

ISSN 0042-8469
COBISS.SR-ID 4423938



www.vtg.mod.gov.rs

3

UDC 623 + 355/359

GODINA LX JUL-SEPTEMBAR 2012.

ISSN 0042-8469
COBISS.SR-ID 4423938



www.vtg.mod.gov.rs

3

UDC 623 + 355/359

VOLUME LX JULY-SEPTEMBER 2012.

MINISTARSTVO ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

MEDIJA CENTAR „ODBRANA“

DIREKTOR

Slavoljub M. Marković, potpukovnik

ODSEK ZA IZDAVAČKU DELATNOST

GLAVNI UREDNIK

Dragana Marković

ODGOVORNI UREDNIK

mr *Nebojša Gaćeša*, potpukovnik

e-mail: nebojsa.gacesa@mod.gov.rs, tel.: 011/3349-497, 064/80-80-118

UREĐIVAČKI ODBOR

- brigadni general prof. dr Bojan Zmić, načelnik Uprave za odbrambene tehnologije Sektora za materijalne resurse Ministarstva odbrane Republike Srbije, predsednik Uređivačkog odbora,
- general-major doc. dr Danko Jovanović, načelnik Uprave za logistiku (J-4) Generalštaba Vojske Srbije, zamenik predsednika uređivačkog odbora,
- dr Stevan M. Berber, The University of Auckland, Department of Electrical and Computer Engineering, Auckland, New Zealand,
- doc. dr Mirko Borisov, Beograd,
- prof. dr Dragoljub Vujić, Vojnotehnički institut, Beograd,
- general-major vanr. prof. dr Mladen Vuruna, načelnik Vojne akademije, Beograd,
- pukovnik vanr. prof. dr Goran Dikić, prorektor Univerziteta odbrane, Beograd,
- prof. dr Željko Đurović, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu,
- prof. dr Željko Žilić, McGill University, Department of Electrical and Computer Engineering, Montreal, Canada,
- prof. dr Aleksa Zejak, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu,
- prof. dr Slobodan Jaramaz, šef Katedre za vojno mašinstvo Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu,
- general-potpukovnik prof. dr Miodrag Jevtić, rektor Univerziteta odbrane, Beograd,
- doc. dr Vukica M. Jovanović, Trine University, Allen School of Engineering and Technology, Department of Engineering Technology, Angola, Indiana, USA,
- prof. dr Branko Kovačević, rektor Univerziteta u Beogradu,
- prof. dr Mirko Komatina, šef Katedre za termomehaniku Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu,
- naučni savetnik dr Ana Kostov, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor,
- dr Vasilije M. Manović, CanmetENERGY, Natural Resources Canada, Ottawa, Canada,
- prof. dr Gradimir V. Milovanović, dopisni član Srpske akademije nauka i umetnosti, Megatrend univerzitet, Beograd,
- naučni savetnik dr Predrag Petrović, Izvršni direktor za naučno-istraživački rad i radiokomunikacije Instituta za telekomunikacije i elektroniku IRITEL AD, Beograd,
- pukovnik doc. dr Zoran Rajić, direktor Vojnotehničkog instituta, Beograd,
- naučni savetnik dr Aleksandar Rodić, rukovodilac Centra za robotiku Instituta „Mihajlo Pupin“, Beograd,
- naučni savetnik dr Srećko S. Stopić, RWTH Aachen University, Faculty for Georesourcen and Materials Engineering, IME Process Metallurgy and Metal Recycling, Aachen, Deutschland,
- prof. dr Miroslav Trajanović, šef Katedre za proizvodno-informacione tehnologije i menadžment Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu,
- pukovnik naučni saradnik dr Obrad Čabarkapa, načelnik odeljenja za naučnu i inventivnu delatnost, Uprava za stratejsko planiranje Sektora za politiku odbrane Ministarstva odbrane Republike Srbije,
- potpukovnik mr Nebojša Gaćeša, odgovorni urednik Vojnotehničkog glasnika, sekretar Uređivačkog odbora.

Adresa redakcije:

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK,

Braće Jugovića 19, Beograd

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

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

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

Pretplata: e-mail: pretplata@odbrana.mod.gov.rs; tel.-fax: 011/3241-009; tekući račun: 840-312849-56

Rukopisi se ne vraćaju

Časopis izlazi tromesečno

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

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

Vojnotehnički glasnik je licenciran kod EBSCO Publishing-a, najvećeg svetskog agregatora časopisa, periodike i ostalih izvora u punom tekstu. Kompletan tekst *Vojnotehničkog glasnika* dostupan je u bazama podataka EBSCO Publishing-a.

Štampa: Vojna štamparija – Beograd, Resavska 40b, e-mail: vojsta@sezampro.rs

MINISTRY OF DEFENCE OF THE REPUBLIC OF SERBIA
ODBRANA MEDIA CENTRE

DIRECTOR

Lt Col *Slavoljub* M. Marković

PUBLISHING DEPARTMENT

EDITOR-IN-CHIEF

Dragana Marković

MANAGING EDITOR

Lt Col *Nebojša* Gaćeša MSc

e-mail: nebojsa.gacesa@mod.gov.rs, tel: +381 11 33 49 497, +381 64 80 80 118

EDITORIAL BOARD

- Brigadier General Bojan Zrnić, PhD, Professor, Head of the Department for Defence Technologies, Material Resources Sector, Ministry of Defence, (Head of the Editorial Board)
- Major General Danko Jovanović, PhD, Assistant Professor, Director of Logistics Directorate (J-4) at the General Staff of the Armed Forces of Serbia (Deputy Head of the Editorial Board)
- Stevan M. Berber, PhD, The University of Auckland, Department of Electrical and Computer Engineering, Auckland, New Zealand
- Mirko Borisov, PhD, Assistant Professor, Belgrade
- Professor Dragoljub Vujić, PhD, Military Technical Institute, Belgrade
- Major General Mladen Vuruna, PhD, Associate Professor, Head of the Military Academy, Belgrade
- Colonel Goran Dikić, PhD, Associate Professor, Prorector of the University of Defence, Belgrade
- Professor Željko Đurović, PhD, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade
- Professor Željko Žilić, PhD, McGill University, Department of Electrical and Computer Engineering, Montreal, Canada
- Professor Aleksa Zejak, PhD, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
- Professor Slobodan Jaramaz, PhD, Head of the Department of Military Mechanical Engineering at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade
- Lt General Miodrag Jevtić, PhD, Professor, Rector of the University of Defence, Belgrade
- Vukica M. Jovanović, PhD, Trine University, Allen School of Engineering and Technology, Department of Engineering Technology, Angola, Indiana, USA
- Professor Branko Kovačević, PhD, Rector of the University of Belgrade
- Professor Mirko Komatina, PhD, Head of the Department for Thermomechanics at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade
- Scientific Advisor Ana Kostov, PhD, Institute of Mining and Metallurgy, Bor, Serbia
- Vasilije M. Manović, PhD, CanmetENERGY, Natural Resources Canada, Ottawa, Canada
- Professor Gradimir V. Milovanović, PhD, Corresponding member of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Megatrend University, Belgrade
- Scientific Advisor Predrag Petrović, PhD, Executive Director for R&D and Radio Communications, Institute of telecommunications and electronics IRITEL AD, Belgrade
- Colonel Zoran Rajić, PhD, Assistant Professor, Director of the Military Technical Institute, Belgrade
- Scientific Advisor Aleksandar Rodić, PhD, Head of the Robotics Laboratory at the Mihajlo Pupin Institute, Belgrade
- Scientific Advisor Srećko S. Stopić, PhD, RWTH Aachen University, Faculty for Georesources and Materials Engineering, IME Process Metallurgy and Metal Recycling, Aachen, Germany
- Professor Miroslav Trajanović, PhD, Head of the Department for Production IT and Management at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Niš
- Colonel Obrad Čabarkapa, PhD, Scientific Advisor, Head of the Section for Scientific and Inventive Activities, Strategic Planning Department, Defence Policy Sector, Ministry of Defence of the Republic of Serbia
- Lt Colonel Nebojša Gaćeša, MSc, Managing Editor of the Military Courier (Secretary of the Editorial Board)

Address:

MILITARY TECHNICAL COURIER

Braće Jugovića 19, 11000 Beograd, Serbia

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

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

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

Subscription: e-mail: pretplata@odbrana.mod.gov.rs; Tel.-fax: +381 11 32 41 009; account: 840-312849-56

Manuscripts are not returned

The journal is published quarterly

The first printed issue of the *Military Technical Courier* appeared on 1st January 1953.

The first electronic edition of the *Military Technical Courier* on the Internet appeared on 1st January 2011.

Military Technical Courier has entered into an electronic licensing relationship with EBSCO Publishing, the world's most prolific aggregator of full text journals, magazines and other sources. The full text of Military Technical Courier can be found on EBSCO Publishing's databases.

Printed by Vojna štamparija – Beograd, Resavska 40b, e-mail: vojsta@sezampro.rs

SADRŽAJ

Gaćeša N. <i>Nebojša</i> Jovanović D. <i>Zvezda</i> Šezdeseta godina Vojnotehničkog glasnika: Svi naši jubileji	7–41
NAUČNI ČLANCI	
Demić D. <i>Miroslav</i> Glišović D. <i>Jasna</i> Miloradović M. <i>Danijela</i> Prilog istraživanju mehaničkih karakteristika doboš kočnica putničkog motornog vozila	42–70
Mrdak R. <i>Mihailo</i> Proučavanje karakteristika plazma-sprej zaptivnih prevlaka aluminijum – silicijum – poliester	71–89
Andrejić D. <i>Marko</i> Milenkov A. <i>Marjan</i> Andrejić M. <i>Ivana</i> Teorijske osnove i pristup sagledavanju izgrađenosti logistike odbrane kao nauke	90–108
Tošev T. <i>Dejan</i> Višekriterijumska analiza u procesu javnih nabavki	109–124
STRUČNI ČLANCI	
Drenovac Ž. <i>Aleksandar</i> Drenovac Ž. <i>Bratislav</i> Mogućnosti primene višekriterijumske analize i metoda Promethee na primeru izbora aviona	125–142
Pamučar S. <i>Dragan</i> Vasin T. <i>Ljubislav</i> Đorović D. <i>Boban</i> Lukovac M. <i>Vesko</i> Dizajniranje organizacione strukture upravnih organa logistike korišćenjem fuzzy pristupa	143–167
Petrović Č. <i>Nikola</i> Đedović N. <i>Branko</i> Petrović N. <i>Dragana</i> Ocenjivanje i izbor projekata primenom analize troškovi – efekti i višekriterijumske analize ...	168–187
Jovanović V. <i>Velibor</i> Jovanović M. <i>Danko</i> Perspektiva primene tehnologija automatske identifikacije u Vojsci Srbije	188–206
Stefanović R. <i>Radiša</i> Primena multimedijalnih servisa u širokopojasnom okruženju za poboljšanje logističkih potreba vojske	207–215
Kostadinović S. <i>Dragan</i> Model poboljšanja bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije	216–239
SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA	240–253
POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA	254–263

CONTENTS

Gaćeša N. <i>Nebojša</i> Jovanović D. <i>Zvezda</i> Sixty years of the Military Technical Courier: All our jubilees	7–41
SCIENTIFIC PAPERS	
Demić D. <i>Miroslav</i> Glišović D. <i>Jasna</i> Miloradović M. <i>Danijela</i> A contribution to the study of mechanical characteristics of passenger motor vehicle drum brakes	42–70
Mrdak R. <i>Mihailo</i> Study of the characteristics of plasma spray sealing aluminum-silicon-polyester coatings	71–89
Andrejić D. <i>Marko</i> Milenkov A. <i>Marjan</i> Andrejić M. <i>Ivana</i> Theoretical basis and an approach to the development of logistics of defense as a science	90–108
Tošev T. <i>Dejan</i> Multicriteria analysis in public procurement	109–124
PROFESSIONAL PAPERS	
Drenovac Ž. <i>Aleksandar</i> Drenovac Ž. <i>Bratislav</i> Possibilities of the application of multicriteria analysis and Promethee methods, on an example of aircraft choice	125–142
Pamučar S. <i>Dragan</i> Vasin T. <i>Ljubislav</i> Đorović D. <i>Boban</i> Lukovac M. <i>Vesko</i> Designing an organizational structure of administrative logistics using a fuzzy approach ..	143–167
Petrović Č. <i>Nikola</i> Đedović N. <i>Branko</i> Petrović N. <i>Dragana</i> Project estimation and selection using the cost - effectiveness analysis and multi-criteria analysis	168–187
Jovanović V. <i>Velibor</i> Jovanović M. <i>Danko</i> Perspective of the applications of automatic identification technologies in the Serbian Army	188–206
Stefanović R. <i>Radiša</i> Application of multimedia services in the broadband environment to improve logistic needs of the army	207–215
Kostadinović S. <i>Dragan</i> Model for improving safety in transporting dangerous goods for the Serbian Army	216–239
MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT	240–253
CALL FOR PAPERS AND INSTRUCTIONS FOR AUTHORS	254–263

ŠEZDESETA GODINA VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA: SVI NAŠI JUBILEJI

Gaćeša N. *Nebojša*,
Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Medija centar
„Obrana“, Vojnotehnički glasnik, Beograd,
Jovanović D. *Zvezda*,
Ministarstvo odbrane Republike Srbije,
Vojna štamparija, Beograd

VRSTA ČLANKA: uvodnik, istoriografski prilog

Sažetak:

Članak predstavlja osvrt na jubilej koji naučni časopis „Vojnotehnički glasnik“ obeležava u 2012. godini – šezdesetu godišnjicu postojanja, redovnog i neprekidnog izlaženja. Izložena je retrospektiva obeležavanja jubilarnih godišnjica u proteklih 60 godina, kao svedočanstvo o istrajnom i temeljnom radu na razvoju i unapređenju kvaliteta sadržaja časopisa. Iz predstavljenih reprinta vidi se veliko zalaganje uredništava i uređivačkih odbora, kao i nemerljivi naučni i stručni doprinos brojnih autora. U članku su predstavljene i današnje pozicije i dostignuća „Vojnotehničkog glasnika“ koji, prema kategorizaciji Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, predstavlja naučni časopis nacionalnog značaja.

Ključne reči: *Vojnotehnički glasnik, naučni časopis, godišnjica, 60 godina.*

Povodom jubileja *Vojnotehničkog glasnika* – 60. godine postojanja, želimo odati priznanje i podsetiti na napore prethodnih redakcija, predstavljanjem reprinta članaka koji su objavljivani prilikom dosadašnjih jubileja našeg časopisa. Njihova izvorna forma na najbolji način svedoči o proteklom vremenu i dometima časopisa.

Prilikom prošlogodišnje izrade bibliografije *Vojnotehničkog glasnika*, tj. indeksa autora, članaka i urednika, kao i priređivanja bibliografije i digitalne arhive za stranice sajta, današnja redakcija časopisa imala je priliku da sagleda bogatu tradiciju i kontinuitet. Nemerljivi su izuzetni naponi autora, recenzenata, prethodnih urednika, redakcija i uređivačkih odbora, od samog pokretanja usmerenih na održavanje i una-

pređenje kvaliteta *Vojnotehničkog glasnika*, danas naučnog časopisa Ministarstva odbrane Republike Srbije. Svedoci smo stalnog napretka i osavremenjavanja, kako sadržaja, tako i forme. Sama inicijativa za pokretanjem plenila je pažnju težnjom da se nastavi tradicija prethodnih vojnih listova koji su se bavili problematikom tehnike naoružanja, u našim ranijim državama (Kraljevini Srbiji i Jugoslaviji). Tako su pojedini časopisi pokrenuti nakon Drugog svetskog rata (Artiljerijski glasnik, Vojnoinženjerski glasnik), a *Vojnotehnički glasnik* ih je naredbom o osnivanju, pored ostalih, nasledio, u svojim zaglavljima imali i godine nastanka pre rata (1926, odnosno 1929. godina), što svedoči o svojevrsnom kontinuitetu srpske vojnotehnološke misli, bez obzira na promene naših tadašnjih državnih uređenja i velikih ratnih, a nažalost i poratnih, deoba i stradanja našeg naroda.

Uvodni članak prvog broja 1/1953. napisao je prvi predsednik uređivačkog odbora general-potpukovnik Milan Kuprešanin [1]. On je potencirao ulogu i značaj *Vojnotehničkog glasnika* u podizanju tehničke kulture armijskog sastava, u svetlu ubrzanog razvoja nauke i tehnike, odnosno: „da bude uporan tehnički agitator ... i nosilac tehničkog razvoja ... Vojnotehnički glasnik opravdaće svoje izlaženje ako zaista odgovori svom osnovnom zadatku – da podiže tehničku kulturu celokupnog kadra naše Armije“. Prvi urednici Vojnotehničkog glasnika bili su potpukovnik Dragan Avramović (uredio broj 1/1953 i brojeve 7, 8 i 9/1960) i pukovnik Vojislav M. Ilić (uredio brojeve od 2/1953 do 6/1960).

Usledio je mali jubilej – peta godišnjica izlaženja, koju je svojim članom obeležio tadašnji predsednik uređivačkog odbora general-potpukovnik Rudi Petovar [2]. Analizirajući u kojoj su meri ostvareni zadaci koji su naredbom o osnivanju postavljeni pred *Vojnotehnički glasnik*, general Petovar ističe napore tadašnjeg uredništva i potrebu dalje afirmacije časopisa: „Odmah treba istaći petogodišnje napore Uredništva ... U tom pogledu stalno su se javljale dve protivrečne težnje: prva, da se časopis po načinu tretiranja tematike što više približi zahtevima trupe, trupnih starešina, te da na najprikladniji, neposredan i razumljiv način razvija interesovanje i ljubav prema tehnici sa kojom oni rukuju; druga, da tretirajući svakodnevnu problematiku tehnike u trupi, časopis zadrži jedan viši naučni nivo, neophodan kako stručnom i naučnom kadru, tako i ostalim, tehnički uzdignutijim pripadnicima Armije ... Nema sumnje da je Vojnotehnički glasnik u dosadašnjem periodu svoga izlaženja odigrao značajnu ulogu u tehničkom vaspitanju našeg kadra i tretiranju aktuelne materijalno-tehničke problematike“.

ВОЈНО-ТЕХНИЧКИ ГЛАСНИК

СТРУЧНИ ЧАСОПИС ЗА ТЕХНИКУ НАОРУЖАЊА, ОПРЕМЕ И СНАБДЕВАЊА

БРОЈ 1

ЈАНУАР 1953

ГОДИНА I

О УЛОЗИ И ЗНАЧАЈУ ВОЈНО-ТЕХНИЧКОГ ГЛАСНИКА

Генерал-потпуковник Милан Купрешанин

„Војно-технички гласник“ оправдаће своје излагање ако заиста одговори свом основном задатку — да подиже техничку културу цјелокупног кадра наше Армије. Тај задатак је веома важан и нимало није лак ни једноставан. Важност његова произилази из двије чињенице: прво, из чињенице што је сада у Армији (а убудуће ће бити још и више) заступљен веома велик број техничких средстава, која се све више усавршавају и заузимају све важнију улогу у сваком, па и најмањем, дејству армије, и, друго, из чињенице што се техничка култура кадра у нашој Армији досада спорије развијала, с обзиром на технички ниво развијености наше земље и услове развоја Армије у техници после рата.

Ако упоредимо развој технике у последња два рата, уочићемо одмах двије ствари: прво, да се техника по свом обиму у Другом свјетском рату неколико пута повећала у односу на Први свјетски рат, и, друго, да је тактика борбе мијењала своје форме баш под утјецајем дејства техничких средстава којима су се армије наоружавале. Навешћу само неколико примјера који говоре о развоју технике уопће. Укупна тонажа технике у Другом свјетском рату била је шест пута већа него у Првом. Број возила у Другом свјетском рату повећао се за око 50 пута у односу на Први свјетски рат. Утрошак муниције био је четири пута већи, а чињеница да је у Другом свјетском рату утрошено 53 пута више горива него у Првом — најјасније говори о заступљености технике у савременом рату. Да је њена разноврсност необично велика и сложена показује и чињеница да је у последњем рату употребљен преко један милион разних производа технике. Не улазећи у то да ли су ови подаци тачни, или су у мањем или већем мјеру нетачни, они и као такви говоре о степену заступљености технике у савременим условима ратовања и о њеном мјесту и улози у савременој армији.

Развој техничких борбених средстава последице Другог свјетског рата пошао је још бржим темпом напријед (појава атомског наоружања, борбених авиона са аутоматским пилотом и слично — иако сада тек у зачетку), и вјероватно да ће ићи и даље и извршити свој нужни утјецај на организацију и тактику армија. С обзиром на овакову улогу, мјесто и значај технике у армији уопће, техници којом је опремљена наша Армија мора се посвјетити свестрана пажња, како у погледу овлађивања тако и у погледу усавршавања, употпуњавања и одржавања. Мишљења да техника не рјешава све, само су дјеломично тачна. Јер не може бити нити говора о савременој армији без савремене технике, нити о побједи технички заостале над технички развијеном армијом, јасно под условом да су и остали елементи побједи подједнаки. Пошто је човек био и остаје главни елемент тактике, предност је увјек на страни онога тко је до савршенства упознат са својим техничким средствима, тко је боље

Гаћеša, N. i dr., Šezdeseta godina Vojnotehničkog glasnika: Svi naši jubileji, str. 7-41

овладао њима и тко их умије боље употребити и користити се њима у свим условима. У рукама доброг мајстора техника је моћно средство и може дати одличне резултате и, обратно, у рукама слабог мајстора то је само колос без живота.

Из овога треба извући закључак да свака савремена армија мора имати не само савремену технику него и кадар који је њоме овладао до савршенства.

Наша је земља, захваљујући правилној политици Врховног команданта, друга Тита, и упорности наших радних људи, створила и ствара услове да Армију наоружа и опреми најсавршенијом техником. Можемо рећи да су на том пољу постигнути крупни успјеси и поред тешкоћа које смо имали и које још имамо. На старјешинском кадру остаје даљи задатак, а то је да овлада повјереном му техником до савршенства, да је зна не само употребити него и поштовати и његовати, како би она стварно била моћно оружје у одбрани наше слободе од сваког агресора. Дужност је руководиоца кадра не само да он сам овлада повјереном му техником него и да учини све како би њоме овладале хиљаде и стотине хиљада синова наших народа који као војници пролазе кроз Армију.

За разлику од резултата постигнутих на осталим пољима дјелатности у Армији, чини ми се да баш на овоме пољу — на пољу овлађивања техником — није довољно учињено. Ако се са тиме сложимо и уложимо веће напоре у извршавању тог задатка, лакше и брже ћемо поправити оно што смо пропустили да учинимо. У том смислу треба да нам пружи ефикасну помоћ и „Војно-технички гласник“.

Задатак часописа није само у томе да разматра техничка достигнућа у ужем смислу и тактичко-техничку употребу борбених средстава којима је опремљена једна савремена армија, посебно наша, чиме би само дјеломично одговорио постављеном циљу, него и да буде упоран технички агитатор; да на најприкладнији начин развија код људи љубав и интересовање за технику уопће, нарочито за технику којом рукују или којом ће руководити; да буде носилац одређене политике техничког развоја наше Армије; да буде мјесто гдје ће људи развијати своја мишљења и запажања и давати приједлоге, на основи искустава стечених у пракси, у погледу најбржег и најефикаснијег овлађивања техником, у погледу њеног усавршавања и употпуњавања, њега и чувања. Није потребно истицати да часопис мора првенствено да третира питања и проблеме који се односе на технику, наоружање и опрему наше Армије. Тек такав, он ће моћи свој задатак у цјелости да изврши.

Такођер, није сувишно напоменути да се данас питање уздизања техничке културе нашег кадра поставља умного оштријој форми него досад зато што је Армија у ситуацији да све више и све брже прима разноврсна техничка средства за своје наоружање и опрему.

Нема сумње да се задатак уздизања техничке културе може и мора успјешно извршити, чему треба да допринесе и „Војно-технички гласник“. Баш због те и такве његове улоге не би смјело да буде ни једног руководиоца у ЈНА који не би пратио његову тематику. Исто тако и сарадња у часопису мора бити постављена на широкој основи, тј. у њему треба да сарађују сви они руководиоци наше Армије који својим знањима и искуствима могу помоћи да часопис одговори постављеном задатку.

PET GODINA VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA

Generalpotpukovnik Rudi Petovar

Vojnotehnički glasnik kao stručni časopis za tehniku, naoružanje, opremu i snabdevanje svih rodova i službi sa početkom 1958 ušao je u šestu godinu svoga izlaženja. Prema Naredbi načelnika Generalštaba JNA od avgusta 1952 g., po kojoj je izvršena reorganizacija izdavanja dotadašnjih vojnih časopisa, Vojnotehničkom glasniku je stavljeno u zaadatak:

»... da razmatra i proučava pitanja u vezi sa naoružanjem, tehnikom i ostalom materijalnom opremom rodova i službi u pogledu: poznavanja, rukovanja, upotrebe, dejstva, čuvanja, otklanjanja neispravnosti i usavršavanja materijala;

da razmatra pitanja u vezi sa organizacijom pojedinih službi;

da rasvetljava tehnička pitanja organizacije i ratna iskustva službi pozadine uopšte, kao i vojnog saobraćaja i evakuacije«.

Iz iznetog se vidi da je časopisu kao osnovni zadatak postavljeno — da podiže tehničku kulturu cjelokupnog starešinskog kadra naše Armije, što nije nimalo lako ni jednostavno ako se ima u vidu stalni razvoj tehnike i brojnost i raznovrsnost tehničkih sredstava kojima su opremljene jedinice vidova, rodova i službi, odnosno kojima će one sutra biti opremljene.

Drugi zadatak VTG-a bio je da izborom tematike zadovolji u najvećoj mogućoj mjeri potrebe kadra koji rukuje i izvodi nastavu sa naoružanjem, tehnikom i dr. opremom, a takođe i potrebe tehničkog kadra (tehničkih podoficira i oficira, tehničara i inženjera) koji rukovodi tehničkom službom u jedinicama ili se stara o čuvanju, remontu i usavršavanju naoružanja i tehnike, tj. koji radi u skladištima, radionicama, zavodima i institutima Armije.

Cilj je ovoga osvrta da ukratko analizira u kojoj su mjeri izvršeni postavljeni zadaci, kako bi se mogli izvući zaključci koji bi poslužili Uredništvu kao smjernice za budući rad, a saradnicima kao putokaz za saradnju, a što sve treba da dovede do daljeg unapređenja časopisa.

Odmah valja istaći petogodišnje napore Uredništva da izvrši postavljene zadatke i da sadržaj časopisa prilagodi što je moguće više zahtjevima trupe. Svakako da to nije bilo lako učiniti. U tome pogledu stalno su se javljale dvije protivurječne težnje: prva, da se časopis po načinu tretiranja tematike što više približi zahtjevima trupe, trupnih starješina, te da na najprikladniji, neposredan i razumljiv način razvija interesovanje i ljubav prema tehnici sa kojom oni rukuju; druga, da tretirajući svakodnevnu problematiku tehnike u trupi, časopis zadrži jedan viši naučni nivo, neophodan kako stručnom i naučnom kadru tako i ostalim, tehnički uzdignutijim pripadnicima Armije.

U proteklom petogodišnjem periodu, tj. zaključno sa br. 12/57, na oko 3800 strana VTG-a objavljeno je ukupno 1000 članaka u kojima je tretirana tematika po vidovima, rodovima i službama i to:

95 opšta članka ili 9,5% iz raznih grana tehnike i organizacije vidova, rodova i službi snabdevanja, sa širom namjenom;

183 članka ili 18,3% iz domena zemaljske i PA artiljerije;

141 članak ili 14,1% iz domena inženjerije;

37 članaka ili 3,7% iz domena ABH problematike, od čega 1,7 iz domena atomistike;

151 članak ili 15,1% iz domena veze;

140 članaka ili 14% iz domena oklopnih jedinica;

65 članaka ili 6,5% iz domena mototehnike i saobraćaja;

6 članaka ili 0,6% iz domena tehnike ratne mornarice;

4 članka ili 0,4% iz domena tehnike ratnog vazduhoplovstva;

142 članka ili 14,2% iz domena intendantske i finansijske službe;

19 članaka ili 1,9% iz domena veterinarske službe i

17 članaka ili 1,7% iz domena sanitetske službe.

Svi ovi članci štampani su u prvoj — opštoj rubrici časopisa i u rubrici »Iz oblasti službi i snabdevanja«.

Pored toga, na oko 1000 strana svih izdatih brojeva VTG-a, tj. na 20% ukupnog prostora, objavljeni su članci iz iskustva inostranih armija i naučne i tehničke novosti i zanimljivosti. Po svojoj sadržini obe ove rubrike su opšteg karaktera, jer doprinose lakšem praćenju razvoja naoružanja i tehnike svih vidova, rodova i službi u savremenim armijama svijeta, a time, prirodno, i podizanju stečene tehničke kulture na sve viši stepen.

Pored tematike koja je štampana na stranicama VTG-a, Uredništvo je počev od 1955 godine otpočelo i sa izdavanjem Vojnoekonomskog pregleda, u kome su objavljivani članci iz oblasti intendantske i finansijske službe. Pored ovoga objavljeni su i povremeni prilozi: Materijal za izučavanje osnovnih elemenata ekonomike FNRJ, Sredstva veze, Iz tehnike inženjerije JNA i dr. Počev od 1957 g. Vojnoekonomski pregled izlazi redovno svaka dva meseca, a na njegovim stranicama objavljivani su članci iz oblasti intendantske i finansijske službe i drugi koji tretiraju i posebnu armisku ekonomsku problematiku. Na taj način VTG je dobio više prostora za tretiranje čisto tehničkih pitanja ostalih rodova i tehničkih službi.

Iz iznetog pregleda vidi se da je u časopisu najviše prostora posvećeno tematici iz oblasti artiljerije, inženjerije i veze. Mototecnika — problematika iz domena borbene i neborbene tehnike a uz ovu i problematika saobraćajne službe — eksploatacija tehnike, nalazi se tek u drugoj polovini prikazane ljestvice. Intendantskoj i finansijskoj službi, bez Vojnoekonomskog pregleda, dato je u VTG takođe dosta mesta, u upoređenju sa brojem članaka, što je ravno artiljeriji odnosno inženjeriji. Prema značaju tehničkih službi i saobraćajne službe i prema njihovoj ulozi u jedinicama, smatram da bi ubuduće časopis trebalo da obezbijedi saradnju koja će mnogo šire i bogatije tretirati navedenu problematiku.

Isto tako ubuduće će biti potrebno posvetiti više prostora tretiranju materijalno — tehničke problematike iz domena ABH službe, a posebno atomistike, s obzirom na njezinu sve značajniju ulogu.

Treba napomenuti da je časopis u prve tri godine svoga izlaženja objavljivao veoma često i u većem broju opise pojedinih tehničkih sredstava i naoružanja. Ovi opisi su zamjenjivali pravila i uputstva koja još nisu bila

sređena i izdata. U tome periodu časopis je, pored svoje osnovne namjene, imao i ulogu priručnika, naročito za trupne starješine. Svakako je i to razlog što su u ukupnom pogledu, prema broju objavljenih članaka, neki rodovi i grane otkočili od drugih (od mototehnike, naprimer).

