzović Lj., Vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploatacijom putne mreže, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.

[2] Borović S., Nikolić I., Višekriterijumska optimizacija: metode, primena u logistici, softver, Sektor ŠONID GŠ VJ, Beograd, 1998.

[3] Herrera F., Martínez L., An Approach for Combining Numerical and Linguistic Information based on the 2-tuple fuzzy linguistic representation model in Decision Making. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 8, pp. 539–562, 2000.

[4] Teodorović D., Kikuchi S., *Fuzzy skupovi i primene u saobraćaju i transportu*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.

[5] Pifat V., *Prelaz preko reka*, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1980.

[6] Pamučar D., *Dizajniranje organizacione strukture korišćenjem fuzzy pristupa*, magistarski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2009.

[7] Pamučar D., *Primena SWOT analize na sistem integralnog transporta Vojske Srbije*, *Vojnotehnički glasnik*, broj 2 /2008, str. 237–247, Beograd, ISSN: 0042–8469.

EVALUATING LOCATIONS FOR RIVER CROSSING USING FUZZY LOGIC

Summary:

The managing process in every organization is developed by making appropriate decisions and by their transformation into actions. The managing process is, therefore, often considered as equal with the decision making process, which shows that decision making plays a significant role in the managing process of organizations. Managing efficiency as well as functioning and development of every organization depends on decision making correctness, i. e. on the correctness of undertaken actions. The Serbian Armed Forces is an organizational system where the managing process is carried out as well. The levels of decision importance in the Army are different, from daily-operative to strategic ones, but the importance of the decision making process itself is equal, regardless the level of decisions.

Decision makers sometimes face situations when they have only one action and in that case the decision making process is reduced to either accepting or refusing the action. However, decision makers often face a situation when, by ranking many offered actions, they decide which one is the best. Ranking itself is carried out by evaluating offered actions, and the selection is made based on the best results of an action. These conclusions require a careful and systematical approach to the decision making process, regardless the decision type, since any wrong decision leads to the weakening of the combat readiness of The Serbian Armed Forces.

The paper shows the stage in the decision making process during the selection of a pontoon bridge location for the purpose of overcoming water obstacles. The decision making process includes a higher or lower level of indefiniteness of criteria needed for making a relevant decision. Since the fuzzy logic is very suitable for expressing indefiniteness and uncertainty, the decision making process using a fuzzy logic approach is shown in the paper.

Characteristics of multi-criteria methods and selection of methods for evaluation

With the development of the evaluation theory, evaluation models were being developed as well. Different objectives of evaluation and other differences in the whole procedure had an impact on the development of the majority of evaluation models adapted to different requests.

The main objective of multi-criteria methods is to define the priority between particular variants or criteria in the situation with a large number of decision makers and a large number of decision making criteria in repeated periods of time.

Main notions of fuzzy logic and fuzzy sets

In a larger sense, the fuzzy logic is a synonym for the fuzzy sets theory which refers to the class of objects with unclear borders the membership of which is measured by certain value. It is important to realize that the essence of the fuzzy logic is different from the essence of the traditional logic system.

This logic, based on clear and precisely defined rules, has its foundation in the set theory. An element can or cannot be a part of a set, which means that sets have clearly determined borders.

Contrary to the conventional logic, the fuzzy logic does not define precisely the membership of an element to a set. The membership value is expressed in percentage, for example. The fuzzy logic is very close to human perception.

Fuzzy system modeling for evaluation of selected locations

The fuzzy logic is usually used for complex system modeling, when it is difficult to define interdependences between certain variables by other methods.

The criteria for the selection of locations for crossing water obstacles are: water obstacle width, water obstacle flow rate, quality and number of access roads and volume of works around the bridge and on terrain all the way to the access roads.

In the fuzzy system for evaluating offered locations, the input criteria values are presented in numbers or linguistic expressions. The fuzzy system is composed of four input linguistic variables and one output linguistic variable – decision preference for the selection of a particular location.

For defining rules in a fuzzy logic model, the data obtained from the interviewed infantry officers who took part in the selection of a pontoon bridge location were used.

Fuzzy system testing

The valley of the Juzna Morava River between the towns of Bujanovac and Vladicin Han, with the towns of Vranjska Banja, Kobrevac and Gramada, was chosen for testing the described model.

Vranjska Banja was chosen as the most appropriate pontoon bridge location in crossing the Juzna Morava River between Bujanovac and Vladicin Han, because the highest degree of preference was obtained as an output linguistic variable from the fuzzy system.

Key words: Decision making, fuzzy logic, water obstacle

Datum prijema članka: 08. 05. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 16. 10. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 19. 10. 2009.

PROCEDURE ZA PRILAZ I SLETANJE NA AERODROME „NIKOLA TESLA“ I „BATAJNICA“ PRIMENOM RNP AR APCH I BARO-VNAV*

Milosavljević S. *Vojislav*, student na akademskim master studijama
na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu

UDC: 656.7.052.74
656.71

Sažetak:

Radi što adekvatnijeg odgovora na najnovije izazove tržišta vazdušnog prevoza javila se ideja da se aerodrom „Batajnica“ otvori i za civilni saobraćaj. Time bi se znatno promenila situacija u terminalnom vazdušnom prostoru, pa je potrebno razmotriti nove okolnosti i prema njima optimizovati terminalni prostor. Znatna deo optimizacije čini i definisanje procedura za prilaz i sletanje, kao i strateško razdvajanje prilaznih tokova. Predložene procedure konstruisane su primenom savremenih koncepcija i rešenja u civilnoj avijaciji: Performance-Based Navigation, Baro-VNAV i CDA, koja se vrlo uspešno već primenjuju širom sveta.

Ključne reči: RNP, Baro-VNAV, CDA, procedure, prilaz, Batajnica, Beograd, terminalni prostor, STAR.

Uvod

Kretanja na globalnom tržištu, porast broja stanovnika i drugi faktori uslovljavaju praktično neprestano povećanje potražnje za vazdušnim transportom. Na određenim rutama tu povećanu potražnju moguće je zadovoljiti uvođenjem većih aviona. Međutim, postoji i veliki broj ruta na kojima bi takav potez bio ekonomski potpuno neopravdan. Veliki avioni su idealno rešenje za interkontinentalne letove između velikih svetskih hubova – čvorišta (engl. *hub*), a za kraće, regionalne linije, pravi i logičan izbor su manji, regionalni avioni. Karakteristično za regionalni saobraćaj jeste da je manji broj putnika na jednom letu, ali frekvencije mogu biti velike, što zavisi od konkretnog tržišta. To praktično znači da će za isti broj prevezenih putnika biti potrebno više operacija poletanja i sletanja nego kada bi se oni

* Napomena: Ova tema detaljnije je razmotrena u diplomskom radu Vojislava Milosavljevića *Procedure za prilaz i sletanje na aerodrome „Nikola Tesla“ i „Batajnica“ primenom RNP AR APCH i Baro-VNAV*, odbranjenom 7. jula 2008. godine na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu. U radu su prikazani i detaljni proračuni, crteži konstruisanih procedura, detaljnije obrazložena usvojena rešenja i drugo.

prevozili većim avionom, a to onda znači da su terminalni prostori oko aerodroma između kojih se leti opterećeniji. Preopterećenje vazdušnog prostora može dovesti do niza problema, od kojih su svakako najznačajniji:

- ugrožavanje bezbednosti zbog eventualnog narušavanja minimuma razdvajanja;
- smanjenje kapaciteta aerodroma zbog neoptimalne organizacije terminalnog prostora i eventualnih ograničenja uslovljenih pozicijom aerodroma;
- velika kašnjenja i poremećaji u redovima letenja zbog čekanja na sletanje (holding) ili poletanje (na gejtju (engl. *gate*) ili kod PSS;
- ogromni troškovi svih učesnika (aviokompanija, aerodroma, putnika, kontrole letenja).

Osnovni principi na kojima se zasniva koncepcija i funkcionisanje savremene kontrole letenja su: bezbednost, redovnost i ekspeditivnost. Da bi oni bili zadovoljeni i u uslovima znatnog porasta obima saobraćaja, neophodno je konstantno usavršavanje i primenjivanje savremenih rešenja u kontroli letenja i avijaciji uopšte. Jedno od najsavremenijih sredstava kontrole letenja za regulisanje saobraćaja u terminalnom prostoru je nova koncepcija prostorne navigacije, zasnovana na performansama: *Performance-Based Navigation (PBN)*. Njene brojne prednosti u odnosu na konvencionalnu navigaciju omogućile su da se uspešno reorganizuju i najopterećeniji terminalni prostori na svetu i da se poveća pristupačnost aerodromima i na najnezgodnijim mestima (zbog prepreka, buke, klimatskih uslova ili neopremljenosti za precizan prilaz).

Početak 2008. godine pojavila se, odnosno objavljena je u javnosti, ideja da se vojni aerodrom „Batajnica“ otvori i za civilnu upotrebu, kao odgovor na povećanu tražnju i specifičnosti tržišta. Prema toj ideji, predviđa se da će ga uglavnom koristiti niskotarifne kompanije zbog nižih taksi nego na aerodromu „Nikola Tesla“, kao i kargo avioni. Aerodrom bi tako postao mešoviti, sa jedne strane bi bili vojni objekti i vazduhoplovi, a sa druge civilni putnički i kargo terminal, platforma i prateći objekti, po ugledu na neke svetske mešovite aerodrome. Za civilne potrebe koristila bi se PSS 12L/30R, odnosno po internim vojnim oznakama PSS 2. Još uvek nije poznato da li će i kada civilni deo aerodroma biti pušten u upotrebu, ali je sigurno da do tada ima da se obavi još puno posla.

Otvaranje aerodroma „Batajnica“ za civilnu upotrebu potpuno bi promenilo situaciju u terminalnim vazdušnim prostorima „Beograd“ i „Batajnica“, pa je zbog toga neophodno njeno detaljno razmatranje. Zbog međusobne blizine ova dva aerodroma, a time i međuzavisnosti u izvesnoj meri, terminalni prostori i saobraćajni tokovi razmatrani su zajedno. U ovom radu je dat predlog procedura za prilaz i sletanje na aerodrome „Batajnica“ i „Nikola Tesla“ primenom jednih od najsavremenijih i sve popularnijih tehnika: RNP AR APCH (*Required Navigation Performance Authorization Required Approach*),

Baro-VNAV (*Barometric Vertical Navigation*) i CDA (*Continuous Descent Approach*). Ovo predloženo rešenje ima za cilj razdvajanje tokova na strateškom nivou i optimizaciju tokova i vazdušnog prostora po kriterijumima:

- bezbednosti,
- minimizacije troškova svih učesnika u saobraćaju,
- minimizacije štetnih uticaja na okolinu,
- pristupačnosti: da što više vazduhoplova može da leti po predloženim procedurama,
- fleksibilnosti.

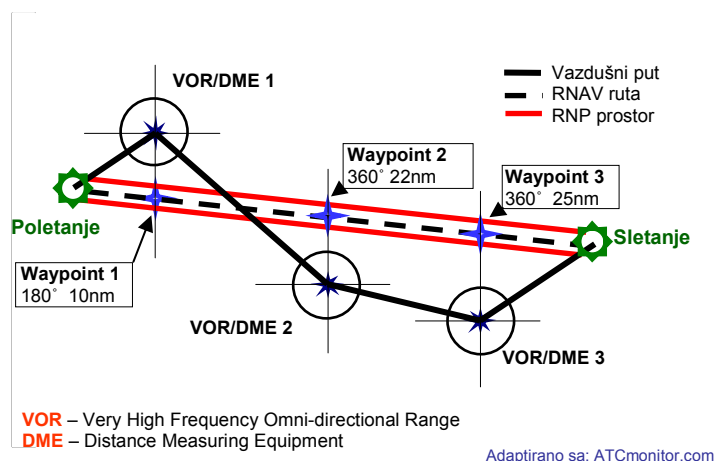
RNP AR APCH i Baro-VNAV još uvek su toliko novi da svetski aeronautički krugovi još rade na standardizaciji nekih detalja. Zbog toga je ovaj rad zasnovan na trenutno aktuelnim i dostupnim dokumentima koji mogu biti podložni promenama u budućnosti, kao, na primer, ICAO Doc. 9613 Final Working Draft 5.1: *Performance Based Navigation Manual* [1] i na osnovu njega sačinjen ICAO *Required Navigation Performance Authorization Required Procedure Design Manual*, Final Draft ver. 1.0 od 29. novembra 2007 [2]. Veliko ohrabrenje predstavlja činjenica da svetski priznate aviokompanije, aerodromi, kompanije za izradu procedura, kao i ICAO, FAA i EUROCONTROL, sve više pažnje usmeravaju na standardizaciju i primenu RNP. Imajući u vidu njihove napore i već postignute rezultate na tom polju, može se reći da RNP predstavlja budućnost vazduhoplovne navigacije. U prilog tome govori i podatak da je nadogradnja avionske opreme na standard koji podržava RNP već nekoliko godina jedan od najtraženijih vrsta nadogradnje avionske opreme.

Koncepcija Performance-Based Navigation

Prema ICAO Doc. 9613, koncepcija Performance-Based Navigation zasniva se na ideji da međunarodne vazduhoplovne vlasti određuju zahtevane standarde navigacionih performansi (preciznosti u određivanju pozicije i praćenju zadatog puta) umesto da određuju potrebnu opremu vazduhoplova ili drugu opremu potrebnu za postizanje zahtevanog stepena preciznosti. Ova nova koncepcija navigacije (PBN) obuhvata: *Area Navigation (RNAV)* i *Required Navigation Performance (RNP)*.

Za razliku od konvencionalne navigacije koja se prvenstveno oslanja na zemaljska radio-navigaciona sredstva (npr. VOR, NDB), PBN, odnosno RNAV i RNP se baziraju na satelitskoj navigaciji tj. na korišćenje GNSS (Global Navigation Satellite System). Umesto preletanja zemaljskih radio-navigacionih sredstava, sada se mogu definisati putne tačke (*“waypoints”*) u oblasti pokrivenoj radio-navigacionim signalom. Računar na vazduhoplovu izračunava poziciju putnih tačaka, trenutnu poziciju vazduhoplova i parametre leta na osnovu primljenih radio-navigacionih signala, a izračunati parametri (npr. putni

ugao, udaljenost i vreme do određene putne tačke i sl.) mogu se prikazivati u odnosu na putne tačke nezavisno od pozicije radio-navigacionih sredstava. Primenom RNP obezbeđeno je i praćenje i ograničavanje stvarnog odstupanja vazduhoplova od nominalne putanje leta.



Slika 1 – Poređenje konvencionalne navigacije, RNAV i RNP

RNP – Required Navigation Performance

Prema dokumentu ICAO 9613, RNP je definisan kao set standarda koji određuju preciznost navigacionih performansi vazduhoplova u određenom vazдушnom prostoru, duž određene rute, prilaza, itd. Bočno odstupanje stvarne putanje leta od nominalne ne sme preći vrednost od $\pm 1\text{RNP}$ tokom bar 95% vremena leta po RNP ruti, određenom vazдушnom prostoru i sl., odnosno $\pm 2\text{RNP}$ tokom 99% vremena leta. Zaštitni prostori za RNP definisani su kao linearni i bez sekundara, tj. ceo prostor je primarni. To znači da je minimalna visina nadvišavanja prepreka (MOC – *Minimum Obstacle Clearance*) konstantna duž celog poprečnog preseka RNP rute širine $\pm 2\text{RNP}$ od ose, tj. od nominalne putanje.

Ključne funkcije RNP navigacionog sistema su:

- navigacija po zadatim kriterijumima,
- praćenje zadovoljavanja zadatih navigacionih performansi,
- upozoravanje posade kada se one ne mogu zadovoljiti.

Osnova za svaku primenu RNP je dokument ICAO 9613, odgovarajuća dokumenta EASA, FAA, kao i nacionalna zakonodavstva. U pomenutim dokumentima se mogu naći detaljno definisani svi aspekti primene RNP – od tehničkih karakteristika navigacionog sistema na vazduhoplovu do obuke posade i regulative.

Jedan od sve zastupljenijih RNP tipova je RNP AR APCH (*RNP Authorization Required Approach*) prema kojem su i izrađene predložene procedure. Primarna navigaciona infrastruktura je GNSS, a sekundarni senzori su DME/DME i IRS (*Inertial Reference System*). Ovaj RNP tip koristi se za procedure prilaza i sletanja. Standardna RNP vrednost za završni prilaz je RNP 0,3 ($\pm 0,3$ NM od nominalne putanje leta za 95% vremena leta), a minimalna je RNP 0,1. Za segmente početnog međuprilaza i neuspelog prilaza standardna vrednost je RNP 1, a minimalna RNP 0,5. Ukupna horizontalna greška sistema (TSE) kod ovog RNP tipa ograničena je na $\pm 0,1$ NM u svakom segmentu, dok je kod RNP APCH tipa ona ograničena na $\pm 0,3$ NM u segmentu završnog i ± 1 NM u ostalim segmentima, pa zato ne treba mešati ova dva tipa sa sličnim imenom.

Navigacioni sistem na vazduhoplovu mora da poseduje bazu podataka kompletnih prilaznih procedura, uključujući i vertikalne uglove, neuspele prilaze i tranzicije za zadati aerodrom.

Nije potrebno vršiti leteće inspekcije navigacionog signala za ovaj RNP tip, jer se on oslanja na GNSS. Prema dokumentu AC 20-138, tačnost GPS senzora tokom 95% vremena mora biti bolja od 36 m, odnosno 2 m za senzor GPS sistema sa povećanom preciznošću (engl. *augmented*, npr. SBAS ili GBAS – Space-Based/Ground-Based Augmented System). Maksimalna odstupanja IRS su ograničena na 2NM po času leta za letove do deset časova. U dokumentima se pretpostavlja da sistemi koji zadovoljavaju ove standarde imaju odstupanje do 8NM po času leta tokom prvih 30 minuta posle prestanka ažuriranja pozicije vazduhoplova sa verovatnoćom od 95%.

Prednosti i mane implementacije RNP

Iako je zaista teško nabrojati sve direktne i posredne koristi koje implementacija PBN, odnosno RNP, donosi sveukupnom svetskom društvu, treba pomenuti neke od ključnih među koje svakako spadaju:

- **znatno povećan kapacitet i efikasnost vazdušnog prostora** – napredne navigacione performanse vazduhoplova omogućavaju manja razdvajanja, a time i manje vazdušnog prostora; moguće je dinamičko upravljanje tokovima vazdušnog saobraćaja; moguće je korišćenje paralelnih¹ (engl. *offset*) ruta;
- **unapređena bezbednost leta** zahvaljujući preciznijoj navigaciji; znatno se smanjuje broj kontrolisanih udara u teren (*Controlled Flights into Terrain – CFIT*), naročito tokom noćnih prilaza na aerodrome okružene planinama ili drugim preprekama;

¹ Paralelne odnosno *offset* rute imaju isti pravac, a njihov bočni razmak zavisi od konkretnog primenjenog RNP tipa. Na istom pravcu ih može biti dve ili više.

- **povećana dostupnost pojedinih aerodroma** – manji uticaj nepovoljnih vremenskih uslova na operacije, manje otkazanih i zakasnelih letova i pratećih troškova zbog povoljnijih minimuma nadvišavanja;
- **direktne rute** – ne moraju se više preletati zemaljska radionavigaciona sredstva, skraćuju se letovi, smanjuju se operativni troškovi;
- **manje radno opterećenje pilota i kontrolora** – putanje leta su definisane putnim tačkama, smanjuje se glasovna radio komunikacija između pilota i kontrolora; primena veze podataka (engl. *data link*) takođe značajno doprinosi ovome:
 - **velike uštede u gorivu i vremenu leta (*Flight Time*)** – omogućeno je 4D *gate-to-gate* upravljanje vazdušnim saobraćajem, manje čekanja na zemlji i u holdingu
 - **manji štetan uticaj na okolinu** – posledica kraćeg blok vremena² i povećane fleksibilnosti dizajniranja procedura, kombinacijom RNP i CDA može se izbeći preletanje zona osetljivih na buku i aerozagađenje u okolini aerodroma;
 - **optimizovan vertikalni profil** – ravnomernije penjanje, krstarenje i poniranje, sve faze leta su optimizovane prema ekonomskim kriterijumima, veliki doprinos primene CDA (Continuous Descent Approach) umesto klasičnih *Dive and Drive* prilaza;
 - **povećana predvidivost i ponovljivost putanja leta** – preciznije definisanje i praćenje željene putanje leta;
 - **fleksibilniji dizajn procedura** – procedure se dizajniraju da bolje odgovaraju lokalnim specifičnostima aerodroma, odnosno vazdušnog prostora, potrebno je manje vazdušnog prostora, nema potrebe za radarским praćenjem, znatno manja ograničenja uslovljena pozicijama zemaljskih radio-navigacionih sredstava.

Da bi sve navedene prednosti PBN mogle da se iskoriste na optimalan način, ne smeju se zaboraviti pretpostavke i uslovi od kojih se pošlo pri definisanju koncepcije. Takođe bi trebalo razmotriti sva pitanja nastala tokom procesa primene i uzeti u obzir dosadašnja iskustva relevantnih faktora. Novonastala pitanja, odnosno zapažanja, ne moraju nužno da predstavljaju neki problem (ali mogu), ali svakako zaslužuju pažnju kako bi se izbegle moguće komplikacije u procesu globalne implementacije.

Neka od do sada uočenih pitanja na koje treba obratiti pažnju radi što efikasnije implementacije PBN su:

- **integritet podataka** – apsolutno kritičan činilac celokupnog procesa. Zato je neophodna kontrola sertifikovanih provajdera podataka (*data-suppliers*) i integriteta podataka; planira se novi koncept gde korisnik „iz-

² Blok vreme (engl. *block time*, *BT* ili *t_B*) predstavlja ukupno vreme od pokretanja motora na aerodromu poletanja do gašenja motora na aerodromu sletanja odnosno zbir vremena provedenog u letu i vremena provedenog na zemlji sa uključenim motorima (npr. taksiranje, čekanje).

vlači“ podatke (*pull concept*) kao zamena današnjeg koncepta gde se podaci „guraju“ (*push concept*); potrebna je globalna vazduhoplovna baza podataka;

- **okruženje različitih mogućnosti (*mixed-capability environment*) tokom procesa implementacije** – sa napretkom implementacije, sve više operatera stiče mogućnosti za RNAV/RNP operacije, ali i oni koji ih još uvek nemaju, niti će ih imati u skorije vreme, takođe moraju biti adekvatno opsluženi upotrebom konvencionalne navigacije;

- **gubitak eksternog signala ili otkaz RNP sistema na vazduhoplovu** – prvenstveno se misli na primarni, GNSS signal, procedure za vanredne situacije se moraju još unaprediti;

- **potrebni su odgovarajući FMS** – savremeni FMS (Flight Management System) treba da podržavaju i RNAV-RNP holding kao i RF segmente putanje (legove, engl. *legs*), što prvi RNAV-RNP sistemi nisu podržavali;

- **velike investicije** potrebne za obuku kadrova, opremanje vazduhoplova, održavanje nove opreme i dalja istraživanja;

- **standardizacija** i prateća pitanja o kojima se konstantno raspravlja na raznim svetskim sastancima i radionicama, cilj je usaglašavanje svetskih standarda koji bi precizno definisali, podržali i olakšali primenu PBN;

- **politička pitanja** – GNSS signal kontrolišu mali broj država pa se javlja pitanje pouzdanosti odnosno mogućnost prekida signala ili slanje degradiranog signala u pojedinim zonama u određenom periodu.

Praktična primena RNP može se ilustrovati primerima nekih od najnepristupačnijih aerodroma na svetu, gde bi prilaz po konvencionalnoj navigaciji bio vrlo teško izvodljiv, a možda čak i nemoguć. Na primer, procedure za prilaz na kineske aerodrome Linži (ICAO oznaka: ZUNZ) i Lasa (ZULS) na Tibetu baziraju se na RNP AR APCH, a konstruisane su tako da avion u prilazu praktično prati dolinu reke leteći između vrlo visokih planina (umesto preko njih), čime se znatno snižava visina odluke [3]. Na sličan način realizovane su RNP procedure za prilaz i sletanje na austrijski aerodrom Innsbruck (LOWI) i kanadski Kilonu (CYLW). Na ovim primerima takođe se može primetiti kako se primenom RNP struktuiraju prilazni tokovi i time omogućava bolje iskorišćenje vazdušnog prostora.

Barometarska vertikalna navigacija (Baro-VNAV)

Sistem Baro-VNAV zasniva se na izračunavanju vertikalne putanje koju vazduhoplov treba da prati na osnovu visine izračunate na osnovu pritiska uz pomoć RNAV sistema. Ova vertikalna putanja uparena je sa od-

govarajućom horizontalnom i one zajedno praktično čine jednu 3D putanju. Ova putanja se u završnom prilazu određuje u odnosu na relativnu visinu vazduhoplova od praga sletanja kada je on tačno iznad praga (*Reference Datum Height – RDH*) i ugla vertikalne putanje (*Vertical Path Angle – VPA*) koji je najčešće nominalno 3°. Svi podaci neophodni za izračunavanje vertikalne komponente ove 3D putanje se nalaze u bazi podataka navigacionog sistema na vazduhoplovu – osim podatka o trenutnom lokalnom pritisku i temperaturi koji su neophodni za tačno izračunavanje visine. Za vršenje prilaza po Baro-VNAV, neophodno je da RNP sistem za bočnu navigaciju na vazduhoplovu bude sertifikovan za operacije prilaza po RNP-RNAV $\leq 0,3$ odnosno da zadovoljava navigacione performanse kako je to detaljno opisano u već pominjanom dokumentu ICAO 9613.

Baro-VNAV ne zahteva nikakvu specijalnu navigacionu infrastrukturu, jer se zasniva na barometarskom merenju visine. To čini ovaj sistem odličnim izborom za operatere koji često lete ka zabačenim aerodromima gde nije moguće izvoditi precizan prilaz (npr. nemaju instaliran ILS). Iako manje precizan nego npr. ILS, Baro-VNAV omogućava prilaz i sletanje i na aerodrome u nezgodnom geografskom okruženju po putanji koja je slična preciznom prilazu i to bez ikakve specijalne lokalne infrastrukture.

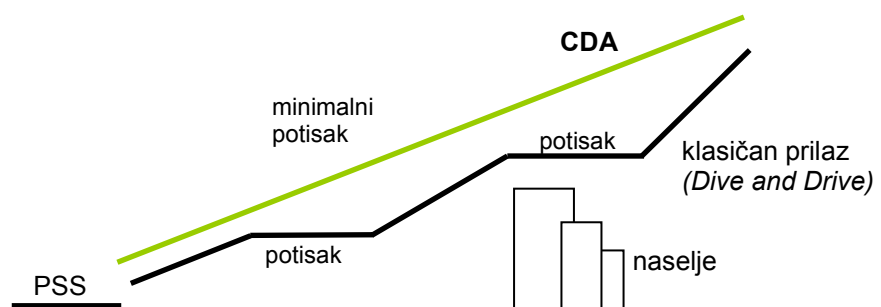
Za pravilno funkcionisanje ovog sistema neophodno je da posada zna tačnu vrednost pritiska i temperature na lokalnom aerodromu na koji sleće. Ovde se podrazumeva da su ove vrednosti izmerene opremom koja se nalazi na aerodromu, a nikako nekim daljinskim metodama. Poznavanje stvarnog trenutnog lokalnog pritiska i temperature neophodno je radi kompenzacije odstupanja stvarnog ugla poniranja od nominalnog usled promene lokalnog pritiska i temperature. Savremeni navigacioni sistemi automatski vrše ovu kompenzaciju. Pri dizajniranju procedura određuje se i temperaturni opseg u kojem se objavljene procedure mogu koristiti i bez temperaturne kompenzacije.

CDA – Continuous Descent Approach

Prilaz sa konstantnim poniranjem (CDA – Continuous Descent Approach) predstavlja novu koncepciju koja bi trebalo znatno da doprinese smanjenju štetnih uticaja buke i aerozagađenja, kao i da znatno smanji potrošnju goriva. Suština ove koncepcije jeste da se umesto klasičnog, stepenastog prilaza sa naizmeničnim poniranjem i horizontalnim delovima leti sa jednim konstantnim gradijentom poniranja i da pri tom motori rade u režimu minimalnog potiska.

Obično se uzima da je taj konstantni gradijent poniranja za CDA oko 5,2%, odnosno 3°, što je i najčešći gradijent završnog prilaza, odnosno *Glide Slope* ILS sistema, zato što je ovaj ugao najlakše održavati tokom

dužeg perioda. Visina od koje se primenjuje CDA razlikuje se zavisno od aerodroma, a teži se da CDA počinje od što veće visine, kako bi se maksimizirali pozitivni efekti primene. Prilaz po CDA može se izvoditi po verbalnim uputstvima kontrole letenja ili, kako je to predviđeno, STAR procedurama. Još uvek ne postoje nikakvi usaglašeni međunarodni standardi o primeni CDA.



Slika 2 – Prilaz sa konstantnim gradijentom poniranja (CDA)

Aerodromi

Prema [4], Aerodrom „Nikola Tesla“ raspolaže jednom PSS u pravcu 122–302° (12/30) dimenzija 3400 m x 45 m opremljenom za precizan prilaz po ILS CAT II na pragu 12 i CAT I na pragu 30. Aerodrom poseduje i opremu za ILS CAT IIIB, ali ona još nije uvedena u operativnu upotrebu. U operacijama je dominantna C kategorija aviona. Prema zvaničnoj statistici aerodrom „Nikola Tesla“ (LYBE) je tokom 2007. godine imao 43 448 operacija i oko 2,5 miliona putnika, što je za oko 3% više operacija, odnosno za oko 13% više putnika u odnosu na 2006. godinu. Trend porasta broja putnika i operacija nastavlja se i tokom 2008, približno istom brzinom kao tokom 2007. godine.

Aerodrom „Batajnica“ (LYBT) trenutno nije dostupan za civilne komercijalne letove. Za eventualne civilne letove predviđa se korišćenje PSS 12L/30R, dimenzija 2 500 m x 45 m, pa se u daljem izlaganju samo ona razmatra. Nisu dostupne klasične civilne SID i STAR procedure, ali se izdaju privremene procedure za specijalne letove.

Svaki od ova dva aerodroma ima definisan svoj TMA prostor, ali trenutno kroz TMA Batajnica prolaze SID i STAR za aerodrom „Nikola Tesla“, definisane prema konvencionalnoj navigaciji.

Konstrukcija procedura

Cilj konstrukcije i primene predloženih procedura je strateško razdvajanje i optimizacija prilaznih tokova za aerodrome „Nikola Tesla“ (ICAO oznaka: LYBE) i „Batajnica“ (LYBT). Proračuni su zasnovani na dokumentu [2], a vršeni su pomoću programa *MS Excel*. Za proračun završnih prilaza korišćen je *RNP SAAR MS Excel Spreadsheet v.2.0*, koji predstavlja FAA ekvivalent softveru za proračun završnih prilaza koji se može naći na ICAO *RNP AR CD-ROM*.

Primenjen je RNP AR APCH u kombinaciji sa Baro-VNAV, a vertikalni profil je optimizovan prema CDA sa gradijentom poniranja 5,2% (3°). Elementi procedura su proračunati za D kategoriju aviona čija je instrumentalna brzina na pragu (V_{at}) između 261 km/h (141 kt) i 307 km/h (166 kt), a procedure mogu koristiti i niže kategorije. Ova kategorija je izabrana kao merodavna na osnovu uvida u trenutnu populaciju aviona koja poleće i sleće na pomenuta dva aerodroma, kao i na osnovu prognoza budućih trendova operacija.

Usvojene su standardne RNP vrednosti: RNP 0.3 u završnom prilazu i RNP 1 u ostalim segmentima jer u okolini nema značajnijih prepreka, a nisu uočene ni neke velike operativne koristi koje bi se mogle ostvariti primenom niže (preciznije) RNP vrednosti. Radi povećanja dostupnosti procedura poštuju se i neke druge preporučene standardne vrednosti, kao na primer za ugao nagiba krila u zaokretima: *bank angle* = 18°.

Minimalno razdvajanje po visini na tačkama ukrštanja tokova je 2 000 ft. Kada početno razdvajanje nije bilo dovoljno (ispod 2 000 ft), izvršene su odgovarajuće intervencije u vidu dodatnog smanjenja visine nižeg toka i regulisanja gradijenta poniranja na određenim deonicama. Na pojedinim segmentima puta definisan je nešto manji gradijent poniranja od 5,2% kako bi se zadovoljilo minimalno razdvajanje po visini na uzastopnim ukrštanjima.

Radi smanjenja ukupne operativne kompleksnosti, a prema preporukama u [5], predlaže se spajanje TMA Beograd i TMA Batajnica. U vertikalnoj ravni novi jedinstveni terminalni prostor bi se i dalje prostirao do FL145, ali uz mogućnost eventualne naknadne promene ili delegacije, zavisno od analize saobraćajnih tokova po visinama. Na granicama novog terminalnog prostora definisane su ulazne tačke koje su ujedno i već definisane u *en-route* prostoru (*Lower* i *Upper Airspace*) i nalaze se ili na dvosmernim vazdušnim putevima ili na jednosmernim u smeru ka aerodromima LYBE i LYBT. Druge tačke koje su, takođe, na granici, a leže na jednosmernim vazdušnim putevima koji imaju smer od ovih aerodroma ka susednim zemljama (npr. TONDO) mogu biti uzete za izlazne tačke TMA za odlazeći saobraćaj (koji ovde nije razmatran). Tokove SID i

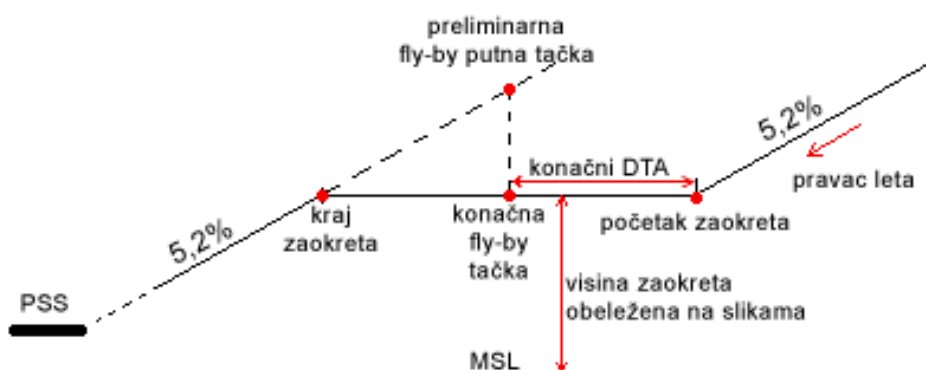
STAR treba zajedno razmatrati radi optimizacije terminalnog prostora i zadovoljavanja minimalnog razdvajanja po visini na tačkama njihovog ukrštanja.

Svi zaokreti su prema preporukama ICAO horizontalni, iako savremeni navigacioni sistemi omogućavaju poniranje i tokom zaokreta uz korišćenje autopilota. Osnovu ovih preporuka čini činjenica da je pilotima mnogo lakše da upravljaju i prate parametre leta kada su zaokreti horizontalni, što povećava bezbednost i preciznost praćenja procedura.

S obzirom na to da je rastojanje između osa PSS aerodroma LYBE i LYBT nešto više od 10 km, na ova dva aerodroma mogu se izvoditi potpuno nezavisne paralelne operacije [6].

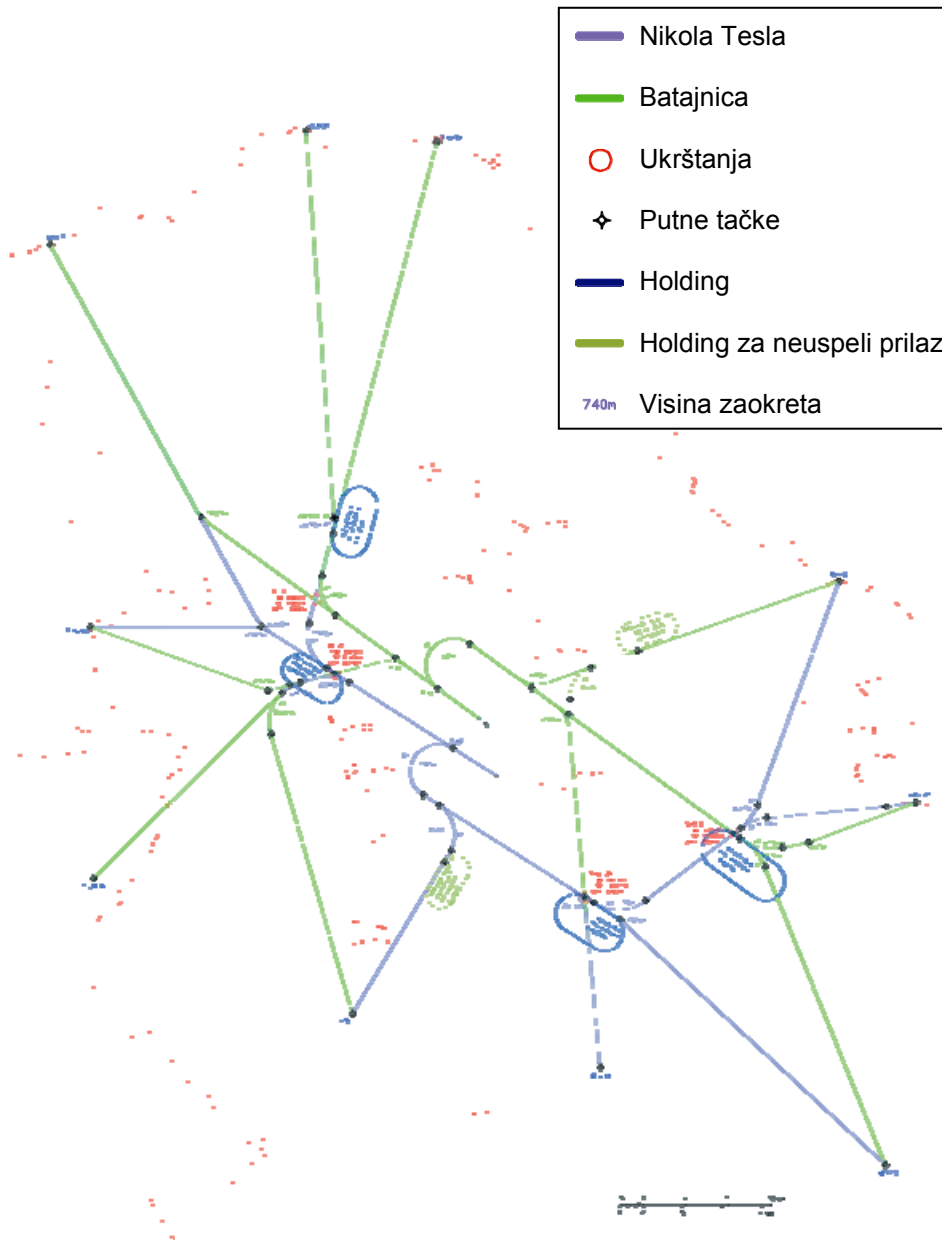
Za definisanje procedura korišćeni su TF (*Track to Fix*) i RF (*Radius to Fix*) legovi (*legs* – segmenti puta), a zaokreti su definisani i proračunati kao *Fly-by* (zaokret se vrši pored putne tačke, bez njenog preleta), *Fly-over* (zaokret se započinje neposredno po preletu određene putne tačke) i *RF* (zaokret se vrši po luku konstantnog poluprečnika oko određene tačke).

Radi idealnog uklapanja horizontalnih *Fly-by* zaokreta u vertikalni profil prilaza sa konstantnim gradijentom poniranja (CDA), a zbog složene međuzavisnosti veličina koje učestvuju u proračunu (npr. vetar, apsolutna visina, poluprečnik, itd.), primenjen je iterativni postupak koji je praktično realizovan uz pomoć programa *MS Excel* i odgovarajućih formula.

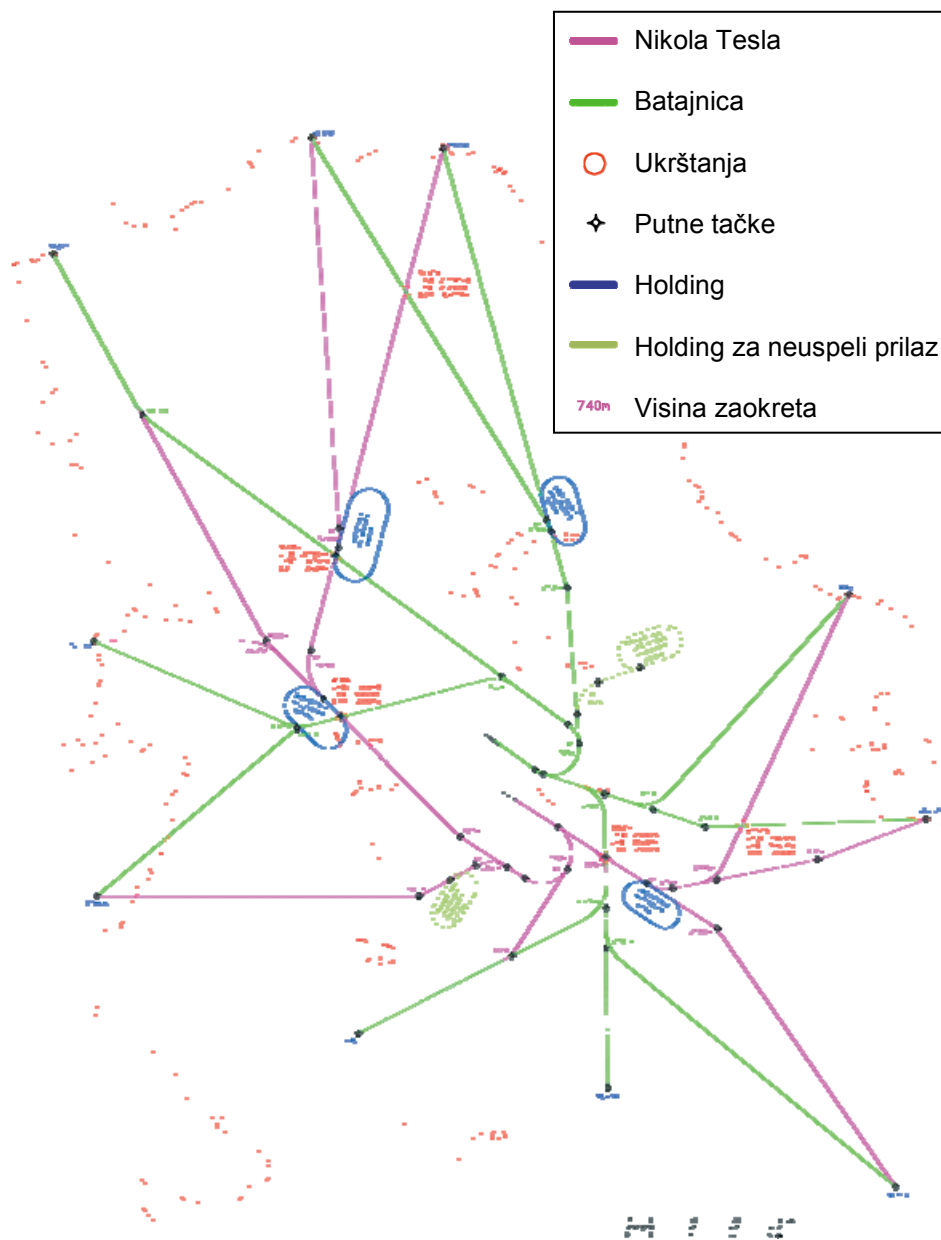


Slika 3 – Vertikalni profil uklapanja horizontalnih zaokreta

Na slikama 4 i 5 prikazane su predložene procedure za prilaz i sletanje na staze 12 (slika 4) i na staze 30 (slika 5).



Slika 4 – Prilazni tokovi za staze 12 aerodroma „Nikola Tesla“ i „Batajnica“



Slika 5 – Prilazni tokovi za staze 30 aerodroma „Nikola Tesla“ i „Batajnica“

Prikazani su prilazni tokovi sa putnim tačkama i zaokretima, tačke njihovih ukrštanja sa visinskim razdvajanjem, segmenti neuspelih prilaza kao i holdinzi za prilazne tokove i neuspele prilaze, a mogu se uočiti i zone ograničenog letenja. Pojedini segmenti koji su zajednički za oba aerodroma su zbog preklapanja obeleženi samo jednom bojom do odvajanja posebnog toka za određeni aerodrom.

Kada su staze 12 u upotrebi vazduhoplovi sa severozapada vrše direktan prilaz, a oni sa jugoistoka preko *downwind* lega i obrnuto kada su aktivne staze 30.

Holdinzi

Svi holdinzi (i za prilazne tokove i za neuspeli prilaz za oba aerodroma) definisani su prema kriterijumima za RNP holding. Brzina u holdinzima je svuda ograničena na IAS = 210 kt, a ostali parametri se menjaju zavisno od konkretnog holdinga.

Holdinzi za prilazne tokove definisani su, uglavnom, na tačkama ukrštanja tokova za LYBE i LYBT kako bi mogli da ih koriste avioni sa što više tokova. Visine na kojima se vrši holding su određene tako da se po izlasku iz holdinga nastavlja CDA prilaz, kao i da se zadovolji minimalno razdvajanje po visini u prostoru za holding. Maksimalna visina holdinga određena je tako da zadovolji veću od visina u prilazu dva toka koja se ukrštaju na putnoj tački holdinga, pa je zatim zaokružena na prvu veću sa korakom od 100 ft. Avioni koji dolaze sa nižeg toka vršiće holding na odgovarajućoj manjoj visini. Putne tačke holdinga definisane su kao Fly-by, pa je tako omogućeno direktno rutiranje, što praktično znači da avion može sa bilo koje trenutne pozicije u holdingu da leti ka sledećoj tački u proceduri, tj. nije nužno preletanje putne tačke holdinga pre njegovog napuštanja. Ovim rešenjem povećava se stepen fleksibilnosti rutiranja i omogućava bolje prilagođavanje trenutnoj saobraćajnoj situaciji u vazдушnom prostoru.

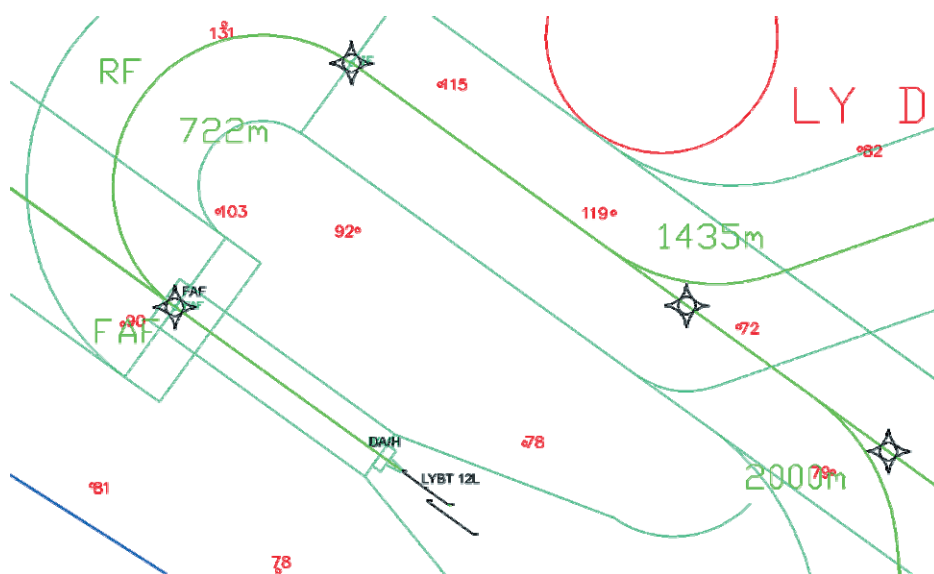
Završni prilazi

Svi završni prilazi sastoje se od samo jednog TF lega (*Track to Fix*). Zaštitni prostor je linearan i svi njegovi elementi odgovaraju vrednosti RNP 0.3. Dužina ovog segmenta za prilaz i sletanje na stazu 12 i 30 LYBE i stazu 12L LYBT je 6,5NM (≈ 12 km), a kod prilaza na stazu 30R aerodroma „Batajnica“ je 6,32 NM ($\approx 11,7$ km) zbog obližnjih zona ograničenog letenja.

Vertikalno vođenje vrši se po Baro-VNAV. S obzirom na to da nema prepreka ni u segmentu završnog ni u segmentu neuspelog prilaza, za visinu odluke je usvojena minimalna dozvoljena vrednost : DH = 75 m. Ova

visina je viša nego visina odluke za već postojeće ILS (prema [4], za LYBE stazu 12 i ILS Cat II DH = 100 ft, tj. 30,48 m), tako da se u nepovoljnim vremenskim uslovima završni prilaz može vršiti po ILS. Predložene procedure mogu koristiti avioni sa navigacionim sistemima bez temperaturne kompenzacije kada je lokalna temperatura od $-13,2^{\circ}\text{C}$ do $+14,2^{\circ}\text{C}$.

Za proračun završnih prilaza korišćen je *RNP SAAR MS Excel Spreadsheet v.2.0*. Primer završnog prilaza na stazu 12L LYBT prikazan je na slici 6, a prilazi na ostale staze konstruisani su na sličan način.



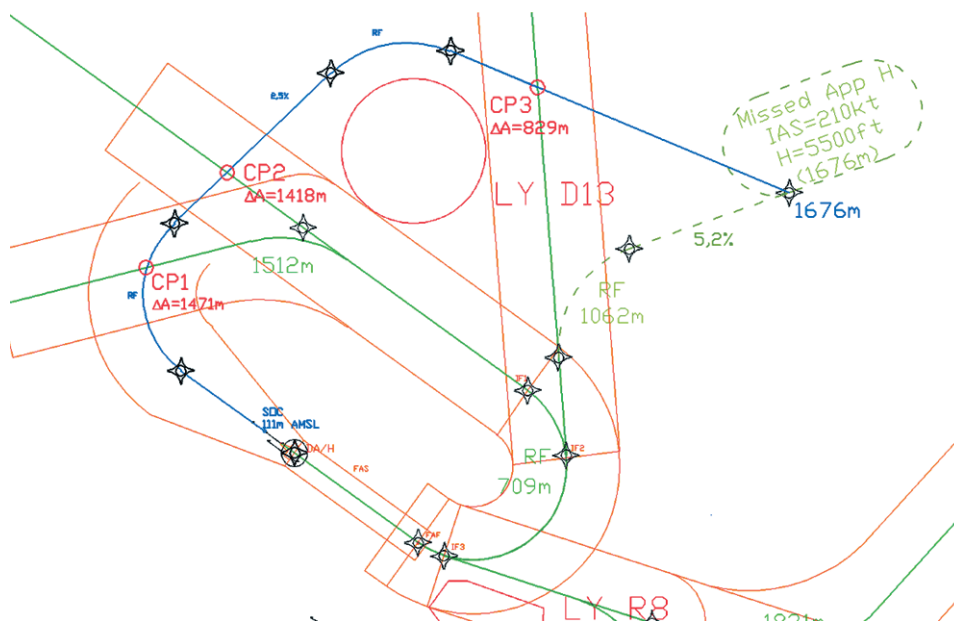
Slika 6 – Završni prilaz na stazu 12L aerodroma „Batajnica“

Segmenti neuspelog prilaza sa holdinzima

Segment neuspelog prilaza počinje od tačke DA/H u segmentu završnog prilaza, a spoljne granice se odatle šire pod uglom od 15° do postizanja širine segmenta od $\pm 2\text{RNP}$, a završavaju na putnoj tački holdinga, povratkom aviona na vazdušni put ili pokušajem novog prilaza. Za konstrukciju segmenata neuspelih prilaza korišćeni su isključivo TF legovi za let po pravcu i RF legovi za zaokrete. Prioritet je bio minimiziranje ukupne kompleksnosti ovog segmenta, pa je zbog toga korišćen minimalan broj legova i ograničena je oštrina zaokreta. Korišćen je standardni nominalni gradijent penjanja od 2,5%, kao i standardna RNP vrednost RNP 1, radi što veće dostupnosti procedura. Zaokreti se ne vrše pre do-

stizanja širine segmenta RNP 1. Razdvajanja po visini na tačkama ukrštanja segmenata neuspelog prilaza i prilaznih tokova kreću se u rasponu od 829 m do 1 593 m, a uglavnom su preko 1 300 m.

Na slici 7 prikazan je segment neuspelog prilaza na stazu 30R aerodroma „Batajnica“ sa odgovarajućim holdingom.



Slika 7 – Prilaz na stazu 30R aerodroma „Batajnica“ sa segmentom neuspelog prilaza i holdingom za neuspeli prilaz

Na slici 7 može se primetiti i kratka putanja specijalno dizajnirana za napuštanje holdinga neuspelog prilaza i uključanje u standardne prilazne tokove. Ova putanja sastoji se od jednog pravca (TF lega) sa gradijentom poniranja 5,2% i jednog horizontalnog zaokreta u RF legu. Na tački spajanja sa standardnim prilaznim tokovima avion koji je pratio ovu kratku putanju imaće potpuno istu visinu kao da je pratio STAR do te tačke, što mu omogućava dalje praćenje STAR bez ikakvih prilagođavanja.

Holdinzi za neuspeli prilaz za jedan aerodrom su, radi povećanja fleksibilnosti i smanjenja kompleksnosti, definisani na istim putnim tačkama, nezavisno od trenutne staze u upotrebi. Neposredno po izlasku iz holdinga predviđen je horizontalni let do presecanja 3D putanje, definisane prilaznim procedurama, a zatim njihovo praćenje. Putna tačka RNP holdinga za neuspeli prilaz za aerodrom „Nikola Tesla“ poklapa se sa NDB OBR, što može biti korisno u eventualnim vanrednim situacijama.

Zaključak

Zadatak izrade prilaznih procedura za aerodrome „Nikola Tesla“ i „Batajnica“ bio je odlična prilika za prikaz mogućnosti savremenih koncepcija i rešenja kao što su RNP, Baro-VNAV i CDA. Reorganizacija terminalnog prostora i dizajniranje novih procedura bili su neophodni zbog mogućeg uvođenja nove PSS u upotrebu za civilne letove.

U radu je razmotrena reorganizacija terminalnog vazdušnog prostora i predloženo je spajanje TMA Beograd i TMA Batajnica i definisane su ulazne tačke novog terminalnog prostora. Predložene su nove procedure za prilaz i sletanje za aerodrome „Nikola Tesla“ i „Batajnica“, dizajnirane za CDA prilaze prema kriterijumima RNP AR APCH i Baro-VNAV. Vertikalni profil procedura za prilaz optimizovan je za prilaz sa konstantnim poniranjem (*CDA – Continuous Descent Approach*) sa gradijentom 5,2% (3°). Na određenim deonicama gradijent poniranja je neznatno smanjen radi zadovoljavanja minimalnog razdvajanja tokova po visini. Svi zaokreti (osim u segmentu neuspelog prilaza) su, prema preporukama ICAO, horizontalni. Zaokreti su proračunati za odgovarajuće visine kako bi se idealno uklopili u CDA prilaze primenom iterativnog postupka zbog složene zavisnosti veličina.

Predloženi su prateći holdinzi za prilazne tokove. Holdinzi su dizajnirani po kriterijumima za RNP holding. Njihova pozicija i visina su u najvećoj mogućoj meri uklopljene u prilazne procedure, tako da po izlasku iz holdinga može da se nastavi CDA prilaz po predloženim procedurama. Omogućeno je direktno rutiranje, pa se avion može uputiti na neku putnu tačku sa bilo kod dela holdinga (bez preleta putne tačke holdinga).

Primenom RNP AR APCH u kombinaciji sa Baro-VNAV i CDA za dizajniranje procedura za prilaz i sletanje na aerodrome „Nikola Tesla“ i „Batajnica“ ostvaruju se mnoge koristi bez uočenih štetnih sporednih efekata. Ilustracija jednog od brojnih poboljšanja je skraćenje rastojanja koje treba preleteti od tačke NEPOS do sletanja na stazu 12 aerodroma „Nikola Tesla“. Praćenjem trenutno važeće prilazne procedure NEPOS 1A od tačke NEPOS do tačke LOGAR i procedure za prilaz i sletanje po ILS od LOGAR nadalje, potrebno je preleteti oko 189,83 km. Letenjem po RNP procedurama predloženim u ovom radu, od tačke NEPOS do sletanja na stazu 12 LYBE potrebno je preleteti 171,67 km, odnosno oko 18,16 km ili 9,57% manje nego kada se koriste trenutno važeće konvencionalne procedure za prilaz i sletanje. Treba napomenuti i da tokovi za aerodrom „Batajnica“ ne predstavljaju nikakvo ograničenje za trenutno važeće konvencionalne procedure jer on trenutno nije dostupan za civilne letove, a predložene procedure uzimaju u obzir i saobraćaj ka njemu.

Preciznija navigacija omogućava veći stepen ponovljivosti letenja po definisanoj putanji, manje zaštitne prostore i manja razdvajanja nego kada se primenjuje konvencionalna navigacija. Prilazni putevi su sada primenom preciznije navigacije struktuisani pa zahtevaju manje vazdušnog prostora nego ranije i regulisani su na strateškom nivou.

Odgovarajućom primenom RNP i drugih naprednih tehnika moguće je tako dizajnirati procedure da se obezbeđuje ista optimalna putanja leta i u slučaju kada su zone ograničenog letenja aktivne i kada nisu.

Povećana je bezbednost leta, jer su zahvaljujući avionskom sistemu praćenja navigacionih performansi i upozoravanja ograničena odstupanja od nominalne putanje leta određene procedurom. Time je smanjeno radno opterećenje kontrole letenja, jer su definisane RNP STAR procedure sa horizontalnim i vertikalnim vođenjem koje ne zahtevaju često vektorisanje. S obzirom na to da u okolini ova dva razmatrana aerodroma nema visokih planina koje bi predstavljale prepreke u prilazu, ne dolazi do izražaja mogućnost sniženja visine odluke usled zaobilaženja brda i planina i užeg primarnog zaštitnog prostora. Čak, visina odluke za prilaz po Baro-VNAV je i nešto veća od one za prilaz po ILS. U praksi se završni prilazi mogu vršiti i po ILS po potrebi, a dobro je da postoje definisani i prilazi po Baro-VNAV za čije izvršenje su, pored funkcionisanja RNP sistema, dovoljni samo podaci o lokalnom pritisku i temperaturi.

Primenom CDA koncepcije omogućena je znatno veća efikasnost i ekonomičnost prilaza po pitanju potrošnje goriva i vremena. U današnje vreme, kada cena nafte vrtoglavo raste, zaista je suvišno naglašavati važnost smanjenja potrošnje goriva u prilazu. Ove znatne uštede postignute su u najvećoj meri, zahvaljujući direktnijim rutama i primenom optimizovanog vertikalnog profila po principima CDA. Uštede u vremenu su značajne za ceo sistem: za putnike jer letovi kraće traju, za aviokompanije zbog rotacija aviona, itd. Definisanjem prilaznih procedura u RNP AR APCH standardima, omogućena je i efikasna primena 4D ATM.

Nove procedure donose i ekološko poboljšanje. Direktnijim i efikasnijim prilazima potrebno je manje vremena i goriva, a time je i smanjena izloženost okoline aerozgađenjima i buci.

Iako u radu nisu predložene procedure za poletanje, postignutom uštedom vazdušnog prostora potrebnog za prilaze omogućava se i fleksibilnije definisanje SID procedura kako bi i odlazni tokovi bili što efikasnije organizovani.

Može se zaključiti da je PBN definitivno koncepcija budućnosti koja globalnoj avijaciji donosi velike koristi, iako postoji određen broj pitanja koja treba rešiti. Implementacija PBN je kompleksan proces, ali brojna, vrlo pozitivna iskustva stečena kroz dosadašnju primenu ohrabruju nastavak napora na daljoj primeni. Neophodna je dalja standardizacija na globalnom nivou radi što efikasnije primene. Takođe, potrebno je nastaviti istraživanja i razvoj novih dugoročnih rešenja kako bi se obezbedilo efikasno funkcionisanje globalnog sistema vazdušnog saobraćaja u uslovima sve većih izazova.

Literatura

[1] ICAO Doc. 9613 Final Working Draft 5.1: *Performance Based Navigation Manual*.

[2] ICAO *Required Navigation Performance Authorization Required Procedure Design Manual*, Final Draft ver. 1.0, 29. novembar 2007.