Članaka koji tretiraju problematiku trupe (uključujući i opise pojedinih vrsta naoružanja i drugih tehničkih sredstava) bilo je u proteklom periodu 535 od 1000 ukupno objavljenih; nešto više od 50. Odnos saradnika, autora objavljenih članaka, bio je 383 iz trupe prema 345 van nje. Ovo pokazuje da u svom budućem radu Uredništvo treba da učini daljnje napore da časopis još više približi potrebama trupe; da obezbijedi još širu mrežu saradnika iz redova onih koji će oživiti i dalje razvijati ljubav i interesovanje za tehniku, koji njome rukuju, čuvaju je i održavaju. Već se nalazimo u periodu kada su osnovna pitanja iz organizacije, rukovanja, i upotrebe i, najzad, iz sistema održavanja i čuvanja, — razrađena i utvrđena kroz odgovarajuća pravila, uredbe i uputstva. Ostalo je na neposrednim korisnicima — trupnim štabovima i starješinama — kako i na koji način će sve to primijeniti odnosno izvršavati. U ovom posljednjem, u realizaciji — i jeste težište čitavog posla. U svakodnevnoj praksi, u trupi i drugdje u Armiji, stiču se nova zapažanja, koja se kroz izmjenu mišljenja formiraju u zaključke i iskustva. Na stranicama časopisa takvim izmjenama mišljenja i uopštavanju iskustava treba dati mnogo više prostora i kroz najprikladnije forme objezbjediti saradnju upravo na razradi takvih pitanja.

Odnos uskostručnih članaka prema ostalim i svrsishodnost njihovog objavljivanja na stranicama časopisa tokom pet proteklih godina, zaslužuje da se i o tome nešto kaže. U većem delu od 60 objavljenih brojeva časopisa mogu se naći članci koji su po načinu tretiranja, materiji i nivou, zanimljivi i nužni za relativno uži krug čitalaca, uglavnom za one koji se bave naučnim radom, ili rade u višim komandama i raznim institutima. Zaista, ima dosta brojeva u kojima će prosječan čitalac naći veoma malo materijala koji dovoljno razume i koji mu je potreban. I odnos pretplatnika iz viših komandi prema onima iz trupe govori u prilog prvih, što ne zadovoljava kada se kao osnovni zadatak pred časopis postavlja — širenje i produbljivanje tehničke kulture upravo u najnižim, osnovnim jedinicama u Armiji. Ovdje se može postaviti pitanje da li članak koji interesuje samo mali broj pretplatnika treba da zauzima na stranicama časopisa mjesto napisu koji će naići na šire interesovanje. Ovo pitanje je aktuelno i ono se možda može riješiti tako da se u povremenim priložima, sa ograničenim tiražem, takvi članci objavljuju i namjenjuju užem krugu čitalaca. Izdavanje povremenih priloga, u kojima se razmatra tematika iz domena roda ili tehničke službe odnosno grane, namjenjena užem krugu čitalaca — dosada se pokazalo korisnim i ekonomski opravdanim i zato ga treba i dalje primjenjivati. Istovremeno, time će časopis moći mnogo šire i obilnije da tretira opštu problematiku trupe.

Tokom proteklih pet godina Vojnotehnički glasnik je prokrčio put do čitalačke publike. On je već po aktuelnosti problematike i načinu njenog tretiranja i korisnosti za trupu — izašao iz okvira službi. Značaj tehnike raste iz dana u dan, ona postaje svakodnevna briga svih vidova i rodova, komandi svih stepena. Tehnička pitanja i pitanja materijalnog obezbjeđenja usko su povezana sa ostalim pitanjima iz oblasti komandovanja, organizacije, načina upotrebe i tsl. Ova činjenica nameće potrebu da Uredništvo proširi svoju radnu platformu i da obezbijedi što širu saradnju rodova i komandi, bez obzira da li su oni i nosioci službe odnosno grane ili ne. Prilaženje pro-

blemima tehnike, materijalnog objezbjeđenja, rukovanja i održavanja dolazi kao rezultat opštetaktičkih i operativnih studija i zaključaka. Saradnja svih vidova, rodova i službi sa jedne strane, i časopisa sa druge, treba da čini osnovu pravilnog rješavanja svih materijalno-tehničkih problema, naročito organizacijske i nastavne prirode. Zato će biti potrebno da Uredništvo obezbjedi još užu saradnju sa ostalim vojnostručnim časopisima u cilju koordinacije u načinu tretiranja problematike. Time bi se izbjeglo uporedno objavljivanje napisa sa sličnom tematikom i ostvarilo nužno razgraničenje, u cilju postizanja jedinstva misli i pogleda.

Nema sumnje da je Vojnotehnički glasnik u dosadašnjem periodu svoga izlaženja odigrao značajnu ulogu u tehničkom vaspitanju našeg kadra i tretiranju aktuelne materijalno-tehničke problematike. Za ovo vrijeme stekao je i širok krug saradnika, kao i svoju čitalačku publiku, i mnogo pomogao komandovanju da lakše uočava i rješava niz problema iz svakodnevnog rada.

Međutim, cilj ovog izlaganja nije bio da naglašava uspjehe časopisa, već da kroz iznošenje izvjesnih zapažanja razmotri pitanja čije uspješno rješavanje treba da omogući njegovu još širu afirmaciju. U izvršavanju postavljenih zadataka glavnu pomoć Uredništvu časopisa treba da pruže trupne starješine. Njihova plodna saradnja treba da se ogleda u: postavljanju pitanja i traženju odgovora iz domena tehnike i naoružanja; predlaganju problematike koju treba razrađivati; iznošenju kritičkih osvrta na pojedine članke; davanju sugestija za tehničko i drugo unapređenje časopisa, itd. Ukoliko starješine komandi i trupne starješine u cjelini shvate Vojnotehnički glasnik kao svoj časopis, što je nužno, i u njemu sarađuju i izmjenjuju stečena iskustva u vezi sa skupocjenom tehnikom i naoružanjem koje im je povjereno, — na stranicama časopisa naći će sve ono što će im koristiti pri svakodnevnom rješavanju problema. Od toga zavisi uspjeh u nastavi i materijalnom obezbjeđenju njihovih jedinica.

Tehnika traži razumjevanje i poznavanje od strane onih koji njome rukuju. Samo u tom slučaju može ona korisno da posluži čovjeku. Ta znanja, tu svakodnevnu problematiku, izmjenu mišljenja i iskustava, treba naše starješine da nađu na stranicama ovog časopisa u većoj mjeri nego što je dosad bio slučaj.

U avgustu 1962. godine obeležena je deseta godišnjica *Vojnotehničkog glasnika* [3]. U to vreme časopis je uređivao pukovnik Zdravko Verbić (od broja 11/1960 do broja 5/1966).

U tom periodu časopis je pratio modernizaciju i prilagođavao se promenama u Armiji, njenim vidovima, rodovima i službama.

Prigodni članak za obeležavanje jubileja napisao je tadašnji član uređivačkog odbora general-potpukovnik Vlado Matetić, koji, je, pored ostalog, napisao: „Današnji čitalac Glasnika mora u njemu da nađe članke naučnog i stručnog karaktera o razvoju nove tehnike ne samo kod nas nego i u svetu, da bi bio u toku tehničkih inaučnih dostignuća današnjice ... Danas je Vojnotehnički glasnik ... dostigao zavidan kvalitativan nivo i uspeo da se plasira ne samo u Armiji, već ga koriste i u njemu sarađuju i tehnički kadrovi van nje“.

DESET GODINA VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA

General-potpukovnik Vlado Matetić

»Kada je reč o stručnom obrazovanju, jasno je da se od vojnih časopisa ne može tražiti da budu vojnostručni udžbenici. Oni ne mogu pravilski prezentirati materijal. Oni imaju prvenstven zadatak da na osnovi pravilskih odredbi proširuju, dopunjuju, razrađuju i tako obogaćuju znanje koje vojnici i starešine stiču na drugim mestima obukom, školovanjem, pripremama za ispite za čin, individualnim radom itd. Ima, međutim, ponekad zahteva da se u vojnim časopisima, pa čak i u listovima, tematika tretira onako kako je to uobičajeno u stručnom priručniku. To je, nema sumnje, rezultat neshvatanja uloge vojne štampe i njene funkcije«.

(Iz intervjua generala armije Gošnjaka listu »Narodna Armija«)

Brz porast i visokokvalitetan razvitak tehnike najraznovrsnijih kategorija u svim rodovima i službama jedna je od karakteristika savremenih armija. Koliko i kakvih će tehničkih sredstava neka vojska imati u naoružanju, zavisi od mnogih činioca, među kojima ekonomski nema malu ulogu. U današnjoj eri tehničkog napretka i u uslovima hladnog rata realizovana su, uz ogromne materijalne izdatke, mnoga vrhunska ostvarenja borbene tehnike, koja su nedostižna za zemlje slabijih ekonomskih mogućnosti. No svaka zemlja teži da, u skladu sa svojim ekonomskim potencijalom, prati savremeni razvoj i da bar u nekim oblastima ide u korak s najvišim tehničkim dostignućima.

Kakva bi bila stvarna vrednost tehnike koju ima jedna vojska, zavisi od mnogih faktora. Nema potrebe dokazivati da su teorije o svemoći tehnike izgubile svaku realnu vrednost, jer je istorijski bezbroj puta dokazana i postala opštepoznata istina da su glavni faktori vrednosti jedne vojske i moći jednog naroda — njihova moralna snaga i jedinstvo, rešenost da izdrže i najveća iskušenja u odbrani slobode i nezavisnosti. Prema tome, i vrednost tehnike zavisi, u prvom redu, od moralnih kvaliteta onoga kome je ona poverena. Naša neposredna prošlost — četvorogodišnji uspešan rat protiv moderno naoružanog i opremljenog neprijatelja i konačna pobjeda naroda, koji na početku borbe nije

imao ništa sem ogromne moralne snage i rešenosti da pobedi — najbolje svedoči o pravom mestu i vrednosti čoveka i tehnike u ratu.

No sve to ne treba da znači da potcenjujemo vrednost i važnost savremene tehnike. Naprotiv, sasvim je razumljivo da savremena borbena sredstva, celishodno upotrebljena, silno jačaju borbene mogućnosti i udarnu snagu jedinice i vojske u celini.

Masovno uvođenje motora svih vrsta u sve rodove i službe unelo je ogromne promene u manevarske sposobnosti vojske u celini. Danas nema ni jednog roda ni službe koji nisu pošli putem motorizovanja. Pešadija na guseničarima, automobilima, transportnim avionima i helikopterima poravnala se po brzini kretanja sa motomehanizovanim jedinicama, a često ih i premašuje. Slično je i sa ostalim rodovima. Sem sredstava koja služe za izvršenje pokreta, porastao je i arsenal sredstava koja omogućuju da se protivnik otkrije, da se na njega usmeri i izvrši udar. Može se slobodno reći da skoro nema tehničkog pronalaska koji na neki način nije našao primenu u vojnoj opremi i naoružanju, odnosno koji ne služi da se ta oprema i naoružanje proizvedu i održavaju....

Današnji čitalac Glasnika mora u njemu da nađe i članke naučnog i stručnog karaktera o razvoju nove tehnike ne samo kod nas nego i u svetu, da bi bio u toku tehničkih i naučnih dostignuća današnjice.

Ako se Glasnik u svome razvoju u prvoj etapi morao više okrenuti trupi i praksi, što je tada bilo opravdano, danas u njemu treba sve češće da se nalaze članci koji će služiti sve višem tehničkom uzdizanju ne samo tehničkog nego i celokupnog kadra Armije.

Danas je Vojnotehnički glasnik došao u stadijum neosporno solidne i osigurane egzistencije. Dostigao je zavidan kvalitativan nivo i uspeo da se plasira ne samo u Armiji, već ga koriste i u njemu sarađuju i tehnički kadrovi i van nje.

No, ipak, i pored objektivnih razloga za povoljnu ocenu rezultata koje je naš Glasnik ostvario, ne možemo a da ne naglasimo da zadatak svih onih koji se o njemu brinu — Uređivačkog odbora, urednika, saradnika i tehničkog i upravnog aparata — ni iz daleka nije ispunjen. Pred svima njima još stoje akutni i značajni problemi. Jedan glasnik ovakve vrste nikad ne dolazi u završnu fazu, nikad ne dobija formu ni sadržajnost na kojima se treba zaustaviti, on ne sme da uđe u fazu stagnacije. Glasnik kao što je naš živi, razvija se, modifikuje i prilagođava uslovima života sredine kojoj pripada, sledi

zahtevima koje ta sredina postavlja, služi toj sredini. Naš Glasnik postoji radi našeg tehničkog kadra (podoficira i oficira, tehničara i inženjera) i drugih kadrova, radi naše nauke, tehnike i prakse uopšte. On ima mnoge i veoma odgovorne obaveze, tim pre što je on glasilo i niza naših tehničkih institucija u Armiji i što treba da bude neprestani pratilac i registrator svih zbivanja u našoj tehničkoj i naučnoj delatnosti.

U tome domenu svoje delatnosti Vojnotehnički glasnik ne uspeva još uvek da bude sveobuhvatan, da bude uvek aktuelan. Nedovoljno je materijala kojim bi se razmatrala nova tehnička dostignuća u svetu uopšte na popularan i širokom krugu čitalaca pristupačan način. Naročito u ovom smislu treba usredsrediti buduće napore i brigu i učiniti ga da postane zaista i ovde blizak svojim čitaocima, da bude tražen i da postane potreba.

Očekujemo da će i nastojanja celokupnog tehničkog kadra biti usmerena u tom pravcu. U tim nastojanjima, međutim, nužna je neophodno puna pomoć i podrška ne samo tehničkog kadra nego i rukovodilaca u rodovima i službama gde se tehnika nalazi na upotrebi kao i tehničkih instituta, uključujući neke i van Armije.

Samo tako udruženim snagama bićemo u stanju da odgovorimo zadacima koji se pred Glasnik postavljaju i da doprinesemo njegovom budućem razvoju i kvalitetnom usponu.

Obeležavanje 25-godišnjice *Vojnotehničkog glasnika*, na izuzetno upečatljiv i uspešan način, organizovao je 1977. godine tadašnji urednik pukovnik Nikola Zorić [4, 5]. Njegove prethodnike takođe karakteriše predan i kontinuiran urednički rad i uspesi: pukovnik Slavko Čolić (urednik od broja 6/1966 do broja 7/1968), pukovnik Radisav Brajović (urednik od broja 8/1968 do broja 6/1973) i pukovnik Stanimir Ćirić (urednik tri broja u 1974. godini. Povodom ovog jubileja izvršena je veoma precizna analiza dotadašnjih priloga i njihovih autora, a posebno priznanje odati je prethodnik uredništvima i uređivačkim odborima. U toj godini jubileja, Ukazom predsednika SFRJ br. 157, od 12. 12. 1977. godine, „za izvanredne rezultate postignute u ostvarivanju zadataka od posebnog značaja za narodnu odbranu“, *Vojnotehnički glasnik* je odlikovan Ordenom za vojne zasluge sa velikom zvezdom.

Jubilarna godina »Vojnotehničkog glasnika« 1952—1977

U avgustu 1977. godine navršio se 25 godina od osnivanja stručnog časopisa Jugoslovenske narodne armije, koji izdaje Savezni sekretarijat za narodnu odbranu.

U naredbi o osnivanju, donesenoj 27. avgusta 1952. godine, piše: „U cilju daljnjeg, šireg i usklađenijeg unapređenja naše teorije i prakse u oblasti vojnih znanja, kao i pomoći starešinama rodova i službi naših oružanih snaga u njihovom svestranijem stručnom usavršavanju NAREĐUJEM da od novembra meseca t.g. izlazi stručni vojni časopis „Vojnotehnički glasnik“ — za tehnička pitanja u vezi sa naoružanjem i snabdevanjem rodova i službi, kao i njihove tehničke i ostale opreme... — Osnovni zadaci časopisa... — Sadržaj... — Od novembra t.g. presteće da izlaze Artiljerijski glasnik, Tenkovski glasnik, Glasnik Inženjerije i hemijskih jedinica, Glasnik veze i Glasnik pozadine i snabdevanja“.

Časopis se razvijao u toku 24 godine i na svojim stranicama objavio na hiljade članaka, iskustava i teorijskih radova autora, vojnika, starešina, vojnih majstora, inženjera, doktora nauka, mlađih oficira, generala. Oni su nesebično prenosili drugima svoja iskustva i znanja, pisali, stvarali i crtali, da bi ubrzali razvoj vojne misli i nauke u celini. Nisu žalili svoje slobodno vreme, jer su znali da to od njih traži njihov vrhovni komandant, drug Tito. Znali su da je pisana reč dragocena i trajna, da direktno doprinosi povećanju snage i borbene gotovosti oružanih snaga Jugoslavije, a time i sigurnijem razvitku naše socijalističke revolucije, koncepciji opštenarodne odbrane, samoupravljanju, nesvrstanoj politici, miru i ugledu naše zemlje u svetu.

Časopis je stekao ugled i priznanje stručnog glasila, ne samo kod starešina i građanskih lica na službi u jedinicama, vojnim školama i ustanovama JNA i oružanih snaga Jugoslavije u celini, već i u naučnim institucijama, fakultetima i nekim privrednim organizacijama, što se ogleda u plodnoj saradnji i širokoj čitalačkoj publici u našoj zemlji. Napisi se priznaju kao stručno objavljeni radovi i vrednuju se u daljem razvoju starešina, nastavnika i nastavnih kadrova visokoškolskih ustanova JNA i u građanstvu.

Pomoć koju autori i čitaoci pružaju Redakciji od izuzetnog je značaja, a obostrana saradnja je na zavidnoj visini. Starešine su shvatile da je časopis njihov i da postoji zbog njih, da doprinosi uvećanju njihovog znanja i služi za razmenu pozitivnih iskustava, pa se broj i kvalitet članaka neprestano uvećava, što odgovara opštem razvoju obrazovanja, znanja i sposobnosti ljudi, i uvođenju sve složenijih tehničkih i borbenih sredstava. Može se reći da je u poslednje vreme sve više radova starešina koji neposredno rukuju borbenom tehnikom, koju održavaju i opravljaju, starešina iz jedinica koje objavljuju svoje radove i prenose iskustva i sugestije iz svakodnevnog rada i obuke, daju predloge za racionalizacije, unapređenja i inovacije, i da preovladava praksa i teorijski radovi za primenu u neposrednoj praksi. Takođe je značajna pomoć stručnih recenzenata i stručnih saradnika iz široke strukture JNA pri obradi članaka, sugestijama, oceni kvaliteta i aktuelnosti, kao i članova uređivačkih odbora koji umešno sprovode politiku i koncepciju časopisa.

Sa ovako skromnim ali značajnim rezultatima časopis ulazi u dvadeset petu godinu rada.

Uređivački odbor je na svojoj sednici planirao zadatke kojima će se obeležiti ovaj jubilej časopisa, koji će dobiti posebno obeležje u svih šest brojeva 1977. godine, i u obradi i u sadržaju. Odbor za proslavu će razraditi bliže aktivnosti kojima će se na dostojan način realizovati proslava rođendana jedinstvenog stručnog časopisa JNA.

Na iskren, topao i neposredan način treba se setiti ljudi koji su zaslužni za razvoj i podizanje nivoa časopisa, autora, članova uređivačkih odbora, odgovornih urednika, urednika i drugog tehničkog osoblja koje je radilo i utkalo svoja znanja i snage za kvalitetniji časopis.

REDAKCIJA

Pukovnik Nikola Zorić je, kao glavni i odgovorni urednik, na samoj svečanosti održao zapažen govor o dotadašnjem trajanju *Vojnotehničkog glasnika*. Inače, pukovnik Zorić je bio urednik od broja 4/1974 do broja 3/1978.

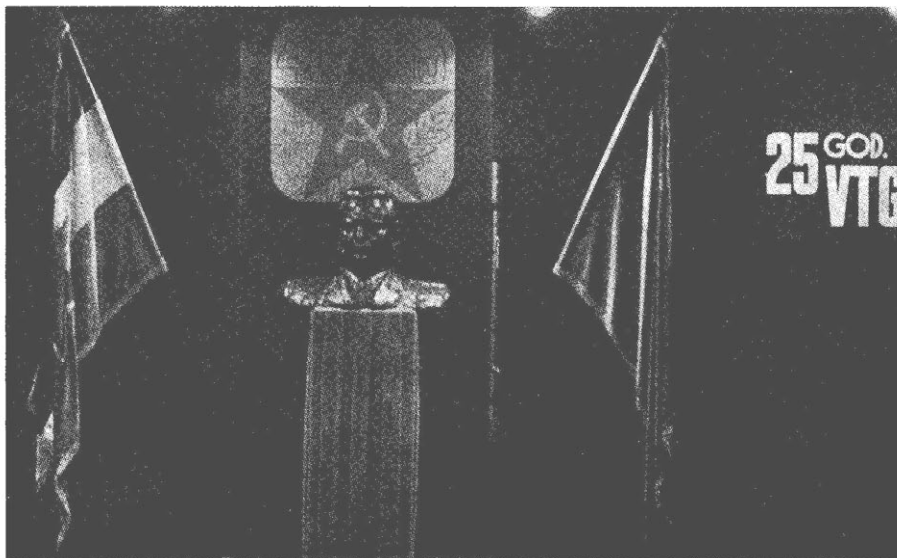
Proslavili smo naš jubilej

Na Svečanoj sednici održanoj 14. X. 1977. godine u Domu JNA Beograd, podnet je referat o razvoju „Vojnotehničkog glasnika” i njegovim daljim tendencijama.

Drugarice i drugovi,

Pripala mi je čast da kažem, ukratko, o razvoju i radu „Vojnotehničkog glasnika” u proteklih 25 godina. Govoriti o stručnom časopisu JNA, označiti sve faze razvoja realno, obeležiti njegove uspehe i dostignuti nivo, nije moguće ako se ne govori o ljudima koji su sve to ostvarili.

To su oni ljudi koji su pisali, oni koji su pisanu reč oblikovali, želeći da joj udahnu život, da u nju utkaju sva svoja znanja i sposobnosti da bi došla do čitalaca sa svim osobinama angažovane, istinite i ko-



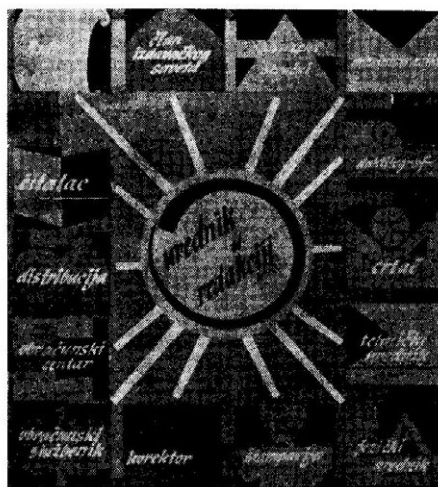
VOJNOTEHNIČKI GLASNIK • 709

Gaćeša, N. i dr., Šezdeseta godina Vojnotehničkog glasnika: Svi naši jubileji, str. 7-41

risne informacije. Ova informacija je uvek bila namenjena starešinama i stručnjacima u JNA, vojnicima, radnom čoveku naše zemlje i našem radnom čoveku izvan zemlje, progresu nauke, boljoj borbenoj i drugoj obuci i borbenoj gotovosti naših oružanih snaga.

Na stranicama časopisa, pored pisanih priloga, upisana su imena oko 2.630 autora i prevodilaca, među kojima su starešine svih činova, od generala do mlađih oficira, zaključno sa vojnikom, i stručnjaci od doktora vojnih i drugih nauka do kvalifikovanog radnika. Oni su bili autori, pisci članaka, prevoda i tehničkih informacija — u pravom smislu novinari ovog stručnog časopisa. Oni su ugradili svoja znanja, iskustva i ne-sebično dali svoje slobodno vreme da bi popunili raznicu napisanog teksta za naše starešine i javnost. Ima i takvih autora koji su se na stranicama časopisa javljali i više od 30 puta sa napisanih oko 600 autorskih stranica, a takođe i prevodilaca koji su priložili oko 1.100 autorskih stranica.

Na prvim stranama časopisa u toku 25 godina upisana su imena 62 člana Uredivačkog odbora, ne računajući članove sadašnjeg Izdvačkog saveta. Oni su umeli da kreiraju vrednu politiku, programsku koncepciju i orijentaciju za veoma stručan i tehnički raznorodan časopis. To su sve iskusni stručnjaci koji rade na vojnoj tehnici i nauci i za nju, visoki vojni rukovodioci i entuzijasti, koji su uložili veliki rad i znatno pomogli da se dobije kvalitet časopisa kakav je danas, koji dosledno prati realizaciju koncepcije ONO.

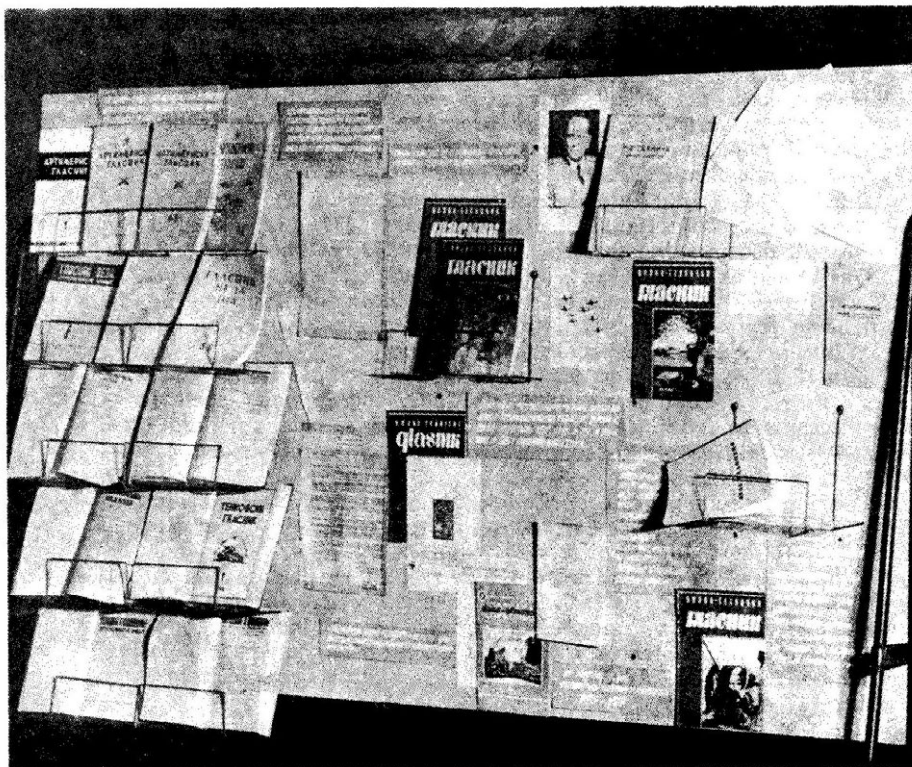


U Uredništvu i Redakciji časopisa radilo je oko 45 odgovornih urednika, urednika, jezičkih i tehničkih urednika, korektora, crtača, sekretara, daktilografa i drugog tehničkog osoblja. To je radni tim koji se uvek nalazi u komunikativnom prostoru između autora, stručnog recenzenta, drugih faktora i javnosti — čitaoca. Neki od tih ljudi ostaju uvek anonimni za javnost, pa ih možemo samo ponekad pomenuti ili

napisati njihova imena na ovakvim svečanostima i, na taj način, odati društveno priznanje za ugrađenu ciglicu u građevinu od 25 tomova „Vojnotehničkog glasnika“. Jedni su ovde sa nama, drugi nisu mogli doći, neki nisu znali, a neki nisu ni dočekali ovaj svečani trenutak.

Do danas je štampano 269 brojeva časopisa ili oko 24.000 stranica. Na svakoj stranici je prosečno po 1 grafički prikaz, crtež, šema, slika ili tabela, što je značajna karakteristika „Vojnotehničkog glasnika“. Međutim, obrađeno je još skoro isto toliko stranica materijala koji nije objavljen, kao i mnogo pratećih dokumenata, pisama, planova, sadržaja, priloga i drugih materijala. Na njima je skoro uvek radio ceo tim u lancu radnog procesa pisane i štampane reči za ovaj časopis. Mnoštvo objavljenih priloga, priručnika i drugog materijala su, takođe, perla u niski rezultata „Vojnotehničkog glasnika“.

Ako se zna da u delatnosti oblikovanja pisane reči postoji organizovani proces u kojem se mora paziti na svako slovo, zarez, crtu, reč, naslov, sliku, izraz, stil i dr., što zahteva javna informacija, onda se tek može dobiti potpuna slika rada i odgovornosti svakog pojedinca u tehnološkom procesu.



VOJNOTEHNIČKI GLASNIK • 711

Časopis je 1952. godine osnovan i nastavio je tradiciju 5 rodovskih časopisa koji su izlazili od 1947. do osnivanja VTG. To su časopisi artiljerije, oklopnih jedinica, veze, inženjerije i hemijskih jedinica i pozadine i snabdevanja. „Vojnotehnički glasnik” je nastavio da piše o vojnoj opremi, naoružanju, tehnici, tehnologiji i nauci u celini i, u tom pogledu je kao jedinstven časopis u JNA veoma cenjen na visokoškolskim ustanovama u armijskom, i školstvu u građanstvu.

Struktura časopisa, rubrike i područja koja on obrađuje menjali su se paralelno sa razvojem i modernizacijom OSJ, a prema zadacima postavljenim na osnovu uređivačke politike i programske koncepcije. Težnja je uvek bila i ostaje da se što više pomogne starešini u jedinici, da se što pre prenesu pozitivna iskustva i saznanja, i da nauka pomaže praksi kako bi naše oružane snage bile sposobnije i jače.

U „Vojnotehničkom glasniku” je 1954, 1955, i 1956. godine izdato 11 brojeva priloga „Vojnoekonomskog pregleda” koji je, zatim, do 1963. godine, izlazio kao poseban časopis u okviru Redakcije VTG, pa se može reći da je VEP ponikao u „Vojnotehničkom glasniku”.

U prvim godinama izlaženja VTG služio je starešinama kao neophodan priručnik i stručna literatura za svakodnevni rad i lično stručno uzdizanje. Tada je štampan u oko 18.000 primeraka, a zatim je tiraž u početku 70-tih godina pao na cifru od 2.400 primeraka. Međutim, danas je sve više i više pretplatnika i autora, stručnjaka i inženjera koji pišu članke u časopisu i koji čitaju napise, tako da je tiraž oko 4.500 primeraka i svake godine je sve veći. Časopis je cenjen i radi toga što se napisi u njemu računaju kao objavljeni stručni radovi.

Najbolje ostvarena saradnja za proteklih 25 godina je iz područja veze i elektronike sa oko 18% pisanog materijala, inženjerije 14%, artiljerije 10%, remonta i održavanja 7% itd.

Najviše objavljenih autorskih priloga je 33, zatim 19, 16, 15 itd.

Najveći broj objavljenih stranica autora je 437, 139, 117, 109 itd.