[3] Naverus Inc. (<http://www.naverus.com>), Case studies, primeri RNP procedura za aerodrome Linži (Tibet, Kina, ZUNZ), Brizbejn, Kvinstaun, Kanbera (Australija), Kilona (CYLW, Kanada) i Žuno (Aljaska) i poređenje RNP i ILS prilaza.

[3] AIP Republike Srbije.

[4] EUROCONTROL: "Eurocontrol Airspace Planning Design Manual", Section 5: Terminal Airspace Design Guidelines, 17. januar 2005.

[5] Tong, Kwok-on, ATM Boeing Commercial Airplanes, "Continuous Descent Approach Design for Independent Dual Runway Operation at IAH", CDA Workshop, Atlanta, 18–19. april 2006.

APPROACH AND LANDING PROCEDURES FOR AIRPORTS "NIKOLA TESLA" AND "BATAJNICA" USING RNP APPROACH AND BARO-VNAV

Summary

Introduction

Numerous advantages of Performance-Based Navigation should be applied in reorganising the terminal airspace around Belgrade after the opening of "Batajnica" airport for civil operations.

The concept of Performance-Based Navigation

Contrary to conventional navigation which relies on navigation signals from ground navaids, PBN is predominantly based upon satellite navigation.

RNP – Required Navigation Performance

RNP is defined as a set of standards which specify required navigation performance accuracy of an aircraft in certain airspace. Some of its key features are monitoring of actually achieved navigational performances and navigation containment.

Benefits and possible issues with RNP implementation

Implementation of RNP leads to significant savings in fuel and time, it increases the efficiency of airspace and capacity, reduces ATC workload while on the other hand there are a number of issues that still should be addressed.

Barometric Vertical Navigation (Baro-VNAV)

The essence of Baro-VNAV is calculation of the vertical component of a 3D flight path that aircraft should follow based on measured static pressure.

CDA – Continuous Descent Approach

By CDA, approach is flown with a constant gradient at minimal thrust instead of alternating descent and level flight with increased thrust as it is flown in a conventional approach.

The airports

Both of the airports have their own TMA, but currently there are conventional SID and STAR flows for "Nikola Tesla" running through TMA "Batajnica" while procedures for "Batajnica" are issued only as temporary for special flights.

Procedure design

A detailed overview of procedure design includes general considerations, the principles on which the design is based, design of turns, maps of inbound flows featuring holdings and missed approach segments.

Holdings

All holdings, including both in approach and in missed approach for both airports are defined in accordance with RNP holding criteria and in a way that aircraft inbound from as many as possible flows could use them.

Final approaches

All final approaches consist of a single TF leg (Track to Fix). Containment areas are linear and all their elements are determined by RNP 0.3. Baro-VNAV is used for vertical guidance.

Missed approach segments with MAP holdings

In design of missed approach segment only TF legs were used for a straight flight and RF legs for turns. The priority was minimisation of total complexity in the segment which is why the minimal number of legs was used and turn amplitude was limited.

Conclusion

Implementation of RNP AR APCH in combination with Baro-VNAV and CDA at "Nikola Tesla" and "Batajnica" would bring many benefits without any observed negative side effects.

Note

The topic is addressed with far more details in diploma thesis of Vojislav Milosavljević, originally titled "Procedure za prilaz i sletanje na aerodrome "Nikola Tesla" i "Batajnica" primenom RNP AR APCH i Baro-VNAV" defended at The Faculty of Traffic and Transport Engineering, Belgrade, Serbia, on July, 7th 2008. Detailed calculations, figures, explanations of chosen solutions and other are featured in the thesis available at the library of the faculty.

Key words: RNP, Baro-VNAV, CDA, procedures, approach, Batajnica, Belgrade, terminal airspace, STAR, design

Datum prijema članka: 02. 12. 2008.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 2. 10. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 05. 10. 2009.

SISTEMI UPRAVLJANJA SADRŽAJEM – POJAM I KARAKTERISTIKE

Milenković S. *Dejan*, Uprava za telekomunikacije i informatiku
(J-6) GŠ VS, Beograd,

Jovanović-Milenković V. *Marina*, Fakultet organizacionih nauka,
Beograd,

Radojičić A. *Zoran*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd

UDC: 004.7/8

Sažetak:

Rad predstavlja kratak prikaz osnova programskog rešenja koje je u poslednjih desetak godina okupiralo sve veće i ozbiljne poslovne organizacije koje svoje poslovanje, celokupno ili delimično, zasnivaju na principima internet tehnologija i elektronskog poslovanja. Sistemi upravljanja sadržajima nametnuli su se kao potreba da se izvrši potpuna automatizacija poslovanja jedne organizacije. U perspektivi, upravljanje dokumentima komandno-informacionih sistemima Vojske Srbije biće zasnovano na sistemima upravljanja sadržajima.

Ključne reči: elektronsko poslovanje, sistemi upravljanja sadržajem, sistemi upravljanja elektronskim dokumentima.

Uvod

Upravljanje podacima, informacijama i dokumentima u poslovnim sistemima sve više se nameće kao jedno od najvažnijih pitanja vezanih za efikasnost i uspešnost savremenog načina poslovanja. Informacije koje se nalaze u bazama podataka, na računarima korisnika, na papirnim dokumentima, mikrofilmovima, video trakama, fotografijama, grafikonima i ostalim medijumima moraju se integrisati u jedinstveni sistem za upravljanje dokumentima. Ovakav sistem omogućava čuvanje svih vrsta dokumenata, bez obzira na formu, i efikasno i sigurno pretraživanje, distribuciju i obradu dokumenata.

Jedan od najvažnijih preduslova poslovnog opstanka, razvoja i uspeha u savremenim uslovima dinamične i tržišne konkurencije jeste čvrst oslonac na poslednja dostignuća u informacionim tehnologijama i njihovo kvalitetno korišćenje u svakodnevnom poslovanju.

Iako nemaju profitni motiv, i neprofitne organizacije i vladine institucije u svom svakodnevnom funkcionisanju imaju potrebu za kvalitetnim

upravljanjem informacijama i fleksibilnom informatičko-tehnološkom podrškom koja može da odgovori zahtevima permanentnog razvoja i/ili reforme strukture i procesa organizacija i institucija.

U ovom radu objašnjen je značaj i uloga sistema za upravljanje sadržajima, sagledane su funkcionalnosti koje se zahtevaju od ovakvih sistema i izrađena je kategorizacija postojećih sistema za upravljanje sadržajima i na taj način je u određenoj meri izvršena sistematizacija ove oblasti.

Iako postoji nekoliko tipova sistema za upravljanje sadržajima, nadskup svih njih predstavljaju sistemi za upravljanje web sadržajima. Potrebe za ovakvim sistemima su najveće i samim tim njihova ponuda je mnogo dominantnija od ostalih tipova. Sistemi za upravljanje web sadržajima kao standardni izlaz podrazumevaju web browser tipa Internet Explorer, Netscape, Opera, Mozilla, Firefox, itd. Kako desktop aplikacije sve više gube na značaju, a sve zastupljenije postaju internet aplikacije, sistemi za upravljanje web sadržajima takođe postaju sve značajniji. U periodu koji dolazi može se očekivati fuzija sistema za upravljanje web sadržajima sa drugim tipovima sistema, ako ništa drugo bar u prezentacionom delu, čija će kontrola biti prepuštena upravo pomenutim sistemima za upravljanje web sadržajima.

Danas na tržištu postoji preko 150 različitih sistema za upravljanje sadržajima (Content Management Systems – CMS). I pored ovolikog broja različitih sistema, njihova zastupljenost je još uvek nedovoljna i njihovo vreme tek dolazi. Mnoge organizacije uviđaju značaj sistema za upravljanje sadržajima i počinju da ih integrišu u svoje poslovanje.

Internet tehnologije i elektronsko poslovanje

Gotovo da danas nema ozbiljne organizacije koja internet ne koristi kao svoju virtualnu privatnu mrežu. Svaka od njih je razvila svoju internet aplikaciju, tj. aplikaciju kojoj se može pristupiti sa bilo kog mesta na planeti. Korišćenjem web tehnologija moguće je razviti kvalitetne aplikacije uz relativno mali utrošak resursa.

Ključni elementi internet tehnologije su podaci i aplikacije u koje su ugrađeni strateški poslovni procesi (poslovna logika), njihova pouzdanost, sigurnost i dostupnost. Cilj je da se vitalne aplikacije na jednostavan i brz način učine dostupnim što širem krugu zainteresovanih.

Uvođenjem informacionih tehnologija dolazi i do promena u samom menadžmentu. One omogućavaju menadžerima da obavljaju više funkcija i da prošire delokrug poslovanja. Promene u menadžmentu smanjuju troškove horizontalne komunikacije, omogućuje se timski rad, kao i fleksibilna proizvodnja. Za menadžment je od ključnog značaja praćenje promena u okruženju koje podrazumeva snimanje: poslovnog okruženja, konkurencije, finansijskog tržišta, poslovanja i tehnoloških trendova.

Poslovna strategija treba da obuhvati razmišljanje na „virtualan“ način, stalno praćenje i, po potrebi, menjanje poslovanja, razvoj intraneta i ektraneta i održavanje konkurentnosti. Samo korišćenje interneta dovodi do promena u nivoima menadžmenta i u fazama procesa upravljanja.

Elektronsko poslovanje je skup poslovnih aktivnosti koje se odvijaju posredstvom informaciono-komunikacionih tehnologija, a posebno interneta, i podrazumevaju [1]:

- optimizaciju poslovnih procesa (proizvodnja, marketing, distribucija, prodaja, naplata, dopuna zaliha);
- unapređenje odnosa sa ciljnim grupama (klijentima, zaposlenima, dobavljačima, distributerima) i
- unapređenje ostalih poslovnih servisa podrške (banke, advokatske agencije, računovodstvene agencije, zakonodavstvo i vladine agencije).

Elektronsko poslovanje (e-bussines) [1] je razmena standardizovanih elektronskih poruka između fizičkih i pravnih lica u pregovaranju, ugovaranju, kupovini, prodaji, plaćanju, komuniciranju i u svim drugim poslovnim transakcijama, a za koje je Zakonom dozvoljena njegova primena.

Za razvoj elektronskog poslovanja potrebni su neki osnovni preduслови, kao što su: primena interneta za postavljanje web sajtova sa katalogima ponuda, cenovnicima i aplikacijama za komuniciranje sa klijentima, poznavanje alata za razvoj aplikacija za elektronsko poslovanje, razvijena telekomunikaciona infrastruktura, usvajanje propisa za elektronsko poslovanje i motivacija menadžera. Koordinacija aktivnosti i usmeravanje rada na razvoju uslova za elektronsko poslovanje mogu se podsticati i donošenjem i sprovođenjem posebnog programa aktivnosti.

Elektronsko poslovanje ima veliki značaj i vrlo široko područje uticaja. Pod uticajem elektronskog poslovanja, u prvoj deceniji ovog veka način poslovanja i kvalitet života se promenio više nego u celom 20. veku. Na osnovu prvih iskustava u razvoju e-trgovine, e-uprave i e-bankarstva, može se zaključiti da oni otvaraju velike mogućnosti i počinju da donose kvalitetne promene u poslovanje i u svakodnevni život i rad ljudi. One se ogledaju u [1]:

- stvaranju novih delatnosti i usluga i proširivanju tržišta,
- brzom vraćanju sredstava uloženi u elektronsko poslovanje;
- povećavanju efikasnosti i ekonomičnosti rada i rastu konkurentnosti;
- smanjivanju svih troškova, jer su elektronske transakcije neuporedivo jeftinije;
- racionalizaciji organizacije rada, polazeći od zahteva koje postavlja elektronsko poslovanje, kao novi i racionalniji model poslovanja;
- približavanju funkcija uprave građanima i bitnom unapređivanju odnosa građanin i uprava u okviru e-uprave. To omogućuju elektronski servisi za postavljanje pitanja, podnošenje prijave, dobijanje potvrda ili uverenja, plaćanje taksi, poreza i kazni, ažuriranje sopstvenih podataka i sl.;

- proizvodima i uslugama namenjenim prodaji koji se izlažu, biraju, naručuju, plaćaju i pripremaju za isporuku preko interneta u okviru e-trgovine;
 - obavljanju pojedinih poslova, što više nije vezano za lokaciju na kojoj se nalazi sedište firme, banke ili organa uprave. Razni servisi postaju dostupniji građanima preko računara, info kioska, telefona i sl.;
 - radnom vremenu koje više nije fiksno, a transakcije se mogu obaviti tokom 24 časa i svih 365 dana u godini;
 - povećavanju zadovoljstva korisnika usluga i kupaca;
 - ostvarenju ogromne uštede u trošenju vremena građana i otvaranju mogućnosti da građani više svog vremena koriste za produktivan rad, kvalitetnu dokolicu i sl.;
 - plaćanju elektronskim novcem, platnim karticama, pa kupac ne mora da drži kod sebe gotov novac;
 - sigurnosti poslovanja što se obezbeđuje i primenom elektronskog potpisa.
- Svi ovi, kao i niz drugih korisnih efekata, utiču na sve intenzivnije i dinamičnije uvođenje elektronskog poslovanja.

Osnovna terminologija, problem i rešenje

Sadržaj (Content). Pod sadržajem se podrazumeva bilo kakva jedinica digitalne informacije. Ona može biti tekst, slika, flash animacija, e-mail poruka, video/audio zapis i slično. Drugim rečima, digitalna informacija predstavlja sve ono što može biti publikovano na internetu ili intranetu.

Upravljanje sadržajima. Pod upravljanjem sadržajima podrazumeva se efektivno upravljanje prethodno navedenim digitalnim informacijama kombinujući pravila, procese i tokove rada na način na koji centralizovana tehnička lica i decentralizovani autori/editori digitalnih informacija mogu te informacije da kreiraju, menjaju i publikuju na jednostavan način.

Sistem za upravljanje sadržajima. Kombinujući prethodne definicije sadržaja i procesa njihovog upravljanja može da se izvede i definicija sistema za upravljanje sadržajima [2]: „Sistem za upravljanje sadržajem je alat koji omogućava različitom tehničkom i netehničkom osoblju da kreira, menja i na kraju publikuje različite sadržaje poput teksta, grafike, video zapisa i slično, pri čemu je manipulacija tim sadržajima ograničena centralizovanim setom pravila, procesa i tokova rada koji obezbeđuju koherentan i validan izgled krajnjeg produkta kao što je na primer web sajt“.

U današnjem modernom elektronskom poslovanju, razmena informacija preko interneta postala je presudan faktor u određivanju strategije

svake organizacije. Njeno odsustvo sa globalne informacione mreže predstavlja ozbiljan propust menadžmenta, koji na kraju može da dovede do velikih finansijskih gubitaka, pa čak i propasti organizacije pod pritiskom konkurencije. Prvi korak ka izlasku organizacije na internet, svakako je postavljanje web prezentacije koja će svim zainteresovanim stranama pružiti neophodne informacije o poslovanju same organizacije. Ako se pretpostavi da neka organizacija želi da napravi web sajt za sebe, na kome bi prikazala svoje poslovanje i proizvode, prvi korak je nalaženje dobre dizajnerske kuće koja će nakon izvesnog vremena da izradi potpuno funkcionalan sajt koji odgovara potrebama organizacije. Jednom kada je sajt izrađen i kada korisnici počnu da ga posećuju i da se interesuju za određene proizvode koje su na njemu videli, organizacija će poželeti da napravi izmene na sajtu, kako bi privukla još više korisnika. Ove promene mogu biti vrlo male, poput promene broja telefona ili dodavanja neke novosti na sajt. Međutim, izbacivanje novog proizvoda na tržište ili promena u načinu poslovanja organizacije, zahteva obimnije ažuriranje web sajta. Ako je dizajnerska kuća uradila odličan posao prvi put, nove izmene zahtevaju ponovno odlaženje kod njih i ponovni angažman. Na hiljade manjih izmena će u roku od godinu dana da izazove frustraciju kod obe strane, a i ekonomska isplativost će se pojaviti kao pitanje kod obe strane.

Potreba za sistemima upravljanja sadržajem

Tradicionalni alati i metodi pravljenja web stranica ne samo da zahtevaju intenzivan ljudski rad već su ujedno i neefikasni i izuzetno skupi. Na primer, nešto tako trivijalno poput promene samo jedne reči u delu teksta na web stranici bi, uz korišćenje tradicionalnih metoda, zahtevalo da to uradi neko ko razume HTML kod. Ovakav proces ne samo da predstavlja usko grlo u kreiranju informacija i sadržaja kroz odeljenja za razvoj informacionih tehnologija, već takođe sprečava efikasnije korišćenje kapaciteta informacionih tehnologija tog odeljenja u druge svrhe. Ujedno, web stranice koje se ne održavaju nekim sistemima za upravljanje sadržajem ubrzo postaju zastarele, što na kraju neminovno dovodi do smanjene posete tim stranicama.

Sistemi za upravljanje sadržajem umnogome rešavaju ove probleme, jer [3]:

- ažuriranje stranica ne zavisi od web dizajnera;
- promene mogu biti napravljene u bilo kom trenutku;
- svi tehnički detalji se jednostavno obrađuju od strane sistema za upravljanje sadržajem, dozvoljavajući tako svakome da radi na stranicama bez prethodnog tehničkog obrazovanja;

- više osoba u isto vreme može da održava sajt, a sistem za upravljanje sadržajem vodi računa o tome ko šta radi, izbegavajući pri tome potencijalna preklapanja;

- osobe mogu da dobiju privilegiju da održavaju samo jedan deo sajta, bez mešanja u ostale delove;

- sistem za upravljanje sadržajem vodi računa da sve stranice imaju konzistentan izgled;

- moduli koji se mogu nadograditi na sistem za upravljanje sadržajem omogućavaju da sajt raste zajedno sa potrebama biznisa.

Pored navedenih, postoji još niz drugih razloga za implementaciju sistema za upravljanje sadržajima [3]. Svi oni zajedno mogli bi se grupisati na sledeći način:

- sistemi za upravljanje sadržajem omogućavaju da informacije budu sveže ažurirane, konzistentne i visoko kvalitetne. Ukoliko je to slučaj, postoji velika verovatnoća da se posetilac takvog web sajta ponovo vrati na isti sajt, jer zna da tu uvek može da pronađe nove informacije. Gledajući samo sa tehničke strane, većina web pretraživača rangira rezultate pretrage web stranice po učestalosti ažuriranja;

- sa sistemom za upravljanje sadržajem posebno je izraženo „ponovno iskorišćenje“ (*reuse*) informacija. To je naročito evidentno u situacijama kada se sadržaj ne kreira na samom sajtu već ga prikazuje neki drugi dobavljač;

- sistem za upravljanje sadržajem obezbeđuje povećanu produktivnost odeljenja za razvoj informacionih tehnologija organizacije. Web programeri mogu da se koncentrišu na tehnologiju, redizajn i funkcionalnost samog sajta, a ne na ažuriranje njegovog sadržaja;

- sistemi za upravljanje sadržajima omogućavaju decentralizovano kreiranje sadržaja. Time se omogućava globalni doprinos sadržajima i informacijama. Vreme „izlaska na tržište“ (*speed to market*) svake promene i nove informacije povećano je izbegavanjem uskog grla koja stvaraju odeljenja za razvoj informacionih tehnologija. Kreatori i editori sadržaja su u mogućnosti da preuzmu pravo i odgovornost za informacije koje objavljuju;

- sistem za upravljanje sadržajima prikazuje centralizovani „tok rada“ (*workflow*), proces odobravanja i pravila po kojima se kontroliše životni ciklus sadržaja od trenutka kreiranja do trenutka publikovanja na spoljni medijum. Na ovaj način obezbeđuje se decentralizovano dodavanje novih sadržaja, bez gubitka mogućnosti centralizovane kontrole procesa,

- na kraju, sistem za upravljanje sadržajima svakako obezbeđuje prednost nad konkurencijom. Dinamičan i brzo promenljiv web sajt odaje utisak žive i napredne organizacije.

Tipovi sistema upravljanja sadržajima

Postojeći sistemi za upravljanje sadržajima mogu da se podele na sledeće tipove:

- sistemi za upravljanje dokumentima (*Document Management System*),
- sistemi za upravljanje digitalnim sadržajima (*Digital Asset Management*),
- sistemi za upravljanje web sadržajima (*Web Content Management*),
- sistemi za upravljanje edukativnim sadržajima (*Learning Content Management*).

Sistemi za upravljanje dokumentima (DMS)

Upravljanje dokumentima (*Document Management Systems*) jeste automatizovana kontrola elektronskih dokumenata, poput skeniranih slika papirnih dokumenata, elektronski zapisanih dokumenata (*Excel, Word* i slično) i kompleksnih dokumenata koji predstavljaju kombinaciju prethodnih. Pod kontrolom se podrazumeva kompletan životni ciklus dokumenta unutar jedne organizacije, od inicijalnog kreiranja do finalnog arhiviranja. Funkcije jednog ovakvog sistema mogu da uključe identifikaciju dokumenta, smeštanje na neki repozitorijum, praćenje, kontrolu verzije i prezentovanje.

Ovakvi sistemi optimizuju korišćenje dokumenata unutar jedne organizacije, nezavisno od bilo kog medijuma (na primer, od web prikaza). Sistemi upravljanja dokumentima obezbeđuju postojanje jedinstvenog repozitorijuma na kojem se čuvaju dokumenti sa robustnim meta podacima (atributima dokumenta) koji se koriste da opišu te sadržaje [4]. Sistem beleži istorijat svakog dokumenta (bilo kakva promena) i vezu sa drugim dokumentima. Da bi se efikasno pronašao traženi dokument, sistemi upravljanja dokumentima koriste različite mehanizme navigacije i pretrage. Primer upotrebe sistema upravljanja dokumentima posebno je izražen u farmaceutskoj industriji gde postoji potreba za visokostruktuiranim i kategorizovanim sadržajem. Drugi primer bila bi banka srednje veličine, sa nekoliko desetina filijala koja u toku jednog dana zavede između 30.000 i 100.000 platnih naloga [5]. Radi efikasne obrade tolike količine papirnih dokumenata, svaka strana tih dokumenata treba da se prebaci u elektronsku formu i jedinstveno obeleži za kasniju obradu. Sistem koji klasifikuje dokumente u određene kategorije i naknadno ih obrađuje jeste upravo sistem upravljanja dokumentima.

Većina modernijih sistema upravljanja dokumentima poseduje sledeće komponente: arhiviranje, administraciju i pronalaženje [6].

Arhiviranje. Fleksibilna infrastruktura za arhiviranje predstavlja osnovu sistema upravljanja dokumentima. Krajnji korisnici moraju biti u mogućnosti da jednostavno unesu, snime i indeksiraju dokumenta bez ograničenja u brzini, formatima i veličini raspoloživog smeštajnog kapaciteta.

Administracija. Administratori sistema upravljanja dokumentima imaju važnu ulogu u definisanju prava pristupa korisnika dokumentima, kontroli toka dokumenata unutar organizacije, kao i u obezbeđivanju sigurnosti samih dokumenata unutar sistema. Kontrola toka predstavlja centralni aspekt upravljanja dokumentima i podržava operacije nad dokumentima, kao što su autorizacija, revizija, rutiranje, komentarisanje, odobravanje, uslovno grananje i postavljanje rokova, tj. krajnjih datuma vezanih za dokument.

Pronalažanje. Sposobnost sistema da brzo i precizno odgovori na zahtev korisnika za nekim dokumentom definiše kvalitet celokupnog sistema upravljanja dokumentima. Dokumenti moraju biti pretraživani po raznim kriterijumima i sistem upravljanja dokumentima mora da obezbedi takvo pretraživanje po ključnim rečima, naslovima, rečima u samom dokumentu (*full text search*), kao i po raznim sinonimima. U toku pretrage mogu da se koriste razni filteri, kriterijumi pretrage mogu biti ugnježdjeni, a parametri za pretragu, kao i rezultati, mogu da se keširaju za kasniju upotrebu. Iako sistemi upravljanja dokumentima predstavljaju mnogo više od obične mašine za pretragu, krajnje performanse celog sistema upravljanja dokumentima definisane su upravo sposobnošću brzog pronalaženja traženih dokumenata.

Sistemi za upravljanje digitalnim sadržajima (DAMS)

Razlika između sistema za upravljanje dokumentima i digitalnim sadržajima je minimalna i može se reći da sve što važi za sisteme upravljanja dokumentima, važi i za sisteme upravljanja digitalnim sadržajima. Sistemi upravljanja digitalnim sadržajima smatraju se podskupom sistema za upravljanje dokumentima. Sistemi za upravljanje digitalnim sadržajima (*Digital Asset Management Systems*) generalno obrađuju više binarne nego tekstualne fajlove, uglavnom multimedijalnog tipa – slike, video i audio zapisi. Meta podaci se i ovde koriste za opis sadržaja svakog fajla i za organizaciju repozitorijuma. Ipak, DAM sistemi imaju jednu specifičnost, a to je postojanje dodatnih algoritama za manipulaciju fajlovima i konverziju iz jednog formata u drugi – na primer, konvertovanje iz GIF u JPEG format. Kompanije često koriste DAM sistema za, na primer, organizaciju svog reklamnog materijala. Agencije za distribuciju medija (poput *Getty*, *Corbis*, *Alamy*) u potpunosti se oslanjaju na ovakve sisteme za organizaciju svojih sadržaja.

Sistemi za upravljanje web sadržajima (WCMS)

WCM sistemi (*Web Content Management Systems*) nadograđuju se na sisteme za upravljanje dokumentima i digitalnim sadržajima na taj način što dodaju jedan sloj koji omogućava jednostavno publikovanje sadržaja na interne i eksterne sajtove [3]. WCM sistemi pokrivaju kompletan ciklus web stranica na sajtu, od obezbeđivanja jednostavnih alata za kreiranje sadržaja (tzv. WYSIWYG editori – *What You See Is What You Get*), preko publikovanja, do krajnjeg arhiviranja. Takođe, vode računa o strukturi sajta, izgledu publikovanih stranica i navigaciji kroz sajt. Pored održavanja samog sadržaja sajta, WCM sistemi često integrišu online procese poput e-commerce aplikacija.

Web sadržaj može da bude bukvalno svaki sadržaj, od članaka, slika, e-mail arhiva, animacija (npr. *Flash*), audio zapisa do svega ostalog što može da se zamisli. Postoji veliki broj situacija u kojima se koriste ovakvi sadržaji: kreiranje (*authoring*), opisivanje (*Metadata tagging*), menjanje (*editing*), istovremena promena koju obavlja grupa korisnika (*collaboration*), zaštita od manipulacije sadržajem (*security*), vođenje evidencije o promenama (*versioning*), odlučivanje kada šta treba prikazati (*scheduling*), prikazivanje u pravom formatu (*templating*), dozvoljavanje da sadržaj bude prikazan na drugim stranama (*syndication*), dozvoljavanje da sadržaj bude prikazan različito za različite posetioce (*personalisation*), itd. Jedan od zahteva koji svaki WCM sistem mora da ispuni jeste postojanje kontrole toka sadržaja (*workflow*). To je proces u kojem različite osobe (jedna ili više) u nekoliko koraka odobravaju publikovanje sadržaja na sajt. Broj koraka odobravanja može da bude neograničen i na sledeći korak može da se pređe samo ako je prethodni odobren. Ako nije, sadržaj se vraća na početak, kod osobe koja je odgovorna za njegovo kreiranje.

Sistemi za upravljanje edukativnim sadržajima (LCMS)

LCM sistemi (*Learning Content Management Systems*) primarno se fokusiraju na upravljanje i isporuku odgovarajućeg sadržaja za elektronsko učenje (*eLearning*). Mnoge organizacije imaju razne sadržaje za učenje koje koriste njihovi zaposleni i/ili klijenti. Ti sadržaji smešteni su u vidu tekstualnih *Word* fajlova, *PowerPoint* prezentacija, *flash* animacija i slično. Korišćenjem LCM sistema organizacije mogu da kombinuju taj sadržaj u jedan jedinstven sistem koji će moći da upravlja njime i da na efikasan način kreira i isporuči kurseve bazirane na tim sadržajima. Ovakvi sistemi, ta-

kođe, imaju mogućnost da organizuju sadržaj na način koji je propisan nekim od edukativnih standarda poput SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) ili AICC (*Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee*). Time je omogućeno da neki deo sadržaja interaguje sa sadržajem iz drugih LCM sistema koji podržavaju ovakve standarde.

Svaki bolji LCM sistemi, pored jednostavnog smeštanja i prikaza sadržaja, uključuje i određene delove [3], kao što su:

- **alati za kreiranje sadržaja.** Glavna upotrebna vrednost LCM sistema leži u njihovoj sposobnosti da ekspertima iz oblasti učenja, koji nemaju nikakvo programersko iskustvo, omogući brzo i lako kreiranje sadržaja. Među tim alatima obavezni su tzv. WYSIWYG editori (*What You See Is What You Get*) koji eliminišu potrebu za poznavanjem detalja prezentacionih tehnologija, na primer poput HTMLa;

- **fleksibilan dizajn kursa.** Svaka organizacija poseduje jedinstveni sadržaj, proces učenja, ciljnu grupu i određene nivoe znanja, koje bi LCM sistem trebalo da prepozna i da omogući fleksibilnost u radu sa tim jedinstvenim organizacionim atributima. Zbog toga LCM sistemi ne bi smeli da sadržaj pripremljen za učenje prikazuju uvek na isti način ili na nekoliko predefinisanih načina. Krajnjem korisniku mora biti omogućena potpuna sloboda dizajna i prikaza kursa;

- **podrška ponovno iskoristivim objektima.** Svaki deo informacija iz kojih se kreira kurs za učenje mora unutar LCM sistema da bude smešten kao objekat koji može ponovo da se iskoristi u nekom drugom kursu;

- **otvoren interfejs ka drugim sistemima.** Pored opsluživanja desktop aplikacija LCM sistemi moraju da imaju interfejs otvoren ka drugim sistemima sa kojih mogu da povuku informacije o korisniku ili o nekom novom kursu, kao i da prenesu informacije o procentu prolaznosti na nekom kursu, itd. Ovi interfejsi moraju da podržavaju osnovne integracione formate poput XML, SCORM i AICC.

Osnovni delovi sistema upravljanja sadržajem

Svaki sistem za upravljanje sadržajima trebalo bi da implementira nekoliko stavki da bi uopšte mogao da se svrsta u ovu softversku kategoriju. Različitost sistema upravljanja sadržajem međusobno se ogleda u tome koliko je sistem uspešno urađen. Pod uspešnošću se, u zavisnosti od određene stavke, podrazumeva performantnost, skalabilnost, jednostavnost korišćenja, vizuelni dizajn i raznovrsnost raspoloživih komponenti.

Osnovni delovi sistema upravljanja sadržajem su [3]:

- integracija sadržaja,
- kontrola verzija,

- tok rada (*workflow*),
- repositrijum sadržaja,
- menadžment korisnika i njihovih privilegija,
- korisnički interfejs,
- aplikacije.

Integracija sadržaja

U kategoriju integracija sadržaja spadaju sve manipulacije sadržajima koje su moguće u okviru jednog sistema upravljanja sadržajem, od unosa, obrade, pa sve do prikaza. Pri unosu sadržaja, sistem upravljanja sadržajem trebalo bi da se ponaša transparentno u odnosu na format sadržaja. Da li se unosi slika, tekst ili video/audio zapis potpuno je irelevantno sa stanovišta sistema. Podrška mora postojati za bilo koje korisničke sadržaje, nezavisno od formata. Sistem za upravljanje sadržajima treba da počiva na principu: „Sve je sadržaj“. Jednom kada se sadržaj nađe na repositrijumu sistema upravljanja sadržajem, za svaku dalju manipulaciju odgovoran je sam sistem. Sadržaj može biti menjan na razne načine i od različitih korisnika. I pored toga, jedna izmena na nekom sadržaju ne sme da ima uticaja na istovremene izmene istog tog sadržaja od drugog korisnika. Najčešće modifikacije na unetom sadržaju mogu da se svrstaju pod oblast menadžment meta podataka (atributa sadržaja). Svaki sadržaj se imenuje, daje mu se kratak i potpun opis, a opisuje se i ključnim rečima. Ovi ekstra podaci, vezani za određeni sadržaj, nazivaju se meta podacima. Sistem klasifikacije sadržaja pomoću meta podataka omogućava efikasniju analizu sajta, personalizaciju kao i pretragu samih sadržaja. U slučaju sistema za upravljanje web sadržajima kao standardni izlaz podrazumeva se web browser, pa se i prikaz sadržaja oslanja na automatsku konverziju ne-HTML dokumenata u HTML format. Svi tipovi sistema upravljanja sadržajem sve više za svoj standardni izlaz koriste browser, tako da se može reći da se to generalno odnosi na sisteme upravljanja sadržajem.

Pre prikazivanja na izlazu sadržaji prolaze kroz proces pod nazivom šablonizacija (*templating*). Sistemi upravljanja sadržajem omogućavaju dizajnerima web sajtova da jednostavno kreiraju i primene šablone i time celom sajtu daju uniformisani izgled (*look and feel*). Ovi šabloni mogu, takođe, biti modifikovani po želji kada je potrebno da se radikalno promeni izgled celog sajta ili nekih specifičnih delova. Konzistencija izgleda, kao i logička organizacija celokupnog sadržaja sajta, mnogo su pojednostavljeni kada se koriste šabloni. Takođe, raspodela posla koja je upotrebom šablona omogućena olakšava i održavanje sajta – dizajneri dizajniraju izgled, dok autori razvijaju sadržaj.

Kontrola verzija

Svaki fajl u sistemu poseduje svoju verziju. Svaka sekvenca aktivnosti koja može da se desi na bilo kojem fajlu ili telu sadržaja uredno se beleži. Autori odgovorni za kreiranje različitih tipova sadržaja, uključujući grafiku, aplikacioni kod, tekst i ostalo, koriste sistem verzija kako bi označili sadržaje novijeg datuma. Ukoliko je veći broj autora uključen u razvoj sadržaja, kontrola verzija osigurava da dva autora ne mogu da menjaju isti dokument u isto vreme.

Sistemi upravljanja sadržajem čuvaju starije verzije fajlova u bazi, datum kreiranja/promene i opciono komentar. Zahvaljujući kontroli verzija, web sajt naknadno može biti vraćen (*rolled-back*) na prethodnu verziju. Pored vraćanja na prethodno stanje kontrola verzija ima i važnu ulogu u definisanju budućih stanja. Naime, u finansijskom sektoru naročito je izražena potreba da se određeni dokumenti ne vide pre određenog datuma. Za svaki sadržaj može da se definiše aktivno stanje, tj. stanje kada je njegov prikaz moguć. Sistem upravljanja sadržajem mora da proveri da li je sadržaj koji se prikazuje na toj stranici u aktivnom stanju ili ne pre generisanja bilo koje stranice.

Tok rada

Tok rada omogućava definisanje procesa iz nekoliko koraka koji se tiču kreiranja, pregleda i odobravanja publikovanja sadržaja. Kada se sadržaj kreira tada počinje njegov životni ciklus. U zavisnosti od tipa sadržaja odabira se jedan od ponuđenih i unapred definisanih ciklusa. Da bi sadržaj bio publikovan na sajtu potrebno je da prođe kroz korake ciklusa, poput revizija i prihvatanja, koji mogu biti višestepeni. Na primer, da bi se objavila vest o novoj kreditnoj ponudi banke potrebni su sledeći koraci:

- kreiranje teksta – zaduženje službenika iz sektora odnosa s javnošću,
- revizija teksta – zaduženje službenika kreditnog odeljenja,
- prihvatanje – zaduženje šefa kreditnog odeljenja.

Tokovi rada se unapred definišu i njihov broj nije ograničen. Može da se definiše nekoliko različitih tokova rada za određenu vrstu sadržaja i njenu pripadnost. Na primer: objavljivanje nove vesti na naslovnoj stranici sajta zahteva odobrenje najmanje još dve osobe (jedne zadužene za vizuelni izgled, a druge za korektnost same vesti), dok sa druge strane objavljivanje novog oglasa za posao možda i ne zahteva nikakav tok rada, jer se to smatra ne preterano osetljivim sadržajem i može da se poveri službeniku iz odeljenja za ljudske resurse (nema procesa odobravanja, osoba koja kreira sadržaj automatski ga i objavljuje istog trenutka).

Repozitorijum sadržaja

Za razliku od statičkih web sajtova koji imaju unapred determinisan sadržaj i navigaciju kroz njega, sajtovi koji koriste sistem upravljanja sadržajem za upravljanje svojim sadržajem u pozadini imaju neki vid repozitorijuma gde se nalaze sadržaji. Pri prikazu, web stranice se dinamički generišu od sadržaja koji se nalazi u tom repozitorijumu po unapred definisanim pravilima, smeštenim, takođe, na repozitorijum.

Smeštanje sadržaja na neki vid repozitorijuma (relaciona, objektna ili XML baza podataka) umnogome unapređuje ponovno korišćenje i upravljanje sadržajem, naročito kada ti sadržaji imaju visok stepen ponavljanja. Granularnost sadržaja se mnogo povećava nad prostim fajl nivoom HTML-a [3]. Generički repozitorijumi, poput XML baziranih repozitorijuma, pomažu u održavanju i upravljanju velikom količinom različitih sadržaja. Smeštanjem sadržaja u XML format postoji mogućnost da se razdvoji sadržaj od formatiranja i biznis logike.

Menadžment korisnika i njihovih privilegija

U svakom sistemu upravljanja sadržajem autorizacija i autentikacija korisnika je od izuzetnog značaja. Dobro definisane privilegije su bitne jer, koristeći ih, administratori sistema mogu da interaguju sa biznis menadžerima i ostalim korisnicima sistema upravljanja sadržajem, ograničavajući ih na određeni nivo pristupa sadržajima. Sistemi upravljanja sadržajem mogu, na primer, da imaju integraciju sa nekim postojećim LDAP servisima zbog administriranja e-mail naloga korisnika.

Korisnički interfejs

Današnji sistemi upravljanja sadržajem uglavnom baziraju prikaz svoje klijentske i administratorske konzole na prikaz kroz web browser. Klijentski i administratorski alati omogućavaju članovima tima da konfigurišu, kontrolišu i rade sa sistemom upravljanja sadržajem. Koristeći web browser za prikaz ovih alata članovi tima su u mogućnosti da rade sa sistemom sa bilo koje lokacije.

Alati koji se sreću u sistemima upravljanja sadržajem [7] su:

– **WYSIWYG editor**. Za promenu bilo kakvog sadržaja potrebno je autorima obezbediti editor kroz koji će to obavljati. Dizajneri sajtova ne bi smeli da budu ograničeni u izboru svog omiljenog HTML editora;

– **reporter**. Alati za pravljenje izveštaja nazivaju se reporter alati. U svom izveštaju oni uključuju performanse, tok rada sa podacima, status linkova, veličinu strana, moguće spore stranice, analizu log fajla, itd.;

– **importer**. Netehničko osoblje trebalo bi da bude u stanju da vrlo lako uveze (import) svoje kreirane materijale poput slika, video zapisa i ostalih medijskih fajlova. Koristeći prethodno definisane šablone, prikaz tih uvezenih materijala dobija uniforman izgled;

– **previewer**. Mnogi sistemi upravljanja sadržajem obezbeđuju alate za testiranje izgleda celog sajta (preview) pre nego što se on publikuje. Ovakav prikaz celokupne slike gotovog sajta omogućava dizajnerima da kreiraju kompletan navigacioni model celog sajta pre nego što on bude vidljiv za sve.

Aplikacije

Aplikacije čine dodatke sistemima upravljanja sadržajem bez kojih bi sam sistem upravljanja sadržajem bio ništa drugo do običan alat za rad sa bazom podataka. Uz aplikacije sistemi upravljanja sadržajem poprimaju znatno širu funkcionalnost. Postoje dve vrste aplikacija, one koje su generalnog karaktera i mogu čak da se smatraju sastavnim delom kernela sistema upravljanja sadržajem i one koje su usko specijalizovanog karaktera. Aplikacije generalnog karaktera čine sledeći moduli [8]:

– **biznis pravila**. Modul koji određuje kojim korisnicima se isporučuje koji sadržaj. Pod isporukom sadržaja podrazumeva se privilegija da se sadržaj vidi. Privilegije se određuju po određenim pravilima koja važe za određenu oblast primene, tj. za određeni biznis;

– **API funkcije**. Modul koji obezbeđuje metode koje drugi alati mogu da koriste da bi mogli da se integrišu sa postojećim sistemima upravljanja sadržajem;

– **tagovi**. Ovaj modul zapravo predstavlja biblioteku tagova koji mogu da se koriste u nekom skript jeziku koji generiše prikaz sadržaja na standardni izlaz;

– **elektronsko poslovanje**. Modul koji obavlja zaštićene platne transakcije;

– **lokalizacija**. Modul koji prikazuje sadržaj u različitim jezicima;

– **personalizacija**. Modul koji dozvoljava korisnicima da personalizuju izgled interfejsa, kao i da im prikaže evidenciju, na primer, kupljenih proizvoda;

– **raspoređivač**. Omogućava administratorima uvid u to kada je sadržaj prikazan na sajtu, i kada je sklonjen. Automatizacija ovog procesa obezbeđuje da osetljive informacije budu na sajtu prikazane samo kada je to relevantno;

– **pretraga**. Sistemi upravljanja sadržajem često pružaju podršku za integrisanu pretragu i indeksiranje sadržaja. Modul za pretragu smešta indeksirane podatke u fajl sistem da bi kasnije, kada dođe do pretrage, prošao kroz sve njih i pronašao traženi meta podatak;

– **analizator**. Modul koji posmatra ponašanje klijenta dok se kreće po web sajtu i zatim u bazu smešta informacije o tome šta je korisnik posetio, gde je kliknuo i koliko puta. Posedovanje ovakve informacije može biti od izuzetne koristi biznis menadžerima, jer im ona kazuje šta korisnike najviše interesuje. Snimanjem korisničkih aktivnosti mogu se proizvesti izveštaji koji jasno pokazuju popularne stranice, prosečno vreme posete i ostale važne informacije;

– **integrator**. Modul koji može da obogati sadržaj sajta automatskim uvozom sadržaja sa jednog ili više izvora;

Aplikacije usko specijalizovanog karaktera čine sledeći moduli:

– **ponude za posao**. Modul koji se bavi listom ponuđenih pozicija u okviru kompanije sa opisom posla, zahtevanim kvalifikacijama i datumom isteka ponude;

– **forum**. Omogućava diskusije na sajtu o različitim temama;

– **blog**. Web log koji koriste određeni članovi sajta da iznose svoja razmišljanja i stavove o određenoj temi;

– **ocena stranice**. Modul koji omogućava da se određena stranica oceni od strane korisnika. Uz davanje ocene i komentara, e-mail se šalje osobama koje su zadužene za sadržaj te stranice;

– **prosleđivanje linka (forward link)**. Modul kojim korisnici mogu da pošalju neki zanimljiv link sa sajta nekom od svojih prijatelja;

– **vesti**. Modul koji je odgovoran za objavljivanje novih vesti. Obično se nalazi u uglu neke stranice gde se tekst skroluje i prikazuje sadržaj;

– **izveštaj sa berze**. Modul koji, koristeći web servis neke od berzi, objavljuje stanje na berzi;

– **kursna lista**. Takođe, uz pomoć web servisa komunicira se sa nekom od banaka radi pribavljanja aktuelne kursne liste, itd.

Kao što je pokazano, aplikacije pokrivaju različite oblasti primene i samim tim nemaju svi korisnici sistema upravljanja sadržajem potrebu za istim aplikacijama. Nekome su potrebne samo neke od uskospecijalizovanih aplikacija. Organizacija koja se bavi prodajom automobila i koristi sistem upravljanja sadržajem za održavanje svog sadržaja teško da će imati koristi od aplikacije „izveštaj sa berze“.

Klasifikacija sistema za upravljanje sadržajima

Klasifikacija sistema upravljanja sadržajem po vrsti. Pod vrstom se podrazumevaju dve kategorije: sistem upravljanja sadržajem je radno okruženje (*framework*) ili upravljanje sadržajem je sistem. Kada se kaže radno okruženje misli se na alat ili skup funkcija kojima programeri mogu da se posluže u izgradnji sistema za upravljanje sadržajima. Radna okruženja danas su vrlo popularna među programerima, jer im daju slobodu

kreiranja sistema upravljanja sadržajem po sopstvenoj želji i potrebama, a pri tom ih oslobađaju teškog rada sa operacijama niskog nivoa, kao što su rad sa bazom, fajl sistemom i slično. Sa druge strane, kada se za neki sistem kaže da je sistem upravljanja sadržajem, onda se podrazumeva da je to softver koji je orijentisan ka korisniku, a ne programeru. Cela interakcija obavlja se kroz korisnički interfejs i uglavnom ne postoji skup API funkcija koje su vidljive spolja i kroz koje bi programeri mogli da prave neku drugu vrstu interakcije.

Klasifikacija sistema upravljanja sadržajem po licenci. Danas se sve više alata iz raznih softverskih oblasti objavljuje po „besplatnim“ licencama ili licenca otvorenog koda (*open-source*). Čak i ovakav prilično jasan naziv licence ima višestruka tumačenja, pa se u skladu s tim pojavilo i nekoliko različitih varijanti besplatnih licenci, među kojima su najrasprostranjenije [3]:

- **BSD (Berkeley Software Distribution).** Ova licenca spada u grupu najmanje restriktivnih licenci. Skoro da nema ograničenja u tome šta korisnik može sve da radi sa softverom, pri čemu to uključuje promenu samog koda, prodaju softvera trećim licima bez isplate naknade autoru softvera i uključivanje dela ili celog koda u neki veći softverski paket, pri čemu taj paket ne mora biti otvorenog koda. Kada se kaže da skoro nema ograničenja misli se samo na jedno ograničenje, a to je da autori tog softvera žele „besplatni marketing“, odnosno da se negde u dokumentaciji spomene ime autora tog softvera koji se koristi;

- **GPL (GNU General Public License).** Ova licenca je korišćena pri distribuciji softvera iz GNU paketa. Danas je, međutim, postala široko prihvaćena i od ostalih softverskih paketa koji nemaju veze sa GNU paketom. GNU GPL licenca je restriktivnija od BSD u sledećim delovima: dozvoljena je binarna distribucija softvera, ali samo ako je u distribuciju uključen i sam izvorni kod. Menjanje izvornog koda je moguće, ali u tom slučaju i sam proizvod koji je tako dobijen mora biti pod GNU GPL licencom. Integracija sa drugim softverskim paketima je moguća samo ako su i ti drugi paketi pod GNU GPL licencom. Postoji jedna varijanta GNU GPL licence pod nazivom **GNU LGPL (GNU Lesser General Public License)** koja je identična samoj GPL licenci, osim u poslednjoj stavci koja je navedena. Integracija sa drugim paketima je moguća čak iako ti drugi paketi nisu pod GNU licencom. Dakle, LGPL je manje restriktivna od GPL licence;

- **Apache License, Version 2.0.** Ova licenca je manje restriktivna od GNU licenci, ali nosi niz odredbi o tome gde sve treba da se navede copyright tekst koji prati softverski paket. To nikako nisu sve *open source* licence koje postoje, ali svakako su najrasprostranjenije;

- **ostale licence** su: Mozilla Public License, Artistic License, Apple Public Source License, Common Public License, EU Software License,

Eclipse Public License, Eiffel Forum License, Lucent Public License, IBM Public License, Intel Open Source License, MIT license, NASA Open Source Agreement, Nokia Open Source License, Sun Public License, W3C License, itd.

Klasifikacija sistema upravljanja sadržajem po korišćenoj tehnologiji, odnosno programskom jeziku u kojem je sistem upravljanja sadržajem pisan. Danas su najzastupljenije J2EE (Java 2 Enterprise Edition) i Microsoft. NET tehnologije, mada nije ni zanemarljiv broj sistema koji su pisani u nekom od skript jezika, poput PHP, ColdFusion, Python i slično.

Klasifikacija sistema upravljanja sadržajem po ceni. Ove cene vrlo variraju i kreću se od besplatnih varijanti do sistema vrednih preko milion dolara (kada se uključi cena proizvoda, implementacije i prpratnog softvera – Oracle baza, aplikacioni serveri, itd.).

Zaključak

Da je primena sistema upravljanja sadržajem u vojnim organizacijama interesantna oblast za istraživanje potvrđuju sledeće činjenice:

- kompleksna struktura i veliki broj hijerarhijskih ciljnih grupa u vojnim organizacijama predstavljaju velike izazove za izbor i primenu adekvatnog sistema upravljanja sadržajem u procesima odlučivanja, gde se rezultati i efekti njihove primene mere tajnošću, tačnošću i pravovremenošću;

- pravovremeno donošenje ključnih odluka i njihovo trenutno sprovođenje predstavlja znatnu prednost nad konkurencijom, naročito u kritičnim situacijama;

- primenom savremenih informaciono-komunikacionih tehnologija i servisno orijentisane arhitekture, upravljanje sadržajima, posebno dokumenata, u vojnim organizacijama obezbeđuje potrebne sigurnosti i zaštite informacija u procesima upravljanja poverljivim sadržajima.

Budući pravac istraživanja primene sistema upravljanja sadržajima u Vojsci Srbije bio bi zasnovan na prednostima i nedostacima sistema upravljanja repozitorijumima elektronskih dokumenata, na primeru upravljanja realnim procesima i tokovima podataka u okviru komandno-informacionog sistema. Reč je o ideji uspostavljanja novog vida upravljanja elektronskim sadržajem u komandno-informacionim sistemima vojne organizacije, koji bi bio od strateškog značaja za brzu, efikasnu, efektivnu i pouzdanu razmenu elektronskih dokumenata.

Primena sistema upravljanja elektronskim sadržajima omogućava:

- kontrolu toka poslovnih procesa;

- brzo i efikasno delovanje radi automatizovanog prikupljanja podataka, praćenja i prikaza situacije, odlučivanja, pravovremenog donošenja i realizacije odluke;
- povećanje upravljačkih performansi organizacionih celina organizacije – donošenje pravovremenih i pravilnih odluka u kritičnim momentima;
- mogućnost lakog i brzog pribavljanja dokumenata i ostalih relevantnih sadržaja od strane drugih korisnika istih, primenom odgovarajućih mehanizama.
- Primena sistema upravljanja sadržajem u oblasti komandno-informacionih sistema, bez predrasuda vezanih za njihovu bezbednost, postaće interesna orijentacija vojne organizacije, koja želi da poveća efikasnost svojih funkcionalnih procesa i, pri tome, znatno poboljša pravovremeno i ispravno odlučivanje, kao i uspešno i efikasno izvođenje svih poslovnih operacija.

Literatura

- [1] Radenković, B., *Elektronsko poslovanje*, FON, Beograd, 2003.
- [2] <http://searchsoa.techtarget.com>
- [3] <http://erptoday.knowledgehills.com/>
- [4] Clair, C. L., Teubner, C., *The Forrester Wave™: Business Process Management For Document Processes*, Forrester, 2007.
- [5] www.infotehna.si
- [6] Carmel, D., *The On-demand Document Management Advantage*, SpringCM, 2007.
- [7] Nelson, R., *On-demand content through interactive content management*, Frost & Sullivan, 2008.
- [8] www.document-management.com

CONTENT MANAGEMENT SYSTEMS – CONCEPT AND FEATURES

Summary:

Introduction

The paper explains the importance and the role of content management systems, gives an overview of the functionality required by such systems and makes a categorization of existing content management systems, thus performing, to some extent, a systematization of this area.

Internet technologies and e-business

Electronic business is a set of business activities that occur by ICT, especially Internet. CMS existence is conditioned by the development of Internet technology.

Basic terminology, problem and solution

The basic terms of which problems are considered in this paper are Content, Content Management and Content Management System.

Content management systems demand

Content management systems demand is reflected in the following: (1) complex structure and a hierarchy of target groups are major challenges for the selection and implementation of an adequate system of content management in decision-making processes; (2) timely adoption of key decisions and their implementation is currently a considerable advantage over competitors; (3) by applying modern information and communication technologies and service-oriented architecture, content, especially documents, management provides security and protection of information in the process of content managing.

Content management systems types

This article describes the following types of content management systems: Document Management System, Digital Asset Management, Web Content Management and Learning Content Management.

Content management systems basic parts

The main parts of the content management system are: (1) Content integration, including any content manipulation (input, processing, display); (2) Version control, older versions of files are stored in the database (date of creation/change, and optional comment). Thanks to version control, web site can be restored later (rolled-back) to the previous version; (3) Workflow, allows defining processes in a few steps concerning the creation, review and approval of content publishing; (4) Content repositorium (relational, object or XML databases) greatly improves reuse and content management, especially when these items have a high repetition level; (5) Users management and their privileges; (6) User interface. Display of client and administrative console is done through a web browser; (7) Applications represent an addition to content management systems (business rules, API functions, search, forum, etc.)

Content management systems classification

Content management systems classification can be performed by different elements: (1) by type, where the content management system is a framework or system; (2) by licence; (3) by used technology; (4) by price. The paper briefly explains the classification.

Conclusion

Future direction of research of content management system applications in the Serbian Army would be based on the advantages and disadvantages of electronic document management system repositories, for example realistic management processes and data flows within the command and information system.

Key words: E business, Content Management Systems, Electronic Document Management Systems

Datum prijema članka: 03. 03. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 21. 09. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 05. 10. 2009.

MODELOVANJE GEOREFERENCIRANIH PODATAKA U KATASTRU NEPOKRETNOSTI PRIMENOM ISO 19100 SERIJE STANDARDA

Petrović N. *Mirko*, Uprava za telekomunikacije i informatiku
(J-6) GŠ VS – Centar za komandno-informacione sisteme
i informatičku podršku, Beograd

UDC: 528.4:006.32(100)ISO

Sažetak:

Potreba za standardizacijom u oblasti geografskih informacionih sistema odavno postoji. Međunarodne aktivnosti na ovom polju rezultirale su uspostavljanjem ISO 19100 serije standarda, kojima se regulišu različiti aspekti na polju geoinformatike. U članku su opisane mogućnosti primene relevantnih standarda iz serije ISO 19100 u modelovanju georeferenciranih podataka za katastar nepokretnosti.

Ključne reči: geografski informacioni sistemi, ISO 19100 standardi, katastar nepokretnosti.

Uvod

Standardizacija u geoinformacionim tehnologijama doprinosi efikasnijem uspostavljanju informacionih funkcija, njihovoj većoj stabilnosti i lakšoj tranziciji. Primena međunarodnih, nacionalnih i internih standarda u procesu razvoja softverskih proizvoda u oblasti geoinformatike stvara uslove za razvoj efikasnog, ekonomičnog, pouzdanog i sigurnog softverskog proizvoda. Međunarodne aktivnosti u domenu geoinformatičke standardizacije odvijaju se u okviru dva tela, a to su International Organization for Standardization (ISO) i Open Geospatial Consortium (OGC). Standardi i preporuke koje su ove organizacije donele imaju svoju široku primenu u oblasti geografskih informacionih sistema, pa tako i u katastru nepokretnosti i to, pre svega u modelovanju georeferenciranih podataka.

Razlozi za standardizaciju su sledeći:

- sprečavanje nekompatibilnosti struktura podataka nastalih iz raznih formata geoinformacionih podataka;
- potreba koordinacije aktivnosti javnog i privatnog sektora u pronalaženju standarda koje zahtevaju službe u javnim sektorima;
- potreba da se što širem krugu ljudi omogući pristup do određenih delova geoinformacionih baza podataka;

- potreba za uključenjem geoinformacionih izvora u mreže nacionalnih informatičkih infrastruktura;
- potreba sinhronizacije geoprocesne tehnologije sa pojavom standarda informacione tehnologije temeljenih na otvorenim sistemima i na konceptu distribuirane obrade podataka;
- potreba za obuhvatom internacionalnih kompanija u razvoj i komunikaciju geoprocesnih standarda, posebno u svrhu integracije izvora podataka u kontekst inicijativa globalne informacione infrastrukture [1].

Osnove modelovanja georeferenciranih podataka za katastar nepokretnosti

Veliki procenat podataka koji se nalaze u bazama podataka na posredan ili neposredan način imaju i svoju prostornu komponentu. Takve podatke nazivamo uopšteno prostornim podacima. Ako su prostorni podaci vezani za neku tačku na Zemljinoj površini nazivaju se georeferenciranim podacima. Dobar primer georeferenciranih podataka predstavljaju podaci katastra nepokretnosti. U pogledu modelovanja georeferencirani podaci katastra nepokretnosti, iako se oslanjaju i na rasterski model prostornih podataka, više su okrenuti vektorskom modelu. Razlog tome leži u prirodi vektorskog modela koji je prikladniji za modeliranje objekata s manjim brojem svojstava uz naglasak na položaj. Vektorski model prostornog podatka se sastoji od dve komponente: prostorne i opisne. Osnova prostornog dela je geometrija koja sadrži metričke podatke najčešće date koordinatama u nekom referentnom sistemu. Ali, poznavanje položaja karakterističnih tačaka nekog objekta ne određuje jednoznačno i njegov izgled. Tek uvođenjem odnosa između njih moguće je steći tačan uvid u oblik posmatranog objekta, a to je kod georeferenciranih podataka sadržano upravo u topologiji.

Geometrija i topologija jednoznačno određuju oblik, veličinu i položaj modela objekta u prostoru, odnosno oni čine njegovu prostornu komponentu. Spajanjem prostorne s opisnom, odnosno atributskom komponentom, dobijamo potpuno određen objekat iz stvarnog sveta. Objekat se smatra određenim u odnosu na model podataka, odnosno stepen uopštenja, koji je u konkretnom slučaju prihvaćen.

Georeferencirani podaci mogu biti prikupljeni u različitim rezolucijama i s različitom tačnošću i pokrivati različita područja. Od organizacija koje se bave izradom georeferenciranih podataka, u okviru katastra očekuju se najbolji podaci, odnosno podaci s najvećom rezolucijom, potpunosti i ažurnosti. To je pre svega bitno jer podaci katastra predstavljaju službenu evidenciju koja po svojoj definiciji mora zadovoljiti visoki kvalitet. Takođe, korisnicima se mora staviti na raspolaganje informacija o kvalitetu skupa podataka.

Elementi kvaliteta georeferenciranih podataka

Kvalitet georeferenciranih podataka može se razmotriti kroz skup sledećih elemenata:

- poreklo,
- položajna tačnost,
- tačnost atributa,
- potpunost,
- logička konzistentnost,
- semantička tačnost,
- vremenska informacija.

Navedeni elementi kvaliteta georeferenciranih podataka obezbeđuju se primenom ISO 19100 serije standarda.

Poreklo

Poreklo kao element kvaliteta georeferenciranih podataka podrazumeva istoriju nastanka dotičnih podataka. Kao takva, istorija podrazumeva praćenje skupa podataka kroz faze i izveštaje o nastanku (opis prostornih merenja, način na koji su podaci dobijeni), popravljanju, konverzijama, transformacijama i dr. Poreklo je prva od komponenti kvaliteta georeferenciranih podataka i ima veliki uticaj na sve ostale komponente.

Ako se za primer opisa porekla uzmu katastarski podaci nastali aerofotogrametrijskim premerom tada izveštaj o poreklu sadrži: razmeru i datum snimanja, parametre kamere, podatke o orijentacionim tačkama, vrste i datume obavljenih terenskih poslova, zatim njihovu tačnost, referentni sistem i projekciju, itd. Korisniku georeferenciranih podataka se kroz poreklo mora omogućiti dovoljno detaljan i razumljiv prikaz nastanka tih podataka, kako bi mogao lakše odabrati prihvatljive podatke za svoje potrebe.

Položajna tačnost

Položajna tačnost georeferenciranih podataka je najstariji element u opisivanju kvaliteta tih podataka. Položajnu tačnost moguće je definisati kao stepen približenja nekog objekta ili merenja njegovom stvarnom položaju ili vrednosti u odgovarajućem referentnom sistemu. Najčešće se iskazuje kroz dve veličine koje imaju dugu istoriju upotrebe, a to su srednja kvadratna greška i standardna devijacija.

ISO standard 19113 Geographic information – Quality principles definiše položajnu tačnost kao:

- apsolutnu ili spoljašnju tačnost: stepen približenja vrednosti koordinata vrednostima koje su prihvaćene kao prave ili istinite;

- relativnu ili unutrašnju tačnost: stepen približenja relativnih položaja obeležja (features) u skupu podataka onima koji su prihvaćeni kao pravi i istiniti, i
- tačnost položaja podataka pravilne mreže (grid): stepen približenja grid podataka onima koji su prihvaćeni kao pravi ili istiniti.