Najviše objavljenih stranica prevoda je 882, zatim 103 i 100.

Ovi statistički podaci su objektivna kvantitativna merila učešća, zalaganja i postignutih rezultata saradnika. Za kvalitativna merila, na žalost, nema realnih mogućnosti, te će biti nepomenut oni koji su dali orlo vredne priloge u toku proteklih 25 godina.

U periodu od 25 godina časopis je menjao svoja osnovna obeležja, formu i sadržinu. Tako je od 1952. do 1961. godine imao obeležje — stručni časopis za tehniku naoružanja, opreme i snabdevanja; do 1966. godine — stručni časopis rodova i službi JNA, a zatim stručni časopis JNA koga izdaje SSNO.

Svojom sadržinom, koncepcijom i aktivnim učešćem u realizaciji ONO, kao i sveobuhvatnošću tematike, ima tendenciju da bude „Stručni tehnički časopis OS Jugoslavije”.

U ovom svečanom trenutku može se reći da su postignuti rezultati veoma značajni, a zalaganje svih učesnika u procesu pripreme i oblikovanja pisane stručne informacije na stranicama „Vojnotehničkog glasnika” zadovoljavajuća, jer je postignuto da informacija korisno posluži starešinama i drugim stručnjacima u OSJ, kao i generacijama koje će doći.

Godine 1992. obeleženo je 40 godina od izlaska prvog broja [6, 7]. Tom jubileju prethodio je veoma uspešan, i najduži urednički rad pukovnika Miroslava Čojbašića (urednik od broja 4/1978 do broja 6/1989, a kasnije i od broja 3–4/1994 do broja 2/2000), kao i urednika pukovnika Tomislava Štulića (od broja 1/1990 do broja 6/1991). Prigodan članak napisao je predsednik izdavačkog saveta general-major Ratomir Milovanović, a urednik je bio pukovnik Živojin Grujić (od broja 1/1992 do broja 6/1993).

ČETRDESET GODINA VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA

Navršilo se četrdeset godina od izlaska prvog broja **Vojnotehničkog glasnika**. Malo je časopisa ovakvog profila koji su, za pune četiri decenije neprekidnog i redovnog izlaženja, izdržali sud javnosti — posebno vojnotehničke javnosti. Kao i svaki četrdesetogodišnjak, dovoljno je star da svedoči o izuzetno burnim vremenima i vrednim naporima velikog broja saradnika na razvoju i usavršavanju vojnotehničke misli.

Od utemeljenja, 1952. godine, pa do današnjih dana, Vojnotehnički glasnik se **isključivo** bavio stručnom — tehničkom problematikom i nikada nije obrađivao teme ideološko-političke prirode. Zahvaljujući uređivačkoj politici, programska koncepcija i orijentacija stalno su usavršavane, tako da je Vojnotehnički glasnik izrastao u stručni i naučni časopis koji je izuzetno cenjen ne samo u vojnoj sredini već i kod naučnih institucija u zemlji.

Impozantne su brojke koje govore o četrdeset godina života VTG-a: štampano je 360 brojeva na 35.650 stranica; objavljeno je 4.280 stručnih i naučnih autorskih radova; čitaocima je prezentirano 2.450 prikaza iz inostranih časopisa iz oblasti nauke i tehnike i 3.300 prikaza tehničkih novosti i zanimljivosti. Sve to vreme časopis se bavio: problemima teorije i prakse tehničkog obezbeđenja; tehnikom vidova, rodova i službi; razvojem, tehnologijama i proizvodnjom naoružanja i vojne opreme; organizacijskim problemima i obukom. Neosporno je da su sva ta stečena naučna, teoretska i praktična dostignuća doprinela razvoju vojnotehničke misli i obrazovanju pripadnika vojske, pa i šire.

Veliki jubilej VTG-a prilika je da se podsetimo svih pregalaca iz izdavačkog saveta, redakcija, urednika, saradnika i recenzenata, koji su ulagali maksimalne napore za očuvanje njegovog statusa, davali podršku uređivačkoj politici i obezbeđivali neprekidno i redovno izlaženje časopisa. Njima i svim drugima koji su na bilo koji način učestvovali u stvaranju i razvoju časopisa, odajemo punu zahvalnost. Bez obzira na sve što se u poslednjih nekoliko godina dešavalo u vojsci i društvu, časopis je uspeo da održi visoki nivo naučno-stručnog profila i da se istovremeno bavi teorijom i praksom tehničke službe i vojnom tehnikom.

Transformaciju Vojske Jugoslavije Vojnotehnički glasnik je prihvatio i realizovao u potpunosti. Očekujemo da će njegova intervidovska struktura, sa novim saradnicima iz mornaričko-tehničke i vazduhoplovno-tehničke službe, doprineti njegovoj daljoj afirmaciji kao stručnog i naučnog časopisa Vojske Jugoslavije, što VTG na pragu dvadesetog veka i treba da bude.

U ime izdavačkog saveta pozivam na saradnju sve pametne i umne pripadnike Vojske Jugoslavije, kao i sve pojedince, stručne i naučne institucije SR Jugoslavije. Tako ćemo, na najbolji način, omogućiti novi ciklus razvoja vojnotehničke misli u vremenima kada mnoge lažne vrednosti doživljavaju svoj krah.

PREDSEDNIK IZDAVAČKOG SAVETA

general-major

Ratomir Milovanović, dipl. inž.

Ovo je vreme velikih promena, nastanka SRJ, kao i transformacije JNA u Vojsku Jugoslavije. U narednom periodu Redakcija ulaže velike napore za održavanje i unapređenje pozicija časopisa. Radovi se uređuju i opremaju u skladu sa domaćim i međunarodnim standardima koji se zahtevaju od naučnih časopisa (uvode se rezimea i ključne reči na engleskom itd.).

U članku tadašnjeg predsednika Uređivačkog odbora generala Siniše Borovića, objavljenom 1994. godine, vidljivo je zalaganje za objavljivanje naučnih i stručnih članaka iz različitih sistemskih naučnih disciplina i težnja za punom multidisciplinarnošću, u kontekstu pozivanja svih naučnih oblasti koje je obuhvatalo celokupno tehničko obezbeđenje Vojske Jugoslavije. General Borović apeluje na praćenje naučnih dostignuća u inostranstvu, kao i tehničko unapređenje dizajna časopisa.

Svoj urednički doprinos u ovom periodu dao je i potpukovnik Vladimir Ristić (uredio brojeve 1 i 2/1994).

PRAVCI DALJEG RAZVOJA PROGRAMSKE KONCEPCIJE ČASOPISA VTG

Vojnotehnički glasnik, kao stručni i naučni časopis Tehničke službe Vojske Jugoslavije, pored stručnih tehničkih disciplina i usko specijalističkih radova iz pojedinih oblasti delatnosti službe, ubuduće će sve više morati da se orijentiše i na stručne i naučne radove iz drugih sistemskih naučnih disciplina kao i radove iz organizacionog i informatičkog područja. To je, pre svega, važno zbog toga što sistem Tehničkog obezbeđenja (TOB, VTOB, MTOB) VJ predstavlja osnovni sadržaj rada Tehničke službe (TS1 KoV, VTS1, MTS1), a Tehnička uprava GŠ VJ je nosilac razvoja Tehničkog informacionog sistema u okviru razvoja ukupne informatičke podrške VJ i razvoja komandno-informacionih sistema (KIS).

Radovi na kojima će se insistirati u budućnosti treba da obuhvate sva četiri osnovna pravca u kojima se danas razvijaju sistemске nauke: od formalne teorije sistema, pravila i logike sistemskog pristupa, metodologije (metodike) čije provođenje obezbeđuje sistemski pristup do metoda i tehnika sistemskog pristupa. Ovdje se, pored parametarskih i kvantitativnih metoda sa čvrstim podacima i strogo matematičkim modelima podrazumevaju i neparametarske — kvalitativne metode i tehnike. One moraju biti podloga za izgradnju složenih upravljačkih sistema za podršku odlučivanju i Tehničkoj službi i pozadini VJ i ekspertskih sistema za ocenu složenih tehničkih sistema i projekata.

Pored toga, VTG dalje mora održati kontakt sa konkretnom praksom iz života, rada, inovatorstva i pronalazaštva u jedinicama i ustanovama Tehničke službe i budno pratiti dostignuća u oružanim snagama drugih razvijenih zemalja sveta.

Osnovna briga uredništva i svih saradnika mora biti permanentno podizanje stručnog i teorijskog nivoa časopisa, njegovo povezivanje sa drugim značajnijim časopisima u okviru međuarmske saradnje sa institucijama izvan VJ.

Pored navedenog, posebnu pažnju treba posvetiti i tehničkom nivou uređenja časopisa. Treba težiti dizajnu kakav nude savremeni časopisi svetske publicistike. Možda je šansa za stalnim usavršavanjem i u tome da se u VTG-u predstave povremeno i druge koncepcije časopisa (tehničke) problematike kao što su časopisi koji prezentiraju programe vojnih industrija, od domaćih proizvoda do vojnih kompleksa industrijski razvijenih zemalja.

ZAMENIK PREDSEDNIKA
IZDAVAČKOG SAVETA

pukovnik
dr Borović Siniša, dipl. inž., s. r.

Pedeseta godišnjica izlaženja obeležena je 2002. godine [8, 9]. Ovaj period karakteriše izuzetno angažovan rad urednika pukovnika Stevana Josifovića (uredio brojeve 3/2000 do 1/2007). Kao kruna tog zalaganja došla su i priznanja. Tako je, 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* kategorisan kao publikacija od posebnog interesa za nauku. Takođe, povodom jubileja, predsednik Savezne Republike Jugoslavije doneo je Ukaz o odlikovanju (broj 1/2-01-0004/2002-38, od 4. 11. 2002. godine), kojim je Vojnotehnički glasnik odlikovan Ordenom Vojske Jugoslavije trećeg stepena, za doprinos na stručnom i naučnom osavremenjivanju Vojske.

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK *juče, danas, sutra*

Navršilo se pedeset godina od utemeljenja VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA. Malo je časopisa ovakvog profila koji su za punih pet decenija neprekidnog i redovnog izlaženja izdržali sud javnosti, posebno stručnjaka iz oblasti vojnotehničkih nauka. Kao i svaki pedesetogodišnjak i naš časopis može da svedoči o dinamičnim vremenima i vrednim naporima velikog broja saradnika na razvoju i usavršavanju vojnotehničke misli. Zahvaljujući uređivačkoj politici, programska koncepcija i orijentacija stalno su usavršavane, tako da je VOJNOTEHNIČKI GLASNIK izrastao u stručni i naučni časopis, cenjen ne samo u vojnim sredinama već i u društvu.

Časopis je osnovan naredbom načelnika Generalštaba Jugoslovenske narodne armije, 27. avgusta 1952. godine, kao nastavljajući tradicije pet dotadašnjih publikacija rodova i službi: *Artiljerijskog, Tenkovskog i Vojno-inženjerijskog glasnika, Glasnika veza i Pozadine i snabdevanja*, koji su izlazili od sredine 1947. do kraja 1952. godine, i objavljivali sadržaje iz odgovarajućih oblasti taktike i vojne tehnike. U decembru iste godine formiran je Uređivački odbor, telo koje u direktivnom smislu rukovodi uređivanjem časopisa i definisanjem njegove programske koncepcije, a prvi broj odštampan je januara 1953. godine.

U to vreme moglo se samo pretpostaviti i očekivati da će zadaci i ciljevi, definisani u osnivačkom dokumentu, biti u potpunosti ostvareni, a samo dalekovidni među osnivačima mogli su predvideti da će časopis doživeti pedeset godina neprekidnog izlaženja.

Izdavači VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA su se tokom proteklog perioda menjali u skladu sa organizacijskim i formacijskim promenama, a to su bili: Tehnička uprava Generalštaba, Novinsko-izdavačka ustanova „Vojska“ i Vojnoizdavački zavod. Sa promenama iz-



davača i Redakcija časopisa je menjala organizacijsku pripadnost. Međutim, funkcionalna veza sa Tehničkom službom i njenom komandnom strukturom time nije slabila već je, naprotiv, i dalje ostajala snažna i dominantna.

Istorijat časopisa veoma je zanimljiv, a ovom prilikom samo u osnovnim crtama biće predstavljena njegova hronologija i najvažnije karakteristike.

Za razliku od svojih prethodnika, VOJNOTEHNIČKI GLASNIK je započeo da izlazi kao mesečna publikacija koja je štampana na oko hiljadu strana godišnje.

O razlozima formiranja časopisa slikovito svedoči uvodni članak general-potpukovnika Milana Kuprešanina, objavljen u prvom broju pod naslovom *O ulozi i značaju „Vojnotehničkog glasnika“*. U njemu je istaknuto da će časopis opravdati svoje postojanje ako odgovori osnovnom zadatku, a to je podizanje tehničke kulture celokupnog armijskog kadra. Ovakav zadatak, ni malo lak i jednostavan, proistekao je iz činjenica da je u armijskim organizacijama zastupljen veoma veliki broj tehničkih sredstava, koja se neprekidno usavršavaju i zauzimaju sve važniju ulogu i u najjednostavnijim dejstvima, kao i da su znanja tadašnjeg armijskog kadra iz oblasti tehnike bila prilično skromna i sporo su se razvijala. Sve to bila je posledica tadašnjeg tehničko-tehnološkog nivoa razvijenosti zemlje i uslova razvoja Vojske. U skladu sa tim, zadatak časopisa nije bio samo da razmatra tehnička dostignuća u užem smislu i taktičko-tehničke postupke upotrebe borbenih sredstava kojima je opremljena savremena armija, nego i da bude uporan „tehnički agitator“ koji će na najprikladniji način da razvija interesovanje za tehniku uopšte, da odslikava politiku tehničko-tehnološkog razvoja Vojske i da bude mesto na kome će se iznositi mišljenja, zapažanja i predlozi na osnovu stečenih iskustava, radi bržeg i efikasnijeg ovladavanja tehnikom u pogledu njenog korišćenja, održavanja, čuvanja i usavršavanja. Časopis je prvenstveno namenjen da razmatra pitanja i probleme koji se odnose na tehničku podršku jedinica i sredstava naoružanja i vojne opreme naše vojske.



U ispunjavanju postavljenog zadatka sve dosadašnje redakcije VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA ulagale su značajne napore kako bi uspešno pomirile sledeće protivrečnosti: da se časopis, po načinu razmatranja tematike, što više približi zahtevima prakse, da na najprikladniji, neposredan i razumljiv način razvija interesovanje za vojnu tehniku i da, istovremeno, razmatrajući probleme u vezi sa sistemima i sredstvima naoružanja i vojne opreme, ostvari potreban stručni i naučni nivo koji je neophodan tehničkom, a i drugom armijskom kadru.

Već u prvim godinama časopis je prokrčio put do čitalačke publike, a prema aktuelnosti objavljivane problematike i načina njenog razmatranja izašao je iz okvira Tehničke službe.

Značaj tehničkih sredstava naoružanja i vojne opreme rastao je iz dana u dan i postajao svakodnevna briga svih vidova, rodova i komandi svih nivoa. Tehnička pitanja, kao i pitanja materijalnog obezbeđenja, usko su povezana sa ostalom problematikom iz oblasti vojne organizacije, komandovanja, načina upotrebe jedinica, sredstava i Tehničke službe. Ova činjenica nametala je potrebu da Redakcija i Uređivački odbor usklađuju programsku koncepciju sa potrebama i promenama u armijskoj strukturi.

U proteklih pedeset godina časopis je menjao svoja osnovna obeležja, formu i sadržaj, pokušavajući da pomiri, s jedne strane, potrebe prakse i realne mogućnosti i, s druge strane, zahteve nauke.

U početnom periodu svoga postojanja VOJNOTEHNIČKI GLASNIK je bio stručni časopis za tehniku naoružanja, opremu i snabdevanje, zatim stručni časopis rodova i službi JNA, pa stručni časopis JNA. Od 1989. godine VOJNOTEHNIČKI GLASNIK je i formalno poprimio karakter stručne i naučne publikacije, što je zadržano do današnjih dana. Dinamika štampanja i publikovanja časopisa izmenjena je 1973. godine, tako što se prešlo sa mesečne na dvomesečnu periodičnost.

Povodom jubileja obično se iznose uspesi i sumiraju rezultati koji su postignuti u proteklom periodu. VOJNOTEHNIČKI GLASNIK s pravom može da se ponosi doprinosima ostvarenim u afirmaciji vojnotehničkih nauka i struka, kao i ostvarenim transferom informacija iz oblasti tehničkih, vojnotehničkih i organizacionih nauka. Impozantni su pokazatelji koji govore o poluvekovnom životu časopisa.

Odštampano je ukupno 415 brojeva časopisa na 42 400 stranica, na kojima je objavljeno 4800 stručnih i naučnih radova. Takođe, čita-

ocima je prezentirano 2840 prikaza iz inostranih časopisa i 3780 tehničkih novosti i zanimljivosti iz oblasti naoružanja i vojne opreme. Nesporno je da su objavljena naučna, teoretska i praktična dostignuća veoma doprinela razvoju vojnotehničke misli i usavršavanju pripadnika Vojske.

Redakcija je sarađivala sa 6080 autora i saradnika, od početnih do najviših stručnih i naučnih zvanja. Autori članaka bili su vojnici – diplomirani inženjeri, pitomci odnosno studenti Vojnotehničke akademije, niži i viši oficiri i generali na najvišim funkcijama u vojnoj organizaciji. Veoma često radove su objavljivale i starešine Tehničke službe, koje su bile na vrlo visokim položajima i dužnostima, tako da su i na taj način ostavili upečatljiv trag svoga delovanja.

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK, u skladu sa međunarodnim preporukama za kategorizaciju radova, objavljuje originalne naučne radove, prethodna saopštenja, pregledne radove i stručne radove iz oblasti vojnotehničkih, tehničkih i organizacionih nauka i struka. Njegova programska koncepcija obuhvata sistem integralnog tehničkog obezbeđenja; tehničke sisteme i sredstva vidova, rodova i službi; razvoj, proizvodnju i eksploataciju sredstava naoružanja i vojne opreme, kao i stručna, naučna i praktična dostignuća koja doprinose razvoju vojnotehničke misli i usavršavanju pripadnika Vojske. Na taj način časopis je obezbedio sebi mesto među publikacijama od nacionalnog značaja i posebnog interesa za nauku.

Ovaj časopis je, u prvom redu, namenjen stručnjacima iz redova naše vojske, kako čitaocima, tako i saradnicima, ali je, takođe, otvoren za saradnju i sa autorima koji ne pripadaju vojnoj organizaciji, a problematika koju obrađuju u svojim radovima nalazi mesto u definisanoj programskoj koncepciji.

Zahvaljujući navedenim karakteristikama Vojnotehnički Glasnik je upisan u registar javnih glasila Ministarstva za informacije Republike Srbije. U tom smislu, ostvarena je stalna saradnja sa odgovarajućim tehničkim fakultetima i institutima, u vezi s objavljivanjem radova koji su interesantni za čitalačku publiku u Vojsci, kao i recenziranjem članaka. Rezultat takve dugogodišnje saradnje jeste i da se u Uređivačkom odboru časopisa, pored stručnjaka iz Vojske, nalaze i eminentni profesori sa tehničkih fakulteta Beogradskog univerziteta. Sve ove činjenice uticale su na to da se u proteklom periodu izgradi sadašnji renome Vojnotehničkog GLA-

SNIKA, što ujedno nameće obavezu da se on sačuva i za naredne generacije.

Jubilej VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA prilika je za podsećanje na pregaoce iz Izdavačkog saveta i Uređivačkog odbora, članove Redakcije, brojne recenzente, saradnike i entuzijaste, koji su ulagali maksimalne napore u njegovom razvoju, sticanju i očuvanju odgovarajućeg statusa, davali podršku uređivačkoj politici i obezbeđivali neprekidnost i redovnost publikovanja.

Tokom proteklih decenija u izdavačkim savetima, odnosno uređivačkim odborima časopisa bilo je 186 članova, istaknutih vojnih i civilnih rukovodilaca i stručnjaka, koji su doprinosili da se programska koncepcija, sadržaj i kvalitet časopisa stalno unapređuju i usklađuju sa aktuelnim potrebama. Veoma važnu ulogu u radu časopisa i Redakcije, kao i koordinaciji sa ostalim članovima odbora, imaju predsednici Uređivačkog odbora koji su, po pravilu, uvek bili i na čelnoj funkciji Tehničke službe Vojske. Upravo njihovi pogledi na ovu vrstu vojne izdavačke delatnosti i značaja za Vojsku, Tehničku službu i njen oficirski kadar, zalaganje i lični autoritet, u određenim momentima presudno su uticali na budućnost časopisa. Sasvim je sigurno da se takav doprinos ne može izmeriti.

U redakcijama VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA, od njegovog osnivanja do danas, radilo je 12 glavnih i odgovornih urednika i 23 urednika. Takođe, Redakcija se oslanjala i na saradnju sa brojnim lektorima, korektorima, tehničkim sekretarima, daktilografima, obračunskim službenicima, štamparskim radnicima, ekspeditorima i drugima, koji su nesebično davali doprinos timskom radu u realizaciji svakog broja časopisa.

Svima koji su na bilo koji način učestvovali u stvaranju i razvoju časopisa mora se izreći velika zahvalnost i odati priznanje za učinjeno. Bez obzira na događaje iz dalje i bliže prošlosti u Vojsci i društvu, časopis je uspeo da održi visok nivo stručnog i naučnog profila i da se istovremeno bavi teorijom i praksom Tehničke službe i vojnom tehnikom.

Za kvalitet časopisa i interesovanje čitalaca posebno je važna tematika koja kod VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA predstavlja sponu između taktičkog i tehničko-tehnološkog organizovanja i realizacije celokupnog sistema tehničke podrške Vojske.

Perspektiva VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA tesno je povezana sa budućnošću Vojske Jugoslavije i njenom aktuelnom reorganizacijom. Reorganizacija Vojske ukazuje, pored ostalog, i na potrebu da se putem promene termina, funkcija, organizacije i sadržaja pozadinskog obezbeđenja, u oblasti njene podrške primene sistematizovana znanja i praktična iskustva iz logistike. Naime, očekivano dimenzioniranje Vojske na principima logističke podrške mora se zasnivati na zahtevima i savremenim trendovima koji postoje i u drugim armijama sveta.

Promenljivost i raznovrsnost događanja u okruženju u kojem se nalazi naša vojska relativizira njenu postojeću poziciju i načine reagovanja na „šanse i opasnosti“, tako da je vrlo važan zadatak oficira logističkih službi osmišljavanje drugačije strategije u dinamičnoj vojnoj sredini.

Logistička podrška Vojske je proces kojim se kroz planiranje, organizovanje, realizaciju pojedinih funkcija, koordinaciju i kontrolu, uz pomoć uprava, komandi i jedinica Vojske, njihovih resursa i resursa društva, obezbeđuje efektivno i efikasno ostvarivanje misije i ciljeva funkcije Vojske.

Shvatajući logistiku kao svojevrsnu kombinaciju ljudskih, materijalnih, finansijskih, zdravstvenih i informacionih resursa, upravljanje logistikom i realizacija njenih funkcija podrazumeva složen, interaktivan proces donošenja odluka i pokretanja akcija kojima se struktura Vojske koja se bavi njenom podrškom usmerava na prave funkcije i procese, koje ostvaruje na pravi način. U tom smislu neophodna je svestrana analiza unapred očekivanih izazova i ograničenja, prepoznavanje faktora kritičnih za uspeh, identifikovanje razlika i njihovo prevođenje u vlastite prednosti i, shodno tome, određivanje strategije i organizacione infrastrukture koji će omogućiti uspešno funkcionisanje naše vojske.

Pokretanje i funkcionisanje logistike zasniva se na interakciji organa logističkih službi i organa uprava, komandi i jedinica, koji svojom stratezijskom vizijom, idejama, sklonostima, znanjima i veštinama, na područjima planiranja, organizovanja, realizacije (vođenja), koordinacije i kontrole obezbeđuju njenu vitalnost.

Logistika je u svetu afirmisana kao obrazac kojim se najrealističnije iskazuje i tumači kompleks logističkih funkcija, kao i upravljanje njima. Spajanjem najboljih ideja i dostignuća dosadašnjih

odvojenih pozadinskih funkcija, kao što su proizvodnja, održavanje (različito u sva tri vida Vojske), snabdevanje (različito u sva tri vida Vojske i u svim pozadinskim službama), saobraćajna, sanitetska, veterinarska, intendantska i građevinska funkcija, afirmišu se nove jedinice logističke funkcije: održavanje, snabdevanje, saobraćaj, transport, ostale funkcije (uglavnom intendantskog obezbeđenja) i infrastruktura. Njima je obuhvaćen tok logističke podrške, strategijsko kreiranje rešenja za efikasno delovanje organa logistike u vojnoj sredini, kao i osiguranje organizacione strukture i infrastrukture za podršku pravovremenim aktivnostima u logističkoj podršci Vojske.

Polazeći od savremenih trendova razvoja logistike u svetu, u budućim člancima VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA s pravom se očekuju i odgovarajući sadržaji koji će doprinositi boljem i efikasnijem radu aktuelnih i budućih nosilaca logističkih funkcija. Pošto se radi o publikaciji koja je među prvima objavljivala sadržaje iz ove oblasti, očekuje se još veće angažovanje autora koji će na raznovrstan način interpretirati pojedine segmente logističke podrške. U buduću se na stranicama VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA očekuje još veći broj radova koji će, pored već zastupljenih oblasti, obuhvatiti i sadržaje kao što su: principi, kriterijumi, funkcije i organizacija logistike, planiranje, organizovanje, realizovanje (upravljanje), koordinacija i kontrola logističke podrške.

Pored toga, časopis mora održavati kontakt sa konkretnom praksom iz jedinica i ustanova logističkih službi i da pomno prati dostignuća iz oblasti naoružanja i vojne opreme u oružanim snagama razvijenih zemalja.

U kojoj meri će VOJNOTEHNIČKI GLASNIK odgovoriti na buduće izazove pokazaće sugestije i kritike naučne i stručne javnosti koje će rado biti razmatrane i, u skladu sa realnim mogućnostima, uvažavane.

*Glavni i odgovorni urednik
pukovnik
Stevan Josifović, dipl. inž.*

Svečanost povodom jubileja VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA

Svečanost kojom je obeleženo pedeset godina osnivanja i redovnog publikovanja Vojnotehničkog Glasnika, održana je 6. novembra 2002. godine u Svečanoj sali Centralnog kluba Vojske Jugoslavije. Ovom, za časopis i Vojnoizdavački zavod, značajnom događaju prisustvovali su brojne zvanice i gosti iz struktura Vojske Jugoslavije, kao i sa tehničkih fakulteta Univerziteta u Beogradu i Nišu, saradnici i čitaoci.

Na početku svečanosti pročitao je Ukaz predsednika SR Jugoslavije dr Vojislava Koštunice, kojim je časopis Vojnotehnički Glasnik odlikovan Ordenom Vojske Jugoslavije trećeg stepena, povodom 50 godina rada i doprinosa na stručnom i naučnom osavremenjavanju Vojske Jugoslavije. Glavnom i odgovornom uredniku časopisa, orden je uručio izaslanik predsednika SR Jugoslavije i zastupnik načelnika Generalštaba Vojske Jugoslavije general-potpukovnik Branko Krga, koji je tom prilikom održao kraći govor: „Poštovane dame i gospodo, uvaženi gosti, u ime pripadnika Generalštaba Vojske Jugoslavije, i svoje lično ime, najsrdačnije vas pozdravljam i Redakciji čestitam dobijanje Ordena Vojske Jugoslavije trećeg stepena, povodom jubileja – pedeset godina izlaženja Vojnotehničkog Glasnika, jednog od naših najstarijih i najpoznatijih vojnih časopisa.

Posle pola veka kreativnog i sadržajnog rada ostala su iza brojnih redakcija zaista impresivna dela. Očevidno je stalno napredovanje časopisa, budući da je vremenom prerastao u ugledni stručni i naučni glasnik, čiji napisi obuhvataju izuzetno značajno područje vojnotehničkih nauka. Ovim povodom potrebno je napomenuti da je u proteklom periodu, prepunom izazova, Vojnotehnički Glasnik na najbolji način ispunio svoju ulogu i značajno afirmisao Vojsku Jugoslavije, kako u stručnom, tako i u naučnom pogledu.

Stvaranje tehnički savremeno opremljene, borbena osposobljene i efikasne vojne sile, kakvoj težimo, nije moguće bez novih naučnotehničkih i stručnih dostignuća, a naš današnji slavljениk Vojnotehnički Glasnik u toj sferi ima zapaženo mesto i ulogu.

Očekujem da će se na njegovim stranicama, i ubuduće, nalaziti aktuelne teme koje će doprineti našim nastojanjima da ostvarimo postavljene ciljeve u vojnotehničkim naukama i logističkoj podršci Vojske Jugoslavije u najširem značenju. To je važno s obzirom na to da se naša država opredelila za ulazak u program 'Partnerstvo za mir' i druge međunarodne integracije, i da je u toku reorganizacija Vojske.

Uveren sam da će Redakcija, pored svih poznatih teškoća, nastaviti sa radom koji je učinio časopis korisnim, priznatim i poznatim izvan Vojske Jugoslavije.

Redakciji VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA još jednom čestitam zasluženi orden visokog ranga i pedesetogodišnjicu uspešnog rada, sa željom da časopis redovno izlazi i da ubuduće predstavlja nezaobilaznu literaturu u obrazovanju i obuci pripadnika Vojske Jugoslavije“.

O ostvarenjima VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA u proteklih pedeset godina i njegovoj programskoj orijentaciji na svečanosti su govorili i predsednik Uredivačkog odbora VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA i načelnik Tehničke uprave Sektora za logistiku GŠ VJ, general-major dr Milun Kokanović i glavni i odgovorni urednik, pukovnik Stevan Josifović.

U drugom delu svečanosti dodeljene su zahvalnice povodom pedesetogodišnjice osnivanja ovog stručnog i naučnog časopisa Vojske Jugoslavije, koje je dobitnicima uručio general-major dr Milun Kokanović.

Sektor za logistiku dodelio je zahvalnicu VOJNOIZDAVAČKOM ZAVODU, izdavačkoj ustanovi u okviru koje svoju publicističku delatnost ostvaruje i VOJNOTEHNIČKI GLASNIK, a Uredivački odbor časopisa dodelio je priznanja pojedincima i institucijama koji su značajno doprineli dosadašnjem razvoju i ugledu časopisa.