Tačnost atributa

Atributi su činjenice o nekom mestu ili objektu na površini Zemlje. Činjenica može biti rezultat nekog merenja (npr. merenje temperature), rezultat interpretacije neke osobe (određivanje kulture), rezultat istorijskih ili političkih događaja (ime mesta), itd. Opšte uzevši, bilo koji atribut može biti nesiguran. Ime nekog mesta može biti subjekat istorijske nesigurnosti ili u određenoj meri zablude, tako da je tačnost atributa od izuzetnog značaja u određivanju kvaliteta georeferenciranih podataka.

Jednostavni tipovi atributa mogu se podeliti u kvalitativne (nazivi i imena, klase tla, itd.) i kvantitativne ili brojčane (popisi, rezultati analiza, itd.).

Potpunost

Potpunost opisuje da li objekti u skupu podataka prikazuju sva pojavljivanja entiteta, pri čemu se entitet odnosi na stvarni fenomen, a objekat na njegov digitalni prikaz. Skup podataka za neku primenu može biti potpun ili nepotpun. Pod pojmom potpunosti podrazumeva se potpunost podataka (greška izostavljanja) i potpunost modela (pogodnost za upotrebu). Kako je svaki model, u stvari, apstrakcija realnog sveta, potpunost modela označava da li su relevantni entiteti koji su potrebni za primenu, prisutni u apstraktnom modelu skupa podataka. Stepem potpunosti podataka određuje količinu relevantnih informacija u skupu podataka. Formalna potpunost određuje da li i do kog stepena je formalna struktura potpuna. Potpunost objekta određuje da li su i do kog stepena sve pojave entiteta stvarno prisutne u skupu podataka. Potpunost atributa zavisi od potpunosti objekta izražavajući delimično izostavljene informacije.

Jednostavan način za tačno merenje potpunosti ne postoji, a razlog je u činjenici da je potpunost vezana uz objekat s kojim se upoređuje, odnosno uz apstrakciju stvarnosti. Merenje potpunosti podataka moguće je kroz procenu formalne potpunosti, potpunosti objekta i atributa.

Logička konzistentnost

Logička konzistentnost bavi se logičkim pravilima strukture i atributa prostornih podataka i opisuje usklađenost nekog podatka s ostalim podacima u skupu. Kao element kvaliteta georeferenciranih podataka ona is-

tražuje strukturalni integritet nekog skupa podataka. Pri određivanju konzistentnosti georeferenciranih podataka koriste se metričke osobine prostora, uređeni skupovi i topologija.

Georeferencirani podaci su konzistentni kada su u skladu sa strukturalnim karakteristikama odabranog modela podataka i u skladu s ograničenjima atributa definisanih za skup. Testovi logičke konzistentnosti georeferenciranih podataka provode se u različitim fazama obrade podataka u prikupljanju, prenosu i različitim analizama. Vrlo često se ti postupci nazivaju i građenje topologije ili uređenje topologije.

Semantička tačnost

Semantička tačnost odnosi se na kvalitet opisa georeferenciranih podataka u skladu s izabranim modelom. U apstrakciji stvarnosti ona se odnosi na prikladnost značenja nekog objekta, a ne na geometrijski prikaz.

Svrha semantičke tačnosti je opisivanje semantičkog razmaka između objekata i opažane stvarnosti. Semantička tačnost uključuje potpunost, konzistentnost, aktuelnost i tačnost atributa. Konzistentnost uključuje statičku i dinamičku konzistentnost. Statička konzistentnost je rezultat vrednovanja semantičkih uslova na podatke, dok je dinamička rezultat postupka vrednovanja. Aktuelnost opisuje semantičku tačnost u datom vremenskom trenutku. Tačnost atributa iskazuje verovatnoću ispravnog dodeljivanja vrednosti.

Vremenska informacija

Informacije o vremenu kada su podaci prikupljeni ili ažurirani nesumnjivo su vrlo važan činilac kvaliteta. Vremenska informacija može se sagledavati kroz tri relevantna tipa vremena. Prvo je logičko vreme ili vreme događaja, a odnosi se na vreme u kojem se dogodila neka promena. Drugo vreme je vreme opažanja ili evidencije, odnosno vreme kada je neki događaj opažen. Treće vreme je vreme preuzimanja ili izmene, a odnosi se na vreme kada je neki događaj unesen u bazu podataka ili izmenjen. Ova tri vremena jednako su bitna i moraju se prikazati unutar strukture podataka.

Usvajanje ISO 19113 standarda omogućava proizvođačima opisivanje elemenata kvaliteta georeferenciranih podataka, a korisnicima informaciju o tome da li ti podaci zadovoljavaju njihove zahteve.

Metapodaci

Svaka organizacija koja izrađuje georeferencirane podatke trebala bi dati njihov opis kroz metapodatke i pružiti dovoljno detalja kako bi korisnici mogli odrediti upotrebljivost i korisnost tih podataka zavisno od njihovih

potreba. Metapodaci moraju biti dostupni putem interneta, a od korisnika koji imaju potrebu za određenim podacima o prostoru očekuje se da pretraže metapodatke na internetu pre nego odluče da utroše sredstva na prikupljanje i izradu potpuno novih podataka. Uloga kataloga je priprema metapodataka različitih organizacija, njihovo čuvanje, provera valjanosti i omogućavanje pristupa, kako bi na temelju njih korisnici mogli pronaći i koristiti georeferencirane podatke na najefikasniji način.

Primena ISO19100 serije standarda u modelovanju georeferenciranih podataka za katastar nepokretnosti

U pogledu modela podataka objektni pristup već je prisutan dovoljno dugo, da se u svetu više ne zove trendom već mnogo puta dokazanom činjenicom. To su uvideli i proizvođači raznovrsnih sistema za upravljanje georeferenciranim podacima i redom u svoje proizvode ugrađuju za to potrebnu podršku.

Model je reprezentacija objekata realnog sveta i odnosa među njima, odnosno apstrakcija realnog sveta. Specifičnu, jasno identifikovanu stvar ili pojam u realnom svetu nazivamo objekat, dok je klasa vrsta ili tip objekta. Objekat je primerak klase kojoj pripada.

Katastarski sistemi moraju biti generički i fleksibilni, kako bi udovoljili zahtevima koji se menjaju ili nastaju tokom vremena. Upravo su fleksibilni informacioni sistemi jedna od najbitnijih stavki *Model Driving Architecture* (MDA). MDA je zasnovana na modelima informacionih sistema opisanim UML jezikom [2]. Ostale prednosti MDA pristupa su naročito izražene u današnjem izrazito umreženom i kontinuirano promenljivom IT ambijentu.

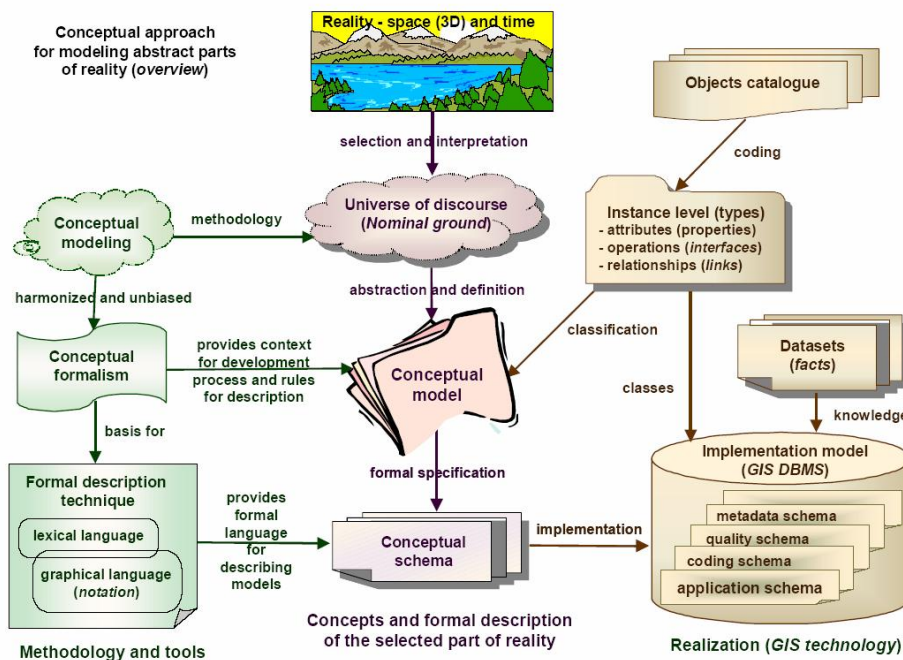
Te prednosti su:

- portabilnost,
- interoperabilnost,
- platfomska nezavisnost.

Konceptualno modelovanje (modelovanje nezavisno od fizičke realizacije) jeste metodologija modelovanja zasnovana na koncentrisanju u prepoznavanju sličnosti među objektima realnog sveta, uz privremeno zanemarivanje razlika među njima. Apstrakcijom se model realnog sveta (objekti i relacije među njima) dekomponuje u hijerarhiju apstrakcija, kao kombinaciju, agregaciju i generalizaciju.

Konceptualna šema (*eng. conceptual schema*) klasifikuje objekte u tipove i klase, identifikuje tipove objekata preko njihovih osobina (struktura i ponašanja) i veza između tipova objekata. Na slici 1 opisane su relacije

između realnih pojava koje se modeluju i rezultujuće konceptualne šeme. Oblast od značaja je izabrani deo realnog sveta (ili zamišljenog) koji se želi opisati u modelu. Oblast od značaja može da sadrži ne samo geografske objekte kao što su, na primer, jezera, ostrva, parcele, već i njihove attribute, operacije nad njima i relacije. Oblast od značaja opisana je u konceptualnom modelu. Konceptualna šema je stroža deskripcija u odnosu na konceptualni model. Konceptualna šema koja definiše oblast od značaja povezanu sa nekom aplikacijom – primenom ili više aplikacija zove se aplikaciona šema (eng. *application schema*).



Slika 1 – Pregled komponenti konceptualnog modelovanja (Izvor: ISO 19103, 2005)

Konceptualni šema-jezik (eng. *conceptual schema language*) koristi se da opiše konceptualnu šemu. To je formalni jezik koji može biti parsiran od strane računara i istovremeno je razumljiv čoveku i kao takav sadrži sve neophodne jezičke konstrukcije potrebne za formulisanje konceptualne šeme i za upravljanje njenim sadržajem. Konceptualni šema-jezik baziran je na konceptualnim formalizmima (eng. *conceptual formalism*). Konceptualni formalizam obezbeđuje uloge, ograničenja, događaje, funkcije, procese i ostale elemente koje koristi konceptualni šema jezik. Konceptualni formalizam obezbeđuje osnovu za formalnu definiciju pojmova relevantnih za primenu informacione tehnologije [3].

Konceptualne šeme razvijene su za delove ISO 19100 serije standarda koji su predstavljeni upotrebom konceptualnog šema jezika. Te konceptualne šeme su integrisane u aplikacione šeme koje definišu strukturu geografskih podataka koje su obrađivali kompjuterski sistemi.

Model savremenog katastra treba da bude definisan u skladu sa aktuelnim geoinformatičkim standardima i struktuiran u nekoliko logički povezanih komponenti – dokumenata:

- poslovni procesi – UML Use Case dijagrami,
- UML aplikaciona šema,
- GML aplikaciona šema,
- katalog objekata,
- katalog metapodataka,
- katalog simbola,
- koordinatni sistem.

Integracija ISO standarda

Komponente modela savremenog katastra nepokretnosti integrišu po nekoliko ISO standarda istovremeno. Katastarska aplikaciona šema ključna je komponenta modela podataka. To je konceptualna šema katastarskih objekata i relacija među njima, neophodna katastarskim i drugim aplikacijama koje koriste katastarske podatke.

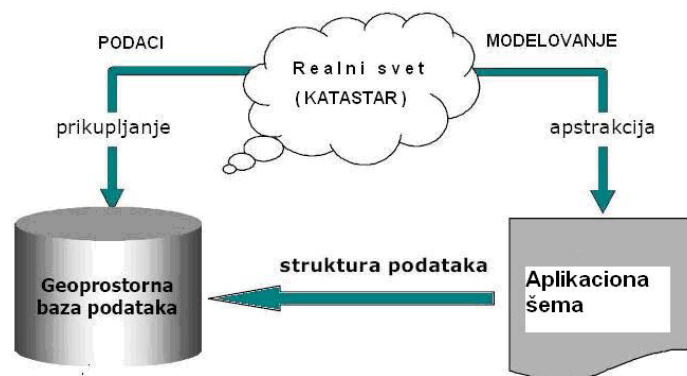
Aplikaciona šema definiše:

- strukturu podataka,
- attribute objektnih klasa,
- specifikaciju operacija za manipulisanje i procesiranje,
- uslove integriteta.

Namena aplikacione šeme je dvostruka:

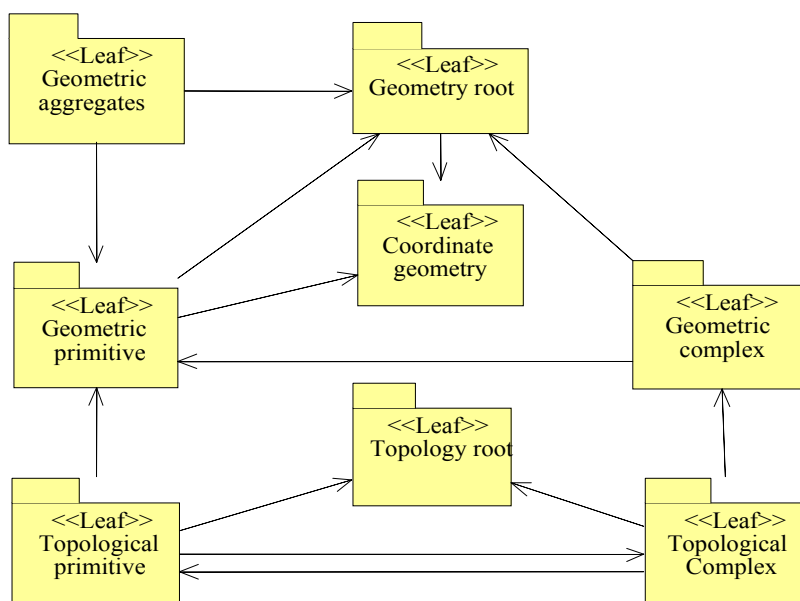
- osigurava opis relevantnih aplikacionih objekata u kompjuterski razumljivom obliku, kao preduslov za automatizovane mehanizme upravljanja podacima,
- osigurava jedinstveno i korektno razumevanje semantike podataka različitim tipovima korisnika modela i podataka.

Internacionalni standard ISO 19109 definiše pravila za konzistentno kreiranje aplikacionih šema (uključujući i konzistentno definisanje objektnih klasa), radi osiguranja prikupljanja, obrade, analize, pristupa, prezentacije i distribuiranja georeferenciranih podataka. ISO 19109 standard za kreiranje aplikacionih šema oslanja se na druge ISO standarde iz serije 19100, pre svega na 19103, 19107, 19108 i 19110. Standard ISO 19103 specificira upotrebu objedinjenog jezika modelovanja – Unified Modeling Language (UML) u modelovanju geografskih informacija.



Slika 2 – Uloga aplikacione šeme

ISO 19107 standard obezbeđuje konceptualne šeme za opis i manipulaciju prostornim karakteristikama georeferenciranih objekata. Definišu se standardne operacije za pristup, upite, upravljanje, procesiranje i razmenu georeferenciranih podataka. Standardizacija u ovoj oblasti je osnova za ostale geografske standarde [4].

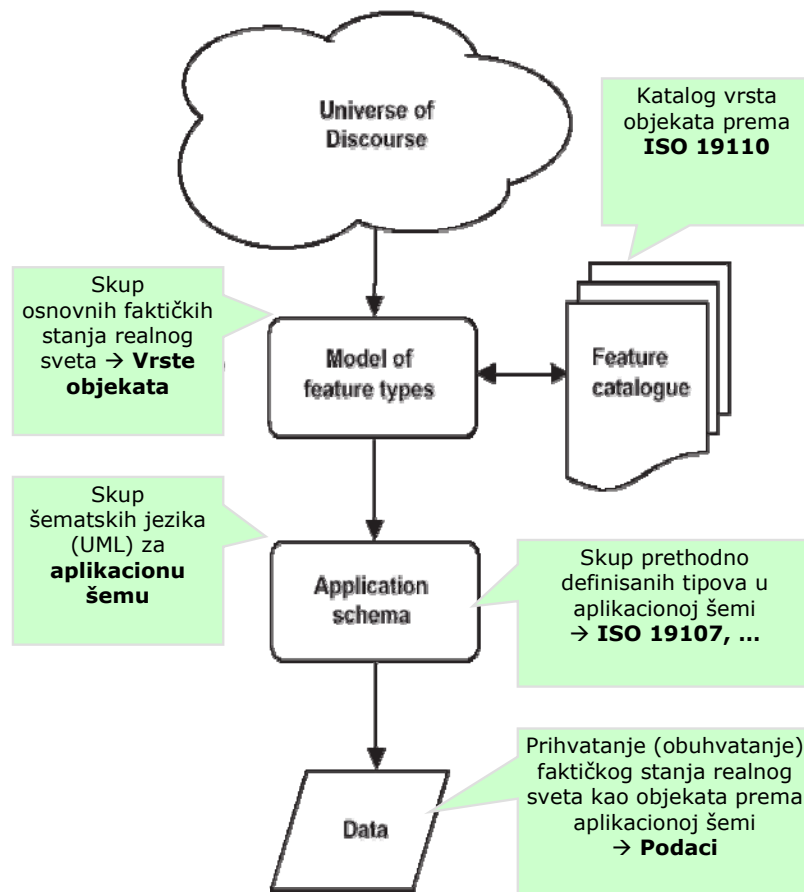


Slika 3 – Zavisnost UML paketa definisanih u ISO 19107

Tačka od koje počinje modelovanje geografskih informacija jeste geografski objekat (u stručnoj literaturi na engleskom jeziku koristi se termin **feature**). Geografski objekat je apstrakcija fenomena realnog sveta.

Geografski objekat je objekat povezan sa lokacijom na zemljinoj površini. Digitalna reprezentacija realnog sveta se može zamisliti kao set geografskih objekata. Geografski objekti se javljaju u dva nivoa: kao instance objekata i kao tipovi objekata. Na nivou instanci geografski objekti predstavljaju diskretni fizički fenomen povezan sa njegovim prostornim i vremenskim koordinatama. Instance geografskih objekata grupisane su u klase sa zajedničkim karakteristikama.

U modelu definisanom ovim internacionalnim standardom prostorne karakteristike objekata opisane su jednim ili sa više atributa čije vrednosti daje geometrijski objekat (GM_Object) ili topološki objekat (TP_Object). ISO19107 standard koristi objedinjeni jezik modelovanja – Unified Modeling Language (UML) kako bi predstavio konceptualne šeme za opis prostornih karakteristika geografskih objekata.

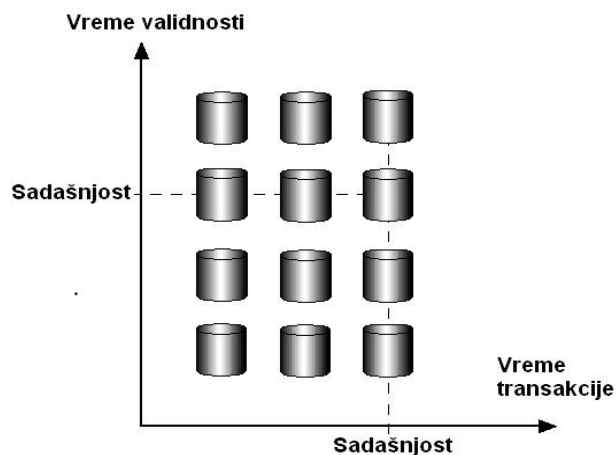


Slika 4 – ISO 19109 – Pravila za aplikacionu šemu (Izvor: ISO 19109, 2005)

Katastar je primer sistema u kojem je praćenje istorije promena od posebne važnosti. Radi podrške razvoju aplikacija, odnosno funkcionalnosti pretraživanja i pristupu katastarskim podacima kroz njihovu istoriju, model podataka treba da uključuje i temporalne aspekte zasnovane na ISO 19108 standardu. Model treba da bude takav da omogućuje razvoj bitemporalnih baza podataka u kojima su transakciono vreme i vreme validnosti objekta ortogonalni, te su oba specificirana kao atributi katastarskog objekta u modelu, odnosno bazi podataka.

Komercijalne baze podataka omogućavaju smeštanje velike količine podataka. Za te podatke se obično podrazumeva da su *trenutno* važeći. Prošlost i budućnost se ne čuva u bazi. Prethodni podaci odnose se na podatke koji su u nekom ranijem trenutku uneti u bazu i u međuvremenu su ili promenjeni ili obrisani. Pod budućim podacima se obično smatraju podaci koji će biti aktuelni u nekom trenutku u budućnosti (ali ne sada). Vremenski podaci smešteni u vremenske (temporal) baze podataka bitno se razlikuju od podataka pohranjenih u ne vremenske (non-temporal) baze podataka. U konvencionalnim bazama ne prati se istorija promena baze.

Popularizacijom geobaza (*geodatabase*) ili kako se još zovu – prostornih baza podataka (*Spatial Database Management System – SDBMS*), sve zanimljivija je postala i vremenska komponenta georeferenciranih podataka. Kao što je bitno gde se šta nalazi, bitno je i koliko se dugo tu nalazi ili šta se nalazilo na tom mestu u nekom trenutku u vremenu. Iako je o vremenskoj komponenti i u analognim sistemima za upravljanje prostornim podacima itekako vođeno računa, moderni sistemi je podižu na još važnije mesto, stavljanjem svoje velike procesne snage na raspolaganje korisniku. Samo je jedan, iako možda najočitiji, primer ovog pregleda stanja katastarskog sistema za određeni trenutak njegove prošlosti.



Slika 5 – Bitemporalne baze podataka

Tačka (događaj) i interval u vremenskoj dimenziji imaju svoj položaj na vremenskoj osi. Određivanjem kalendara (npr. gregorijanski) moguće je vremenske odnose meriti gotovo jednako kao jednodimenzionalne prostorne, s tim što se ovde javlja jednosmernost vremenskog toka.

Vremenski intervali i događaji takođe se odnose jedni prema drugima na različite načine (sadržavanje, nastavljanje, preklapanje, itd.), pa je i za vremensku dimenziju moguće reći da ima topologiju. Zbog svega navedenog usvojen je i u okviru ISO/TC 211 standard ISO 19108 Temporal Schema, kroz koji su određene dve vremenske primitive (*eng. temporal geometric primitives*):

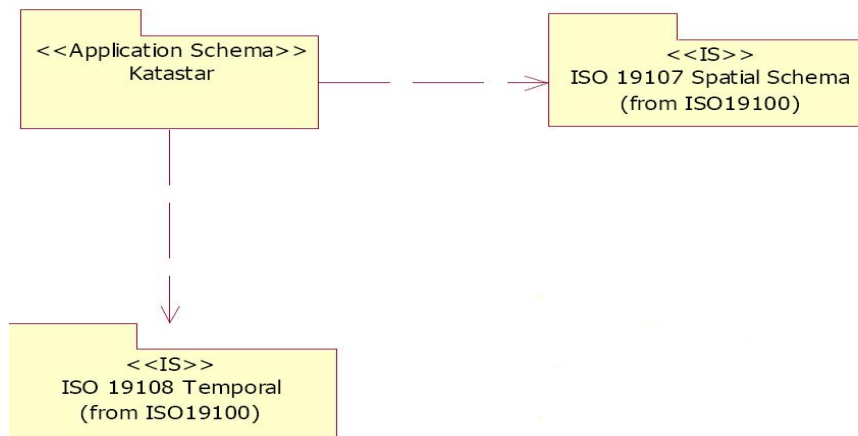
- trenutak (*eng. instant*) i
- razdoblje (*eng. period*).

Za ove primitive moguće je slično, kao i za one prostorne, odrediti topološke odnose na osnovu kojih se kasnije mogu obavljati analize [5].

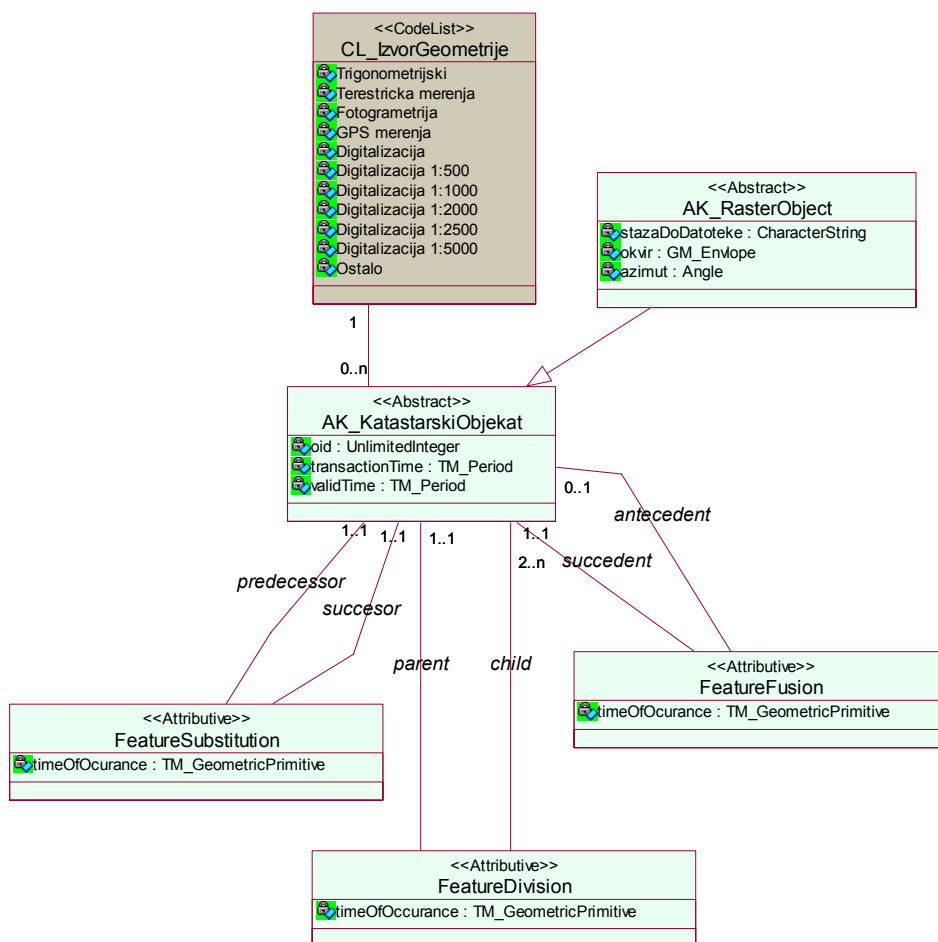
UML aplikaciona šema

Katastarska UML aplikaciona šema je objektnoorijentisana konceptualna šema katastra nekretnina, namenjena za implementaciju u savremenim geoprostornim bazama podataka. Time je osiguran precizan, formalni opis modela nezavisan od tehnologija za njegovu implementaciju. UML aplikaciona šema specificirana je UML dijagramom klasa, čime je osigurana jednoznačnost i konzistentnost reprezentacije modela podataka, za potrebe razvoja katastarskih aplikacija.

U procesu razvoja i specifikacije katastarske UML aplikacione šeme upotrebljene su raspoložive specifikacije, odnosno i prostorna i temporalna podšema, definisane ISO standardima.

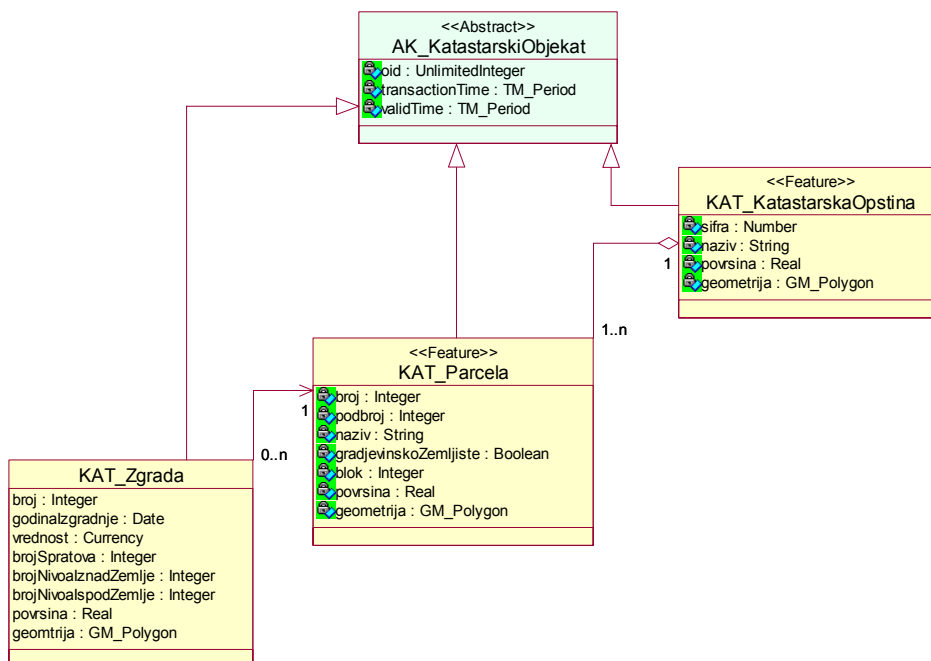


Slika 6 – Veze katastarske aplikacione šeme s ISO šemama



Slika 7 – UML dijagram apstraktne katastarske klase

Apstraktna katastarska klasa poseduje atribute zajedničke za sve katastarske klase: identifikator objekta, transakcijsko vreme, vreme validnosti i izvor geometrije. Ostale katastarske klase definisane su kao potklase te apstraktne klase (slika 8).