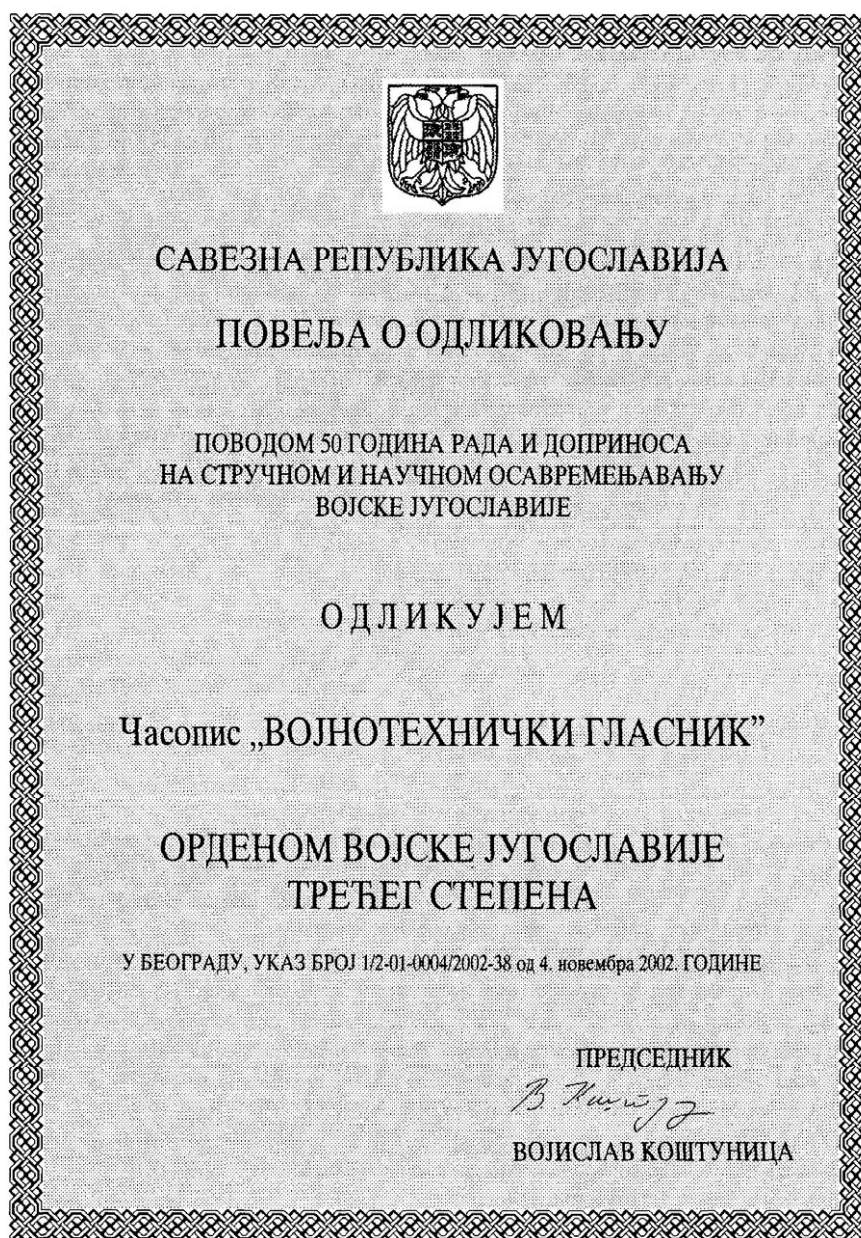
U ime VOJNOIZDAVAČKOG ZAVODA priznanje je primio pukovnik Slavoljub Jovančić, direktor ove izdavačke kuće.

Zahvalnice su dodeljene bivšim dugogodišnjim članovima i predsednicima Uredivačkog odbora, general-potpukovnicima u penziji mr Vladanu Šljiviću, dr Jugoslavu Kodžopeljiću i dr Siniši Boroviću. Takođe, priznanja su uručena i nekadašnjim glavnim i odgovornim urednicima, pukovnicima u penziji Nikoli Zoriću, mr Tomislavu Štuliću i Miroslavu Čojbašiću, kao i uvaženom profesoru dr Jovanu Todoroviću sa Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, dugogodišnjem članu Uredivačkog odbora časopisa.

Priznanja su uručena i dugogodišnjim najangažovanijim autorima stručnih i naučnih radova, pukovnicima dr Svetomiru Miniću iz Tehničke uprave GŠ, dr Vasiliju Miškoviću iz Vojne akademije – Odsek logistike i dr Vladi Radiću iz Uprave za istraživanje, razvoj i proizvodnju Sektora za vojnoprivrednu delatnost Saveznog ministarstva za odbranu. Pored toga, zahvalnice su dodeljene i stalnim saradnicima Redakcije – prevodiocu Jasni Višnjić, lektoru Dobrili Miletić i tehničkom sekretaru Zori Pavličević.

Priznanja su uručena i: Vojnoj akademiji – Odseku logistike, Vojnotehničkom institutu, Tehničkom opitnom centru KoV, Novinsko-izdavačkom centru „Vojska“ i Vojnoj štampariji.

Svim zvanicama i gostima uručen je svečani broj VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA koji je svojim sadržajem i formom posvećen jubileju, a u kojem su na prigodan način predstavljene institucije i organizacione celine Tehničke službe VJ koje su sve proteklo vreme nesebično podržavale i potpomagale časopis.



Za ovu priliku, u predvorju Svečane sale Centralnog doma VJ, postavljena je izložba izdanja VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA, koja je na vrlo slikovit način posetiocima predstavila njegovu delatnost i ostvarenja u proteklih pedeset godina.

Svečanost je svojim umetničkim umećem ulepšao mešoviti hor umetničkog ansambla VJ „Stanislav Binički“, na čemu im se i ovom prilikom najtoplije zahvaljujemo.

Povodom jubileja časopisa čestitke su poslali: zastupnik načelnika Generalštaba VJ, zamenici načelnika GŠ za KoV, RV i PVO i RM, načelnici samostalnih uprava GŠ, Sektor za vojnoprivrednu delatnost SMO, Vojna akademija VJ, Vojnotehnički institut, Tehnički opitni centar KoV, tehnički remontni zavodi VJ, Vojna akademija – Odsek logistike, Tehnička služba beogradskog i podgoričkog korpusa.

Redakcija časopisa i Uredivački odbor zahvaljuju se na upućenim čestitkama a svima koji su na bilo koji način pružali podršku VOJNOTEHNIČKOM GLASNIKU i učestvovali u njegovom kreiranju i unapređivanju u proteklom periodu izražavamo veliku zahvalnost.

*Glavni i odgovorni urednik
pukovnik
Stevan Josifović*



1952–2012.

Vojnotehnički glasnik, naučni časopis Ministarstva odbrane Republike Srbije, ove 2012. godine beleži šezdeset godina redovnog i neprekidnog izlaženja.

U prethodnim godinama naročitu pažnju posvetili smo preduzimanju aktivnosti koje su bile potrebne za ostvarenje šire društvene verifikacije i priznavanja *Vojnotehničkog glasnika* na nacionalnom nivou i adekvatnog formalnog vrednovanja objavljivanih članaka. Do ostvarenja današnjih pozicija Redakcija je preduzela niz mera da bi se poboljšao status časopisa. Ostvarena je neposredna i stalna komunikacija sa CEON-om (Centar za evaluaciju u obrazovanju i nauci – referentna institucija koja vrednuje domaće naučne časopise i održava i razvija nacionalni citatni indeks SCI – Srpski citatni indeks). Tako je 2008. godine izvršena prva analiza časopisa (retroaktivno od 2000. godine) i dobijena kategorija naučni časopis (M_{53}). Od tada se *Vojnotehnički glasnik* redovno prati u repozitorijumu Narodne biblioteke Srbije (NBS), bibliometrijskom izveštaju i SC indeksu i podvrgnut je stalnom vrednovanju (monitoringu) u zavisnosti od uticajnosti (impakta) u samoj bazi i, dopunski, u međunarodnim (Thompson-ISI) citatnim indeksima.

Vojnotehnički glasnik nastoji da ispunjava norme za vrednovanje naučnih časopisa, a koje su propisane CEON-ovim dokumentom „Opšta merila za odabir domaćih časopisa za praćenje i vrednovanje u okviru bibliometrijskog izveštaja o časopisima i referisanje u Srpskom citatnom indeksu“.

Tako smo pristupili redizajnu časopisa i formata članaka, prema zahtevima propisanim u Aktu o uređenju naučnih časopisa, koji je 9. jula 2009. godine donelo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije. Formiran je i zvanični spisak recenzenata, sastavljen od, kako eminentnih lica iz Vojske Srbije i Ministarstva odbrane Republike Srbije, tako i profesora Univerziteta u Beogradu, Novom Sadu, Nišu, i kompetentnih stručnjaka iz inostranstva. Uspostavljen je i direktan i neprekidan kontakt sa članovima matičnih naučnih odbora Ministarstva

prosvete i nauke Republike Srbije, koji su nadležni za praćenje naučnih časopisa, u cilju njihovog jasnijeg uvida u stanje i tendencije *Vojnotehničkog glasnika*.

Važan iskorak u pozicioniranju među naučnim časopisima Republike Srbije bilo je i pojavljivanje prvog elektronskog izdanja, *Vojnotehnički glasnik ONLINE*, na pet jezika, koje je objavljeno na internetu 1. januara 2011. godine, na adresi www.vtg.mod.gov.rs, sa posebnim elektronskim e-ISSN brojem. Na ovoj adresi, na srpskom (ćiriličnom i latiničnom pismu), ruskom, engleskom, nemačkom i francuskom jeziku nalaze se, pored ostalog, aktuelne informacije o časopisu, uputstva i obrasci za čitaoce i saradnike.

Takođe, ministar odbrane doneo je 9. juna. 2011. godine Odluku o imenovanju novog uređivačkog odbora Vojnotehničkog glasnika, nakon što je prethodnom istakao mandat od dve godine. Ovom odlukom po prvi put je formiran Međunarodni uređivački odbor Vojnotehničkog glasnika.

Završena je i bibliografska obrada arhive *Vojnotehničkog glasnika*. Obradena je celokupna građa časopisa, od prvog broja iz januara 1953. Tako je na sajtu www.vtg.mod.gov.rs, zahvaljujući aplikaciji koju je razvio Centar za komandno-informacione sisteme i informatičku podršku (CKISIP) Vojske Srbije, dostupna za pretraživanje potpuna indeksacija autora, članaka i urednika, a u skladu sa standardima COBISS.SR-a (Kooperativni onlaj bibliografski sistem i servisi). Završetak izrade bibliografije je neophodan preduslov da bi se realizovala i digitalizacija kompletne arhive časopisa, koja će, nadamo se, biti završena do kraja ove godine i takođe biti dostupna na sajtu.

Kontinuiranim unapređenjem bibliometrijskog izveštaja i pokazatelja koji se vrednuju (uticajnosti i bibliometrijskog kvaliteta), na osnovu kojeg se dodeljuje kategorija časopisa, *Vojnotehnički glasnik* je prošle godine, prema odluci Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije, poboljšao do tada ostvarene kategorije, pa se sada nalazi na listama:

Za oblast osnovna istraživanja: na listi časopisa za matematiku, računarske nauke i mehaniku: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M52) i na listi časopisa za geonauke i astronomiju: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M52).

Za oblast tehnološki razvoj: na listi časopisa za elektroniku i telekomunikacije: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M52); na listi časopisa za mašinstvo: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M52); na listi časopisa za materijale i hemijske tehnologije: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M52); na listi časopisa za industrijski softver i informatiku: kategorija naučni časopis (M53).

Poštujući smernice Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije i Centra za evaluaciju u obrazovanju i nauci (CEON), *Vojnotehnički glasnik* će ubuduće posebno težiti dostizanju internacionalnih standarda i integrisanju časopisa u međunarodno okruženje. U tom smislu, objavljuje mo radove i na svetskim jezicima, kao i radove inostranih autora.

Uz svesrdnu podršku CEON-a, uredništvo *Vojnotehničkog glasnika* primenjuje od ove jubilarne godine onlajn sistem e-Ur: elektronsko uređivanje. Sistem e-Ur je zasnovan na *Open Journal Systems (OJS)*, platformi otvorenog koda, razvijenoj u okviru *Public Knowledge Project (PKP)* koja se masovno koristi u svetu. CEON verzija je temeljno prilagođena potrebama domaćih korisnika i ojačana servisima namenjenima kontroli i obezbeđivanju kvaliteta naučnih članaka [10].

Servis e-Ur danas omogućuje *Vojnotehničkom glasniku*: onlajn prijavu radova i praćenje recenzentskog procesa; onlajn komunikaciju između urednika, članova uredništva, autora i recenzenata; automatski transfer metapodataka u SC Indeks i druge baze koje podržavaju međunarodne protokole za prenos podataka; dostupnost i pretraživost pod SC Indeksom punog teksta svih radova; *CrossRef*: dodelu numeričkog identifikatora (DOI) kojim se obezbeđuje veća vidljivost i dostupnost radova objavljenih u časopisu; *CrossCheck*: proveru originalnosti prispelih radova, radi sprečavanja publikovanja plagijata i duplikata; *KWASS*: automatsko ekstrakovanje ključnih reči iz disciplinarnih tezaurusa/rečnika po izboru i rutine za njihov odabir (prihvatanje odnosno odbacivanje) od strane autora i/ili urednika; te publikovanje članaka u režimu *online-first*.

Takođe, od ove, jubilarne godine *Vojnotehnički glasnik* je licenciran kod EBSCO Publishinga, najvećeg svetskog agregatora časopisa, periodike i ostalih izvora u punom tekstu. Kompletan tekst *Vojnotehničkog glasnika* dostupan je u bazama podataka EBSCO Publishinga.

Vojnotehnički glasnik će i ubuduće predstavljati naučni potencijal Republike Srbije, a posebno pripadnika Vojske Srbije i Ministarstva odbrane Republike Srbije. Takođe, omogućavaće kvantifikaciju individualnih naučnoistraživačkih rezultata i afirmisati napore institucija i pojedinaca usmerene na rešavanje realnih problema i unapređivanje svih celina i područja iz oblasti tehničkih nauka. Zahvaljujući realizaciji upravo ovih zadataka nadamo se da će *Vojnotehnički glasnik* sledeći jubilej slaviti kao još uspešniji.

Literatura

- [1] Kuprešanin, M., *O ulozi i značaju Vojnotehničkog glasnika*, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 1, No. 1, pp. 1–2, Beograd, 1953.
- [2] Petovar, R., *Pet godina Vojnotehničkog glasnika*, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 6, No. 2, pp. 91–94, Beograd, 1958.
- [3] Matetić, V., *Deset godina Vojnotehničkog glasnika*, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 10, No. 8, pp. 563–569, Beograd, 1962.
- [4] *Jubilarna godina „Vojnotehničkog glasnika“ 1952-1977*, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 24, No. 6, pp. 651-652, Beograd, 1976.
- [5] Zorić, N., *Proslavili smo naš jubilej*, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 25, No. 6, pp. 709–717, Beograd, 1977.
- [6] Milovanović, R., *Četrdeset godina Vojnotehničkog glasnika*, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 41, No. 1, pp. 5–6, Beograd, 1993.

[7] Borović, S., *Uz četrdestdrugu godišnjicu časopisa: Pravci daljeg razvoja programske koncepcije časopisa VTG*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 42, No. 2, pp. 105, Beograd, 1994.

[8] Josifović, S., *Vojnotehnički glasnik juče, danas, sutra*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 50, No. 4, pp. 375–382, Beograd, 2002.

[9] Josifović, S., *Svečanost povodom jubileja Vojnotehničkog glasnika*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 50, No. 6, pp. 545–548, Beograd, 2002.

[10] <http://ceon.rs/>, „Servis SCIndeks e-Ur postao operativan“, datum posete: 14. 04. 2012.

SIXTY YEARS OF THE MILITARY TECHNICAL COURIER: ALL OUR JUBILEES

ARTICLE TYPE: Historical Item, Editorial

Summary:

This article presents a jubilee which the scientific review Military Technical Courier marks in 2012 – the sixtieth anniversary of regular and continuous publication. The retrospective of marking jubilean anniversaries in the past 60 years offers the evidence of persistent and thorough efforts to develop and improve the quality of the Courier's content. The exhibited reprints show the great dedication of editor's offices and editorial boards as well as the invaluable scientific and professional contribution of numerous authors. The article also deals with today's positions and achievements of the Military Technical Courier which, according to the classification of the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, belongs to the national category of scientific journals

Key words: *Military Technical Courier, scientific periodical, anniversary, 60 years.*



1952–2012.

NAUČNI ČLANCI SCIENTIFIC PAPERS

PRILOG ISTRAŽIVANJU MEHANIČKIH KARAKTERISTIKA DOBOŠ KOČNICA PUTNIČKOG MOTORNOG VOZILA

Demić D. *Miroslav*, Glišović D. *Jasna*, Miloradović M. *Danijela*
Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka,
Katedra za motorna vozila i motore, Kragujevac

DOI: 10.5937/vojtehg1203042D

OBLAST: mašinstvo, motori i motorna vozila
VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak

Sažetak:

O metodama za proračun i ispitivanje doboš kočnih mehanizama objavljen je veliki broj radova, čemu je značajno doprineo intenzivan razvoj kompjuterske tehnike, numeričkih metoda i merne tehnike. Međutim, na osnovu sprovedenih analiza, pokazalo se da ne postoji opšte prihvaćena metoda ocene mehaničkih karakteristika i izlaznih parametara doboš kočnica. U radu je prikazan jedan pristup definisanju kriterijuma za ocenu svojstava doboš kočnica za motorna vozila. Prema predloženom algoritmu, formiraju se kompleksne karakteristike kočnih mehanizama različitih izvedbi i brzo ocenjuju karakteristike kočnih mehanizama, što je posebno važno u fazi razvoja novog proizvoda, uz upotrebu računarske merne tehnike za akviziciju i obradu podataka. Ta metoda omogućava da se, pored pokazatelja efektivnosti i stabilnosti, dobije celovita slika o ulozi doboš kočnice u kočnom sistemu vozila, proceni energetski bilans kočenja i odrede promene koeficijenta trenja primenjenog frikcionog materijala u toku probe u funkciji pritiska ili brzine kretanja vozila.

Ključne reči: doboš kočnice, eksperimentalna istraživanja, obrada podataka.

Uvod

Osnovna namena kočnih mehanizama jeste da ostvare potrebni kočni moment koji deluje na točak vozila i izaziva njegovo usporavanje, a time i kočenje vozila. Zbog toga je kočni moment osnovna ka-

rakteristika svake kočnice i merilo njenih funkcionalnih svojstava ili *performansi*. Radna karakteristika kočnice, koja se često naziva i „C“ karakteristika, povezuje silu aktiviranja i moment kočenja kao ulaznu i izlaznu veličinu i obuhvata sve konstrukcione parametre kočnice i raspoloživi koeficijent trenja između frikcionih površina [1].

Koncepcijom disk kočnica na prednjim točkovima i doboš kočnicama na zadnjim točkovima proizvođači mogu i dalje da obezbede većinu prednosti disk kočnica i, uz to, niske troškove proizvodnje. Doboš kočnice su jeftinije za izradu od disk kočnica najviše zbog toga što mogu da posluže i kao parkirna kočnica, dok je za disk kočnice neophodan poseban parking kočni mehanizam.

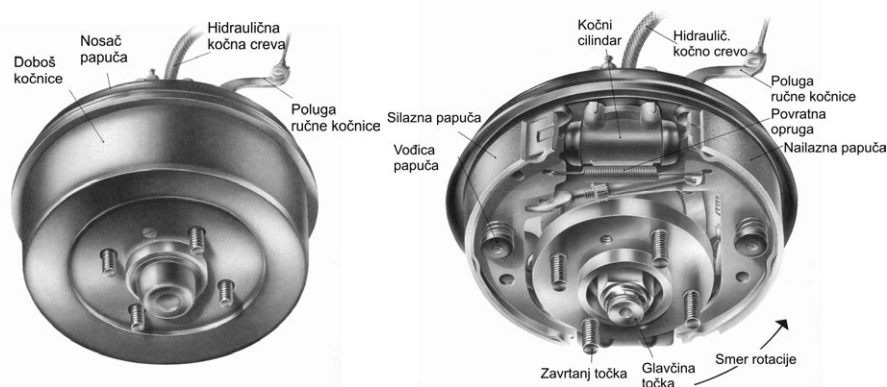
U razvoju metoda proračuna i ispitivanja doboš kočnih mehanizama, o kojima je reč u velikom broju objavljenih radova, bilo je više faza. Klasične analitičke metode proračuna zasnovane su na velikom broju pojednostavljenja, koja značajno umanjuju tačnost rezultata [2, 3]. Najgrublje su pretpostavke u kojima se zanemaruju elastičnost doboša i frikzione obloge i idealizuje raspodela pritiska po frikcionoj površini [4]. Metode proračuna su intenzivno unapređivane zahvaljujući, pre svega, razvoju kompjuterske tehnike. Zbog svega toga, numeričke metode su postale osnovne metode proračuna, bez kojih danas u tehnološki razvijenim zemljama nije moguće zamisliti razvoj mnogih proizvoda. Te metode omogućavaju brzu analizu velikog broja različitih kombinacija i izbor najpovoljnijeg rešenja (optimizacija). Budući da su numeričke metode [5, 6] aproksimativne, i za njih su neophodni pouzdani podaci na osnovu kojih se izražavaju granični uslovi. Otuda njihova neposredna veza sa ispitivanjima kočnih mehanizama u kojima se dobijaju informacije visoke tačnosti i kvaliteta zahvaljujući napretku merne tehnike i tehnike obrade i analize rezultata merenja. Na taj način se vremenski period potreban za razvoj novih elemenata kočnica značajno smanjuje. Veliki deo ispitivanja kočnih sistema čini provera saglasnosti sa zahtevima u međunarodnim i nacionalnim propisima, ali razvojna ispitivanja su veoma raznovrsna i neophodna za uvođenje novog ili usavršavanje postojećeg proizvoda.

Sprovedene analize pokazuju da su pristupi različiti i da nema opšte prihvaćene metode ocene svojstava i izlaznih parametara doboš kočnih mehanizama. U radu je prikazan jedan način definisanja kriterijuma ocene mehaničkih svojstava doboš kočnica za motorna vozila koji obuhvata fazu eksperimentalnih merenja i naknadne obrade snimljenih podataka.

Eksperimentalna metoda

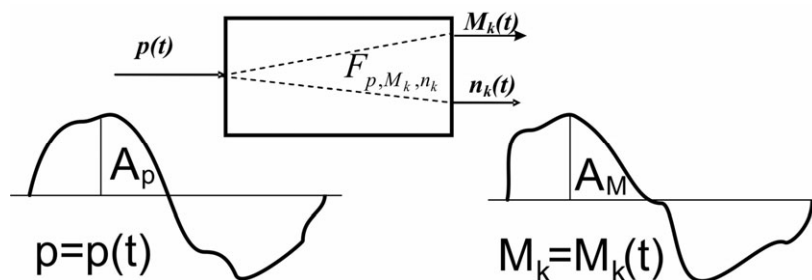
Na zadnjim točkovima ispitivanog putničkog vozila ugrađene su doboš kočnice tipa *SIMPLEX* (slika 1). Papuče *SIMPLEX* kočnice su oslonjene na kosu površinu prema vertikalnoj osi kočnice, „plivajuće“ papuče, koje se

bolje podešavaju prema dobošu i omogućavaju ravnomernije trošenje obloge. Tokom procesa kočenja razvija se kočni moment, koji teži da uspori doboš. Istovremeno deluje i reaktivni kočni moment, koji se prenosi na papuče i teži da ih zaokrene u smeru rotacije. Taj reaktivni moment, koji je po intenzitetu jednak kočnom momentu, prenosi se preko oslonaca papuča i kočnih cilindara na nosač papuča koji je izrađen od lima [7].



Slika 1 – SIMPLEX doboš kočnica
Picture 1 – SIMPLEX drum brake

Podsistem doboš kočnice sa ulazom – pritisak kočne tečnosti u kočnom cilindru točka (p), i izlazima – kočnim momentom (M_k) i brojem obrtaja kočenog točka (n_k), može šematski da se predstavi na sledeći način [8]:

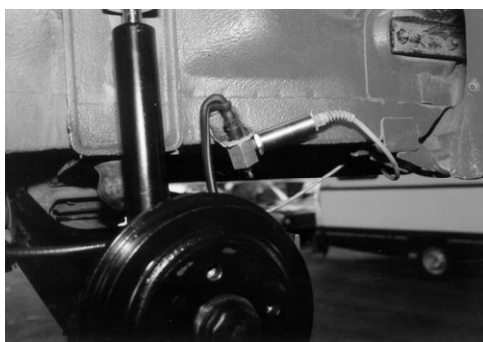


Slika 2 – Podsistem doboš kočnice
Picture 2 – Subsystem of drum brake

Pri analizi sistema posmatra se dinamički režim rada, a određuje se ponašanje sistema u prelaznom režimu, pod kojim se podrazumeva proces prelaza sistema iz jednog stacionarnog stanja u drugo stacionarno stanje. Matematičkim modelom opisuju se dinamički režim rada i komponente sistema, a uzima se u obzir vremenska promena ulaznih i izlaznih veličina [9].

Merenje pritiska u kočnom cilindru doboš kočnica

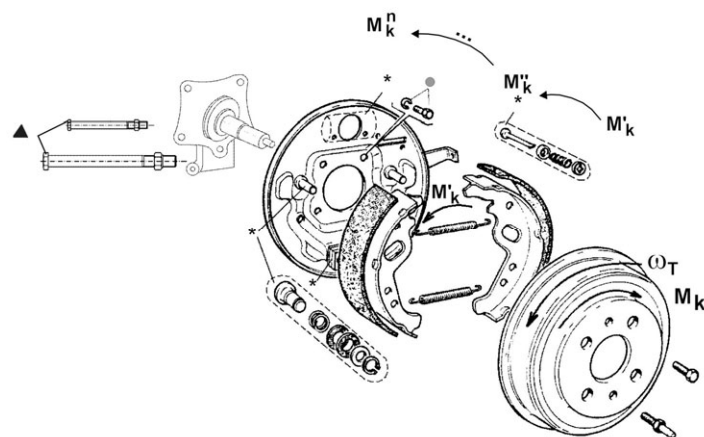
Kao ulazna veličina pri identifikaciji mehaničkih karakteristika doboš kočnica merena je promena pritiska u kočnom cilindru doboš kočnica na zadnjim točkovima. Na ispitivanom vozilu je primenjen hidrostatički sistem kod kojeg se komanda sa pedale kočnice prenosi crevima i cevima u kočne cilindre. Dovedeni pritisak stvara na klipovima, odnosno klipnjačama, kočnih cilindara sile koje aktiviraju kočnice. Konstrukcijskim ograničenjima onemogućena je ugradnja davača apsolutnog pritiska *P3MA* direktno u kočni cilindar doboš kočnica. Uz pomoć posebno izvedenog adaptera, davač je ugrađen u neposrednoj blizini kočnog cilindra, pod pretpostavkom da na tom kratkom rastojanju postoji zanemarljivo mali pad pritiska. Kao ilustracija, na slici 3 prikazana je ugradnja davača *P3MA* u kočnu instalaciju ispitivanog vozila [8].



Slika 3 – Ugradnja davača pritiska *P3MA* u kočnu instalaciju
Picture 3 – Mounting of pressure sensor *P3MA* in the brake installation

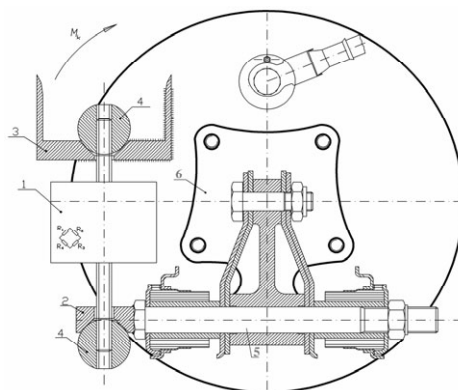
Merenje kočnog momenta na doboš kočnicama u slučaju nezavisnog oslanjanja točkova

Doboš kočnica je složen sistem, koji se sastoji od velikog broja elemenata različitih karakteristika. Na putu prenošenja kočnog momenta mogu da se jave: viskozni gubici, mehaničko trenje i oscilacioni sistem određene krutosti (slika 4). Sve to dovodi do određenih gubitaka, tako da razvijeni moment kočenja M_k nije jednak reaktivnim momentima kočenja $M'_k, M''_k, \dots, M^n_k$ u različitim tačkama merenja. Zato se pri izboru mernog mesta za merenje kočnog momenta posebna pažnja mora posvetiti činjenici da je greška merenja sve veća sa udaljavanjem od mesta frikcionog kontakta obloga–doboš. Na slici 4 prikazan je tok prenosa reaktivnog momenta kojim doboš deluje na kočne papuče.



Slika 4 – Tok prenosa reaktivnog kočnog momenta
Picture 4 – The flow of reactive braking torque transfer

Reaktivni kočni moment se prenosi na nosač papuča preko elemenata (slika 4) i simetričan je u odnosu na vertikalnu osu. Nosač papuča je izrađen od lima i vezan za rukavac točka preko četiri zavrtnja (elementi ●). Tim elementima veze moment se prenosi na rukavac točka, a zatim, preko dva zavrtnja (elementi ▲), na amortizer i oscilaciono rame koji vezuju te delove za rukavac točka.



1 – Davač sile, 2 – Donje sedište zgloba, 3 – Gornje sedište zgloba,
4 – Zglobovi, 5 – Zavrtnji, 6 – Rukavac točka

Slika 5 – Šematski prikaz merenja kočnog momenta davačem sile [8]
Picture 5 – Schematic display of measuring the brake torque by force sensor

Kod realizovanog rešenja reaktivni kočni moment se meri posredno davačem sile (slika 5), a sila istezanja se meri preko mernih traka, vezanih u pun *Wheatstoneov* most. Novoformirani tok prenosa reaktivnog

kočnog momenta je takav da se kočni moment u celini prenosi sa nosača papuča na zavrtanj (element ▲) za vezu rukavca točka sa amortizerom i oscilacionim ramenom preko davača sile. Deformacije rukavca točka i drugi gubici u sistemu smatrani su zanemarljivim. Krajevi davača su, preko navoja, vezani sa zglobovima (4), koji su oslonjeni u konusnim sedištima. Time je ostvarena zglobna veza, koja je neophodna da bi davač sile bio izložen čistom istezanju, a ne i savijanju.

Osnovne karakteristike ovog rešenja davača kočnog momenta su sledeće:

- davač sile registruje samo reaktivni kočni moment,
- reaktivni kočni moment prenosi se u celini preko davača sile i izaziva naprezanje na istezanje,
- merno mesto ovog rešenja davača (M_k^n) vezano je sa postojanjem određene greške merenja zbog gubitaka u prenosu kočnog momenta, što se mora uzeti u obzir pri analizi rezultata eksperimenata,
- merni sistem nije simetričan (ugradnja davača i prenošenje opterećenja).