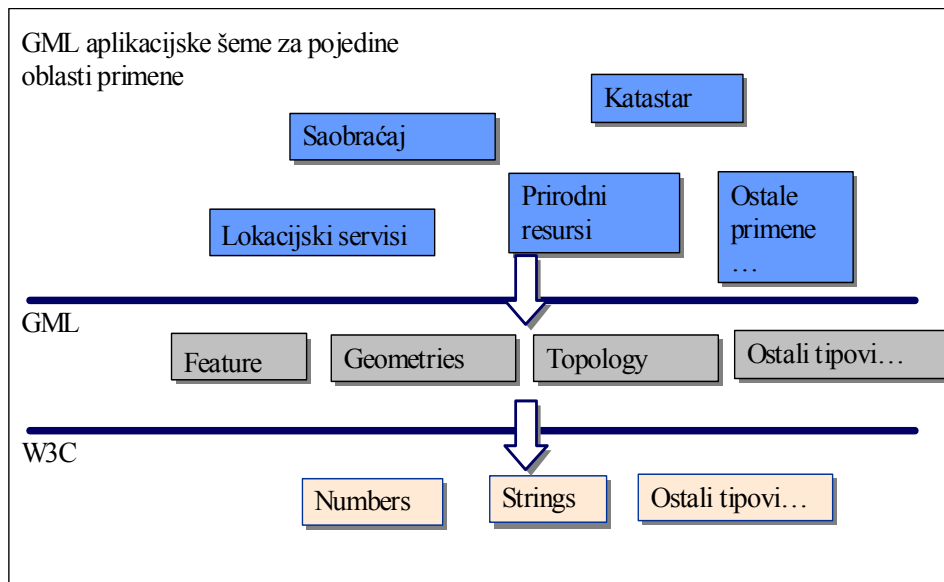
Slika 8 – Katastarska aplikaciona šema (deo)

GML aplikaciona šema

Aplikaciona GML šema omogućava nezavisan prenos podataka prikupljenih uz pomoć raznih alata u jedinstvenu bazu podataka i isto tako prenos podataka iz baze prema korisnicima koji ne moraju posedovati bazu da bi koristili podatke. GML aplikaciona šema treba da bude izgrađena u skladu s preporukama OGC, a to je istovremeno definisano i kroz ISO standarde.

Cilj uvođenja GML-a jeste definisanje standarda za razmenu katastarskih podataka sa spoljnim sistemima. Ispravno strukturiran GML dokument, koji istovremeno zadovoljava i pravila definisana konkretnom aplikacionom GML šemom, naziva se ispravan dokument. Provera ispravnosti dokumenta u odnosu na konkretnu GML šemu naziva se šematska provera ispravnosti.

Aplikaciona GML šema izuzetno je važan koncept za osiguranje interoperabilnosti u domenu elektronskog katastra nepokretnosti. Proces transformacije geografskih informacija iz jednog formata u drugi za podršku izvršavanju objavljen u ISO 19118 standardu.



Slika 9 – Uloga GML aplikacione šeme (Izvor: Galdos Systems, Inc)

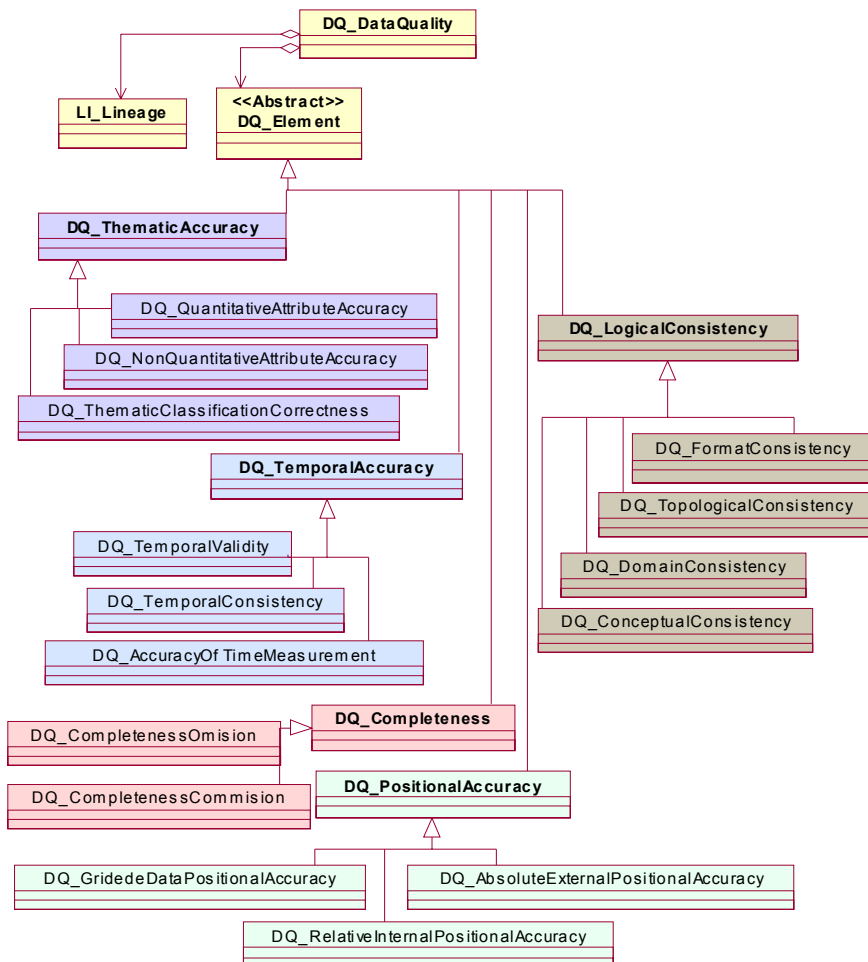
Katalog metapodataka

ISO 19115 standard obezbeđuje strukturu za opis digitalnih georeferenciranih podataka, definiše elemente metapodataka i uspostavlja terminologiju i definicije. Pored toga, omogućava organizaciju i menadžment metapodacima vezanim za georeferencirane podatke, omogućava korisnicima dodavanje georeferenciranih podataka na najefikasniji način, kao i objavljivanje, pronalaženje i ponovnu upotrebu georeferenciranih podataka.

Metapodaci u katastru nepokretnosti dele se na obavezne, uslovne i izborne. Kod obaveznih metapodataka osobine i elemente metapodataka je obavezno dokumentovati. Za uslovne metapodatke (*eng. conditional*) važi da se određuje uslov pod kojim je najmanje jedna osobina ili element metapodatka obavezan. 'Uslovno' se koristi za jednu od tri sledeće mogućnosti:

- u biranju između dve ili više opcija. Najmanje jedna opcija je obavezna i mora da bude dokumentovana;
- u dokumentovanju osobine metapodatka ili elementa metapodatka, ako je jedan element već dokumentovan;
- u dokumentovanju elementa metapodatka, ako je specifična vrednost za drugi element metapodatka već dokumentovana.

Ako je odgovor za uslov pozitivan, osobine metapodatka ili element metapodatka trebalo bi da bude obavezan. Izborni metapodaci (*eng. optional*) jesu metapodaci koji su opcioni, neobavezni.



Slika 10 – Metapodaci vezani za kvalitet podataka (Izvor: ISO 19115)

Katalog objekata

Katalog objekata treba da bude izgrađen u skladu sa ISO 19110, 2005 i da služi, kako korisnicima modela, tako i korisnicima podataka kastastra. Kako ovaj standard propisuje, nazivi tipova objekata klasa i atributi specificirani su prirodnim jezikom, kako bi bili razumljivi i korisnicima koji nisu IT/GIS eksperti.

Objekti u katalogu objekata, kao i u katalogu metapodataka, poseduju obavezne, uslovne i opcione attribute.

Katalog simbola

Katalog simbola ili digitalni topografski ključ (DTK) jeste skup podataka i pravila o prikazu topografskih znakova – grafičkih simbola za pojave i objekte predstavljene na geodetskim planovima, a koji su uređeni u obliku kataloga i iskazani u digitalnom obliku. Uvođenje savremene digitalne tehnologije u proces izrade planova neminovno uslovljava reviziju klasičnog načina prikaza prostornih pojava. Zato je neophodno izraditi biblioteke znakova koje se mogu primenjivati u savremenim programskim okruženjima.

Kroz digitalni topografski ključ definiše se način prikaza tačkastih, linijskih i poligonalnih objekata, kao i teksta koji se koristi u okviru digitalnih katastarskih planova. Digitalni topografski ključ nastao je kreiranjem topografskih znakova po ugledu na ranije topografske ključeve, gde god je bilo moguće zadržati tradicionalni način prikaza.

Koordinatni sistem

Svi georeferencirani podaci, pa tako i oni u katastru nepokretnosti, predstavljaju se u nekom od koordinatnih sistema. ISO 19111 standard definiše konceptualnu šemu za opis prostornog referenciranja po koordinatama. Opisuju minimum podataka potrebnih za opis jednodimenzionalnog, dvodimenzionalnog i trodimenzionalnog referentnog sistema. Takođe, omogućava dodatne deskriptivne informacije, kao i konverzije iz jednog koordinatnog sistema u drugi.

Zaključak

Procesu modelovanja georeferenciranih podataka pridaje se sve veći značaj. Visoki troškovi prikupljanja i obrade georeferenciranih podataka zahtevaju posebnu pažnju u svim fazama projektovanja i implementacije geografskog informacionog sistema. Zbog toga je potrebno pridržavati se aktuelnih međunarodnih ISO standarda u modelovanju georeferenciranih podataka za katastar nepokretnosti. Elementi kvaliteta georeferenciranih podataka (poreklo, položajna tačnost, tačnost atributa, potpunost, logička konzistentnost, semantička tačnost, vremenska informacija) obezbeđuju se primenom ISO 19100 serije standarda.

Time se pruža osnova za razvoj drugih informacionih sistema, koji se oslanjaju na te podatke. To je posebno važno za podatke katastra nepokretnosti koji predstavljaju osnovu za širu infrastrukturu georeferenciranih podataka [6]. Primena međunarodnih standarda u ovoj oblasti postala je imperativ koji nameću Svetska banka i relevantne geodetske organizacije na međunarodnom nivou.

Literatura

- [1] Galić, Z., Govedarica, M., *Geoinformatički aspekti Modela podataka katastra BiH*, I kongres o katastru u BiH, Neum, 2007.
- [2] Booch G., Rumbaugh J., Jacobson, I., *The Unified Modeling Language User Guide*, Addison-Wesley, 2005.
- [3] ISO 19103: *Geographic information – Conceptual schema language ISO/TC 211*, 2005.
- [4] ISO 19107: *Spatial schema ISO/TC 211*, 2003.
- [5] ISO 19108: *Geographic information – Temporal schema ISO/TC 211*, 2002.
- [6] Borisov, M., Nova tehničko-tehnološka rešenja u kartografskom izdavaštvu, *Vojnotehnički glasnik* br. 3/2007, str. 354–362, Beograd, ISSN: 0042–8469.

SPATIAL DATA MODELING IN THE REAL ESTATE CADASTRE USING ISO 19100 SERIES OF STANDARDS

Summary:

Introduction

Standardization in geoinformation technologies contributes to the establishment of efficient information functions, their greater stability and easier transition. Application of international, national and internal standards in the process of developing software products in the field of geoinformation technology creates conditions for the development of efficient, low cost, reliable and secure software products.

Spatial data modeling basics for real estate cadastre

In terms of modeling, the spatial information of real estate cadastre is based on the vector data model which is suitable for modeling objects with a smaller number of properties with emphasis on the position. The vector spatial data model consists of two components: spatial and descriptive. The basis of the spatial one is geometry that contains metric data usually given in coordinates of a reference system. Geometry and Topology uniquely determine the shape, size and position of the object model in space, i. e. they represent its spatial component. Merging the spatial component with the descriptive one results in a completely defined object from the real world.

Elements of spatial data quality

Spatial data quality can be reviewed through a set of the following elements: origin, positional accuracy, attribute accuracy, completeness, logical consistency, semantic accuracy and the time information. The elements of spatial data quality listed above are provided using ISO 19100 series of standards.

Application of ISO19100 series of standards in spatial data modeling for real estate cadastre

Standards brought by the ISO organization have their wide application in the field of geographic information systems, including the cadastre

and real estate, primarily in spatial data modeling. Cadastral systems must be generic and flexible to meet the demands that arise or change over time. Flexible information systems are one of the most important items of Driving Model Architecture (MDA). MDA is based on information systems models described in UML language. Other advantages of the MDA approach are especially prominent in today's highly variable IT environment. These advantages are portability, interoperability, platform independence. Series of ISO 19100 standards are supporting the implementation of MDA. A model of a modern cadastre would be defined in accordance with current ISO standards and structured in a logically related components - document: business processes (UML Use Case Diagrams), UML Application Scheme, GML Schema Application, catalog of objects, metadata catalog, symbol catalog, coordinate system.

ISO standards integration

Components of the modern real estate cadastre model integrate several ISO standards simultaneously. A cadastral application scheme is a crucial component of the model data. The application Schema defines: data structure, attributes of object classes, specification of operations for manipulating and processing, conditions of integrity. The cadastral Application UML schema is an object-oriented conceptual scheme of the real estate cadastre, intended for implementation in modern geospatial databases. International Standard ISO 19109 defines rules for creating a consistent Application Scheme (including a consistent definition of object classes), for the purpose of collecting, processing, analysing, accessing, presentation and distribution of spatial data. ISO 19109 standard for creating Application Schemes, relies on other standards from the ISO 19100 series, primarily in the 19103, 19107, 19108 and 19110. ISO 19103 standard specifies the use of Unified Modeling Language (UML) in geographic information modeling. ISO 19107 standard provides a conceptual scheme for describing and manipulating features of spatial objects. The standard operations for access, query, management, processing and sharing spatial data are defined during the modeling. Standardization in this area is the basis for other geographic standards.

Conclusion

Spatial data modeling is given greater importance. High costs of collecting and processing spatial data require special attention in all phases of design and implementation of geographic information systems. Therefore, it is necessary to comply with the current international ISO standards in modeling spatial data for real estate cadastre. The paper describes possibilities of application of relevant standards from ISO 19100 in modeling spatial data for real estate cadastre.

Key words: geographic information systems (GIS), ISO 19100 standards, real estate cadastre

Datum prijema članka: 03. 03. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 21. 09. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 05. 10. 2009.

53. KONFERENCIJA ETRAN

Filipović Lj. *Zoran*, Tehnički opitni centar, Beograd

U Vrnjačkoj Banji je od 15. do 18. juna 2009. godine, održana 53. Konferencija **ETRAN** (konferencija za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku) pod pokroviteljstvom Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije i uz sponzorstvo privrednih, naučnih i društvenih organizacija iz Srbije. Organizatori ovog eminentnog naučno-stručnog supa su tradicionalno bili Društvo za ETRAN, Tehnički fakultet Čačak i Elektrotehnički fakultet Beograd u saradnji sa IEEE sekcijom Srbije i Crne Gore.

Konferencija ETRAN ima reputaciju najjačeg naučno-stručnog skupa u našoj zemlji iz oblasti elektronike, telekomunikacija, računarstva, automatike i nuklearne tehnike na kojoj su radove izložili i predstavnici naučnih institucija i iz drugih zemalja.

Na svečanom otvaranju prisutnima se obratio prof. dr Srđan Stanković, predsednik Predsedništva Društva za **ETRAN**. Takođe, svečano su uručene plakete autorima nagrađenih radova mladih istraživača.

U okviru plenarne sednice održano je više predavanja:

- Jasna Matić, ministarka za telekomunikacije i informaciono društvo izložila je „*Strategiju prelaska sa analognog na digitalno emitovanje radio i televizijskog programa u Republici Srbiji*“. Takođe je informisala prisutne o uvođenju u javnu raspravu „*Strategija razvoja širokopojsnog pristupa u R,S*“ i da počinje rad na „*Strategiji povećanja učešća domaće industrije u razvoju telekomunikacija u RS*“.

- Prof. P. R. Kumar, University of Illinois, „*Urbana-Champaign CYBERPHYSICAL SYSTEMS*“ izneo je presek razvoja telekomunikacija tokom 20. veka sa trendom razvoja u 21. veku.

- Prof. Danilo Stojanović, Tehnički fakultet, Čačak – „*Energetska efikasnost električnog osvetljenja: stanje, perspektive, mogućnost štednje*“, prezentovao je je stanje tehnologija osvetljenja iz električne mreže. Analizirana je efikasnost osvetljenja u sektoru domaćinstava, industriji, komercijalnom sektoru i u oblasti spoljašnjeg osvetljenja.

- Dr. Marko Ninković, INN Vinča „*Zaštita od zračenja od otkrića x-zračenja do danas – značajni datumi i događaji*“ izložio je specifične fizičke i tehničke elemente razvoja zaštite od zračenja, kod nas i u svetu, od otkrića H – zračenja do današnjih dana.

U okviru okruglog stola održano je više predavanja po pozivu. Zapažena su bila i izlaganja eminentnih profesora u okviru „*RADIONICA ETRAN*“ iz oblasti nanotehnologija i nanosistema, upotrebi geografskih informacionih sistema u različitim sektorima komunalnih delatnosti, a prezentovan je i jedan

međunarodni projekat „*JOINT TEMPUS PROJECTS WORKSHOP*“ „SoCD & JADES“ u kojem učestvuje Tehnički fakultet iz Novog Sada.

I ove godine ETRAN je okupio brojne stručnjake iz Srbije i inostranstva, a na programu je bilo 343 rada, od kojih je većina izložena u okviru 16 stručnih komisija za: elektroniku, telekomunikacije, akustiku, antene i prostiranje, automatiku, elektroenergetiku, električna kola i sisteme i procesiranje signala, metrologiju, mikroelektroniku i optoelektroniku, nove materijale, nuklearnu tehniku i tehnologiju, robotiku, računarsku tehniku i informatiku, veštačku inteligenciju, mikrotalasnu i submilimetarsku tehniku i biomedicinsku tehniku.

Zapaženo učešće, kao i niz proteklih godina, imali su predstavnici Vojnotehničkog instituta, Tehničkog opitnog centra i Vojne akademije sa 19 radova. U odnosu na proteklu konferenciju njihov broj iz MO i VS bio je znatno manji, pre svega zbog malog broja prijavljenih radova iz VTI i VA. Glavinu radova ovoga puta prezentovali su stručnjaci iz TOC-a (11).

Na sekciji za *automatsko upravljanje* predstavnici VTI-a i VA izložili su tri rada. Miloš Pavić i Bojan Pavković autori su rada „*Primena optimalnog zakona upravljanja na laserski vođenu bombu*“, u kojem je prikazana mogućnost primene novog algoritma vođenja za upravljanje avio bombom. Izvršena je analiza pomoću složenog računarskog programa, zasnovanog na potpunom matematičkom modelu bombe kao nelinearnom nestacionarnom objektu sa „šest stepeni slobode kretanja“ i primenom simulacije „Monte–Karlo“ koja obuhvata delovanje slučajnih poremećaja u letu. Bojan Pavković i Miloš Pavić u radu „*Analiza promašaja protivoklopne vođene rakete malog dometa metodom adjungovanog sistema*“ opisuju princip rada sistema vođenja protivoklopne rakete malog dometa sa posebnim osvrtom na nestacionarnu prirodu rakete kao objekta upravljanja. Prikazan je matematički model rakete u prostoru stanja i princip analize promašaja sistema vođenja metodom spregnutog – adjungovanog sistema. Prikazan je simulacioni model, kao i rezultati simulacije za jedan konkretan primer. U radu „*Jedan pristup navigaciji mobilnog robota u prostoru sa preprekama*“ grupa autora: Srđan T. Mitrović sa Vojne akademije, Željko M. Đurović sa Elektrotehničkog fakulteta i Marinko Aleksić (MoD) iz Podgorice predstavili su novu metodologiju za izbegavanje prepreka i navigaciju mobilnog robota. Pristup zasnovan na fuzzy magnetima je modifikovan i primenjen na problem izbegavanja prepreka. Efikasnost predložene metodologije ilustrovana je simulacijama.

Na sekciji za *računarske tehnologije* predstavnici VA i TOC-a predstavili su četiri rada kao autori ili koautori. Veselin Gredić i Zoran Filipović iz TOC-a autori su rada „*Okvir arhitektura C4ISR sistema i upotreba softverskog alata telelogic rhapsody za njihovo modeliranje*“ u kojem je prikazan okvir arhitekture C4ISR, kao modernog polaznog koncepta za izgradnju i integraciju sistema koji su u funkciji odbrane i bezbednosti država i/ili vojnih saveza. Opisan je i softverski alat Rhapsody kompanije Te-

lelogic sa posebnim osvrtom na upravljivi šablonski dodatak kojim se mogu modelovati ovakvi sistemi.

Aleksandar Jevremović, Mladen Veinović i Goran Šimić sa Univerziteta Singidunum i Vojne akademije su u radu „*Modifikacija IKEV2 protokola u cilju izbora radnog tajnog ključa simetričnih šifarskih sistem*“ predložili primenu sopstvenih tajnih ključeva za simetričan šifarski sistem u okviru IPsec-a, kojim se postiže potpuna kontrola osnovnog elementa tajnosti ovakvog sistema. Prethodna istraživanja obuhvatila su mogućnost, proces implementacije i performanse zaštićene komunikacije zasnovane na sopstvenom simetričnom šifarskom algoritmu u okviru IPsec sistema zaštite. Rad pod naslovom „*Tranzijentni poremećaji i otpornost uređaja informacione tehnologije na elektrostatička pražnjenja*“, autora Miroslava Elezovića iz TOC-a, Lazara Petrovića sa Kriminalističko-policijske akademije i Radiše Stefanovića sa Vojne akademije, sa teorijskog aspekta sagledava uticaj tranzijentnih poremećaja u mreži napajanja na uređaja informacionih tehnologija. U okviru pomenute sekcije Vladimir Petošević sa Vojne akademija izložio je rad pod nazivom „*Kontrola toka videokonferencije*“.

Na sekciji antene i prostiranje pažnju su izazvala i dva rada mladih istraživača iz VTI-a i TOC-a. U radu „*Uticaj međusobne sprege elemenata antenskog sistema na grešku procene smera dolaska signala na antenski niz*“ (Milana Miškovića iz VTI-a i Branka Kolundžije sa Elektrotehničkog fakulteta) prikazan je uticaj međusobne sprege elemenata antenskog sistema na procenu smera dolaska signala na antenski niz. Novouvedena metodologija verifikacionog ispitivanja telekomunikacionih sistema u TOC-u prikazana je u radu „*Savremeni pristup planiranju i monitoringu radio-komunikacija*“, kroz prikaz rezultata ispitivanja komunikacionog sistema „TETRA“ (Duško Pijevčević, Dragutin Vujičić, TOC).

Raznovrsnost oblasti istraživanja u MO i VS ilustrovana je učešćem i na sekciji za telekomunikacije autora Bobana Pavlovića (Vojna akademija) sa radom „*Elementi višekriterijumske analize telekomunikacionih mreža*“, Gorana Šimića (Vojna akademija) sa radom „*Primena tehnika veštačke inteligencije u sistemima za upravljanje učenjem*“ na sekciji za veštačku inteligenciju i na sekciji za mikroelektroniku i optoelektroniku Ljubiša Tomić (TOC) sa radom „*Jedan pristup detekciji i klasifikaciji potpovršinskih defekata u materijalu*“.

I na ovoj konferenciji tradicionalno najveći broj radova iz TOC-a pokrivaio je oblast metrologije za električne i neelektrične veličine, kao i za vazduhoplovnu metrologiju. Može se slobodno reći da se rad sekcija metrologije zasniva na radovima iz TOC-a već dugi niz godina, što potvrđuje i činjenica da jednom od sednica predsedava predstavnik TOC-a.

S obzirom na to da je TOC nosilac metrološke delatnosti u MO i VS i da svojim radom zauzima značajno mesto i u nacionalnom metrološkom sistemu Srbije, na ovoj konferenciji su rezultate svog rada prikazali autori sedam radova. Rezultati istraživanja iz oblasti vazduhoplovne metrologije

izloženi su u radu „*Uticaj vibracija pri dejstvu mitraljeza 12,7 mm na stabilnost i performanse leta helikoptera mi-8*“, Miroslava Jovanovića i Zorana Filipovića. Metodologija ispitivanja maskirnih karakteristika odevnih predmeta od tekstila, primenom metode infracrvene termografije, izložena je u radu „*Analiza maskirnih karakteristika vojničke uniforme ic termografijom*“ (Radovan Karkalić, Ljubiša Tomić).

Novi pomaci u razvoju i usavršavanju novih i postojećih metoda etaloniranja raznovrsnih sredstava za vojne i civilne aplikacije prezentovani su u sledećim radovima:

- „Etaloniranje kalibratora električne otpornosti JF 5450A“ (**Milana Nikolić**),
- „Etaloniranje neautomatskih (manuelnih) audiometara sa slušalicama za vazdušni prenos“ (**Mirjana Mladenović**),
- „Automatsko etaloniranje senzora rf snage e serije“ (**Mladen Banović**),
- „Etaloniranje termopretvarača na frekvencijama iznad 1 MHz“ (**Slavko Vukanić, Zoran Knežević**),
- „Merna nesigurnost etaloniranja AC/DC termopretvarača do 1 MHz automatizovanim sistemom“ (**Zoran Knežević, Slavko Vukanić**).

Ovogodišnja 53. konferencija ETRAN, uprkos činjenici da je bilo nešto manje prijavljenih radova, omogućava ostvarivanje uvida uspešnosti sinteze spoja teorije i prakse i daljih pravaca istraživanja. Na osnovu kvaliteta izloženih radova može se zaključiti da je 53. konferencija ETRAN sačuvala ugled najjačeg naučno-stručnog skupa u našoj zemlji iz oblasti elektronike, telekomunikacija, računarstva, automatike i nuklearne tehnike.

Datum prijema članka: 24. 11. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 26. 11. 2009.

3. NAUČNO-STRUČNI SKUP SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM ODBRAMBENE TEHNOLOGIJE – OTEH 2009

Gaćeša N. *Nebojša*, Sektor za ljudske resurse Ministarstva
odbrane Republike Srbije – Uprava za školstvo, Beograd

U Beogradu je, 8. i 9. oktobra 2009. godine, pod pokroviteljstvom Ministarstva odbrane Republike Srbije, održan 3. naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem Odbrambene tehnologije OTEH 2009.

OTEH je sastanak istraživača iz područja odbrambenih tehnologija koji se održava svake druge godine, sa ciljem da se sveobuhvatno i multidisciplinarno sagledaju aktuelnosti u ovoj oblasti. OTEH je i ove godine, po broju prijavljenih i izloženih radova, jedan od najvećih naučno-stručnih skupova u zemlji.

Organizacija ovogodišnjeg OTEH-a 2009, inače trećeg okupljanja istraživača iz područja odbrambenih tehnologija, poverena je Vojnotehničkom institutu u Beogradu. Prvi naučno-stručni skup pod nazivom Odbrambene tehnologije u funkciji mira održan je od 6. do 7. decembra 2005. godine u Beogradu, u organizaciji Vojne akademije, a drugi OTEH održao se od 3. do 5. oktobra 2007. godine, u organizaciji VTI-a.

Predsednik organizacionog odbora skupa OTEH 2009 bio je lija Pilić, dipl. inž., pomoćnik ministra odbrane za materijalne resurse, a potpredsednik pukovnik prof. dr Mladen Pantić, dipl. inž., direktor VTI-a. U organizacionom odboru bili su načelnici uprava i ostalih organizacionih celina MO RS, direktori vojnih instituta i zavoda, rektor, dekani i profesori Univerziteta u Beogradu, direktori fabrika namenske industrije i dr. Predsednik programskog odbora bio je pukovnik. dr Dušan Rajić, dipl. inž., zamenik direktora VTI, a potpredsednik prof. dr Dragoljub Vujić, dipl. inž. iz VTI. Na čelu sekretarijata skupa bio je dr Jovan Isaković iz VTI, a zamenik sekretara mr Miodrag Ivanišević, dipl. inž.

Rad na 3. naučno-stručnom skupu OTEH 2009 odvijao se u okviru plenarnih predavanja, rada sekcija po sednicama, okruglog stola, te izložbe eksponata naoružanja i vojne opreme. Za OTEH 2009 prijavljena su 202 rada u čijem je stvaranju učestvovalo 387 autora i koautora. Svi radovi su recenzirani i razvrstani u 20 sednica u okviru 11 sekcija podeljenim po tematskim oblastima. Prijavljeno je 16 radova na engleskom jeziku. Radova stranih autora i koautora bilo je 9, iz 5 zemalja (iz Turske 1, iz Libije 2, iz Crne Gore 2, iz Bosne i Hercegovine 3 i iz Austrije 1 rad).

Tematske oblasti (sekcije) su:

- Naoružanje i balistika (NB),
- Bobbene platforme (BP),

- Municija i eksplozivni materijali (MEM),
- Sistemi elektronskog ratovanja, vođenja i upravljanja i senzori (SER-VUS),
- Telekomunikacioni i informacioni sistemi (TKIS),
- Robotizovani borbeni sistemi (RBS),
- Geotopografske tehnologije (GTT),
- Menadžment u proizvodnji i logistici (MPL),
- Sistem kvaliteta, kodifikacija, standardizacija i metrologija (SKKSM),
- Inovativnost, novi materijali, tehnologije i zaštita (INMTZ) i
- Medicina u funkciji odbrane (MFO).

Treći naučno-stručni skup OTEH 2009 počeo je 8. oktobra 2009. godine u prostorijama VTI u Žarkovu. Nakon registracije učesnika usledilo je svečano otvaranje.

Uvodnu reč dao je predsednik programskog odbora pukovnik prof. dr Mladen Pantić, dipl. inž., direktor VTI. Pukovnik Pantić pozdravio je sve prisutne, na čelu sa ministrom odbrane Draganom Šutanovcem, načelnikom generalštaba general-potpukovnikom Milojem Miletićem i rektorom Univerziteta u Beogradu Brankom Kovačevićem.

Skup je otvorio ministar odbrane Dragan Šutanovac, koji je posebno pozdravio inostrane goste iz BiH, Crne Gore, Austrije, Turske i Libije, kao i sve domaće generacije stručnjaka koji više od 60 godina razvijaju sisteme odbrambenih tehnologija, doprinoseći ukupnom tehnološkom razvoju naše zemlje. Podsetio je na više od 300 razvijenih sredstava NVO u tom periodu, tj. na najznačajnija dostignuća u oblasti vazduhoplovstva, artiljerije, OMJ, sredstava PVO, pešadijskog naoružanja, itd. Razvijena sredstva našla su značajno mesto i u armijama drugih zemalja. Ministar Šutanovac je naglasio važnost povezanosti institucija razvoja, proizvodnje i održavanja, a, s tim u vezi, u sistemu je uspostavljena neprekidna interaktivna komunikacija između VTI, fabrika namenske industrije i tehničkih remontnih zavoda, radi sveobuhvatnog napretka. Razvoj se nastavlja i danas, u uslovima otežanog finansiranja, a Republika Srbija će, u skladu sa svojom strategijom, i ubuduće razvijati sredstva NVO, saradujući sa ostalim zemljama, poštujući bezbednosne aspekte koji se odnose na ove oblasti, zaključio je ministar Šutanovac.

Usledila su plenarna predavanja.

Prvo predavanje održao je rektor Univerziteta u Beogradu, prof. dr Branko Kovačević, dipl. inž., koji je svoju karijeru započeo upravo u VTI-u i koji je na početku naglasio „da se u ovakvom okruženju oseća kao kod svoje kuće“. Svoje predavanje rektor Kovačević posvetio je istorijskoj i nemerljivoj saradnji Beogradskog univerziteta i Vojske Srbije, koju je opisao predstavljajući i knjigu mr Nade Krnjaić-Cekić „Svaki čovek ima svoje vreme, svako vreme ima svog čoveka“. Ovom knjigom autorka je evoluciju više nastave u Srbiji povezala i objedinila sa razvojem vojne prošlosti u

sveukupnom društvenom razvoju Srbije od njenih početaka pa sve do prvih decenija 20. veka. Rektor Kovačević je istakao važnost osmog oktobra, datuma kada je 1884. godine ta saradnja zvanično počela. Još od vremena osnivanja Velike škole 1808. godine i Dositeja Obradovića, istorija Univerziteta i Vojske tekla je istim kolosekom. Oslonice srpskog naroda i države oduvek su činili univerzitet, vojska i crkva, ujedno i generatori prosperiteta srpskog naroda. Te 1884. godine vojna nastava postala je obavezna na svim fakultetima Velike škole – tehničkom, filozofskom (u okviru kojeg su se izučavale prirodne nauke, jezici i istorija) i pravnom. Na Velikoj školi predavali su najškolovalaniji ljudi tadašnje Srbije, koji su redovno imali vojno obrazovanje i činove rezervnih ili aktivnih oficira. Studenti su nakon prve godine dobijali čin kaplara, nakon druge podnarednika, nakon treće narednika, a po završetku Velike škole i nakon 5 meseci obuke dobijali su činove rezervnih potporučnika. Mnogi su ugradili svoje obrazovanje, ali i dali živote u oslobodilačkim ratovima od 1912. do 1918. godine. Period između dva svetska rata bio je najbolji period za Beogradski univerzitet, unapređen brojnim fondacijama i zadužbinama, tako da je bio jedan od najbogatijih u svetu.

Posle Drugog svetskog rata univerzitet je mnogo izgubio nacionalizacijom. Ipak, nastavljena je i unapređena saradnja sa Vojskom. Vojna akademija je uvek bila blisko povezana, a na neki način i deo Univerziteta. Posebno se isticala saradnja sa Elektrotehničkim, Mašinskim i Tehnološko-metalurškim fakultetom. Nastavni planovi i programi izrađivani su zajednički, organizovani su zajednički kursevi, a naučno-istraživački rad na Univerzitetu i u Vojsci razvijao se komplementarno. Rektor Kovačević je naglasio da je Beogradski univerzitet rano svrstan u visoko tehnološki razvijene institucije, zahvaljujući i saradnji sa namenskom privredom, koja se, sa druge strane, odavno tržišno orjentisala. Prihodi su se merili milijardama dolara. Podsetio je da je VTI u saradnji sa Elektrotehničkim fakultetom napravio prvi računar u zemlji, a na čelu projekta bio je akademik Dušan Mitrović. Takođe, razvijena je i digitalna mašina Kosmos (u saradnji sa Institutom Mihajlo Pupin) i isporučena ondašnjem Generalštabu. Osvrćući se na današnje vreme, rektor Kovačević je istakao značaj novog zakona o visokom školstvu i potrebu nalaženja mesta i uloge za Vojsku Srbije u njemu. Slično kao i u prošlosti i danas treba tražiti adekvatne puteve izlaska iz krize, a odgovornost Vojske i Beogradskog univerziteta je velika. Danas su novi izazovi posledica kraja komunizma i krize liberalnog kapitalizma i potrebno je naći treći put. Šta uraditi? Vratiti se pravim sistemima vrednosti: patriotizmu, visokim etičkim kriterijumima, pravednosti, socijalnoj odgovornosti i plemenitosti. U tom smislu neosporni partneri za stabilan sistem su školstvo, privreda i država. Važna je socijalna odgovornost sistema i tržišna orjentisanost, pri čemu Vojska i univerzitet sa svojim resursima predstavljaju značajan činilac. Rektor Kovačević je izrazio zadovoljstvo kontiniranoj i plodotvornoj saradnji i raz-

meni u nastavi. To je na tragu najbolje srpske tradicije kada su Radomir Putnik, Živojin Mišić, Stepa Stepanović... predavali na Beogradskom univerzitetu, a Jovan Cvijić, Đorđe Stanojević, Mihajlo Rašić, Milan Jovanović Batut... bili profesori na Vojnoj akademiji. Rektor Kovačević je na kraju govorio o Bolonjskom procesu, značaju akreditacije i unapređenja naučno-istraživačkog rada. Zaključio je da Srbija u tom kontekstu mora biti kompatibilnost sa evropskim i svetskim standardima.

Drugo plenarno predavanje „Upravljanje rizicima u proizvodnji naoružanja i vojne opreme, održao je brigadni general docent dr Danko Jovanović, dipl. inž., načelnik Uprave za odbrambene tehnologije Sektora za materijalne resurse MO RS i član organizacionog odbora ovogodišnjeg OTEH-a. Vojnotehnički glasnik donosi ovo predavanje u izvornom obliku u ovom broju. Inače, Uprava za odbrambene tehnologije je krajem 2008. godine, u saradnji sa Vojnom akademijom, završila projekat „Procena ekološke bezbednosti skladišta“, kao značajno praktično dostignuće nakon razrađenih teorijskih osnova.

Prvog dana skup je, u ime Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i ministra Božidara Đelića, pozdravio i državni sekretar za nauku prof. dr Miloš Nedeljković. Državni sekretar Nedeljković je naglasio da je OTEH jedan od boljih naučnih skupova u Republici Srbiji i da se na retko kojem nađe oko 200 učesnika. „Pored objave i izlaganja rada, važno je i druženje i upoznavanje učesnika, koji pomažu autoru da poboljša svoj rad i objavi ga na prestižnom mestu, na međunarodnom nivou – međunarodnim skupovima i časopisima koji se nalaze na ISCI listi“. Nedeljković je odao priznanje organizatorima na animiranju i učešću autora iz inostranstva i pozvao na istrajavanju na međunarodnoj afirmaciji skupa, jer su međunarodni projekti značajan izvor finansiranja i naših naučnih radova. Državni sekretar Nedeljković je govorio i o značaju akreditacije vojnih institucija, a s tim u vezi istakao važnost napora ministra nauke Božidara Đelića i ministra odbrane Dragana Šutanovca. U tom smislu ključna je saradnja sa Nacionalnim savetom za nauku i Komisijom za akreditaciju.

Na kraju plenarnih predavanja rektor Beogradsko univerziteta Branko Kovačević i dekan Mašinskog fakulteta BU Milovan Milovančević uručili su istaknutim zvanicama knjigu mr Nade Krnjaić-Cekić „Svaki čovek ima svoje vreme, svako vreme ima svog čoveka“.

Zatim je usledilo razgledanje eksponat naoružanja i vojne opreme koje je razvijeno u Vojnotehničkom institutu.

Nakon toga počeo je rad po sekcijama, koji se nastavio i 8. oktobra 2009. godine, takođe u prostorijama VTI u Žarkovu.

Prva sekcija Naoružanje i balistika realizovana je kroz dve sednice sa ukupno 17 radova. Prvom sednicom, sa jedanaest izloženih radova, predsedavao je član programskog odbora prof. dr Slobodan Jaramaz, dipl. inž. Na drugoj sednici, koja se odnosila na ovu sekciju, izlagano je šest radova, a predsedavao je prof. dr Vlado Đurković, dipl. inž.

Druga sekcija Borbene platforme (vazduhoplovi, vozila i brodovi) realizovana je kroz tri sednice sa ukupno 35 radova. Prvom po redu sednicom ove sekcije, a ukupno trećom sednicom skupa, sa 13 izloženih radova, predsedavali su pukovnik prof. dr Mladen Pantić, dipl. inž. i pukovnik prof. dr Ljubiša Tančić, dipl. inž. Na četvrtoj sednici izlagano je 13 radova, a sednicom je predsedavao član programskog odbora naučni savetnik dr Stevan Maksimović, dipl. inž. Predsedavajući pete sednice bio je dr Zoran Anastasijević, dipl. inž., a u okviru nje izloženo je 9 radova.

Treća sekcija Municija i eksplozivni materijali realizovana je kroz dve sednice sa ukupno 16 radova. Prvom sednicom ove sekcije, a ukupno šestom po redu na skupu, sa 11 izloženih radova, predsedavao je naučni savetnik dr Miloš Filipović, dipl. inž. Na sedmoj sednici izlagano je pet radova, a predsedavao je član programskog odbora pukovnik prof. dr Radun Jeremić, dipl. inž.

Četvrta sekcija Sistemi elektronskog ratovanja, vođenja i upravljanja i senzori realizovana je kroz osmu i devetu sednicu, sa ukupno 24 rada. Devetom sednicom skupa, sa 13 izloženih radova, predsedavali su član programskog odbora pukovnik prof. dr Miljko Erić, dipl. inž. i prof. dr Aleksa Zejak, dipl. inž. Na devetoj sednici izlagano je 11 radova, a sednicom su predsedavali pukovnik doc. dr Nikola Lekić, dipl. inž. i prof. dr Slobodan Jovičić, dipl. inž.

Peta sekcija Telekomunikacioni i informacioni sistemi realizovana je kroz dve sednice sa ukupno 24 rada. Prvom sednicom ove sekcije, a ukupno desetom po redu na skupu, sa 13 izloženih radova, predsedavao je prof. dr Milan Šunjevrić, dipl. inž. Profesor dr Desimir Vučić, dipl. inž. predsedavao je jedanaestom sednicom, na kojoj je izloženo 11 radova.

Šesta sekcija Robotizovani borbeni sistemi realizovana je kroz dvanaestu sednicu, sa ukupno 12 radova. Predsedavao je potpredsednik programskog odbora prof. dr Dragoljub Vujić, dipl. inž.

Sedma sekcija Geotopografske tehnologije realizovana je kroz trinaestu sednicu skupa, sa ukupno devet radova. Ovom sednicom predsedavao je član organizacionog odbora pukovnik dr Mirko Borisov, dipl. inž.

Osma sekcija Menadžment u proizvodnji i logistici NVO realizovana je kroz četrnaestu i petnaestu sednicu skupa, sa ukupno 15 radova. Četrnaestom sednicom, sa 10 radova, predsedavao je prof. dr Vasilije Mišković, dipl. inž., a petnaestom sednicom, sa pet radova, predsedavali su predsednik programskog odbora pukovnik prof. dr Dušan Rajić, dipl. inž. i član programskog odbora pukovnik prof. dr Bojan Zrnić, dipl. inž.

Deveta sekcija Sistem kvaliteta, kodifikacija, standardizacija i metrologija realizovana je kroz dve sednice sa ukupno 24 rada. Prvom sednicom ove sekcije, a ukupno šesnaestom po redu na skupu, sa 12 izloženih radova, predsedavali su član programskog odbora pukovnik doc. dr Branislav Jakić, dipl. inž., iz Uprave za odbrambene tehnologije i član or-

ganizacionog odbora pukovnik doc. dr Jugoslav Radulović, dipl. inž., direktor TRZ Kragujevac. Na sedamnaestoj sednici izlagano je takođe 12 radova, a predsedavao je član programskog odbora pukovnik doc. dr Zoran Filipović, dipl. inž.

Deseta sekcija Inovativnost, novi materijali, tehnologije i zaštita realizovana je kroz dve sednice sa ukupno 20 radova. Prvom sednicom ove sekcije, a ukupno osamnaestom po redu na skupu, sa 12 izloženih radova, predsedavao je član programskog odbora dr Miodrag Stojanović, dipl. inž. Na devetnaestoj sednici izlagano je osam radova, a predsedavao je dr Vencislav Grabulov, dipl. inž.

Jedanaesta sekcija Medicina u funkciji odbrane realizovana je kroz dvadesetu sednicu skupa, sa ukupno 6 radova. Ovom sednicom predsestavala je prof. dr Silva Dobrić.

U petak, 9. oktobra, od 16.30 do 18.30 časova, u amfiteatru VTI-a, održan je okrugli sto, a zatim i analiza skupa na kojoj su učesnici sabrali i izneli svoje utiske sa skupa i gde su sagledani i analizirani dometi i predložene određene smernice za budući rad. Na samom kraju dodeljena su priznanja VTI i skup je svečano zatvoren.

Okrugli sto je otvorio pukovnik prof. dr Mladen Pantić, dipl. inž., direktor VTI, pozdravljajući prisutne. U članove radnog predsedništva izabrani su pukovnik Vojislav Milinović iz TRZ Čačak, Jovan Davidović iz Krušika Valjevo, pukovnik Goran Stojanović iz TOC-a, prof. dr Silva Dobrić iz VMA, pukovnik dr Radenko Dimitrijević iz VA i pukovnik dr Mladen Pantić.

Direktor VTI pukovnik Pantić u nastavku je izložio uvodni referat „Odrambene tehnologije Srbije – stanje i trendovi“. U okviru referata predstavio je realizovana sredstva NVO u periodu od OTEHA 2007. do OTEHA 2009. To su: nulta serija usavršenog elektronskog okidača za lanser OGANj, prototipska partija rakete PLAMEN-D, prototipska partija rakete sa glavom obeležavajućom, prototipska partija vežbovnog upaljača M-84, metak 12,7 mm snajperski, lanser za brzi imitator vazdušnih ciljeva, sonda za merenje napadnog ugla i ugla klizanja, maska zaštitna M3, potcevni bacač granata 40 mm za PA 5,56 mm i elektroagregat ADP-100–3h400/230, kao i sredstva predana TOC-u na verifikaciona ispitivanja: avion LASTA, lanser ORKAN, uređaj vežbovni za gađanje iz lansera ORKAN, puška 5,6 mm spregnuta za tenk M84 i nišan noćni optoelektronski.

Nakon toga usledila je analiza i diskusija u kojoj je uzelo učešće nekoliko eminentnih učesnika skupa sa zapaženim izlaganjima.

Načelnik uprave za planiranje i razvoj (J-5), general-major dr Božidar Forca, dao je pozitivnu ocenu organizacije skupa i kvaliteta radova i istakao da teme prisutne na skupu spadaju u domen suštinskih sposobnosti vojske. Analizirao je pet faktora oružane borbe: ljude, informacije, sredstva, vreme i prostor. U svome izlaganju „Preporuke za stratešku optimizaciju materijalnog faktora“ dao je sledeće smernice:

- Sinergija-harmonizacija odnosa u strateškom planiranju,
- Uravnoteženje raspodele budžeta,
- Povećanje izdvajanja za ND (ulaganje u znanje-informacije, razvojne projekte i motivisanje inovatora),
 - Oslonac na domaću (ODBRAMBENU) industriju – kao strateško opredeljenje i izbalansiran odnos sa odbrambenom industrijom,
 - Kooperacija sa stranim partnerima,
 - Optimizacija VTI i TOC-a,
 - Revizija i dovršenje započetih i optimizacija budućih projekata NIR-a,
 - Savremeni propisi, standardi i procedure.

Pukovnik dr Jugoslav Radulović, direktor TRZ Kragujevac, govorio je o stanju i trendovima tehnologije proizvodnje, održavanja i uništavanja ubojnih sredstva (UbS). U svom izlaganju pukovnik Radulović analizirao je postupke uništavanja viškova naoružanja, razvoj tehnologije i opreme koja omogućava uništavanje UbS sa minimalnim uticajem na životnu sredinu, razvoj tehnologija koje omogućavaju korišćenje sirovina dobijenih delaboracijom, itd. Pukovnik Radulović je istakao da se TRZ Kragujevac, na osnovu uspostavljenog sistema održavanja UbS u MO i VS, danas legitimiše kao organizacija koja pretenduje da postane regionalni centar. Izneo je iskustva u radu remontnih zavoda i njihovog značaja u sistemu održavanja i remontovanja sredstva NVO i posebno istakao neophodnost osvajanja novih tehnologija i opremanje kako bi se:

- zadovoljili standardi vezani za zaštitu životne sredine (osvajanje ili nabavka tehnologije za termalno uništavanje spaljivanjem UbS i njihovih delova; osvajanje ili nabavka tehnologije za eroziju eksplozivnog punjenja vodenim mlazom; obezbeđenje opreme za nadzor i verifikaciju ispunjenosti ekoloških normi),

- ovladalo tehnologijama delaboracije (kasetne municije, municije specijalne namene (dimne, osvetljavajuće i ABHO sredstava).

Pukovnik Goran Stojanović, dipl. inž., direktor TOC-a, u svom izlaganju analizirao je „Pregled broja ispitivanja na poligonu Nikinci po godinama“. Uočljiv je napredak u tom smislu, pa je stim u vezi apelovao „da poslednja karika u razvoju savremenog NVO ne postane usko grlo u kompletnom procesu (po pitanju ljudstva i infrastrukture)“. Inicirao je da se u dogledno vreme održi sastanak sa posebnom temom „Program razvoja poligona Nikinci“. Iz pomenutog pregleda jasno se uočava da su kapaciteti TOC-a u poslednjim godinama sve više orjentisani prema potrebama fabrika namenske industrije u procesu ispitivanja sredstava namenjenih izvozu, a da je drastično smanjen broj sredstava za koja se realizuju završna ispitivanja pred usvajanje u naoružanje VS. Istaknut je značaj nabavke odgovarajuće opreme, kao što je radar i dr., a da su već realizovane nabavke, kao što je digitalna ultrabrza kamera, dale rezultat.

Direktor Instituta za strategijska istraživanja MO general-potpukovnik mr Milan Zarić nadovezao se na prethodna izlaganja i ukazao da postoje potrebe i instrumenti da se kapaciteti i mogućnosti odbrambenih tehnologija i namenske industrije bolje promovišu. General-potpukovnik Zarić je istakao da je u tu svrhu, pored instrumenta klasičnog marketinga, potrebno iskoristiti i potencijale u samom sistemu odbrane, odnosno aktivnije uključiti vojnodiplomatska predstavništva.

Direktor fabrike namenske industrije „Milan Blagojević“ iz Lučana, pukovnik u penziji Radoš Milovanović, podsetio je na dugogodišnju izvanrednu saradnju sa VTI. Izrazivši zahvalnost, istakao je značaj povezanosti VTI-a, TOC-a, vojne kontrole i namenske industrije u procesu izvoza našeg NVO. Fabrika namenske industrije „Milan Blagojević“ u svom programu proizvodnje ima raketna goriva, a izvozi 90% svojih kapaciteta, pa je značajan nosilac razvoja opštine Lučani. Apelovao je na saradnju u procesu usvajanja i razvoja tehnologije proizvodnje trobaznih baruta, odnosno municije koja će biti stabilna na +65°C. Pozvao je na prijem mladih inženjera u VTI, koji bi se edukovali u fabrici „Milan Blagojević“, kao i na potrebu ulaganja u TOC i osavremenjivanju poligona Nikinci.

Pukovnik u penziji Anastas Paligorić, dugogodišnji radnik VTI i sadašnji saradnik u Jugoimportu SDPR, izložio je predloge i teze za unapređenje statusa i tehnoloških procedura poslovanja. Podsetivši na vekovnu tradiciju proizvodnje NVO u Srbiji (prva barutana formirana je još 1802. godine), pozvao je na potrebu veće integracije u odbrambenim tehnologijama. Potrebno je povećati udeo angažovanja preduzeća namenske industrije za domaće potrebe, izraditi i usvojiti strategiju razvoja odbrambenih tehnologija, dovesti u red pravnu regulativu za promet naoružanjem (precizirati ko može da se bavi razvojem, proizvodnjom i prodajom SNVO). Govoreći o poslovnoj politici, Paligorić je istakao značaj planskog razvoja, selektivnog obnavljanja i razvoja preduzeća. Predložio je uvođenje subvencija za izvoz SNVO, bolje iskorišćenje članstva države u programu Partnerstvo za mir radi obezbeđenja NATO koda naših proizvoda SNVO, homologiranih STANAG i NATO standardima. Apelovao je na unapređenje tehnologije i informacionih sistema i predložio formiranje koncerna odbrambenih tehnologija u Republici Srbiji.

Na kraju okruglog stola pukovnik dr Mladen Pantić pozvao je sekretarijat OTEH-a da sačini materijale, izvuče zaključke i dostavi ga učesnicima. Zatim je izneo zaključke skupa:

- većina radova izloženih na skupu predstavlja dobru osnovu za realizaciju projekata iz oblasti odbrambenih tehnologija;
- neophodno je poboljšati i intenzivirati saradnju svih subjekata u oblasti odbrambene industrije Srbije;
- organizacija naučno-stručnog skupa OTEH treba da bude u nadležnosti Uprave za odbrambene tehnologije.

Nakon analize dodeljena su priznanja. Organizacioni odbor 3. naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem OTEH 2009, na osnovu predloga Naučnog veća VTI-a, doneo je odluku o dodeli plakete sa znakom VTI-a mr Milutinu Nikačeviću i mr Ljubici Radović, za rad pod naslovom „Istraživanje u području rotacionog valjanja tankozidnih konusnih i cilindričnih delova raketa od Al legura“, saopšten na 2. naučno-stručnom skupu OTEH 2007, kao najznačajniji rad sa stanovišta praktičnog doprinosa inovativnosti tehnologije razvoja sredstava NVO. Plaketa sa znakom VTI-a dodeljena je i Zoranu Mihajloviću, studentu master studija Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, kao najmlađem autoru rada na 3. naučno-stručnom skupu OTEH 2009. Predsednik organizacionog odbora Ilija Pilipović uručio je plakete sa znakom VTI nagrađenima.

Na samom kraju učesnicima se obratio pomoćnik ministra odbrane za materijalne resurse Ilija Pilipović, predsednik organizacionog odbora. Tom prilikom se osvrnuo na prethodne diskusije i dao detaljnu analizu stanja materijalnih resursa sa tehnološkog, ekonomskog i pravnog aspekta. Zatvarajući 3. naučno-stručni skup OTEH 2009, Ilija Pilipović je istakao značaj dostizanja dva cilja: održavanja bazičnih nauka i omogućavanja kontinuiteta proizvodnje odbrambene industrije. Pored problema, koji se ogledaju u relativno staroj tehnologiji i nedostatku značajnijih investicija u odbrambenu industriju, ipak se ova godina završava sa velikim brojem sklopljenih izvoznih ugovora. Naime, danas Srbija ostvaruje veći izvoz sredstava naoružanja i vojne opreme po glavi stanovnika od nekadašnje SFRJ. Pomoćnik ministra odbrane je podsetio da sledi skupštinska rasprava o doktrinarnim dokumentima koji prethode donošenju dugoročnog plana razvoja sistema odbrane. Sledi, dakle, dalje opremanje i modernizacija Vojske Srbije i razvoj naučnoistraživačke delatnosti u VS i MO. Takođe, intenzivno se radi na izradi propisa i donošenju standarda. U tom smislu odbrambene tehnologije imaju veliku perspektivu, zaključio je pomoćnik ministra odbrane za materijalne resurse Ilija Pilipović.

Datum prijema članka: 25. 11. 2009.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 27. 11. 2009.

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA

*Softverska garnitura za vojne analize**

Britanska firma za razvoj softvera *i2* razvila je vizuelni analitički softver specijalno adaptiran za vojne potrebe, namenjen za lakše obavljanje obaveštajnih analiza u mirovnim operacijama i operacijama protiv pobunjenika.

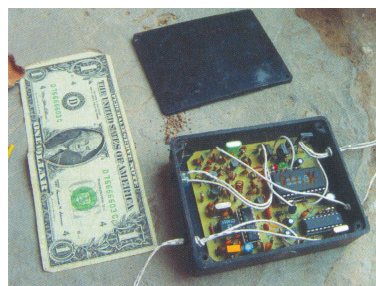
Firma *i2* se od 1990. godine specijalizovala za pružanje pomoći u istraživačkim analizama, za potrebe nacionalne bezbednosti, policije i banaka. Međutim, njihov softver *Alalysis Suite 7*, koji je prvi put demonstriran na izložbi DSEi u Londonu, septembra 2007. godine, pokazao je mogućnosti koje se mogu primeniti u vojnim istraživanjima, kao i u borbi protiv terorizma.

Kao zamena za tradicionalne sisteme za analizu, ova softverska garnitura predstavlja sistem servisno orijentisane arhitekture (SOA), koji je, prema zvaničnicima iz *i2*, konfigurisan za upotrebu u lokalnim uslovima. On kombinuje vizuelizaciju, korišćenje i mogućnost pretraživanja baze podataka, kao i automatsku konverziju različitih standarda geografskih koordinata, te mogućnost da se podaci brzo mapiraju putem interfejsa geografskog informacionog sistema.

Softver firme *i2*, čije je elemente ranije koristio Štab Savezničke komande evropskih snaga za brzo reagovanje (ARRC – Allied Command Europe Rapid Reaction Corps) pri podršci operacijama u Avganistanu, namenjen je vojnim organizacijama koje sakupljaju i arhiviraju velike količine informacija i slika u formi fragmenata. Pored toga, mogućnosti ovog softvera su:

- da ne gubi dragocene informacije ili obaveštenja tokom vojnih operacija;
- da ubrza generisanje potrebnih obaveštenja na bojištu u realnom vremenu i razumljivom i koherentnom formatu, tako da se može brzo razmenjivati sa drugim vojnim snagama i nacionalnim bezbednosnim agencijama;
- da ograniči dupliranje informacija već pohranjenih u bazi podataka ili vremena pretraživanja podataka koji su u sistemu, i
- da obezbedi sadržajniju analitičku obradu informacija između jedinica.

Jedna od funkcija softverske garniture *Analysis Suite 7* jeste pomoć u hvatanju terorista pomoću kolekcije prikupljenih informacija o zaplenjenim uređajima i proverenim posledicama incidenata prouzrokovanih improvizovanim eksplozivnim napravama.



Jedna od aplikacija softverske opreme Analysis Suite 7

*Elektronski zaštitni komplet Storm-H**

Kompanija Lend & Joint Systems uvela je novu verziju svog protivelektronskog zaštitnog sistema Storm-H, koji ima veće mogućnosti.

Sistem je opisan kao komplet pogodan za upotrebu u vojsci i nevladinim organizacijama zbog opasnosti od dejstva daljinski upravljanih improvizovanih eksplozivnih naprava ili usputnih bombi.

Osnovni sistem Storm-H, koji ima izlaznu snagu od 0,5 W, prvobitno je bio namenjen za sprečavanje uređaja koji se aktiviraju daljinski upravljanim kućnim zvoncem, privescima za ključeve i električnim igračkama. Sledeća verzija, Storm-H (2g), radi u drugoj generaciji mobilnih telefona i DECT bežičnim telefonskim frekvencijama, a ima izlaznu snagu veću od 1 W, pri čemu se napaja iz ugrađene litijumske baterije. Međutim, nova verzija ima frekventni opseg koji sprečava rad 3G ćelij-skih telefona i WiFi aktivirajućih uređaja.



Elektronski zaštitni uređaj Storm-H okačen na ličnu opremu vojnika.

Storm-H, dimenzija 175 x 33 x 66 mm, veoma je sličan Talesovom ručnom radiju AN/PRC-148, a može da se nosi u futroli ili zakačen na prtenom remenu. Korisnik koji poseduje ovaj lakoprenosni uređaj više ne mora da se nalazi u neposrednoj blizini vozila sa ugrađenim ometačem. Uređaj se može koristiti i kada se korisnik prevozi u vozilu.

Zbog potrebe da se podešava na promenjene uslove opasnosti, Storm-H je potpuno programabilan sa spoljnim personalnim računarom. Njegov podešavajući protokol karakteriše „Blue Force communications-friendly“ stalne predaje, te prekidi sa veoma malim vremenom za napad i ponovno aktiviranje.

Ovaj sistem uključuje i ostale tipove:

- Storm-M – prenosni komplet za iskrcano ljudstvo i patrole;
- Storm-V – komplet na vozilu za zaštitu individualnih vozila i konvoja;
- Storm-I – komplet za zaštitu objekata (zgrada, luka ili vojnih baza), i
- Storm-T – prenosni komplet za proveru poverljivosti.

*Eksponencijalni rast upotrebe armijskih robota**

Armija SAD ima trenutno više hiljada zemaljskih robotizovanih vozila (bez posade) koja su operativna u Iraku i Avganistanu. Takođe, znatno je porastao i broj bespilotnih letelica.

* Prema podacima iz International Defence Review, 2007.

Godine 2004. armija SAD je koristila 163 zemaljska robota, 2005. godine 1 800, 2006. godine 4 000, 2007. godine 5 000 robota, a danas je taj broj još veći. Mnogi od njih su se prvi put pojavili kao roboti za uklanjanje bombi. Međutim, vremenom je njihov broj konstantno rastao, kao i raznovrsnost upotrebe. Neki od njih, kao što je slučaj sa platformom SWORDS, postali su kompletni oružni sistemi.

Sistem SWORDS (Special Weapons Observation Remote reconnaissance Direct action System) predstavlja verziju robota Foster Miller 3B, koji je takođe bio daljinski upravljana oružna stanica. Sistem SWORDS može da nosi automatsko oružje 5,56 mm M249, mitraljez 7,62 mm M240 ili snajpersku pušku M109 Barrett.50 (12,7 mm). Koristi se u Iraku u sastavu brigadnih borbenih timova, kao, kao vojnici kažu, „jedanaesti član tima“.

Ovaj robot može da se koristi za razne svrhe, kao što su: nadgledanje i obezbeđenje prednjeg kraja odbrane, izviđanje i juriš. Razmešteni ispred svojih snaga, roboti sa kapacitetom baterija za četiri časa rada mogu da izvršavaju krstareće i uzastopno ponavljajuće patrole, dok operator ostaje u nekoliko stotina metara udaljenom bezbednom zaklonu.