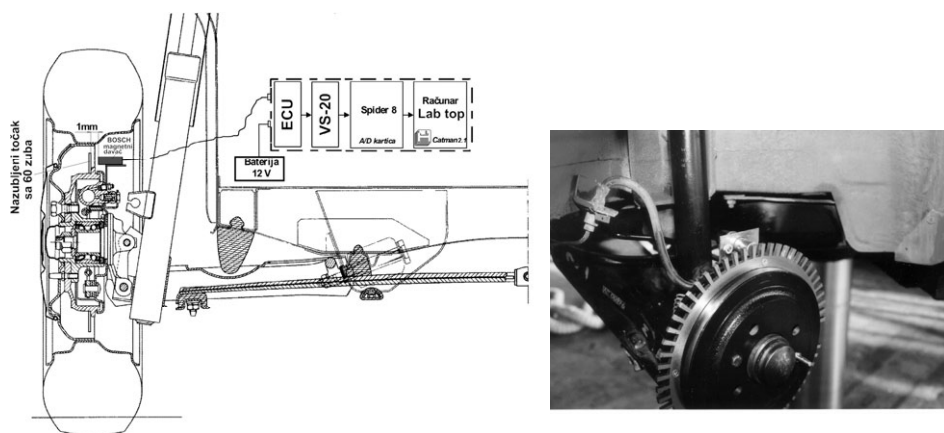
Slika 6 – Ugradnja davača kočnog momenta na doboš kočnici ispitivanog vozila
Picture 6 – Mounting of the drum brake's brake torque sensor on the test vehicle

Način ugradnje davača kočnog momenta na doboš kočnici ispitivanog vozila prikazan je na na slici.

Merenje broja obrtaja točkova motornog vozila

Preko broja obrtaja točkova mogu da se odrede druge značajne veličine, kao kinematski poluprečnik točka, brzina klizanja, koeficijent prijanjanja itd. Osim toga, pojedini sistemi koji se ugrađuju u savremena motorna vozila imaju davače broja obrtaja kao sastavne komponente, na primer: *ABS* (protivblokirajući sistem) ili *ASR* (sistem protiv klizanja) i *EFI* (sistem za elektronsku kontrolu ubrizgavanja goriva). Na slici 7 dati su šematski prikaz mernog lanca za merenje broja obrtaja zadnjih (nepo-

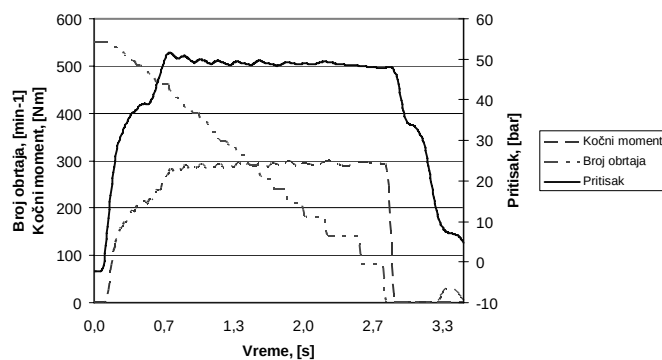
gonski) točkova ispitivanog vozila uz korišćenje magnetnog beskontaktnog impulsnog davača broja obrtaja i fotografija ugradnje tog davača. Nazubljeni točak je zavrtnjima čvrsto vezan za doboš. Na točku se nalazi 60 (58) zuba, koji su pravilno raspoređeni po obimu točka. Naspram točka je postavljen limeni nosač davača broja obrtaja firme *BOSCH*, koji je pričvršćen za nosač kočnih papuča. Za ugradnju i osiguranje nosača korišćena su dva postojeća zavrtnja M6, kojima je pričvršćen kočni cilindar doboš kočnica za nosač kočnih papuča [8].



Slika 7 – Komponente mernog lanca za merenje broja obrtaja zadnjih točkova vozila
Picture 7 – The components of the measuring chain for measuring the rear wheel's speed

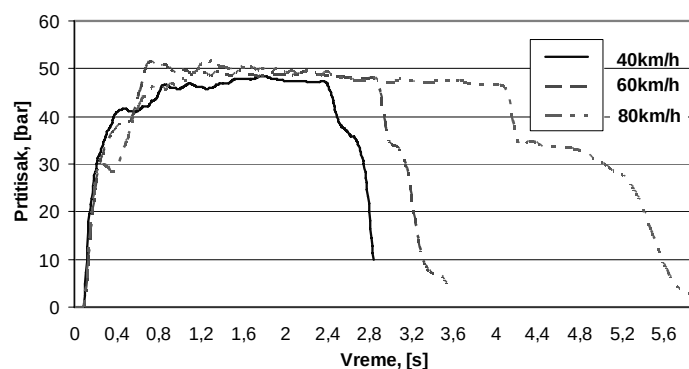
Eksperimentalno su snimljene promene pritiska u kočnoj instalaciji i obe izlazne veličine: kočnog momenta i broja obrtaja kočenog točka tokom procesa kočenja do zaustavljanja vozila za početne brzine od 40, 60 i 80 km/h, i to za vozilo spremno za vožnju i za potpuno opterećeno vozilo. Na slici 8 prikazani su dijagrami kojima se ilustruju promene ulazne veličine i izlaznih veličina za navedene početne brzine. Funkcija pritiska i kočnog momenta ima oblik naglog porasta do postizanja maksimalne vrednosti, a zatim, posle određenog vremena maksimalnog kočenja i naglog pada broja obrtaja točkova, nastupa faza prestanka dejstva vozača na komandu i prestanka procesa kočenja.

Na dijagramima na slikama 9, 10, 11 i 12 prikazana je promena pritiska i kočnog momenta u vremenskom domenu u toku proba kočenja sa isključenom spojnicom za vozilo spremno za vožnju i za potpuno opterećeno vozilo, kao i za različite početne brzine u procesu kočenja. Posle testa kočenja sa $v_0 \approx 40$ km/h, izvedeno je kočenje sa $v_0 \approx 60$ km/h i $v_0 \approx 80$ km/h, pri čemu je vremenski period između kočenja iznosio oko jedan minut. Očigledan je veliki porast pritiska kočne tečnosti u instalaciji i kočnog momenta potrebnih za zaustavljanje potpuno opterećenog vozila.



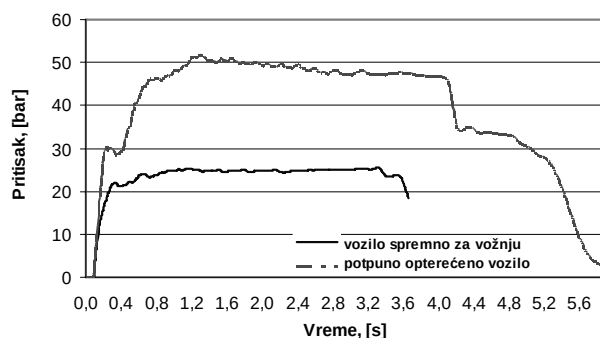
Slika 8 – Promena pritiska, kočnog momenta i broja obrtaja za potpuno opterećeno vozilo i početnu brzinu od 60 km/h

Picture 8 – Change of pressure, brake torque and speed for a fully loaded vehicle and the initial speed of 60 km/h



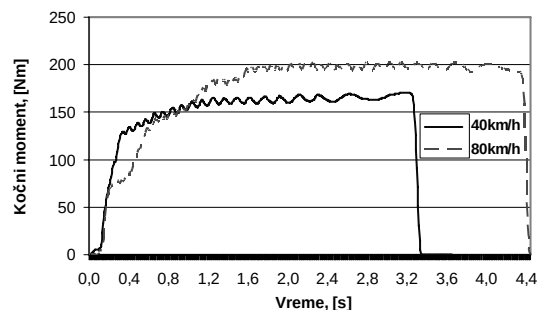
Slika 9 – Uticaj promene početne brzine na promenu pritiska u kočnoj instalaciji

Picture 9 – Influence of the initial speed on the pressure in the brake installation

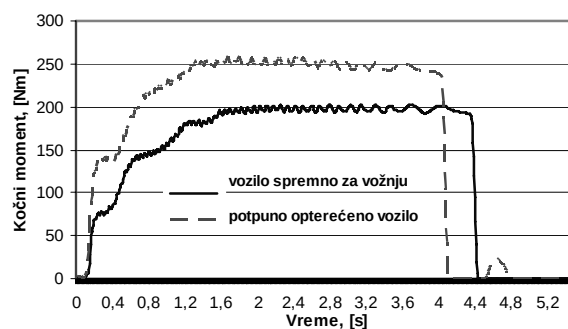


Slika 10 – Uticaj promene mase vozila na promenu pritiska u kočnoj instalaciji

Picture 10 – Influence of the vehicle weight on the pressure in the brake installation

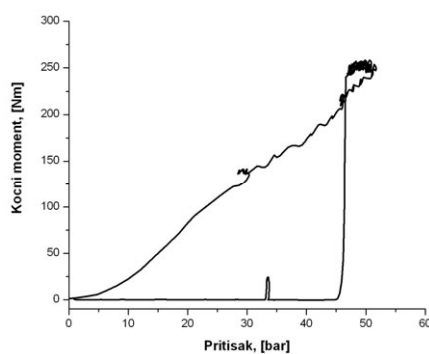


Slika 11 – Uticaj promene početne brzine na promenu kočnog momenta
Picture 11 – Influence of the initial speed on the brake torque

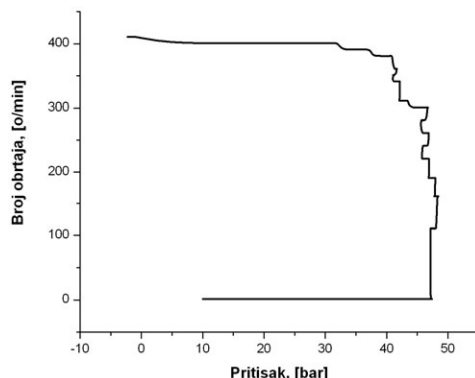


Slika 12 – Uticaj promene mase vozila na promenu kočnog momenta
Picture 12 – Influence of the vehicle weight on the brake torque

Na slikama 13 i 14 prikazan je uticaj promene pritiska u kočnoj instalaciji na izlazne veličine kočnog momenta i broja obrtaja kočenog točka. Promena kočnog momenta, prikazana na slici 13, pokazuje da pritisak, nakon prestanka kočenja i pada kočnog momenta na nulu, u kočnoj instalaciji pada sa određenim vremenskim kašnjenjem.



Slika 13 – Promena kočnog momenta sa promenom pritiska u kočnoj instalaciji
Picture 13 – Change of the braking torque with the change of the pressure in the brake installation



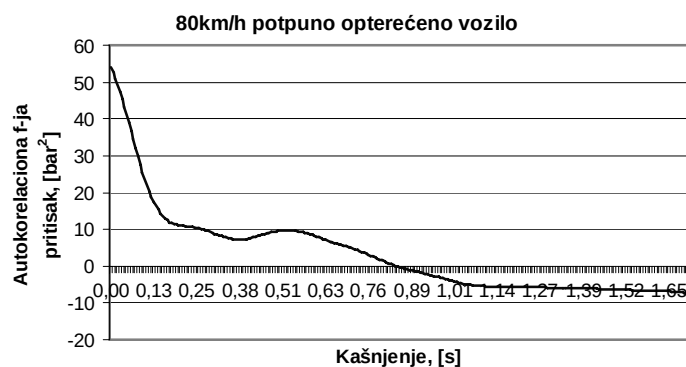
Slika 14 – Promena broja obrtaja sa promenom pritiska u kočnoj instalaciji
Picture 14 – Change of the wheel's speed with the change of the pressure in the brake installation

Analiza rezultata eksperimentalne metode

Za analizu eksperimentalno snimljenih vremenskih serija korišćeni su softveri ANALSIGDEM [10] i DEMPARCHO [11] i realizovani na osnovu teorije poznate iz [12, 13, 14, 15, 16]. U daljem tekstu izvršiće se analiza obrađenih podataka.

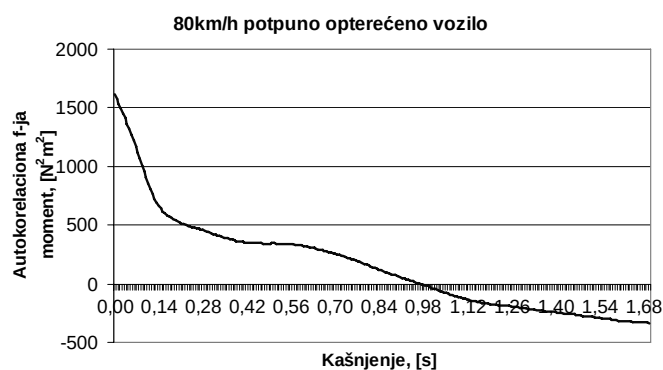
Autokorelacione funkcije

Autokorelaciona funkcija stohastičkog procesa pokazuje zavisnost između trenutnih vrednosti slučajne promenljive u dva različita vremenska trenutka na rastojanju τ .

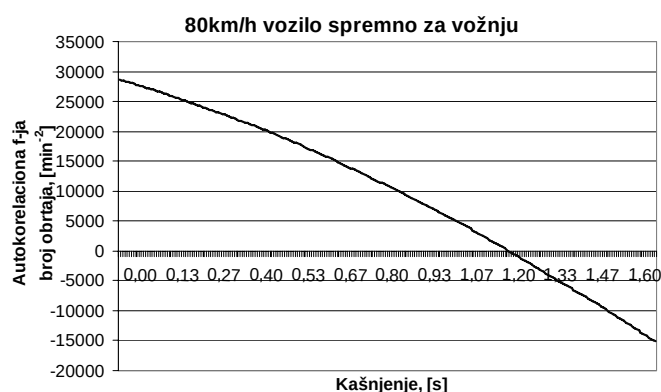


Slika 15 – Autokorelaciona funkcija pritiska u kočnoj instalaciji
Picture 15 – Autocorrelation function of pressure in brake line

Na slikama 15, 16 i 17 prikazane su promene autokorelacionih funkcija pritiska, kočnog momenta i broja obrtaja u funkciji kašnjenja. Kao ilustrativan primer, prikazani su zapisi koji odgovaraju početnoj brzini od 80 km/h. Očigledno je da se vrednosti autokorelacionih funkcija smanjuju sa vremenom kašnjenja, τ , sve do vrednosti nula, ali se potom udaljavaju od nje, što ukazuje na to da je posmatrani proces – prelazni proces.



Slika 16 – Autokorelaciona funkcija kočnog momenta
Picture 16 – Autocorrelation function of brake torque



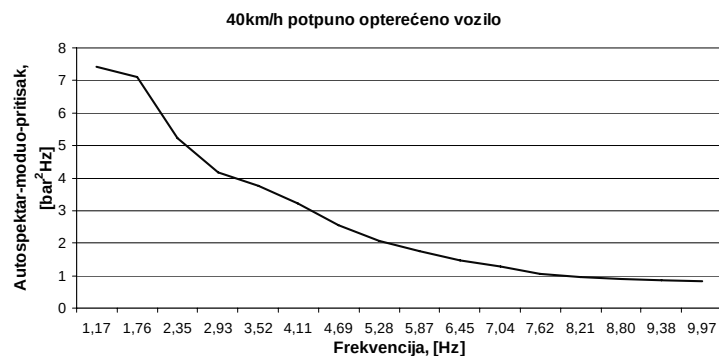
Slika 17 – Autokorelaciona funkcija broja obrtaja
Picture 17 – Autocorrelation function of number of wheel's speed

Autospektri

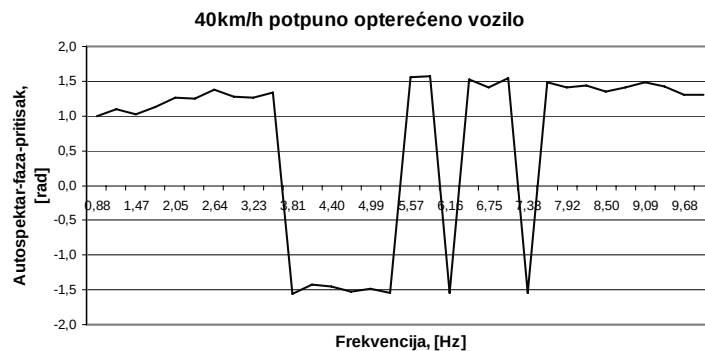
Autospektar snage je realna veličina koja čini graničnu vrednost matematičkog očekivanja proizvoda konjugovano-kompleksne i kompleksne amplitude posmatranog signala.

Na slikama 18 i 19 dati su primeri modula i faza autospektara za pritisak pri brzini od 40 km/h za potpuno opterećeno vozilo. Očigledno je da

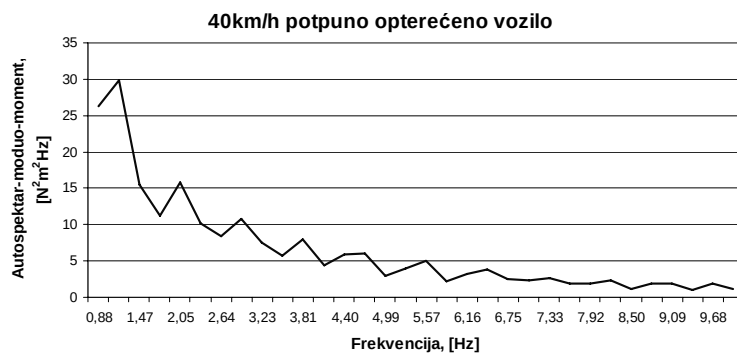
je vrednost modula autospektra najveća za niske frekvencije, a kreće se u granicama od 7,42 ($f = 1,17$ Hz) do 0,83 ($f = 9,97$ Hz). Vrednosti faze se kreću u granicama od $-1,56$ ($f = 3,81$ Hz) do $1,57$ ($f = 5,87$ Hz).



Slika 18 – Modul autospektra za pritisak
Picture 18 – Magnitude of autospectral density function of the pressure

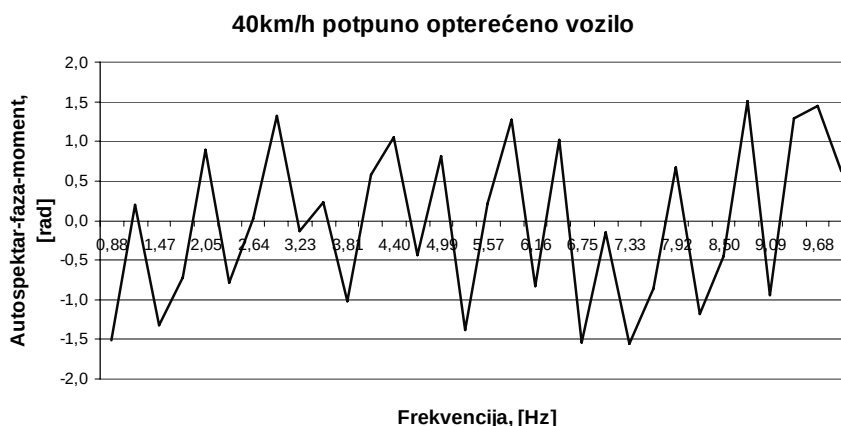


Slika 19 – Faza autospektra za pritisak
Picture 19 – Phase of autospectral density function of the pressure



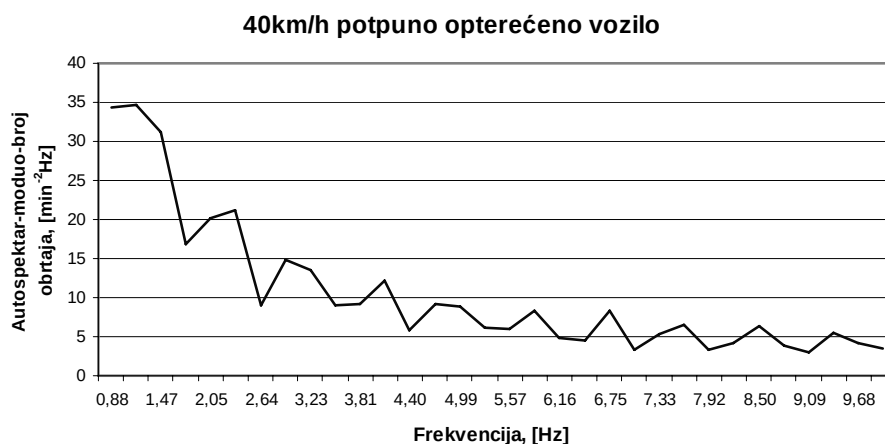
Slika 20 – Modul autospektra kočnog momenta
Picture 20 – Magnitude of autospectral density function of the brake torque

Primeri modula i faza autospektara za kočni moment pri brzini od 40 km/h za potpuno opterećeno vozilo dati su na slikama 20 i 21. Vrednost modula autospektra kreće se u granicama od 29,76 ($f = 1,17$ Hz) do 1,02 ($f = 9,38$ Hz). Vrednosti faze kreću se u granicama od 1,56 ($f = 7,33$ Hz) do 1,51 ($f = 8,8$ Hz).

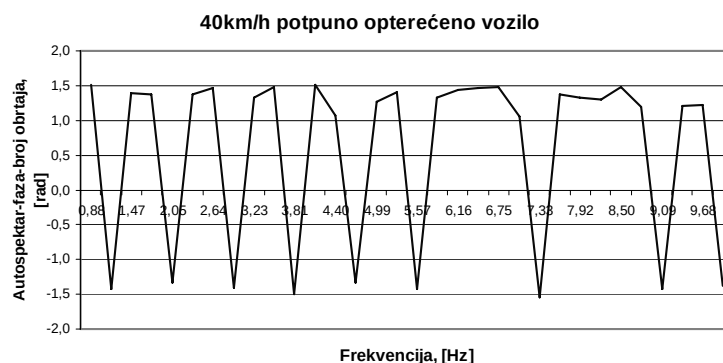


Slika 21 – Faza autospektra kočnog momenta
Picture 21 – Phase of autospectral density function of the brake torque

Na slikama 22 i 23 prikazani su primeri modula i faza autospektara za broj obrtaja pri brzini od 40 km/h za potpuno opterećeno vozilo. Vrednost modula autospektra kreće se u granicama od 34,63 ($f = 1,17$ Hz) do 2,95 ($f = 9,09$ Hz). Vrednosti faze se kreću u granicama od 1,55 ($f = 7,33$ Hz) do 1,52 ($f = 4,11$ Hz).



Slika 22 – Modul autospektra za broj obrtaja
Picture 22 – Magnitude of autospectral density function of wheel's speed



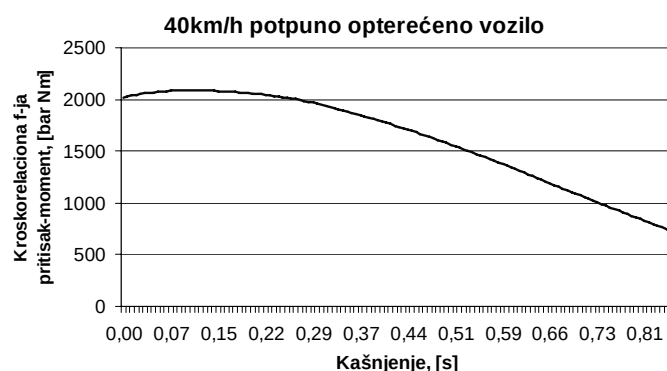
Slika 23 – Faza autospektra za broj obrtaja
Picture 23 – Phase of autospectral density function of wheel's speed

Kroskorelacione funkcije

Kroskorelaciona funkcija stohastičkog procesa pokazuje zavisnost između vrednosti dve slučajne promenljive u dva različita vremenska trenutka na rastojanju τ .

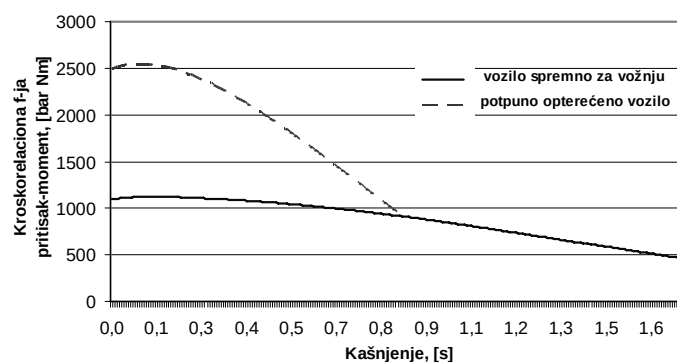
Maksimalne vrednosti kroskorelacione funkcije pritisak – kočni moment za različite početne brzine u procesu kočenja kreću se u opsegu od 1036,77 ($\tau = 0,1265$ s, $v_0 = 60$ km/h za vozilo spremno za vožnju) do 3792,1 ($\tau = 0,1732$ s, $v_0 = 60$ km/h za potpuno opterećeno vozilo). Vremensko kašnjenje se kreće u granicama od 0,0733 s do 0,293 s.

Na slici 24 prikazana je kroskorelaciona funkcija pritisak – kočni moment za početnu brzinu od 40 km/h i potpuno opterećeno vozilo. Maksimalna vrednost kroskorelacione funkcije iznosi 2087,5 i odgovara joj vremensko kašnjenje od 0,106 s.

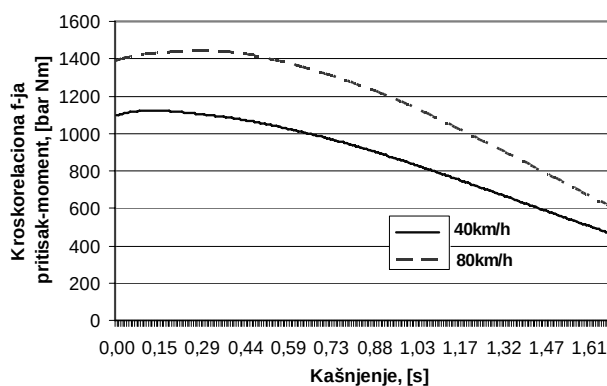


Slika 24 – Kroskorelaciona funkcija pritisak–kočni moment
Picture 24 – Cross-correlation function pressure-brake torque

Analiza uticaja mase vozila i početne brzine na kroskorelacionu funkciju pritisak–kočni moment prikazana je na slikama 25 i 26. Na njima se vidi da povećanje mase vozila (od 1122,4318, $\tau = 0,126$ s do 2548,67, $\tau = 0,08$ s) i početne brzine (od 1122,43, $\tau = 0,126$ s do 1443,99, $\tau = 0,293$ s) znatno utiče na maksimalne vrednosti kroskorelacione funkcije pritisak–kočni moment, što pokazuje da ti parametri utiču i na parametre procesa kočenja.



Slika 25 – Uticaj promene mase vozila na kroskorelacionu funkciju pritisak – kočni moment
Picture 25 – Influence of the vehicle weight on the cross-correlation function pressure-brake torque

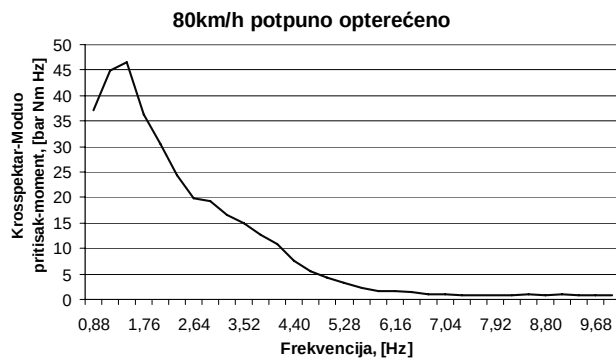


Slika 26 – Uticaj promene brzine na početku kočenja vozila na kroskorelacionu funkciju pritiska k– kočni moment
Picture 26 – Influence of the initial speed on the cross-correlation function pressure-brake torque

Krosspektri

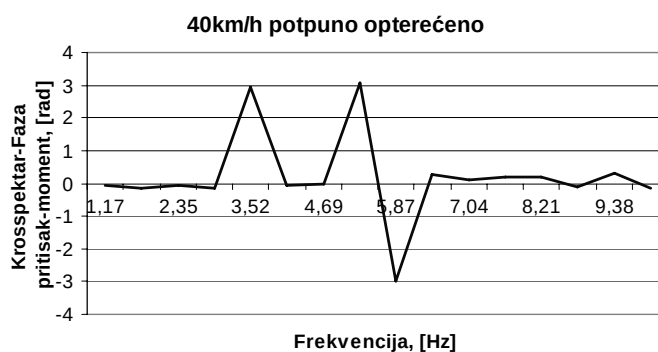
Krosspektar snage je kompleksna veličina koja predstavlja graničnu vrednost matematičkog očekivanja proizvoda konjugovano-kompleksne amplitude jednog i kompleksne amplitude drugog signala.

Na slikama 27, 28 i 29, 30 dati su ilustrativni primeri modula i faza krosspektara za pritisak – kočni moment i pritisak – broj obrtaja respektivno.



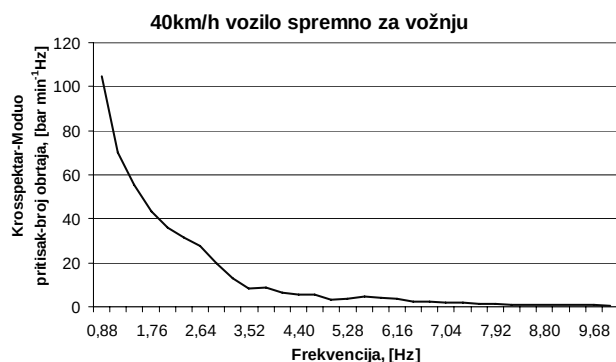
Slika 27 – Modul krosspektra pritisak – moment

Picture 27 – Magnitude of the cross-spectral density function between pressure-brake torque



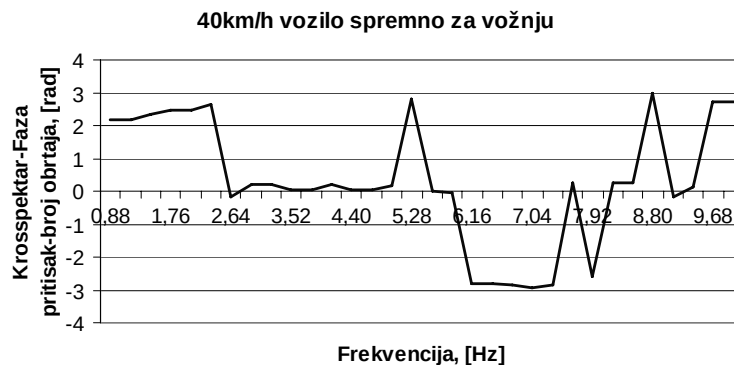
Slika 28 – Faza krosspektra pritisak – moment

Picture 28 – Phase of the cross-spectral density function between pressure-brake torque



Slika 29 – Modul krosspektra pritisak – broj obrtaja

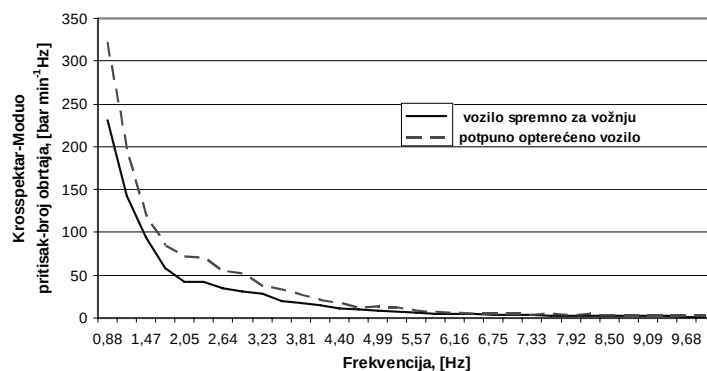
Picture 29 – Magnitude of the cross-spectral density function between pressure-wheel's speed



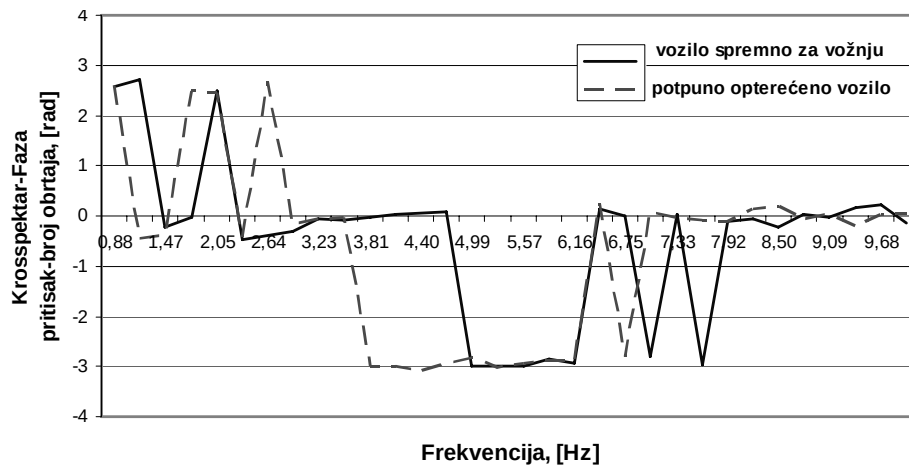
Slika 30 – Faza krosspektra pritisak – broj obrtaja
Picture 30 – Phase of the cross-spectral density function between pressure-wheel's speed

Analizom svih dobijenih podataka utvrđeno je da se maksimalne vrednost modula krosspektra kreću u granicama od 46,56 ($f = 1,47$ Hz, $v_0 = 80$ km/h za potpuno opterećeno vozilo) do 402,72 ($f = 1,17$ Hz, $v_0 = 40$ km/h za potpuno opterećeno vozilo). Maksimalne vrednosti faze kreću se u granicama od 2,67 ($f = 8,5$ Hz, $v_0 = 60$ km/h za potpuno opterećeno vozilo) do 3,08 ($f = 5,28$ Hz, $v_0 = 40$ km/h za potpuno opterećeno vozilo).