Oružna stanica može da se programira za plotunsku vatru ili režim pojedinačne vatre. Sistem je opremljen i rezervnim sistemom okidanja kojim može da se gađa preko sistema TRAP (Telepresent Rapid Aiming Platform) ili samog robota.

SWORDS može da se koristi u urbanim uslovima, za gađanje iza ugla zgrada ili za kontrolu objekata. Garantovani domet nišanjenja je 800 metara.

Priredio Gaćeša *Nebojša*

POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA O NAČINU PRIPREME ČLANKA

Uputstvo autorima o načinu pripreme članka za objavljivanje u *Vojnotehničkom glasniku* urađeno je na osnovu Akta o uređivanju naučnih časopisa, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, evidencioni broj 110-00-17/2009-01, od 09. 07. 2009. godine. Primena ovog Akta prvenstveno služi unapređenju kvaliteta domaćih časopisa i njihovog potpunijeg uključivanja u međunarodni sistem razmene naučnih informacija. Zasnovano je na međunarodnim standardima ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 i ISO 5122, odnosno odgovarajućim domaćim standardima.

Vojnotehnički glasnik je naučni časopis Ministarstva odbrane Republike Srbije, koji objavljuje naučne i stručne članke, kao i tehničke informacije o savremenim sistemima naoružanja i savremenim vojnim tehnologijama. Časopis prati jedinstvenu intervidovsku tehničku podršku Vojske na principu logističke sistemske 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.

Vojnotehnički glasnik je, na osnovu analize Centra za evaluaciju u obrazovanju i nauci – CEON (<http://ceon.rs/>) i odluke Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, svrstan u kategoriju naučni časopisi (M53). Usvojene liste domaćih časopisa mogu se videti na:

http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=930&Itemid=43

Podaci o kategorizaciji mogu se pratiti i na sajtu KOBSON-a (Konzorcijum biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku):

<http://nainfo.nb.rs/kobson.82.html> ili <http://nainfo.nb.rs/kategorizacija>. Pristup ovoj stranici omogućen je samo sa računara koji su priključeni na internet preko Akademske računarske mreže.

Kategorizacija časopisa izvršena je prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, koji je propisao Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj (Službeni glasnik RS, broj 38/2008). Detaljnije informacije mogu se pronaći na sajtu Ministarstva za nauku:

http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=621&Itemid=37

U skladu sa ovim pravilnikom i tabelom o vrsti i kvantifikaciji individualnih naučnoistraživačkih rezultata (u sastavu Pravilnika), objavljeni rad u *Vojnotehničkom glasniku* vrednuje se sa 1 (jednim) bodom. Časopis se prati u kontekstu Srpskog citatnog indeksa – SCindeks (baza podataka domaćih naučnih časopisa – detalji dostupni na sajtu <http://scindeks.nb.rs>) i podvrgnut je stalnom vrednovanju (monitoringu) u zavisnosti od uticajnosti (impakta) u samoj bazi i, dopunski, u međunarodnim (Thompson-ISI) citatnim indeksima.

Članci se dostavljaju Redakciji elektronskom poštom na adresu vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs (arial, srpska latinica, veličina slova 11 pt, pored exactly).

Članak treba da sadrži sažetak sa ključnim rečima, uvod, razradu, zaključak, literaturu i rezime sa ključnim rečima na engleskom jeziku (bez numeracije naslova i podnaslova). Obim članka treba da bude do jednog autorskog tabaka (16 stranica formata A4 sa poredom single).

Obrazac za pisanje članka u elektronskoj formi može se preuzeti sa adrese www.dibid.mod.gov.rs/casopisi.php.

Naslov

Naslov treba da odražava temu članka. U interesu je časopisa i autora da se koriste reči prikladne za indeksiranje i pretraživanje. Ako takvih reči nema u naslovu, poželjno je da se pridoda i podnaslov. Naslov treba da bude preveden i na engleski jezik.

Ovi naslovi ispisuju se ispred sažetka na odgovarajućem jeziku.

Tekući naslov

Tekući naslov se ispisuje u zaglavlju svake stranice članka radi lakše identifikacije, posebno kopija članaka u elektronskom obliku. Sadrži prezime i inicijal imena autora (ako autora ima više, preostali se označavaju sa „et al.“ ili „i dr.“), naslove rada i časopisa i kolaciju (godina, volumen, sveska, početna i završna stranica). Naslovi časopisa i članka mogu se dati u skraćenom obliku.

Ime autora

Navodi se puno prezime i ime (svih) autora. Veoma je poželjno da se navedu i srednja slova autora. Prezimena i imena domaćih autora uvek se ispisuju u originalnom obliku (sa srpskim dijakritičkim znakovima), nezavisno od jezika na kojem je napisan rad.

Naziv ustanove autora (afilijacija)

Navodi se pun (zvanični) naziv i sedište ustanove u kojoj je autor zaposlen, a eventualno i naziv ustanove u kojoj je autor obavio istraživanje. U složenim organizacijama navodi se ukupna hijerarhija (na primer, Vojna akademija, Katedra vojnih elektronskih sistema, Beograd). Bar jedna organizacija u hijerarhiji mora biti pravno lice. Ako autora ima više, a neki potiču iz iste ustanove, mora se, posebnim oznakama ili na drugi način, naznačiti iz koje od navedenih ustanova potiče svaki od navedenih autora. Afilijacija se ispisuje neposredno nakon imena autora. Funkcija i zvanje autora se ne navode.

Kontakt podaci

Adresa ili e-adresa autora daje se u napomeni pri dnu prve stranice članka. Ako autora ima više, daje se samo adresa jednog, obično prvog autora.

Kategorija (tip) članka

Kategorizacija članaka obaveza je uredništva i od posebne je važnosti. Kategoriju članka mogu predlagati recenzenti i članovi uredništva, odnosno urednici rubrika, ali odgovornost za kategorizaciju snosi isključivo glavni urednik.

Članci u časopisima se razvrstavaju u sledeće kategorije:

Naučni članci:

1. originalan naučni rad (rad u kojem se iznose prethodno neobjavljeni rezultati sopstvenih istraživanja naučnim metodom);
2. pregledni rad (rad koji sadrži originalan, detaljan i kritički prikaz istraživačkog problema ili područja u kojem je autor ostvario određeni doprinos, vidljiv na osnovu autocitata);
3. kratko ili prethodno saopštenje (originalni naučni rad punog formata, ali manjeg obima ili preliminarnog karaktera);
4. naučna kritika, odnosno polemika (rasprava na određenu naučnu temu, zasnovana isključivo na naučnoj argumentaciji) i osvrti.

Izuzetno, u nekim oblastima, naučni rad u časopisu može imati oblik monografske studije, kao i kritičkog izdanja naučne građe (istorijsko-arhivske, leksikografske, bibliografske, pregleda podataka i sl.) – dotad nepoznate ili nedovoljno pristupačne za naučna istraživanja.

Radovi klasifikovani kao naučni moraju imati bar dve pozitivne recenzije. U časopisima u kojima se objavljuju i prilozi vannaučnog karaktera, naučni članci treba da budu grupisani i jasno izdvojeni u prvom delu sveske.

Stručni članci:

1. stručni rad (prilog u kojem se nude iskustva korisna za unapređenje profesionalne prakse, ali koja nisu nužno zasnovana na naučnom metodu);
2. informativni prilog (uvodnik, komentar i sl.);
3. prikaz (knjige, računarskog programa, slučaja, naučnog događaja, i sl.).

Jezik rada

Jezik rada može biti srpski, engleski ili drugi jezik koji se koristi u međunarodnoj komunikaciji u određenoj naučnoj oblasti.

Tekst mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, bez skraćenica (osim standardnih). Sve fizičke veličine moraju biti izražene u Međunarodnom sistemu mernih jedinica – SI. Redosled obrazaca (formula) označava se rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama.

Sažetak (apstrakt) i rezime

Sažetak (apstrakt) jeste kratak informativan prikaz sadržaja članka koji čitaocu omogućava da brzo i tačno oceni njegovu relevantnost. U interesu je uredništava i autora da sažetak sadrži termine koji se često koriste za indeksiranje i pretragu članka. Sastavni delovi sažetka su cilj istraživanja, metodi, rezultati i zaključak. Sažetak treba da ima od 100 do 250 reči i treba da se nalazi između zaglavlja (naslov, imena autora i dr.) i ključnih reči, nakon kojih sledi tekst članka. Ako je rad napisan na srpskom jeziku poželjno je da se, pored sažetka na srpskom, daje i sažetak u proširenom obliku na engleskom jeziku – kao tzv. rezime (summary). Ovakav rezime treba da bude na kraju članka, nakon odeljka Literatura. Važno je da rezime bude u strukturiranom obliku, a njegova dužina može biti do 1/10 dužine članka (opširniji je od sažetka na srpskom jeziku). Početak ovog rezimea može biti prevedeni sažetak na srpskom jeziku (sa početka članka), a zatim treba da slede prevedeni glavni naslovi, podnaslovi i osnove zaključka članka (literatura se ne prevodi). Potrebno je da se u strukturiranom rezimeu prevede i deo teksta ispod naslova i podnaslova, vodeći računa da on bude proporcionalan njihovoj veličini, a da odražava suštinu. Za rezime na engleskom jeziku Redakcija obezbeđuje lekturu.

Ključne reči

Ključne reči su termini ili fraze koje adekvatno predstavljaju sadržaj članka za potrebe indeksiranja i pretraživanja. Treba ih dodeljivati oslanjajući se na neki međunarodni izvor (popis, rečnik ili tezaurus) koji je najšire prihvaćen ili unutar date naučne oblasti. Za npr. nauku uopšte, to je lista ključnih reči Web of Science. Broj ključnih reči ne može biti veći od 10, a u interesu je uredništva i autora da učestalost njihove upotrebe bude što veća. Ključne reči daju se na jezicima na kojima postoje sažeci. U članku se pišu neposredno nakon sažetaka, odnosno rezimea.

Datum prihvatanja članka

Datum kada je uredništvo primilo članak, datum kada je uredništvo konačno prihvatilo članak za objavljivanje, kao i datumi kada su u međuvremenu dostavljene eventualne ispravke rukopisa navode se hronološkim redosledom, na stalnom mestu, po pravilu na kraju članka.

Zahvalnica

Naziv i broj projekta, odnosno naziv programa u okviru kojeg je članak nastao, kao i naziv institucije koja je finansirala projekat ili program, navodi se u posebnoj napomeni na stalnom mestu, po pravilu pri dnu prve strane članka.

Prethodne verzije rada

Ako je članak u prethodnoj verziji bio izložen na skupu u vidu usmenog saopštenja (pod istim ili sličnim naslovom), podatak o tome treba da bude naveden u posebnoj napomeni, po pravilu pri dnu prve strane članka. Rad koji je već objavljen u nekom časopisu ne može se objaviti u *Vojnotehničkom glasniku* (preštampani), ni pod sličnim naslovom i izmenjenom obliku.

Tabelarni i grafički prikazi

Poželjno je da naslovi svih prikaza, a po mogućstvu i tekstualni sadržaj, budu dati dvojezično, u jeziku rada i na engleskom jeziku.

Tabele se pišu na isti način kao i tekst, a označavaju se rednim brojevima sa gornje strane. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Crteže treba raditi u programu word ili corel. Fotografije i crteže treba postaviti na željeno mesto u tekstu.

Navođenje (citiranje) u tekstu

Način pozivanja na izvore u okviru članka mora biti jednoobrazan. U samom tekstu, u uglastim zagradama, obavezno napisati redni broj iz odeljka Literatura sa kraja članka, na mestu na kojem se vrši pozivanje, odnosno citiranje.

Napomene (fusnote)

Napomene se daju pri dnu strane na kojoj se nalazi tekst na koji se odnose. Mogu sadržati manje važne detalje, dopunska objašnjenja, naznake o korišćenim izvorima (na primer, naučnoj građi, priručnicima), ali ne mogu biti zamena za citiranu literaturu.

Lista referenci (literatura)

Citirana literatura obuhvata, po pravilu, bibliografske izvore (članke, monografije i sl.) i daje se isključivo u zasebnom odeljku članka, u vidu liste referenci. Reference se nabrajaju redosledom kojim se navode u tekstu. Reference se ne prevode na jezik rada i navode se u uglastim zagradama. Bibliografski podatak za knjigu sadrži prezime i inicijale imena autora, naziv knjige, naziv izdavača, mesto i godinu izdanja. Bibliografski podatak za časopis sadrži prezime i ime autora, naslov članka, naziv časopisa, broj i godinu izdanja, kao i broj stranice. Naslovi citiranih domaćih časopisa daju se u originalnom, punom ili skraćenom, ali nikako u prevedenom obliku. Pri navođenju internet sajta kao literature navodi se i datum korišćenja. Obavezno je pozivanje na literaturu u samom tekstu članka (takođe se navodi brojevima u uglastim zagradama). Brojevi treba da odgovaraju spisku literature koji je dat u zasebnom odeljku, pri kraju članka.

Veoma je preporučljiva upotreba punih formata referenci koje podržavaju vodeće međunarodne baze namenjene vrednovanju, kao i Srpski citatni indeks, a propisani su uputstvima:

1. APA – Publication Manual of the American Psychological Association,
2. CBE – Council of Biology Editors Manual, Scientific Style and Format,
3. Chicago – The Chicago Manual of Style,
4. Harvard – Harvard Style Manual,
5. Harvard-BS – Harvard Style Manual – British Standard,
6. MLA – Modern Language Association Handbook for Writers of Research Papers i
7. NLM – The National Library of Medicine Style Guide for Authors, Editors, and Publishers.

Takođe, prihvaćeni su i formati dati u uputstvima:

1. American Chemical Society (ACS) Style Guide i
2. American Institute of Physics (AIP) Style Manual.

Nestandardno, nepotpuno ili nedosledno navođenje literature u sistemima vrednovanja časopisa smatra se dovoljnim razlogom za osporavanje naučnog statusa časopisa.

Pored članka dostavlja se propratno pismo u kojem treba istaći o kojoj vrsti članka se radi, koji su grafički prilozi (fotografije i crteži) originalni, a koji pozajmljeni. Takođe, dostavlja se i srpski prevod rezimea na engleski (sažetka u proširenom i strukturiranom obliku), kako bi Redakcija izvršila lekturu, radi provere engleske verzije.

U propratnom pismu navode se i podaci autora: ime, srednje slovo, prezime, čin, zvanje, e-mail, adresa poslodavca (VP), kućna adresa, telefon na radnom mestu i kućni (mobilni) telefon, račun i naziv banke, SO mesta stanovanja i JMB građana.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije honorišu se prema važećim propisima.

Adresa redakcije: Vojnotehnički glasnik, 11002 Beograd, Balkanska 53, VE-1.

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

Odgovorni urednik
Nebojša Gaćeša
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: 011/3201-493
vojni: 23-493
011/3006-023

SPISAK RECENZENATA VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Pukovnik prof. dr Marko D. Andrejić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik Katedre logistike	Logistika odbrane	markolis@sezampro.rs
Pukovnik doc. dr Miloš Ž. Arsić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik odeljenja logistike	Menadžment saobraćajnom podrškom	arsa.arsa@sezampro.rs
Doc. dr Vojislav J. Batinić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, docent na katedri prirodno-matematičkih i tehničkih nauka	Opšte mašinske konstrukcije	beregvojo@yahoo.com
Doc. dr Radivoje M. Biljić	Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, docent na Katedri za telekomunikacije	Telekomunikacije	biljic@etf.rs
Prof. dr Branislav A. Borovac	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment, redovni profesor na Katedri za mehatroniku, robotiku i automatizaciju	Robotika	borovac@uns.ac.rs
Vanr. prof. dr Uglješa S. Bugarić	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, vanredni profesor na Katedri za industrijsko inženjerstvo	Operaciona istraživanja, Terotehnologija- održavanje, Transportni i skladišni sistemi	ubugaric@mas.bg.ac.rs
Prof. dr Ilija Čosić	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, dekan fakulteta	Industrijsko inženjerstvo i inženjerski menadžment	ftndean@uns.ac.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Pukovnik doc. dr Goran D. Dikić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik Katedre vojnih elektronskih sistema	Sistemi automatskog upravljanja, Praćenje ciljeva, Sistemi vođenja i upravljanja raketa	grandi@beotel.net
Pukovnik doc. dr Nenad P. Dimitrijević	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, rukovodilac posleddiplomskih studija	Bezbednost u saobraćaju, Zaštita resursa u saobraćaju i transportu	neshadim@nadlanu.com
Pukovnik doc. dr Radenko S. Dimitrijević	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra vojnih tehnologija, rukovodilac grupe nastavnika za municiju i eksplozivne materije	Municija, Eksplozivne materije	radenkod@beotelnet.rs
Pukovnik vanr. prof. dr Boban D. Đorović	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, prodekan za planiranje i organizaciju nastave	Procesi i metode u saobraćaju i transportu, Transportne mreže	lukema@ptt.rs
Vanr. prof. dr Vlado P. Đurković	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra prirodno-matematičkih i tehničkih nauka, rukovodilac grupe nastavnika zajedničkih predmeta mašinstva	Primenjena mehanika krutog i deformabilnog tela	svskom@scnet.rs
Doc. dr Predrag M. Elek	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, docent na Katedri za sisteme naoružanja	Balistika na cilju, Konstrukcija projektila, Fizika eksplozije	pelek@mas.bg.ac.rs
Pukovnik prof. dr Miljko M. Erić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut, načelnik sektora za elektronske sisteme	Telekomunikacije, Digitalna obrada signala, Elektronsko izviđanje	meric@nadlanu.com

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Naučni savetnik dr Miloš R. Filipović	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut, načelnik sektora za materijale i zaštitu	Energetski materijali (eksplozivi, pirotehnika, baruti i raketna goriva, sagorevanje, detonacija, eksplozija)	milosf@tmf.bg
Pukovnik doc. dr Zoran Lj. Filipović	Generalštab, Uprava za planiranje i razvoj (J-5), Tehnički opitni centar, pomoćnik direktora za NIR – zamenik direktora	Elektronika i telekomunikacije (avionika, metrologija, telekomunikacije)	filipovicz@toc.vs.rs
Doc. dr Vasko G. Fotev	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, docent na Katedri za vazduhoplovstvo	Pogon letelica (avionski i raketni motori)	vfotev@mas.bg.ac.rs
Prof. dr Katarina D. Gerić	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za proizvodno mašinstvo, redovni profesor na Katedri za materijale i spajanje materijala	Nauka o materijalima, Inženjerstvo materijala, Ispitivanje materijala	gerisk@uns.ac.rs
Major doc. dr Ljubomir J. Gigović	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra prirodno-matematičkih i tehničkih nauka, rukovodilac grupe nastavnika za vojnu geografiju i topografiju	Geo-nauke, Geodetsko inženjerstvo	ljgigovic@yahoo.com
Vanr. prof. dr Miro J. Govedarica	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za računarstvo i automatiku, vanredni profesor na Katedri za sisteme, signale i upravljanje	Geoinformatika	miro@uns.ac.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Prof. dr Janko J. Hodolić	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, prodekan fakulteta	Metrologija, Kvalitet, Pribori i ekološko-inženjerski aspekti	hodolic@uns.ac.rs
Potpukovnik doc. dr Slobodan S. Ilić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra vojnih mašinskih sistema, šef odseka naoružanja	Sistemi održavanja, Naoružanje	simill@ptt.rs
Pukovnik Branislav V. Jakić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, načelnik odeljenja za kvalitet, standardizaciju i metrologiju	Logistika, Kvalitet, Standardizacija, Metrologija, Nomenklatura, Kodifikacija, Tehnološki menadžment	bjakic@yahoo.com
Prof. dr Slobodan S. Jaramaz	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, šef Katedre za sisteme naoružanja	Unutrašnja balistika, Konstrukcija projektila, Fizika eksplozije, Balistika na cilju, Sagorevanje baruta	sjaramaz@mas.bg.ac.rs
Pukovnik prof. dr Radun B. Jeremić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik Katedre vojnih tehnologija	Municija, Eksplozivne materije	radun@mail.com
Brigadni general doc. dr Danko M. Jovanović	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, načelnik Uprave za odbrambene tehnologije	Upravljanje proizvodnjom, Logistika, Održavanje tehničkih sistema, Kvalitet, Rizici, Standardizacija	danko.jovanovic@mod.gov.rs
Major doc. dr Radovan Karkalić	Generalštab, Uprava za planiranje i razvoj (J-5), Tehnički opitni centar, načelnik odeljenja za ispitivanje ABHO i intendantskih sredstava	Hemijska tehnologija (nuklearno-hemijsko-biološka zaštita, detekcija, identifikacija i dekontaminacija)	rkarkalic@yahoo.com
Prof. dr Vladimir A. Katić	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, prodekan fakulteta	Energetska elektronika, Električne mašine, Elektromotorni pogoni, Kvalitet električne energije, Obnovljivi izvori električne energije	katav@uns.ac.rs
Prof. dr Srđan R. Kolaković	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, šef Katedre za hidrotehniku i geodeziju	Građevinarstvo - hidrotehnika	kolak@uns.ac.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Dr Mirko S. Kozić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut	Mehanika fluida, Numerička dinamika fluida, Aerodinamička opterećenja	mkozic@nadlanu.com
Pukovnik doc. dr Nikola L. Lekić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra vojnih elektronskih sistema, šef odseka za raketne sisteme i sisteme upravljanja vatrom	Radarski ciljevi, Radarske antene, Merenje radarskih ciljeva i antena, Radarska tehnika i sistemi	Lekicn@ptt.rs
Prof. dr Rado M. Maksimović	Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka, Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment, šef Katedre za proizvodne sisteme, organizaciju i menadžment	Proizvodni sistemi, Organizacija preduzeća, Razvojni procesi u preduzeću	rado@uns.ac.rs
Naučni savetnik dr Stevan M. Maksimović	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut, načelnik odeljenja čvrstoće	Čvrstoća konstrukcija, Mehanika loma, Zamor, Numeričke metode	s.maksimovic@nadlanu.com
Vanr. prof. dr Dejan M. Micković	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, vanredni profesor na Katedri za sisteme naoružanja	Konstrukcija klasičnog naoružanja, Automatska oružja, Unutrašnja balistika	dmickovic@mas.bg.ac.rs
Prof. dr Momčilo P. Milinović	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, redovni profesor na Katedri vojnog mašinstva	Raketni sistemi, Lanseri, Sistemi upravljanja vatrom	mmilinovic@mas.bg.ac.rs
Pukovnik doc. dr Milorad M. Milovanović	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut, načelnik odeljenja za vođenje i upravljanje	Sistemi automatskog upravljanja, Sistemi vođenja i upravljanja raketa	vti@vti.vs.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Vanr. prof. dr Zoran Đ. Miljković	Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet, vanredni profesor na Katedri za proizvodno mašinstvo	Tehnologija mašinske obrade, Robotika, Veštačka inteligencija, Autonomni sistemi i mašinsko učenje, Veštačke neuronske mreže, Inteligentni tehnološki sistemi, Metode dlučivanja	zmiljkovic@mas.bg.ac.rs
Major doc. dr Slavko R. Muždeka	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra vojnih mašinskih sistema, šef odseka za borbena vozila	Motorna vozila, Bobrena vozila	msslavko@beotel.rs
Pukovnik prof. dr Mladen D. Pantić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, direktor Vojnotehničkog instituta	Borbena vozila	vti@vti.vs.rs
Pukovnik Zoran S. Patić	Generalštab Vojske Srbije, Uprava za logistiku (J-4), načelnik 3. odeljenja	Logistika, Održavanje, Snabdevanje, Projektovanje organizacije logističkih sistema	zpatic@yahoo.co.uk
Major dr Sreten R. Perić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra vojnih mašinskih sistema	Tehnologija održavanja motornih vozila	sretenperic@yahoo.com
Prof. dr Miroslav V. Popović	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, redovni profesor na Katedri za računarsku tehniku	Računarska tehnika i komunikacije (inženjering sistema zasnovanih na računarima)	miroslav.popovic@rt-rk.com
Pukovnik doc. dr Jugoslav R. Radulović	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, direktor TRZ Kragujevac	Municija, Menadžment	trz@ptt.rs
Naučni savetnik pukovnik vanr. prof. dr Dušan S. Rajić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut, zamenik direktora	Protivhemijaska zaštita, Oružje za masovno uništavanje (NHB borbena sredstva), Teorija rešavanja inovativnih zadataka	vti@vti.vs.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Pukovnik doc. dr Zoran M. Rajić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, direktor VZ „Moma Stanojlović“	Aerodinamika	rajic_zoran@yahoo.com
Pukovnik doc. dr Miodrag D. Regodić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik Katedre prirodno-matematičkih i tehničkih nauka	Geo-nauke, Geodetsko inženjerstvo	mregodic62@gmail.com
Dr Milorad D. Savković	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut	Raketni motori, Raketna i bestrzajna sredstva za PO borbu	vti@vti.vs.rs
Pukovnik vanr. prof. dr Dragoljub J. Sekulović	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, dekan Vojne akademije	Geo-nauke, Geodetsko inženjerstvo	sekulovicdr@yahoo.co.uk
Doc. dr Tomislav B. Šekara	Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, docent na Katedri za signale i sisteme	Upravljanje procesima sa koncentrisanim i raspoređenim parametrima, Optimalni industrijski regulatori, Frakcioni zakoni upravljanja sa primenom u industriji, Karakterizacija procesa, Adekvatna diskretizacija i obrada signala, Senzori i aktuatori, Kompenzacija i ušteda električne energije u distributivnim elektroenergetskim sistemima	tomi@etf.rs
Prof. dr Dragan D. Šešlija	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment, redovni profesor na Katedri za mehatroniku, robotiku i automatizaciju	Mehatronika, Robotika, Automatizacija	seslija@uns.ac.rs

Zvanje, ime, srednje slovo i prezime	Ustanova i radno mesto	Oblast kompetencije (naučnog interesovanja)	e-mail
Potpukovnik doc. dr Goran P. Šimić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, docent na Katedri vojnoelektronskih sistema	Informatika i računarstvo	gshimic@gmail.com
Prof. dr Vladimir S. Škiljaica	Univerzitet u Novom Sadu – Fakultet tehničkih nauka, Departman za saobraćaj, redovni profesor na Katedri za tehnologije transportnih sistema	Tehnologija vodnog saobraćaja, Brodovi, Bezbednost plovidbe	vlaski@uns.ac.rs
Pukovnik prof. dr Ljubiša K. Tančić	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, načelnik Katedre vojnih mašinskih sistema	Unutrašnja balistika, Naoružanje	ljtancic@gmail.com
Pukovnik vanr. prof. dr Branko M. Tešanović	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, Vojna akademija, Katedra logistike, načelnik odseka za opštu logistiku	Opšta logistika, Ekonomija	brate@verat.net
Naučni savetnik prof. dr Dragoljub A. Vujić	Ministarstvo odbrane, Sektor za materijalne resurse, Uprava za odbrambene tehnologije, Vojnotehnički institut, pomoćnik direktora za NIR	Primenjena mehanika	vti@vti.vs.rs
Brigadni general doc. dr Mladen M. Vuruna	Ministarstvo odbrane, Sektor za ljudske resurse, načelnik Vojne akademije	Vojno-hemijsko inženjerstvo (pogonska sredstva, toksikološka sredstva, zaštita od NHB oružja, zaštita životne sredine)	mladenvuruna@yahoo.com
Pukovnik vanr. prof. dr Bojan M. Zrnić	Generalštab Vojske Srbije, zamenik načelnika Uprave za planiranje i razvoj (J-5)	Senzorski sistemi, Strategijsko planiranje	bojan.zrnic@vs.rs

**DIREKCIJA ZA IZDAVAČKU I BIBLIOTEČKO-
-INFORMACIONU DELATNOST**

- Balkanska 53, 11000 Beograd •
- Telefoni: (011) 32-01-806 i 32-01-495
Telefaks: (011) 36-12-506 •
- Tekući račun: 840-19540845-28 • PIB: 102116082
PDV: 135328814 •

POZIV NA PRETPLATU ZA 2010. GODINU

Pretplaćujemo se na časopis:

	br. primeraka
1. „Vojnotehnički glasnik“ Godišnja pretplata 896,00 dinara Prilikom uplate pozvati se na broj: 122742312963054
2. „Novi glasnik“ Godišnja pretplata 1.600,00 dinara Prilikom uplate pozvati se na broj: 122742312963053
3. „Vojno delo“ Godišnja pretplata 1.184,00 dinara Prilikom uplate pozvati se na broj: 122742312963051

Pretplatne cene važe do 31. 12. 2010. godine.

Broj primeraka izdanja koja se naručuju upisati u narudžbenicu, a primerak narudžbenice sa dokazom o izvršenoj uplati na gore navedeni tekući račun poslati na gore navedenu adresu.

Kupac tel.:

Mesto

Ulica br.

Potpis naručioca

M. P.

Redakcija časopisa Vojnotehnički glasnik
svim svojim čitaocima i saradnicima

Čestita novu 2010. godinu



Likovno-grafički urednik
mr *Nebojša* Kujundžić
e-mail: nebojsa.kujundzic@mod.gov.rs

Tehničko uređenje
Zvezda Jovanović

Lektor i korektor
Dobriła Miletić, profesor
e-mail: dobriła.miletic@mod.gov.rs

Prevod na engleski
Jasna Višnjić, profesor
e-mail: visnjicjasna@yahoo.com

CIP – Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

623+355 / 359

VOJNOTEHNIČKI glasnik : naučni časopis Ministarstva odbrane Republike Srbije = Military technical courier : scientific periodical of the Ministry of Defence of the Republic of Serbia / odgovorni urednik Nebojša Gaćeša. - God. 1, br. 1 (1953) - Beograd (Balkanska 53) : Ministarstvo odbrane Republike Srbije, 1953- (Beograd : Vojna štamparija. - 24 cm

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

Dostupno i na: <http://dibid.mod.gov.rs>. -
Tromesečno
ISSN 0042-8469 = Vojnotehnički glasnik
COBISS.SR-ID 4423938

Cena: 280,00 dinara
Tiraž: 850 primeraka

Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije, broj 413-00-1201/2001-01 od 12. 9. 2001. godine, časopis „Vojnotehnički glasnik“ je publikacija od posebnog interesa za nauku.

UDC: Centar za vojnonaučnu dokumentaciju, informacije i bibliotekarstvo (CVNDIB)