Rezultati analize uticaja mase vozila na modul i fazu krosspektra funkcije pritisak–broj obrtaja prikazani su na slikama 31 i 32. Na njima se vidi da povećanje mase vozila utiče na porast maksimalne vrednosti modula (od 230,5, $f = 0,88$ Hz do 322,65, $f = 0,88$ Hz), a malo na maksimalnu vrednost faze krosspektra pritisak–broj obrtaja (od 2,69, $f = 2,64$ Hz za potpuno opterećeno vozilo do 2,72, $f = 1,17$ Hz za vozilo spremno za vožnju).

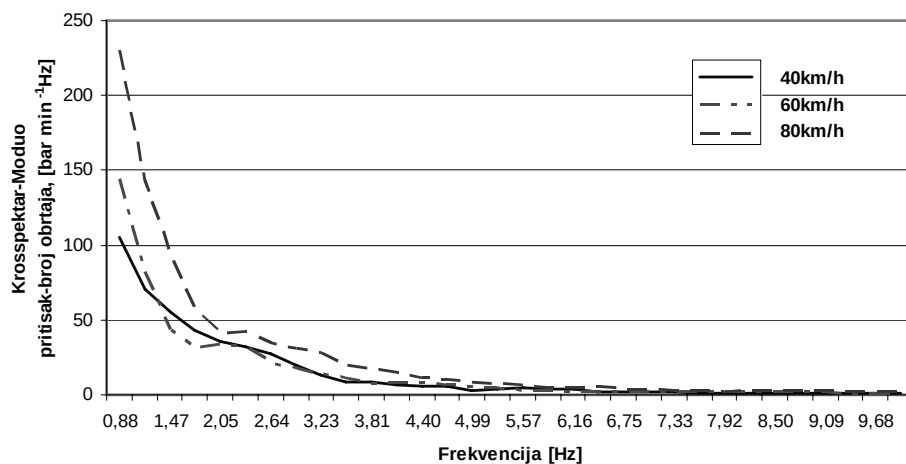


Slika 31 – Uticaj mase vozila na modul krosspektra pritisak – broj obrtaja
Picture 31 – Influence of the vehicle weight on the magnitude of cross-spectral density function between pressure-wheel's speed

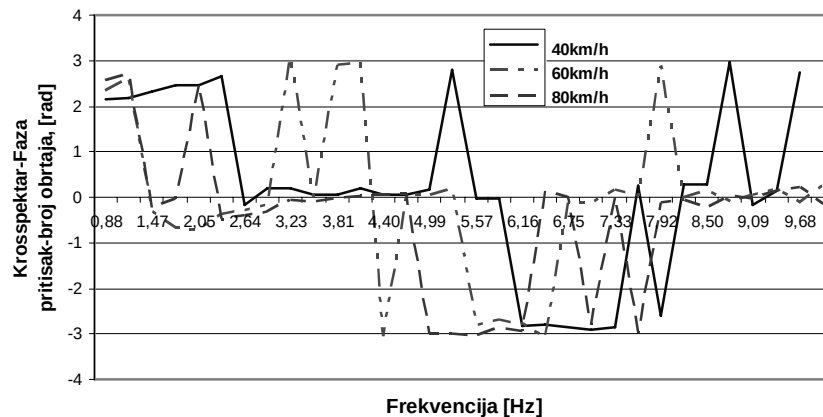


Slika 32 – Uticaj promene mase vozila na fazu krosspektra pritisak – broj obrtaja
 Picture 32 – Influence of the vehicle weight on the phase of cross-spectral density function between pressure-wheel's speed

Na slikama 33 i 34 analiziran je uticaj početne brzine vozila na modul i fazu krosspektra funkcije pritisak – broj obrtaja. Vidi se da povećanje početne brzine vozila utiče na porast maksimalne vrednosti modula (od 104,8 do 230,5, $f = 0,88$ Hz), a malo na maksimalnu vrednost faze krosspektra pritisak–broj obrtaja (od 2,72, $f = 1,17$ Hz, 80 km/h do 3,08, $f = 3,23$ Hz, 60 km/h).



Slika 33 – Uticaj promene brzine na početku kočenja vozila na modul krosspektra pritisak – broj obrtaja
 Picture 33 – Influence of the initial speed on the magnitude of cross-spectral density function between pressure-wheel's speed

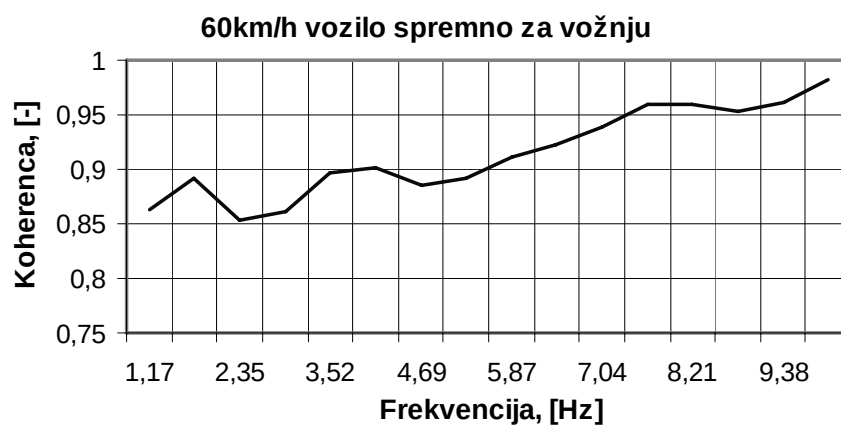


Slika 34 – Uticaj promene brzine na početku kočenja vozila na fazu krosspektra pritisak–broj obrtaja

Picture 34 – Influence of the initial speed on the phase of cross-spectral density function between pressure-wheel's speed

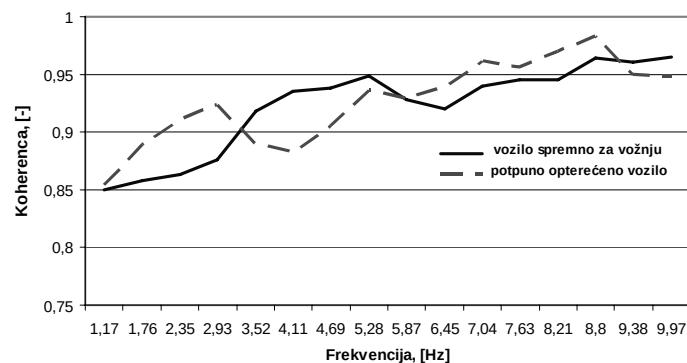
Koherenca

Analiza podataka sa slike 35 pokazuje da se vrednosti koherence kreću u granicama od 0,714 do 0,9833.



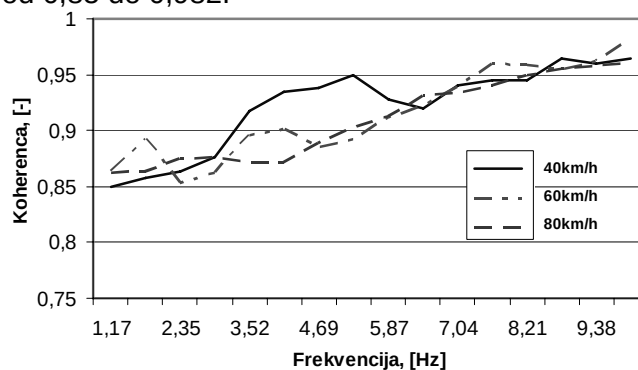
Slika 35 – Koherence pritisak–moment
Picture 35 – Coherence pressure-brake torque

Na dijagramu 36 može se videti i uticaj mase vozila u procesu kočenja do zaustavljanja. Vrednosti koherence se kreću u granicama od 0,855 do 0,973.



Slika 36 – Uticaj promene mase vozila na koherencu
Picture 36 – Influence of vehicle weight on the coherence

Uticaj početne brzine kretanja vozila u procesu kočenja do zaustavljanja vidi se na dijagramu na slici 37. Vrednosti koherence se kreću u granicama od 0,85 do 0,982.

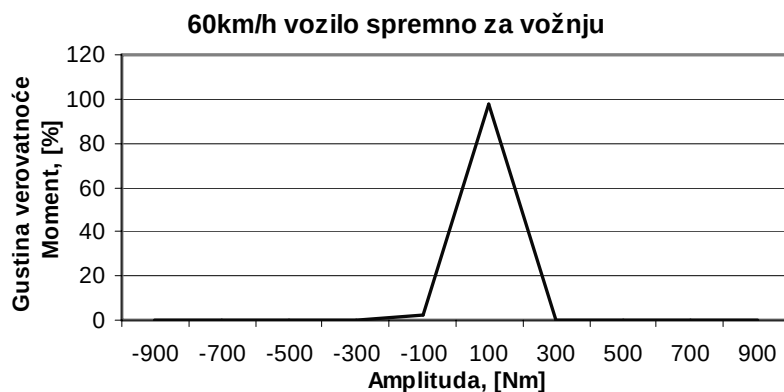


Slika 37 – Uticaj promene brzine vozila na početku kočenja na koherencu
Picture 37 – Influence of the initial speed on the coherence

Može se tvrditi, na osnovu analize svih podataka funkcija koherence, da u posmatranom sistemu za kočenje postoji sprega između pritiska kočne tečnosti u sistemu i kočnog momenta. Ta sprega je pri višim učestalostima veća. Niže vrednosti od 1 objašnjavaju se nelinearnostima, zazorima, šumom i slično.

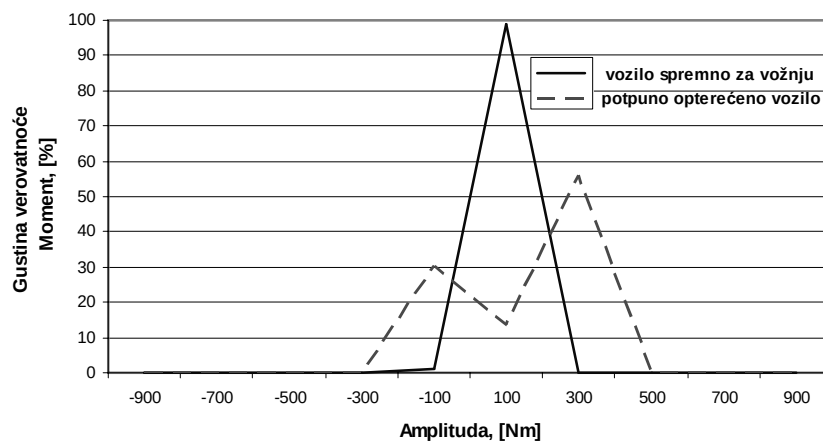
Gustina verovatnoće

Na slici 38 prikazana je jedna od izračunatih funkcija gustine verovatnoće – moment u funkciji amplitude za brzinu od 60 km/h u slučaju vozila spremnog za vožnju. Maksimalna vrednost gustine verovatnoće od 97,85 odgovara amplitudi od 100.



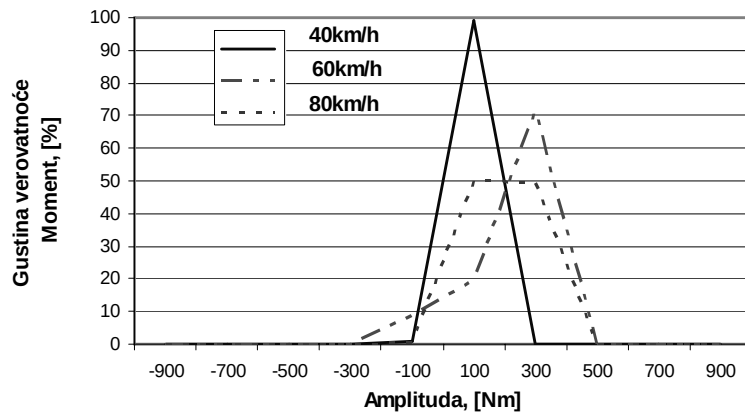
Slika 38 – Gustina verovatnoće – kočni moment u funkciji amplitude
 Picture 38 – Probability density function of the brake moment as a function of the amplitude

Uticaj promene mase vozila na vrednost gustine verovatnoće – moment za početnu brzinu kretanja od 40 km/h prikazan je na slici 39. Maksimalna vrednost gustine verovatnoće menja se u granicama od 55,86 pri amplitudi 300 za potpuno opterećeno vozilo do 99,02 za vozilo spremno za vožnju, što odgovara amplitudi 100.



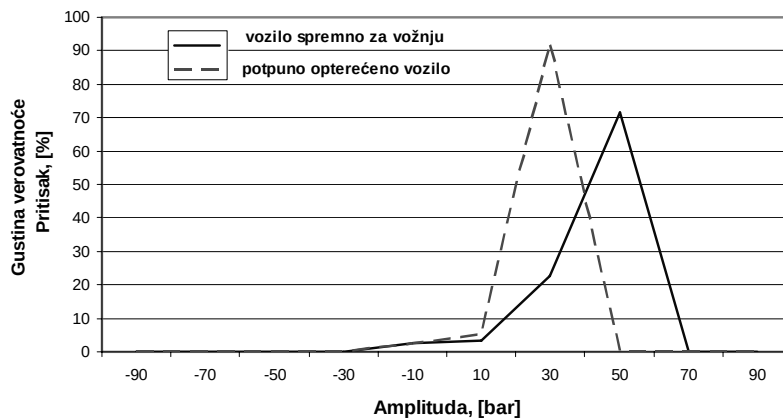
Slika 39 – Uticaj mase vozila na gustinu verovatnoće – moment
 Picture 39 – Influence of vehicle weight on the probability density of the brake moment

Na slici 40 vidi se uticaj početne brzine u procesu kočenja na gustinu verovatnoće – moment čija se maksimalna vrednost menja u granicama od 49,8 pri amplitudi 100 za brzinu 80 km/h, preko 71,29 pri amplitudi 300 za brzinu od 60 km/h, do 99,02 pri amplitudi 100 za brzinu od 40 km/h.



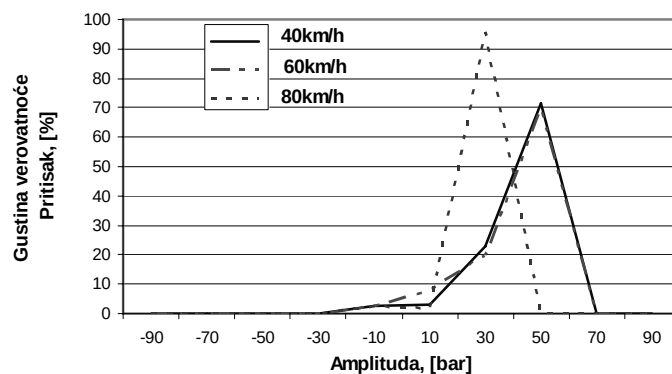
Slika 40 – Uticaj brzine vozila na početku kočenja na gustinu verovatnoće – moment
Picture 40 – Influence of initial speed on the probability density of the brake moment

Uticaj mase vozila na vrednost gustine verovatnoće – pritisak za početnu brzinu kretanja od 40 km/h prikazan je na slici 41. Maksimalna vrednost gustine verovatnoće menja se u granicama od 71,68 pri amplitudi 50 za vozilo spremno za vožnju do 92,19 za potpuno opterećeno vozilo, što odgovara amplitudi 30.



Slika 41 – Uticaj mase vozila na gustinu verovatnoće – pritisak
Picture 41 – Influence of vehicle weight on the probability density of the pressure

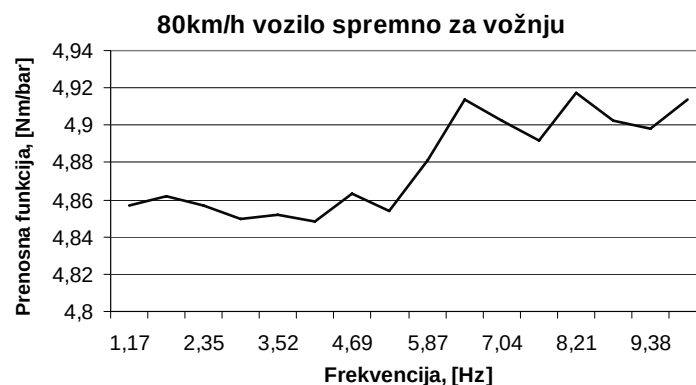
Analiza uticaja početne brzine u procesu kočenja na gustinu verovatnoće – pritisak (slika 42) pokazala je da se maksimalna vrednost menja u granicama od 69,6 pri amplitudi 50 za brzinu 60 km/h, preko 71,68 pri amplitudi 50 za brzinu 40 km/h, do 95,7 pri amplitudi 30 za brzinu 80 km/h (sve za potpuno opterećeno vozilo).



Slika 42 – Uticaj brzine vozila na početku kočenja na gustinu verovatnoće – pritisak
 Picture 42 – Influence of initial speed on the probability density of the pressure

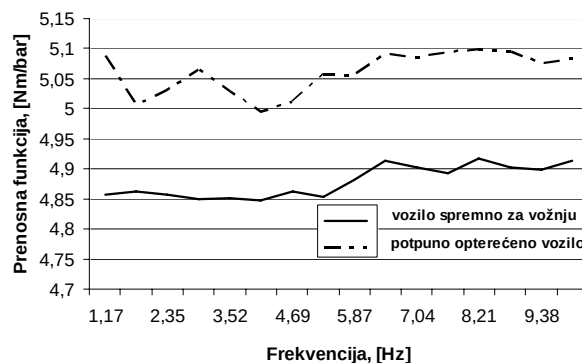
Prenosna funkcija

Na slici 43 dat je ilustrativan dijagram prenosne funkcije pritisak–kočni moment u frekventnom domenu za početnu brzinu od 80 km/h i vozilo spremno za vožnju. Vrednosti prenosne funkcije se kreću od 4,848 ($f = 4,106$ Hz) do 4,917 ($f = 8,211$ Hz).



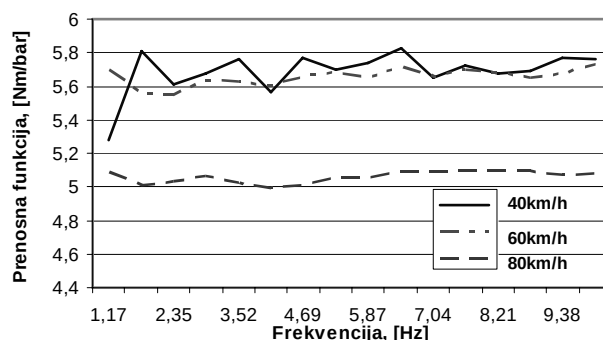
Slika 43 – Prenosna funkcija pritisak – kočni moment u funkciji frekvencije
 Picture 43 – Transfer function of the pressure-brake torque in function of frequency

Ako se razmatra uticaja mase vozila na vrednost prenosne funkcije za početnu brzinu pri kočenju od 80 km/h (slika 44), očigledno je povećanje vrednosti prenosne funkcije, koja se za vozilo koje je spremno za vožnju kreće u granicama od 4,848 ($f = 4,106$ Hz) do 4,917 ($f = 8,211$ Hz), a za potpuno opterećeno vozilo u granicama od 4,995 ($f = 4,106$ Hz) do 5,099 ($f = 8,211$ Hz).



Slika 44 – Uticaj mase vozila na prenosnu funkciju pritisak – kočni moment
Picture 44 – Influence of vehicle weight on the transfer function between the pressure and brake moment

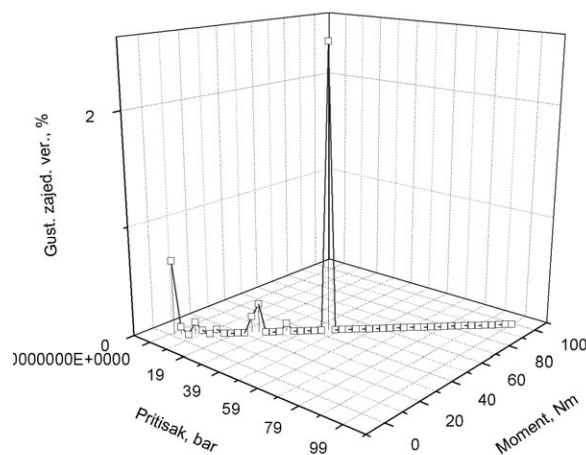
Promena početne brzine u procesu kočenja na prenosnu funkciju pritisak–kočni moment (slika 45) dovodi do promene vrednosti, koja se menja u granicama od 5,282 ($f = 1,173$ Hz) do 5,828 ($f = 6,452$ Hz) za brzinu od 40 km/h, preko 5,552 ($f = 2,346$ Hz) do 5,73 ($f = 9,971$ Hz) za brzinu od 60 km/h i od 4,995 ($f = 4,106$ Hz) do 5,099 ($f = 8,211$ Hz) za brzinu od 80 km/h (sve za slučaj potpuno opterećenog vozila).



Slika 45 – Uticaj brzine vozila na početku kočenja na prenosnu funkciju pritisak – kočni moment
Picture 45 – Influence of initial speed on the transfer function between the pressure and brake moment

Gustina zajedničke verovatnoće

Na slici 46 prikazana je promena gustine zajedničke verovatnoće u funkciji pritiska i momenta za početnu brzinu od 40 km/h i vozilo spremno za vožnju. Gustina zajedničke verovatnoće menja se u granicama od 0,22 ($v_0 \approx 60$ km/h za vozilo spremno za vožnju) do 0,68 ($v_0 \approx 40$ km/h za potpuno opterećeno vozilo).



Slika 46 – Gustina zajedničke verovatnoće za brzinu od 40 km/h i vozilo spremno za vožnju
 Picture 46 – Density of mutual probability for a speed of 40 km/h and the vehicle that is ready to drive

Zaključak

Na osnovu istraživanja, može se zaključiti sledeće:

Razvijena metodologija eksperimentalnog istraživanja mehaničkih karakteristika doboš kočnica može se primeniti u praksi sa dovoljnom pouzdanošću.

Korišćene metode obrade podataka omogućavaju analizu stvarnih mehaničkih karakteristika doboš kočnica u eksploataciji.

Dobijeni rezultati ukazuju na nelinearnu transformaciju pritiska kočnog fluida u kočni moment i na značajan uticaj parametara mase vozila i početne brzine vozila na početku posmatranih prelaznih procesa.

Literatura

- [1] Todorović, J., *Kočenje motornih vozila*, Zavod za udžbenike i naučna sredstva, Beograd, 1988.
- [2] Demić, M., Lukić, J., *Teorija kretanja motornih vozila*, monografija, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2011.
- [3] Gillespie, T., *Fundamental of Vehicle Dynamics*, SAE, 1992.
- [4] Necomb, T. P., Spurr, R. T., *Braking of road vehicles*, Chapman and Hall, London, 1967.
- [5] Necomb, T. P., Day, A. J., *Finite element analysis of drum brake performance*, Int. Seminar "Autom. Brake Components", IMechE, Birmingham, 1985.
- [6] Day, A. J., Harding, P. R., Necomb, T. P., *Combined thermal and mechanical analysis of drum brakes*, Proc. IMechE, Vol 1988, N°15.

- [7] Glišović, J., Radonjić, R., *Ocena svojstava doboš kočnica za motorna vozila*, IRMES, Jahorina, 2002.
- [8] Glišović, J., *Identifikacija prenosnih karakteristika doboš kočnica*, magistrski rad, Mašinski fakultet, Kragujevac, 2001.
- [9] Demić, M., Mirić, N., *Prilog definisanju dinamičkog modela vozila za analizu procesa kočenja*, Zastava, br. 30, 1991.
- [10] Demić, M., "ANALSIGDEM" – Software for signal analysis, www.ptt.yu/korisnici/i/m/imizm034/, 2003.
- [11] Demić, M., "DEMPARCOH" - Software for partial coherence function calculation, www.ptt.yu/korisnici/i/m/imizm034/, 2003.
- [12] Bendat, J. S., *Nonlinear Systems-Techniques and Applications*, John Wiley and Sons, London, 1998.
- [13] Bendat, J. S., Piersol, A.G. *Random Data Analysis and Measurement Procedures*, John Wiley and Sons, London, 2000.
- [14] Bendat, J. S., Piersol, A.G., *Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis*, John Wiley and Sons, London, 1980.
- [15] Demić, M., *Kibernetički sistem: čovek–vozilo–okruženje*, Centar za naučna istraživanja SANU i Univerziteta u Kragujevcu, monografija, 2008.
- [16] Demić, M., *Prilog utvrđivanju pouzdanosti nove metode za identifikaciju oscilatornih parametara motornih vozila*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 45, No. 2, pp. 135–146, Beograd, 1997.

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF PASSENGER MOTOR VEHICLE DRUM BRAKES

FIELD: Mechanical Engineering, Engines and Motor Vehicles

ARTICLE TYPE: Original scientific paper

Summary:

Calculation and testing methods of drum brake mechanisms are presented in a large number of papers. Intensive development of computer techniques, numerical methods and measurement techniques make a significant contribution in this domain. Based on the conducted analysis, it is obvious that there is no generally accepted method for the evaluation of mechanical characteristics and output parameters of drum brakes. One new approach for defining evaluation criteria of the properties of drum brakes for motor vehicles is presented in this paper. The complex characteristics of various types of brake mechanisms are formed according to the proposed algorithm, the fast assessment of the characteristics of the brake mechanism is performed, which is especially important in the development phase of new products, by using computer techniques for measuring, data acquisition and data processing.

Introduction

The main function of the brake mechanisms is to achieve the required braking torque acting on the wheel of the vehicle, causing its deceleration, thus braking the vehicle. Therefore, the braking torque is

a fundamental characteristic of each brake, the measure of its functional properties or performance. This paper presents one way of defining the criteria of evaluation of mechanical properties of drum brakes for motor vehicles, which include the stage of experimental measurements and subsequent processing of recorded data.

Experimental methods

The SIMPLEX type drum brakes are incorporated at the rear wheels of the tested passenger vehicle. During the braking process, braking torque is developed, and it tends to slow down the drum. At the same time, the reactive braking torque acts on the wheel and it is transmitted to the shoes, seeking to turn them around in the direction of rotation. The reactive torque, which is identically equal to the intensity of the braking torque is transferred through the shoe supports and the brake cylinders on the backing plate made of sheet metal. In addition to monitoring the braking torque, the pressure of brake fluid in the brake cylinder of the rear wheel brake is measured with an absolute pressure sensor. A contactless pulse sensor is used for monitoring the speed of the rear wheel, and this is the second output parameter of drum brake subsystems.

Measurement of pressure in the brake cylinder of drum brakes

The hydrostatic brake system was applied in the tested vehicle in which the command signal is transmitted from the brake pedal, through pipes and hoses to the brake cylinders. Design limitations prevent the mounting of the absolute pressure transducer P3MA directly into the brake cylinder of drum brakes. Instead, a sensor is installed near the brake cylinder, assuming that there is a very small pressure drop.

Measuring brake torque in the drum brakes

The reactive braking torque in the realized solution is measured indirectly by a force sensor and the extension force is measured via strain gauges connected in a full Wheatstone's bridge and glued on the measuring stick being stressed by extension.

Measuring the speed of the motor vehicle wheels

There are 60 (58) teeth uniformly distributed along the wheel perimeter. A metal bracket with a speed sensor manufactured by the BOSCH Company is mounted opposite the wheel and it is attached to the backing plate.

The following data was recorded during the experiment: pressure changes in the brake installation and both output values- the braking torque and the braking wheel speed during the braking process until the vehicle is stopped for different initial velocities and for both a vehicle ready for a drive and a fully loaded vehicle. The pressure and braking torque functions first show a rapid increase up to a maximum value, then after a certain time of maximum braking and a sudden drop in the wheel number of revolutions, the phase of the termination of driver's command and stop

of the braking process takes place. The change of the braking torque in Fig. 13 shows that after the stop of braking and the drop of braking torque to zero, the pressure drop in the brake installation has some time delay.

Analysis of the results obtained by the experimental method

The ANALSIGDEM and DEMPARCH software packages were implemented for the analysis of the experimentally recorded time signals, and they were based on the theory known from [12, 13, 14, 15, and 16].

Autocorrelation function

The changes of the autocorrelation functions of pressure, brake torque and speed in function of the delay are illustrated. It is obvious that the values of the autocorrelation functions are reduced with the time delay, τ , until the value is zero, but then they move away from it. This suggests that the observed process is the transition process.

Auto-spectral density function

Figs. 18 and 19 show the examples of modules and phases of the auto-spectral density function of the pressure at a speed of 40 km/h for the fully loaded vehicle. It is obvious that the value of the module of the auto-spectral density function is largest in low-frequency ranges and has values from 7.42 ($f=1.17$ Hz) to 0.83 ($f=9.97$ Hz). The phase values are within the range from -1.56 ($f=3.81$ Hz) to 1.57 ($f=5.87$ Hz).

Cross-correlation functions

The maximum value of the cross-correlation function pressure-brake torque for different initial velocities during the braking process is ranged from 1036.77 to 3792.1. The time delay ranges from 0.0733 s to 0.293 s. The analysis of the influence of the vehicle mass and the initial velocity on the cross-correlation function pressure-braking torque shows that the increase in the vehicle mass and the initial speed significantly affects the maximum value of the cross-correlation function pressure-braking torque.

Cross-spectral density function

The results of the analysis of the influence of the vehicle mass on the modulus and phase of the cross-spectral density functions pressure-speed show that the increase in a vehicle mass affects the increase in the maximum value of the module and show little influence on the maximum value of the phase of the cross-spectral density function pressure-speed. The influence of the initial vehicle speed on the modulus and the phase of the cross-spectral density functions pressure-speed have been analyzed and there is an obvious increase in the maximum value of the module and little influence on the maximum value of the phase of the cross-spectral density function pressure-speed.

Coherence

Based on the analysis of all data of the coherence function, it can be argued that in the present system, there is a correlation between

the pressure of brake fluid in the brake system and the braking torque. This coupling is larger at higher frequencies. Lower values than one (1) are explained by nonlinearity, clearance, noise, etc.

Probability Density

The influence of the vehicle mass on the probability density-pressure for the initial speed of 40 km/h shows that the maximum value of the probability density varies within the limits of 71.68 in the amplitude of 50 for a vehicle ready for the drive, to 92.19 for the fully loaded vehicle, which corresponds to the amplitude of 30. The analysis of the influence of the initial velocity during the braking process on the density probability-pressure showed that the maximum value changes within the limits from 69.6 (amplitude 50, speed 60 km/h), over value 71.68 (amplitude 50, speed 40 km/h) to 95.7 (amplitude 30, speed 80 km/h), all for the case of the fully loaded vehicle.

The transfer function

By considering the influence of the vehicle mass on the transfer functions for the initial braking speed of 80 km/h (Fig. 44) it is obvious that the value of the transfer function is increased, ranging from 4.848 ($f=4.106$ Hz) to 4.917 ($f=8.211$ Hz) for the vehicle ready for the drive, and for the fully loaded vehicle from 4.995 ($f=4.106$ Hz) to 5.099 ($f=8.211$ Hz). Changing the initial velocity in the braking process has the influence on the transfer function pressure-braking torque (Fig. 45) and leads to changes in the value which varies within the limits from 5.282 ($f=1.173$ Hz) to 5.828 ($f=6.452$ Hz) for the speed of 40 km/h, over 5.552 ($f=2.346$ Hz) to 5.73 ($f=9.971$ Hz) for the speed of 60 km/h, 4.995 ($f=4.106$ Hz) to 5.099 ($f=8.211$ Hz) for the speed of 80 km/h, all for the case of the fully loaded vehicle.

Conclusion

The developed methodology of experimental research of drum brake mechanical properties can be applied with sufficient reliability in practice. The applied data processing methods allow an analysis of actual mechanical characteristics of drum brakes in operation. The obtained results indicate a nonlinear transformation of the brake fluid pressure into the braking torque, as well as a significant influence of vehicle mass parameters and the initial speed at the beginning of the observed transition processes.

Key words: drum brakes, experimental research, data processing.

Datum prijema članka: 18. 07. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 17. 08. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 18. 08. 2011.

STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF PLASMA SPRAY SEALING ALUMINUM-SILICON-POLYESTER COATINGS

Mrdak R. Mihajlo
IMTEL Institute of Microwave Techniques and Electronics,
Belgrade

DOI: 10.5937/vojtehg1203071M

FIELDS: Chemical Technology
ARTICLE TYPE: Original Scientific Paper

Summary:

This study shows the homologation of the plasma spray parameters of soft abrasive AlSi – Polyester seals so that they can be applied on the TV2 - 117A compressor engines. The research has aimed at substituting existing sealants with a new class of materials in order to increase the sealing effect under the highest levels of pressure and to provide the air flow temperature of 100-125°C through the compressor. The Metco 601NS material and plasma spray technology were applied on the air labyrinth ring as a part of the TV2-117A turbojet engine compressor in order to obtain soft sealing. The deposit parameters were carefully selected in order to obtain coatings with the best characteristics depending on their application. The flow of helium was taken as a basic parameter in the parameter selection procedure. The coating with the best mechanical and structural properties was deposited on the air labyrinth ring to examine the effect of the coating application in an assembly. The microstructures of deposited layers were estimated with a light microscope and a (SEM) Scanning Electron Microscope. The microstructural analysis of deposited layers was performed according to the Pratt - Whitney standard. The assessment of the mechanical properties of the coatings was done by examining the macrohardness of the sealing layers with the HR15Y method. The coating bond strength was tested by tensile testing. The effect of the air labyrinth ring sealing was tested inside the TV2-117A engine compressor on the test station for a period of 42 hour.

Key words: *atmospheric plasma spray (APS), deposition, sealing, micro-structure, interface, macrohardness, bond strength.**

Introduction

The development of new generations of turbo-jet engines has led to the development of new technologies and sealing materials. Nowadays, soft wear coatings, resistant to erosion and resulting in low-

Acknowledgement: The author is thankful for the financial support from the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia (national projects OI 174004, TR 34016).

energy friction conditions, are applied on low and high pressure compressor components. During exploitation, soft-sealing coatings are exposed to wear instead of causing the wear of blades or labyrinth seams. Improved sealing between rotating and stationary parts in aircraft gas turbines significantly increases engine performances by improving thermal efficiency. This objective has been achieved by applying soft and hard seals in turbo-jet engines. Blades in low and high pressure compressors and gas turbines act on soft seals as lathe knives, thus keeping the gap between the rotor and the coating at the minimum. These coatings are mostly multiphase materials produced by thermal spray technology procedures. Powders for the production of soft wear coatings consist of a metal base and an additional phase which controls the amount of porosity in layers. Sealing efficiency requires a combination of properties usually optimized by a composition and a phase ratio in the mixture. Development of turbo jet engines has resulted in a growing demand for improved efficiency and greater sealing power of engines. This has led to extensive efforts to improve the performance of various components in turbo-jet engines, industrial gas turbines, compressors and generators. One of the critical areas is the clearance between the blade tip and a casing which should be reduced to a minimum in order to minimize leakage between the engine components [1-3]. In recent years, the application of modern seals on turbo-jet engines has significantly improved engine performances and sealability. Soft-wear coatings have been developed for various locations in turbines [4]. The plasma spray process is the most popular technological procedure for the production of soft seals [4]. During operation, very complex mechanisms occur during the consumption of coating materials. This includes scraping sealant materials by blade tips, their smearing and sticking to blades, crushing, melting, erosion and oxidation [5]. During operation, sealing coatings exposed to wear must not be damaged and after being scrapped by blades they must remain smooth. Good coating wear in exploitation involves appropriate coating softness as well as sufficient coating hardness in order to resist to gas erosion due to high gas velocity and particles present in the gas. Resistance to oxidation and corrosion and resistance to thermal shock are also the key criteria which coatings exposed to wear must satisfy in engine systems. In order to meet all these requirements and allow the control of leakage between components, coatings are often composed of two or more components. Sealing coating consists of a metal base and the second phase as a solid lubricant to control wear and porosity [6]. Polyester is often used as a means to control porosity and as a solid lubricant surrounded by and enclosed in the metal base. This helps to reduce the transfer of the coating onto the blades, to reduce chipping and to prevent coating erosion.

Sealing materials used in gas turbine compressors and turbo-jet engines are subjected to a wide temperature range, from the lowest to the high-

hest engine operating temperatures. Among the most successful materials for sealing low and medium pressure compressors at relatively low temperatures is AlSi-polyester wear coating. The development of compositions and structures of soft sealing materials is mainly based on studies of tribological properties of coatings [7–9,10], which allow to determine under what conditions coatings have the best wear characteristics [11,12]. This information allows an appropriate choice of a coating and a prediction of its behavior in exploitation [13]. Soft sealing coatings are suitable for eccentric assemblies and they compensate for tolerance changes caused by machining. Coatings with gaps adjustable to the minimum value improve engine performances [14].

The Metco 601NS powder is a mixture of AlSi alloys and polyester which has been specially developed to control the clearance of mechanical part elements. Tests on aircraft engines have confirmed that Metco 601NS coatings have high wear resistance without causing the compressor blade tip wear, excellent resistance to oxidation up to 345°C and good resistance to thermal shock. The powder is designed to be deposited by the atmospheric plasma spray process (APS) using argon / hydrogen or argon / helium as plasma gases. The Metco 601NS powder is certified as a product that meets the requirements of reputable firms such as Pratt & Whitney specification PWA1349 and Rolls Royce MSRR 9507/15, etc. The powder is recommended for sealing compressor parts where air of a certain temperature flows through and it serves as a replacement for black rubber. It can be applied to internal and external surfaces as a seal on low and high pressure compressors. Depending on the plasma spray equipment, the Metco 601NS powder produces coatings of macro hardness HR15y: 73 ± 5 , 70 ± 10 and 70 ± 5 . Generally, the coating macro hardness is within the limits of 60-80 HR15y. The adhesion of coatings ranges from 6.9 to 14 Mpa, depending on the depositing parameters. Due to low bond strength values, sealing coatings are always deposited in a dual system with nickel-aluminide coating (Metco 450NS powder). Coatings contain tiny pores with a share of 3% to 5% depending on the type of equipment and plasma depositing parameters. The coatings paired with tempered steel have the coefficient of friction of 0.47 [15].

The aim of this study was to optimize the parameters of plasma spray depositing AlSi - polyester powder. The research and results achieved in the world in this area were the starting point for us to homologate and apply, for the first time, the material produced in Western countries on the air labyrinth ring of the TV2-117A turbojet engine compressor produced in the East. The aim of this study was to examine the effect of sealing gaskets by plasma spray technology and a new material and to substitute existing materials. A new generation of materials was expected to provide better sealing for higher compressor efficiency with lower fuel consumption fuel. The expected effects were confirmed after 42-hour engine testing on a test stand.

Details of the experiment

The Metco 601NS powder, Sulzer Metco, was used for the experiments. This powder is a mixture of polyester and AlSi alloy (AlSi 60% - 40% polyester) with a melting temperature of 425°C and the range of grain size of powder particles from 10 microns to 106 microns [15]. The deposited AlSi-polyester powder bonds well with the base. The powder manufacturer prescribes that the powder be used with its Metco (3M, 7M, 9M and 10M) plasma spray systems with prescribed parameters of powder deposition; therefore, if other plasma spray systems are used, the parameters must be optimized and tested. Due to the powder low melting temperature, helium was applied since the Ar/He combination gives a shorter and denser plasma jet of lower specific enthalpy as compared to Ar / H₂. This allows less powder component evaporation and combustion. Also, denser plasma such as Ar-He pumps in the ambient air to a lower extent, thus avoiding powder oxidation reduction and the powder deposits with higher density packaging in the coating [16]. Due to the low melting temperature, powder coatings were also deposited at a lower intensity of electrical current and a plasma gas flow variable. The experiment used the SG - 100 Plasmadyne plasma gun with appropriate robotic control spray conditions. The plasma gun consists of: K 1083 -129 cathode, A 2083 -129 anode and GI 2083-130 gas injector. In selecting the depositing parameters, the helium plasma gas flow was taken as the basic parameter. The helium gas flow must be optimal to ensure complete melting of powder particles and thereby minimize the evaporation of powder components. On the other hand, plasma gas flow rate should provide a uniform deposit of powder particles to provide continuous deposition of layers in the form of AlSi mesh that will take soften and molten polyester particles into it thus providing a uniform and homogeneous structure of the deposited layers throughout the coating cross-section. In this study, during the deposition of AlSi-polyester powder particles, two He plasma gas flows of 6 l / min and 12 l / min were used while other parameters were of constant values. The list of the used parameters is shown in Table 1.

Plasma spray parameters

Table 1

Plazma sprej parametri

Tabela 1

The parameters of deposition	Value
Electrical current (A)	600
Arc voltage (V)	32
Primary plasma gas Ar (l/min)	47
Secondary plasma gas He (l/min)	6 /12
Wearing powder gas Ar (l/min)	6
Flow rate of powder (g/min)	50
Distance of the substrate (mm)	80

Three groups of coatings were deposited. The first group of coatings was deposited with the He flow of 6 l / min and 12 l / min with a thickness of 0.5 mm to determine the effect of He flow on the bond macro hardness and strength. The second group of coatings was deposited with the He flow of 12 l / min with a layer thickness of 0.10, 0.20 and 0.30 mm to determine the influence of the coating thickness on the bond strength. In the third group, coatings with thicknesses from 1.6 to 2.2 mm prescribed for the air labyrinth ring were deposited to examine the layer microstructure. In order to analyze the fracture morphology, the coating with the best structural and mechanical properties was fractured.

The substrate material on which AlSi - polyester layers were deposited was X15Cr13 steel (AMS 5504). Before deposition, the substrate was not preheated and the surface was roughened with white electrocorundum of the grain size from 0.7 to 1.5 mm. The roughening aimed to remove the thin oxide film from the substrate surface in order to obtain higher bond strength of the coating substrate. The testing and characterization of the coatings were done according to the Pratt & Whitney standard [17].

Macro hardness was measured using the Rockwell steel balls of 12.7 mm in diameter with a weight of 15 kg (HR15y). The coating macro hardness was measured along the layers. In order to evaluate the homogeneity of the layers, the measurement was carried out in three areas: in the middle, on the left side and on the right side of the samples. The samples for the macro hardness measurement as well as for the microstructure analysis had the dimensions of 70 × 20 × 1.5 mm. The shown macro hardness results are the average of multiple measurements.

The bond strength between the coating and the base was determined by tensile testing. Two samples were paired, with dimensions of Ø25 × 50 mm, and the coating was deposited on only one of them. The samples were glued together and left to bind, fixed in an appropriate tool. Adapters, used in the testing, were constructed to ensure the elimination of shear forces. The tests were performed on a universal hydraulic tensile testing machine at room temperature at a constant speed of 1 mm / min [17]. Three pairs of samples were used for each group of coatings, and the obtained values were averaged.

The microstructure of coatings and the quality of the coating bond and the base were analyzed using a light microscope. The morphology of the fracture of the coating with the best characteristics was examined on the Scanning Electron Microscope (SEM).

Results and discussion

Table 2 shows the obtained values for the macro hardness and the bond strength of the AlSi-polyester coating for the layer thicknesses of 0.5 mm, depending on the helium flow. The values of AlSi - polyester layer macro hard-

ness are directly related to the helium flow. The layers deposited with the helium flow of 6 l / min showed lower values of macro hardness: 72HRy. The coatings deposited with the helium flow of 12 l / min showed the macro hardness value of 80HRy. The average difference of macro hardness values between the layers was HR15y. The average macro hardness values for both coatings were within the prescribed limits [15]. The helium flow influenced the density of the layers and the ratio of AlSi/polyester deposited in coatings to a lower extent. The layers deposited with a higher helium flow were thicker as confirmed by the metallographic examination of the specimens. Also, higher values of the macro hardness of the AlSi-polyester layers deposited with a greater helium flow show a higher cohesive strength of the layers, as confirmed by the results of the tensile strength testing.

Tabela 2

Vrednosti makrotvrdoće i čvrstoće spoja slojeva AlSi-poliester

Table 2

Values of the macro hardness and the bond strength of AlSi-polyester layers

He Flow l/min	AlSi – polyester	
	Macro hardness HR15y	Bond strength MPa
6	72	10
12	80	13

The values of the bond strength of the AlSi - polyester layers were directly related to the helium flow. The coatings deposited with the higher throughput of helium had a higher tensile strength of bonds -13MPa, and the layers deposited with a lower helium flow rate had the tensile bond strength of 10MPa. During the tests, fractures occurred along the coating/supstrat interface in all samples. This meant that the cohesive strength of the AlSi-polyester coating was good. The values of tensile bond strength were within the prescribed limits for both coatings [15]. For the second group of coatings deposited with a layer thickness of 0.10, 0.20 and 0.30 mm and a helium flow of 12 l / min, the values of the tensile bond strength (Fig. 1) showed a great influence of the coating thickness on the obtained values for the bond strength. The layers of thickness at 0.1 mm showed the highest value of the tensile bond strength of 29MPa as expected. During the depositing procedure, the molten powder particles input higher voltage to the layers with the increase of the coating thickness due to a larger temperature difference between the upper layers that were being deposited and the lower layers which had been already deposited. Due to a higher proportion of residual stresses in thick coatings, tensile strength was lower. The layers with a thickness of 0.2 mm had a strength of 23MPa, and the layers with a thickness of 0.3 mm had a bond strength of 20MPa. All the layers had the tensile bond strength higher than the prescribed values [15]. Another parameter resulting in high

values of tensile bond strength for all the coatings is a good preparation of the surface substrate, which was confirmed by a metallographic examination of the interface between the surface substrate and the coating. The microstructures of the AlSi-polyester layers deposited with a helium flow rate of 6 l / min are shown in Figs. 2 and 3. Both photomicrographs show a uniform mesh structure of the AlSi - polyester layers. The boundaries at the interface between the substrate and the AlSi layers - polyester coatings are extremely clean, which indicates a good preparation of the surface substrate.

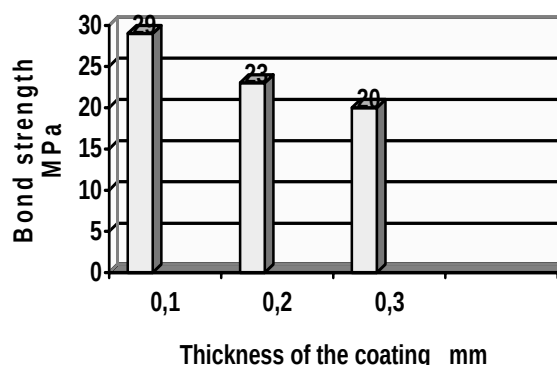


Figure 1 – Strength of the AlSi-polyester layers depending on the coating thickness
Slika 1 – Čvrstoća spoja AlSi-poliester slojeva u zavisnosti od debljine prevlake

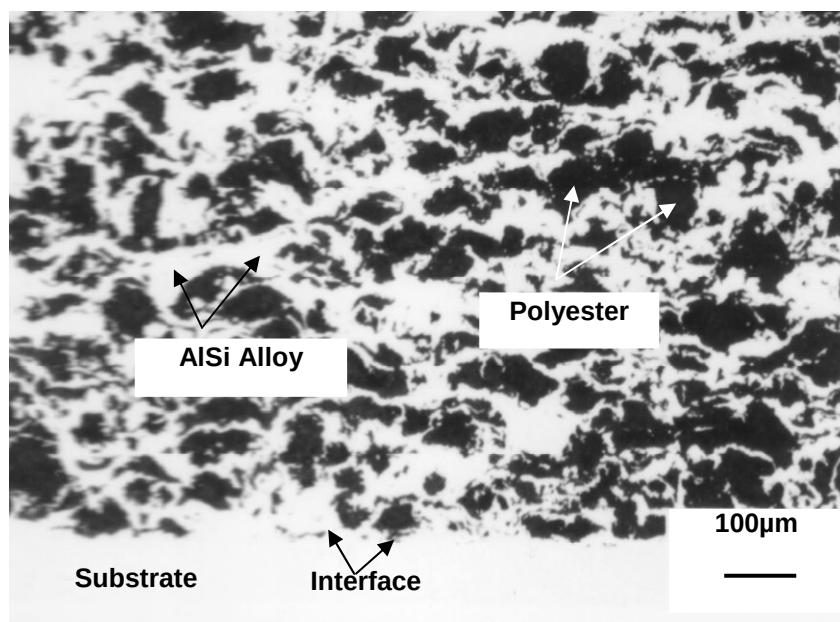


Figure 2 – Microstructure of the NiAl-polyester coatings deposited with 6 l / min He
Slika 2 – Mikrostruktura NiAl-poliester prevlake deponovane sa 6 l / min He

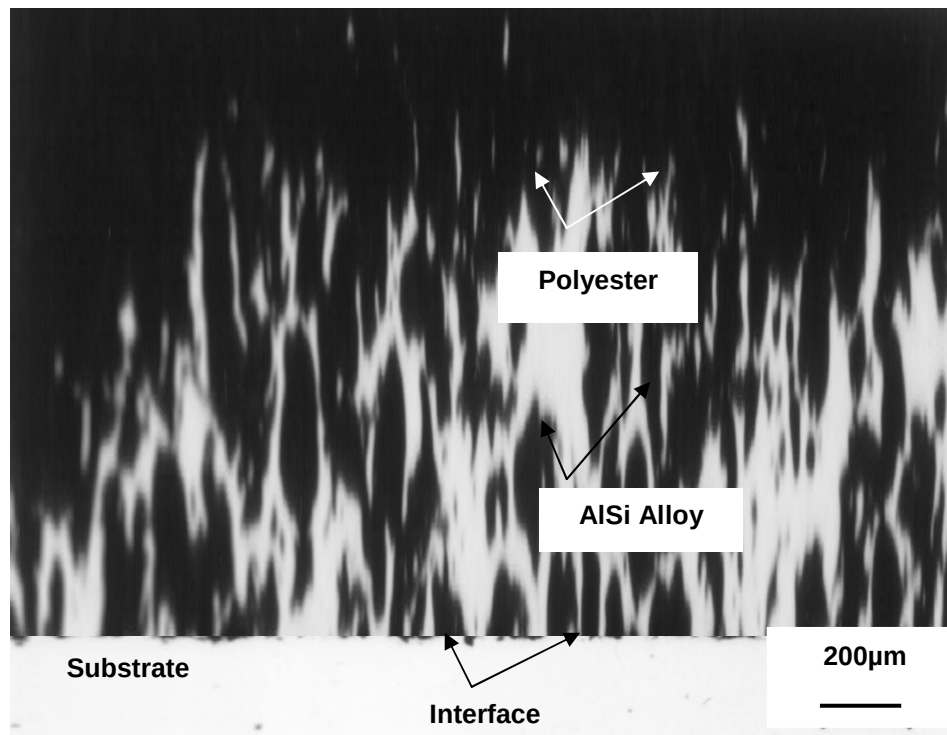


Figure 3 – The microstructure of NiAl- polyester coatings deposited with 6 l / min He
 Slika 3 – Mikrostruktura NiAl- poliester prevlake deponovane sa 6 l / min He

The boundary of the AlSi alloy layer bond with the substrate cannot be seen in the photomicrographs, thus indicating a very good bond of the coating and the substrate, which is consistent with the values of tensile bond strength. Several places on the interface show a minor part of polyester since it is surrounded by AlSi alloy lamellae in the process of deposition. A good preparation of the surface of the substrate resulted in the absence of remains of electorund of roughening particles in the interface, which had a good adhesion of the coating with the substrate as a result. For this reason, there are no micro cracks and macro cracks in the interface and there is no separation of the coating layers from the substrate and no coating peeling. Generally, all the layers are uniformly deposited on the substrate with a mesh structure. In the photomicrographs, the white AlSi alloy mesh is marked with black arrows. Unmelted powder particles are not present in the microstructure. In the deposited state, the AlSi powder particles are well melted and well-bonded thus making a continuous mesh of the base coating. The continuous mesh of the AlSi base is an indicator that the powder particles melted evenly and deposi-

ted properly in the coating layers. Interwoven with the AlSi mesh there is the black polyester mesh marked with white arrows. The polyester particles are deposited in such a way that they are surrounded and closed by the AlSi particles that prevent the polyester particles from falling out in the exploitation. Pores in the deposited polyester particles cannot be seen in the microphotographs. The absence of visible pores indicates that the deposited layers have a lower content of pores than the value set by the powder manufacturer (3 - 5%) [15]. The extracted particles of AlSi and polyester are not seen in the microstructure. Micro cracks and rough pores cannot be seen through the coating layers, which is consistent with the mechanical properties of the layers. Fig. 3 shows the cross section of the coating with a total thickness of 1.6 mm.

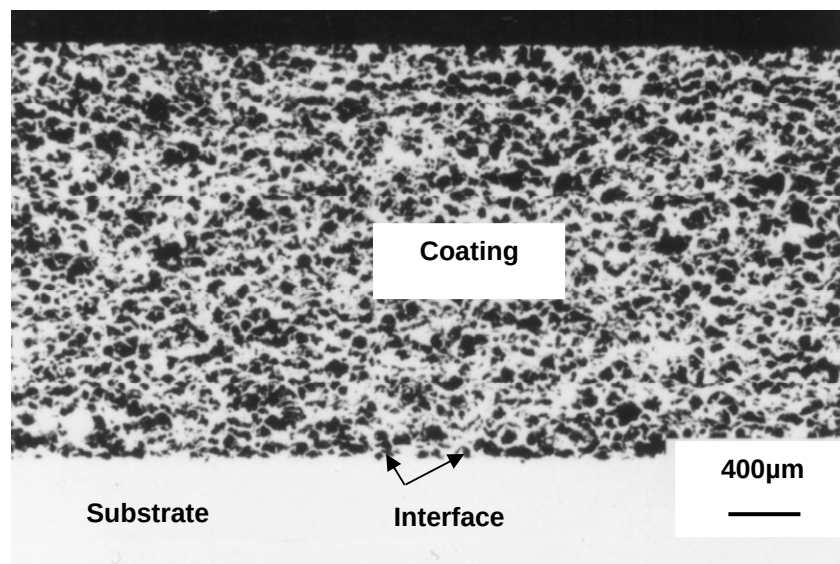


Figure 4 – Microstructure of the NiAl polyester coatings deposited with 12 l / min He
Slika 4 – Mikrostruktura NiAl- polyester prevlake deponovane sa 12 l / min He

Figs. 4 and 5 show the microstructure of the deposited layers with a helium flow of 12 l / min, which showed the best structural and mechanical characteristics. Fig. 4 shows the cross section of the coating with a total thickness of 2.2 mm. The qualitative analysis revealed that the AlSi - polyester layers along the intersection of the coating are evenly and continuously deposited on the substrate (Fig. 4). The mesh-like structure of the coating has a good bonding with the substrate. Due to the large flow of helium and a higher heat content of the plasma jet, the melted powder particles deformed smoothly and evenly during the collision with the substrate to form a mesh of AlSi and polyester (Fig. 5).

The layers are without the presence of unmelted particles, pores, micro-cracking and they are denser than the layers deposited with a helium flow rate of 6 l / min. The base structure of the coating is the AlSi alloy which, as the metallic phase of the coating, provides: strength, erosion resistance, mutual bonding of the AlSi deposited particles and their bonding with the surface substrate. The AlSi alloy mesh is white marked with black arrows. The polyester phase is black surrounded and sealed with a metal mesh which is marked with white arrows on the photomicrographs. Fig. 6 shows the fracture morphology of the AlSi-polyester coatings deposited with a helium flow of 12 l / min. The photomicrograph shows the AlSi alloy fracture in light gray marked with black arrows. The AlSi alloy fracture is tough. The microstructure does not show the deposited polyester particles due to weak bonding between the AlSi alloy and polyester particles. The cohesive strength between metal grains of the AlSi alloy and polyester molecules is low due to different types of material bonding. Polyester is non-metallic polymeric material with a molecular bond, consisting of macromolecules.

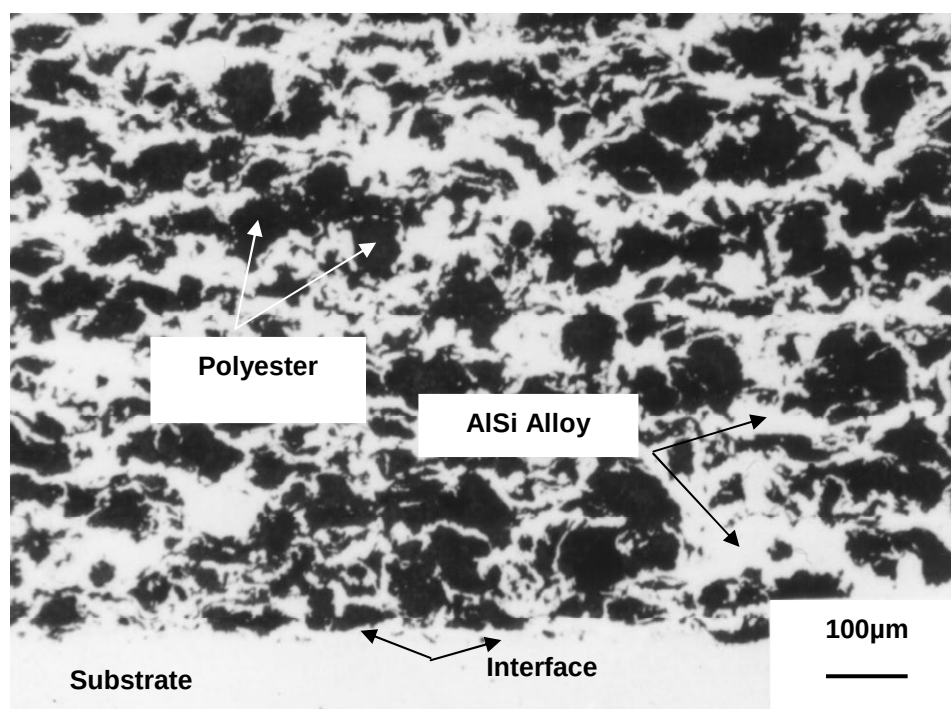


Figure 5 – Microstructure of the NiAl -polyester coatings deposited with 12 l / min He
Slika 5 – Mikrostruktura NiAl -poliester prevlake deponovane sa 12 l / min He

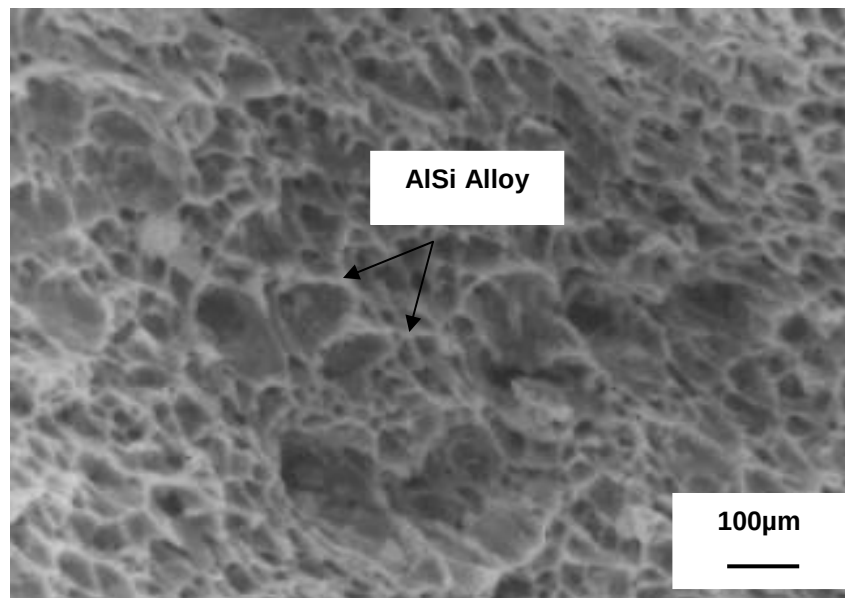


Figure 6 – SEM fracture morphology of the NiAl-polyester coating deposited with 12 l / min He
Slika 6 – (SEM) morfologije loma NiAl-poliester prevlake deponovane sa 12 l/min He

Because of the weak cohesive strength between the polyester molecules and metal grains, polyester is dislocated and pulled apart from the base during the fracture. The microphotography clearly shows empty places in the AlSi alloy base previously filled with polyester. The solidification of the AlSi alloy particles resulted in a structure of a solid lubricant. It provides reducing the coating transfer onto the blades, reducing chipping and reducing coating erosion.

Conclusion

The examination of AlSi-polyester coatings deposited with different plasma gas flows of helium has shown that the gas flow affects the mechanical properties and the microstructure.

The layers deposited with a higher plasma gas flow had higher macro hardness values. For both coatings, the macro hardness values were within the prescribed limits.

The tensile strength of the coating bond is directly related to the thickness of the deposited layers and the plasma gas flow. The bond tensile strength decreases with the increase of coating thickness due to a higher share of residual stresses in the deposited layers. The layers deposited

with a higher plasma gas flow had higher values of tensile bond strength. Both coatings were deposited with the bond strength within the prescribed limits.

The qualitative analysis of the AlSi - polyester layers, for both coatings, showed that, along the entire cross-section, the coating were evenly and continuously deposited on the substrates. The interface does not show the particles of electrocorundum from grinding, micro cracks and macro cracks, which enabled the coatings to have good adhesion to substrates.

The microstructures of both coatings showed a uniform structure of AlSi alloy and polyester. The AlSi-alloy coating base in the solid state has a continuous and uninterrupted mesh. The microstructure of the AlSi alloy is white while that of polyester is black. The polyester particles are surrounded and closed by AlSi particles thus preventing the polyester particles from falling out during exploitation. All the layers are uniformly deposited on the substrate.

The comparison of the coatings shows that the layers deposited with a higher plasma gas flow are more evenly deposited due to a higher heat content of plasma jets. The coatings are thicker due to a lower share of micro pores and more homogenous along the entire cross-section.

Based on the obtained results, it can be concluded that the plasma gas flow rate can affect the mechanical and structural characteristics of the AlSi - polyester soft seal. The application of the AlSi-polyester coating on the air labyrinth ring resulted in a higher compressor efficiency with lower fuel consumption. The expected effects have been confirmed after 42-hour engine tests on the test station.

References

- [1] Melcher, K. J., Kypuros, J., Toward a fast-response active turbine tip clearance control., International Symposium on Air Breathing Engines, Cleveland, Ohio, 2003.
- [2] Wallis, A. M., Denton, J. D., Demargne, A. A. J., The Control of Shroud Leakage Flows to Reduce Aerodynamic Losses in a Low Aspect Ratio, Shrouded Axial Flow Turbine, International Gas Turbine and Aeroengine Congress and Exhibition, Munich, Germany, 2000.
- [3] Steinetz, B. M., Hendricks, R. C., Munson, J., Advanced Seal Technology Role in Meeting Next Generation Turbine Engine Goals Propulsion and Power Systems First Meeting on Design Principles and Methods for Aircraft Gas Turbine Engines, Toulouse, France, 1998.
- [4] Novinski, E. R., The Design of thermal sprayed abradable seal coating for gas turbine engines, ITSC 1991, Pittsburg, PA, USA. Ed. Bernecki, T. F., Pub. ASM International, Materials Park, OH, USA. 451- 456.
- [5] Borel, M. O., Nicoll, A. R., Schöpfer, H. W., and Schmid, R. K., The wear mechanism occurring in abradable seals of gas turbines, Surf. Coat tech, 39/40 (1989) 117-126.

- [6] Guilemany, J. M., Navarro, J., Lorenzana, C., Vizcaino, S., Miguel, J. M., Tribological behaviour of abradable coatings obtained by atmospheric plasma spraying (APS), ITSC 2001, Singapore. Ed. Berndt, C. C., Khor, K. A., and Lugscheider, E. F., Pub. ASM international, Materials Park, OH-USA.1115 -1118.
- [7] Ghasripoor, F., Schmid, R. K., Dorfman, M., and Russo, L., A Review of Clearance Control Wear Mechanisms for Low Temperature Aluminum Silicon Alloys, ITSC 1998, Nice, France, Ed. Coddet, C. Pub. ASM international, Materials Park, OH –USA.139-144.
- [8] Nava, Y., Mutasim, Z., and Coe, M., Abradable Coatings for Low – Temperature Applications, ITSC 2001, Singapore. Ed. Berndt, C. C., Khor, K. A., and Lugscheider, E. F., Pub. ASM international, Materials Park, OH-USA.119-126.
- [9] Maozhong, Y. I., Baiyun, H., and Jiawen, H., Erosion wear behaviour and model of abradable seal coating. Wear 252 (2002) 9 -15.
- [10] Yi, M. Z., He, J. W., Huang, B. Y. and Zhou, H., Friction and wear behaviour and abradability of abradable seal coating. Wear 231 (1999) 47-53.
- [11] Lim, S. C. and Ashby, M. F., Wear-mechanism maps. Acta Metall, 35(1987) 1-24.
- [12] Ashby, M. F. and Lim, S. C., Wear-mechanism maps. Scripta Metallurgica et Materialia 24 (1990) 805-810.
- [13] Vencel, A., Mrdak, M., Banjac, M., Correlation of Microstructures and Tribological Properties of Ferrous Coatings Deposited by Atmospheric Plasma Spraying on Al-Si Cast Alloy, Met. Mat. Trans. A, 40, 2, 398-405, 2009.
- [14] Tosnar, L., Plasma Sprayed Seal Coatings, Proceedings of the 1st Plasma-Technik Symposium, Vol. 2, 18 - 20.05.1988, Lucerne, Switzerland, 257-262.
- [15] Metco 601 NS Aluminum – Polyester Powder, Technical Bulletin 10 -141, Sulzer Metco, 2000.
- [16] Roumilhac, Ph., Coudert, J. F., Leger, J. M., Grimand, A., Fauchais, P., Characterization of a D. C. Spraying Plasma Torch using Optical and Thermal Diagnostics, Proceedings of the 1st Plasma-Technik Symposium , Vol. 1, 18 - 20.05.1988, Lucerne, Switzerland, 105 -119.
- [17] Turbojet Engine – Standard Practices Manual (PN 582005), Pratt & Whitney, East Hartford, USA, 2002.

PROUČAVANJE KARAKTERISTIKA PLAZMA-SPREJ ZAPTIVNIH ALUMINIJUM–SILICIJUM–POLIESTER PREVLAKA

OBLAST: hemijske tehnologije

VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak

Sažetak:

U studiji je prikazana homologacija plazma-sprej parametara meke abrazivne AlSi-poliester zaptivke radi njene primene na delu kompresora motora TV2-117A. Cilj istraživanja je bilo supstituisanje postojećeg zap-

tivnog materijala novom klasom materijala da bi se povećao efekat zaptivanja i pod najvećim pritiskom obezbedio protok kroz kompresor vazduha temperature od 100 do 125°C. Na prstenu vazdušnog lavirinta, kao dela kompresora turbomlaznog motora TV2-117A, primenjen je materijal Metco 601NS i plazma-sprej tehnologija za izradu meke zaptivke. Parametri deponovanja su pažljivo izabrani kako bi se dobila prevlaka sa najboljim karakteristikama u zavisnosti od primene. Pri izboru parametara, kao osnovni parametar, uzet je protok plazma gasa helijuma. Prevlaka sa najboljim mehaničkim i strukturnim karakteristikama deponovana je na prstenu vazdušnog lavirinta da bi se ispitao efekat primene prevlake u sklopu. Mikrostrukture deponovanih slojeva procenjene su na svetlosnom mikroskopu i skeniranjem elektronskom mikroskopu (SEM). Mikrostrukturna analiza deponovanih slojeva urađena je u skladu sa standardom Pratt-Whitney. Mehaničke karakteristike prevlaka procenjene su na osnovu ispitivanja makrotvrdoće zaptivnih slojeva metodom HR15Y. Čvrstoće spoja prevlaka ispitane su metodom kidanja na zatezanje. Efekta zaptivanja prstena vazdušnog lavirinta ispitan je u sklopu kompresora motora TV2-117A, na ispitnoj stanici, u trajanju od 42 sata.

Uvod

Razvoj novih generacija turbomlaznih motora uticali su na razvoj novih tehnologija i zaptivnih materijala. Danas se na komponentama kompresora niskog i visokog pritiska primenjuju meke habajuće prevlake koje uzrokuju niskoenergetske uslove trenja i koje su otporne na eroziju. U eksploataciji se meke zaptivne prevlake habaju, umesto da uzrokuju habanje lopatica ili šavova lavirinta. Unapređenje zaptivanja između rotirajućih i stacionarnih delova u aviogasnim turbinama značajno povećava performanse motora kroz poboljšanje termičke efikasnosti. Taj cilj je postignut primenom mekih i tvrdih zaptivki u turbomlaznim motorima. Prah za izradu mekih habajućih prevlaka sastoji se od metalne osnove i dodatne faze koja kontroliše količinu poroznosti u slojevima. Da bi zaptivanje bilo efikasno, neophodno je da se kombinuju svojstva koja su, obično, optimizovana pomoću sastava i odnosa faza u smeši. Plazma-sprej postupak je najpopularniji tehnološki postupak koji se koristi za izradu mekih zaptivki [4]. Tokom rada, materijal prevlake se haba veoma složenim mehanizmima. Pod tim se podrazumevaju: struganje zaptivnog materijala vrhovima lopatica, razmazivanje i lepljenje za lopatice, drobljenje, topljenje, eroziju i oksidaciju [5]. Habajuća zaptivna prevlaka ne sme u eksploataciji da se ošteti i posle struganja lopaticama mora da ostane glatka. Da bi se u eksploataciji dobro habala, prevlaka mora da ima odgovarajuću mekoću, ali i dovoljnu tvrdoću da bi mogla da se odupre eroziji gasa zbog velike brzine gasa i čestica koje se u njemu nalaze. Otpornost na oksidaciju i koroziju i otpornost na termičke šokove takođe su ključni kriterijumi koje habajuća prevlaka mora da zadovolji u sistemu motora. Da bi prevlaka zadovoljila sve te zahteve i omogućila kontrolu curenja između komponentata često se sastoji od dve ili više komponentata. Prevlaku za zapti-

vanje čine metalna osnova i druga faza kao čvrsto mazivo za kontrolu habanja i poroznosti [6]. Poliester se veoma često koristi kao sredstvo za kontrolu poroznosti i kao čvrsto mazivo koje je okruženo i zatvoreno metalnom osnovom. To pomaže da se smanji prenos prevlake na lopatice i smanji odlamanje, ili da prouzrokuje eroziju prevlake. Prah Metco 601NS mešavina je legure AlSi i poliestera, koji je specijalno razvijen za kontrolu zazora mašinskih elemenata. Ispitivanja na delovima avionskih motora potvrdila su da prevlake Metco 601NS imaju visok stepen otpornosti na habanje i da, pritom, ne uzrokuju habanje vrha lopatica kompresora, odličnu otpornost na oksidaciju do 345°C i dobru otpornost na termičke šokove. Prah je napravljen tako da se deponuje (APS) atmosferskim plazma-sprej postupkom, uz upotrebu gasova argona/vodonika ili argona/helijuma, kao plazma gasova.

Cilj ove studije je bilo postizanje optimalnih plazma-sprej parametara deponovanja AlSi-poliester praha. Istraživanja i rezultati koji su ostvareni u svetu iz te oblasti bili su razlog da prvi put homologujemo i primenimo materijal koji se proizvodi na zapadu na prstenu vazdušnog labirinta dela kompresora turbomlaznog motora TV2-117A koji se proizvodi na istoku. Dakle, cilj istraživanja je bio da se pomoću plazma-sprej tehnologije i novog materijala ispita efekat zaptivanja i izvrši supstitucija postojećeg zaptivnog materijala. Od primene nove generacije materijala očekivala se bolja zaptivnost, koja obezbeđuje veći stepen iskorišćenja kompresora uz smanjenu potrošnju goriva. Očekivani efekti su potvrđeni u 42-časovnom ispitivanju motora na ispitnoj stanici.

Detalji eksperimenta

Za eksperiment je korišćen prah firme Sulzer Metco, sa oznakom Metco 601NS. Taj prah je mešavina legure AlSi i poliestera u odnosu 60% AlSi i 40% poliestera, sa temperaturom topljenja od 425°C i rasponom granulacije čestica praha od 10 µm do 106 µm [15]. Zbog niske temperature topljenja praha, primenjen je gas He, koji u kombinaciji Ar/He pravi kraći i gušći mlaz plazme manje specifične entalpije u odnosu na Ar/H₂. To omogućuje manje sagorevanje i isparavanje komponenata praha. Takođe, gušća plazma, kao što je Ar/He, manje upumpava okolni vazduh, koji umanjuje oksidaciju praha koji se topi i deponuje sa većom gustinom pakovanja u prevlaci [16]. Zbog niske temperature topljenja praha – 425°C, slojevi su takođe deponovani sa nižom jačinom električne struje i promenljivim protokom plazma-gasa. U eksperimentu je korišćen plazma pištolj SG - 100 firme Plasmadyne, sa odgovarajućim robotizovanim kontrolnim sprej uslovima. Plazma pištolj se sastoji od : katode – tip K 1083 -129, anode – tip A 2083 -129, i gas injektora – tip GI 2083 -130. Pri izboru parametara deponovanja, kao osnovni parametar uzet je protok plazma gasa helijuma. Protok gasa helijuma mora da bude optimalan da bi se obezbedilo potpuno topljenje čestica praha i, pri tome, svede na minimum isparavanje komponenata praha. S druge strane, protok plazma gasa treba da obezbedi ravnomerno deponovanje čestica praha koje će obezbediti

kontinualno deponovanje AlSi slojeva u obliku mreže, koja će zatvoriti omekšale i istopljene čestice poliestera i na taj način obezbediti ravnomernu i homogenu strukturu deponovanih slojeva po celom preseku prevlake. U istraživanju su pri deponovanju čestica praha AlSi-poliestera korišćena dva protoka plazma gasa od 6 l/min He i 12 l/min He, dok su ostali parametri imali konstantne vrednosti.

Deponovane su tri grupe prevlaka. Prva grupa prevlaka je deponovana sa protokom He od 6 l/min i 12 l/min, sa debljinama od 0,5 mm, da bi se ustanovio uticaj protoka He na makrotvrdoću i čvrstoću spoja. Druga grupa prevlaka je deponovana sa protokom He od 12 l/min, sa debljinama slojeva od 0,10, 0,20 i 0,30 mm, da bi se ustanovio uticaj debljine prevlaka na čvrstoću spoja. U trećoj grupi su deponovane prevlake sa debljinama od 1,6 do 2,2 mm, koje su propisane za prsten vazdušnog lavirinta, na kojima je ispitana mikrostruktura slojeva. Da bi se analizirala morfologija loma, izvršen je lom prevlake sa najboljim strukturnim i mehaničkim karakteristikama.

Materijal supstrata na koji su deponovani slojevi od AlSi-poliestera bio je od čelika X15Cr13 (AMS 5504). Pre deponovanja nije rađeno predgrevanje supstrata, a površina je hrapavljena belim plemenitim elektrokorundom granulacije od 0,7 do 1,5 mm. Cilj hrapavljenja je bilo uklanjanje tankog oksidnog filma sa površine supstrata da bi se dobila veća čvrstoća spoja prevlake za supstrat.

Ispitivanja i karakterizacija prevlaka rađeni su prema Pratt & Whitney standardu [17]. Makrotvrdoća prevlaka je merena korišćenjem čelične kugle Rockwell prečnika 12,7 mm i 15 kg opterećenja (HR15y). Makrotvrdoća prevlaka je merena duž slojeva. Da bi se procenila homogenost slojeva merenje je izvršeno u tri oblasti: u sredini i na levom i desnom kraju uzoraka. Uzorci za merenje makrotvrdoće, kao i za analizu mikrostrukture, bili su dimenzija 70 × 20 × 1,5 mm. Prikazani rezultati makrotvrdoće su srednje vrednosti većeg broja merenja.

Ispitivanje čvrstoće veze između prevlake i osnove određivano je ispitivanjem na zatezanje. Korišćena su po dva uzorka u paru, dimenzija Ø25 × 50 mm, od kojih je prevlaka deponovana samo na jedan od njih. Uzorci su spajani pomoću lepka i ostavljeni da se vežu učvršćeni u za to namenjen alat. Pri ispitivanju su se koristili adapteri, koji su tako konstruisani da u toku ispitivanja obezbeđuju eliminisanje smicajne sile. Ispitivanja su izvršena na univerzalnoj hidrauličnoj kidalici na sobnoj temperaturi, pri konstantnoj brzini od 1 mm/min [17]. Za ispitivanje su korišćena po tri para uzoraka za svaku grupu prevlaka, a od dobijenih vrednosti su izvedene srednje vrednosti.

Mikrostruktura slojeva i kvalitet spoja prevlake i osnove analizirani su pomoću svetlosnog mikroskopa. Morfologija loma prevlake sa najboljim karakteristikama ispitana je na (SEM) skenirajućem elektronskom mikroskopu.

Rezultati i diskusija

Dobijene vrednosti makrotvrdoće i čvrstoće spoja za AlSi-poliester prevlake u zavisnosti od protoka helijuma za debljine slojeva od 0,5 mm prikazane su u tabeli 2. Vrednosti makrotvrdoća slojeva od AlSi-poliestera u di-

rektnoj su vezi sa protokom helijuma. Slojevi deponovani sa protokom helijuma od 6 l/min pokazali su niže vrednosti makrotvrdoće – 72HRy. Prevlake deponovane sa protokom helijuma od 12 l/min pokazale su vrednost makrotvrdoće od 80HRy. Prosečna razlika makrotvrdoće slojeva iznosi 8HR15y. Vrednosti makrotvrdoće za obe prevlake su u propisanim granicama [15]. Protok helijuma je u manjoj meri uticao na gustinu slojeva i na odnos AlSi–poliester u deponovanim prevlakama. Slojevi koji su deponovani sa većim protokom helijuma su gušći, što su potvrdila metalografska ispitivanja uzoraka. Takođe, više vrednosti makrotvrdoće AlSi–poliester slojeva deponovanih sa većim protokom helijuma ukazuju na veću koheziju čvrstoću slojeva, što je potvrđeno rezultatima zatezne čvrstoće spoja.

Prevlake deponovane sa većim protokom helijuma imaju veću zateznu čvrstoću spoja – 13 MPa, a slojevi deponovani sa manjim protokom imaju zateznu čvrstoću spoja 10 MPa. Tokom testiranja uzoraka, kod svih je do preloma dolazilo duž interfejsa prevlaka/supstrat. To znači da je koheziona čvrstoća AlSi–poliester prevlaka dobra. Za obe prevlake su vrednosti zatezne čvrstoće spoja u propisanim granicama za tu prevlaku [15].

Za drugu grupu prevlaka, koje su deponovane sa debljinama slojeva od 0,10, 0,20 i 0,30 mm i protokom helijuma od 12 l/min, vrednosti zatezne čvrstoće spoja (slika 1) pokazale su veliki uticaj debljine prevlaka na dobijene vrednosti za čvrstoću spoja. Slojevi najmanje debljine, od 0,1 mm, pokazali su najveću vrednost zatezne čvrstoće spoja od 29 Mpa, što se i očekivalo. U toku deponovanja istopljene čestice praha unose sve više napona u slojeve prevlaka sa porastom debljine zbog veće razlike temperature između gornjih slojeva koji se deponuju i donjih slojeva koji su deponovani. Zbog većeg udela zaostalih napona u debljim prevlakama sila kidanja je bila manja. Slojevi debljine 0,2 mm imaju čvrstoću spoja od 23 MPa, a slojevi debljine 0,3 mm – od 20 MPa. Svi slojevi su imali zatezne čvrstoće spoja veće od propisanih vrednosti [15]. Drugi parametar koji je uticao da se dobiju visoke vrednosti zatezne čvrstoće spoja za sve prevlake je dobra priprema površina supstrata, što je potvrđeno metalografskim ispitivanjem interfejsa između površine supstrata i prevlaka.

Mikrostrukture AlSi–poliester slojeva deponovanih sa protokom helijuma od 6 l/min prikazane su na slici 2 i 3. Obe mikrofotografije pokazuju uniformnu mrežastu strukturu AlSi–poliester slojeva. Granice na interfejsu između supstrata i slojeva AlSi–poliester prevlake su izuzetno čiste, što ukazuje na dobru pripremu površine supstrata. Na mikrofotografiji se ne uočava granica spoja slojeva AlSi legure sa supstratom. To ukazuje na izuzetno dobru vezu slojeva prevlake i supstrata, što je u saglasnosti sa vrednostima zatezne čvrstoće spoja. Na interfejsu se na nekoliko mesta uočava neznatan deo poliestera pošto je u procesu depozicije okružen lamelama AlSi legure. Zbog dobre pripreme površina supstrata na interfejsu nema ostataka čestica elektrokorunda od hrapavljenja, što se odrazilo na dobru adheziju prevlake sa supstratom. Iz navedenog razloga, na interfejsu nema mikro pukotina i makro pukotina, i nema odvajanja slojeva prevlake sa supstrata i ljuštenja prevlake – pilinga.

Generalno, svi slojevi su ravnomerno deponovani na podloge sa mrežastom strukturom. Na mikrofotografiji je mreža AlSi legure bele boje obeležena strelicama crne boje. U mikrostrukturi nema nestopljenih čestica praha. U deponovanom stanju čestice praha AlSi dobro su istopljene i međusobno povezane i prave kontinualnu i neprekidnu mrežu osnove prevlake. Kontinualna mreža AlSi osnove je pokazatelj da su se čestice praha ravnomerno topile i pravilno deponovale u slojevima prevlake. Između AlSi mreže postoji mreža poliestera crne boje koja je obeležena belim strelicama.

Čestice poliestera su deponovane tako da su okružene i zatvorene česticama AlSi koje u eksploataciji prevlake onemogućuju ispadanje čestica poliestera kao čvrstog sredstva za podmazivanje. Na mikrofotografijama se u deponovanim česticama poliestera ne uočavaju sitne pore. To ukazuje da deponovani slojevi imaju manji sadržaj pora od vrednosti koje propisuje proizvođač praha (3–5) [15]. U mikrostrukturi se ne uočavaju mesta sa izvađenim česticama AlSi i poliestera. Kroz slojeve prevlaka se ne uočavaju mikro pukotine i grube pore, što je u skladu sa mehaničkim karakteristikama slojeva.

Na slikama 4 i 5 prikazane su mikrostrukture deponovanih slojeva sa protokom helijuma od 12 l/min koji su pokazali najbolje strukturne i mehaničke karakteristike. Na slici 4 prikazan je poprečni presek prevlake ukupne debljine od 2,2 mm. Kvalitativna analiza je pokazala da su AlSi-polijester slojevi po celom preseku prevlake ravnomerno i bez prekida deponovani na supstratu (slika 4). Struktura prevlake je mrežasta i dobro vezana za supstrat. Zbog većeg protoka helijuma i većeg toplotnog sadržaja mlaza plazme, istopljene čestice praha su se pri sudaru sa supstratom bolje i ravnomernije plastično deformisale formirajući mrežu AlSi i poliestera (slika 5). U slojevima nema nestopljenih čestica, pora i mikronaprslina, i gušći su od slojeva deponovanih sa protokom helijuma od 6 l/min.

Osnova strukture prevlake je legura AlSi koja, kao metalna faza, prevlaci obezbeđuje: čvrstoću, otpornost na eroziju, međuvezivanje deponovanih čestica AlSi i vezivanje sa površinom supstrata. Mreža AlSi legure je bele boje, a obeležena je strelicama crne boje. Druga faza – polijester, crne boje, okružena je i zatvorena metalnom mrežom, koja je na mikrofotografiji obeležena belim strelicama. Na slici 6 prikazana je mikrofotografija morfologije loma AlSi-polijester prevlake deponovane sa protokom helijuma od 12 l/min. Na mikrofotografiji se vidi prelom legure AlSi svetlosive boje koji je obeležen crnim strelicama. Prelom AlSi legure je žilav. U mikrostrukturi se ne uočavaju deponovane čestice poliestera zbog slabe uzajamne veze između čestica legure AlSi i poliestera. Privlačno dejstvo između metalnih zrna legure AlSi i molekula poliestera je slaba zbog različitog tipa veze materijala. Polijester je nemetalni polimerni materijal sa molekulskom vezom, sastavljen od makromolekula. Zbog slabe veze između molekula poliestera i metalnih zrna, pri lomu uzorka došlo je do ispadanja i čupanja poliestera iz osnove. Na mikrofotografiji se jasno vide prazna mesta u osnovi legure AlSi koja su bila ispunjena polijesterom. Čestice AlSi legure su, zbog očvršćavanja, napravile strukturu prevlake u obliku neprekidne mreže,

koja zatvara čestice poliestera kao čvrstog sredstva za podmazivanje. To omogućuje da se u eksploataciji smanje prenos prevlake na lopatice i odlamanje ili da prouzrokuje eroziju prevlake.

Zaključak

Ispitivanje AlSi-poliester prevlaka deponovanih sa različitim protokom plazma gasa helijuma pokazalo je da protok gasa utiče na mehanička svojstva i mikrostrukture. Slojevi deponovani sa većim protokom plazma gasa imali su veće vrednosti makrotvrdoće. Za obe prevlake su vrednosti makrotvrdoće bile u propisanim granicama.

Zatezna čvrstoća spoja prevlaka je u direktnoj vezi sa debljinama deponovanih slojeva i sa protokom plazma gasa. Zatezna čvrstoća spoja opada sa porastom debljine prevlaka zbog većeg udela zaostalih napona u deponovanim slojevima. Slojevi koji su deponovani sa većim protokom plazma gasa imali su veće vrednosti zatezne čvrstoće spoja. Obe prevlake su deponovane sa čvrstoćama spoja u propisanim granicama.

Kvalitativna analiza AlSi-poliester slojeva, za obe prevlake, pokazala je da su po celom preseku prevlake ravnomerno i bez prekida deponovane na supstratima. Na interfejsu nema čestica elektrokorunda od hrapavljenja, mikro pukotina i makro pukotine, što je omogućilo da prevlake imaju dobru adheziju sa supstratima.

Mikrostrukture obe prevlake su pokazale uniformnu strukturu AlSi legure i poliestera. Osnova prevlake od AlSi legure u čvrstom stanju ima kontinualnu i neprekidnu mrežu. Mikrostruktura AlSi legure je bele, a poliestera crne boje. Čestice poliestera su okružene i zatvorene česticama AlSi, koje u eksploataciji prevlake onemogućuju ispadanje čestica poliestera. Svi slojevi su ravnomerno deponovani na podloge.

Poređenjem prevlaka, slojevi deponovani sa većim protokom plazma gasa, zbog većeg toplotnog sadržaja mlaza plazme, ravnomernije su deponovani. Prevlake su gušće zbog manjeg udela mikro pora i homogenije su po celom preseku prevlaka.

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da protokom plazma gasa može da se utiče na mehaničke i strukturne karakteristike meke zaptivke AlSi-poliester.

Primenom AlSi-poliester prevlake na čauri vazdušnog lavirinta postignut je veći stepen iskorišćenja kompresora uz smanjenu potrošnju goriva. Očekivani efekti su potvrđeni 42-časovnim ispitivanjem motora na ispitnoj stanici.

Ključne reči: atmosferski plazma sprej (APS), zaptivka, mikrostruktura, interfejs, makrotvrdoća, čvrstoća spoja.

Datum prijema članka: 22. 12. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 28. 12. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 29. 12. 2011.

TEORIJSKE OSNOVE I PRISTUP SAGLEDAVANJU IZGRAĐENOSTI LOGISTIKE ODBRANE KAO NAUKE

Andrejić D. Marko, Milenkov A. Marjan,
Univerzitet odbrane u Beogradu,
Vojna akademija, Katedra logistike,
Beograd,

Andrejić M. Ivana, Visoka škola strukovnih studija
za dizajn tekstila i menadžment,
Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg1203090A

OBLAST: logistika
VRSTA ČLANKA: naučna kritika

Sažetak:

Zbog velikih organizacionih promena koje su se u toku poslednje decenije dogodile u državi i aktuelnog društvenog trenutka, neophodno je da se društvo adekvatno odredi prema odbrani kao važnoj državnoj funkciji, nivou njenog izučavanja i naučnog istraživanja i logističkoj održivosti. Uloga i značaj logističke podrške odbrane, obim i kvalitet resursa koje angažuje, potrebe u praksi, zahtevi vremena i savremene tendencije čine neophodnom potrebu da se ona tretira na višem nivou promišljanja u edukaciji, istraživanju i operativnoj praksi.

Prilikom razmatranja izgrađenosti jedne nauke i rada na njenom razvoju neprekidno treba pratiti i objektivno analizirati razvoj i uticaj dominantnih oblika društvene svesti: religije, filozofije i posebnih nauka (prirodnih i društvenih), i sagledavati njene osnovne konstituense razvoja. Takođe, treba razumeti suštinu odnosa između nauke i filozofije, nauke i politike, i nauke i umetnosti.

Brojni autori (pod uticajem metodološkog esencijalizma) smatraju da svaka nauka na osnovnom, najnižem stepenu razvoja (ako se izuzmu filozofske pretpostavke koje se podrazumevaju) mora da ima četiri osnovna konstituensa: predmet, teoriju, jezik i metodu. Na osnovu njihove razvijenosti, ti autori sude o stepenu naučne izgrađenosti (razvoj) konkretne nauke, odnosno naučne discipline.

Ključne reči: društveno određenje, aktuelni društveni trenutak, razvoj nauke, logistička podrška, logistika odbrane, integrativni procesi.

Uvod

Globalne promene koje su krajem 20. i početkom 21. veka zahvatile svet nisu zaobišle ni odbranu,¹ kao važnu oblast društvene stvarnosti, tj. sisteme, funkcije, elemente, pojave i procese u njoj. U sadašnjim uslovima redefinisana je pristup društvenim sukobima (zbog kojih se odbrana razvija kao državna funkcija) i povećana je njihova institucionalizacija. U čovekovom normalnom stanju, pa i u stanju nacije, podrazumeva se takmičenje. U svetskim razmerama to je borba za opstanak i, u vezi s njom, sukob² interesa. Usled toga, sukobi³ između naroda i nacija neprekidno traju, menjajući modalitete pojavnog oblika. U tim sukobima se stalno primenjuje sila, koja može da bude političke, ekonomske, vojne ili poluvojne prirode. Budući da sukobi stalno postoje, vremenom se menjaju samo oblici sile koji se primenjuju (politički, ekonomski, vojni, poluvojni itd.). Sukob može istovremeno da bude i otvoren i prikriven, ideološki i fizički, u okviru jedne nacije ili između nekoliko njih. Rat (kao pojavni oblik ispoljavanja društvenih sukoba) može da se shvati samo ako se posmatra u vezi s beskrajnim sukobom, čiji je i on deo, tj. može se razumeti i samo kao pooštavanje ili povećavanje stepena i obima sile u tom sukobu. Priroda rata se menjala i još se menja. Razvija se i obuhvata sve veća područja ljudskih odnosa, delatnosti naroda, elemenata sile i instrumenata sukoba. Osnovni problem koji ima nacija u ovoj eri sukoba jeste odluka kako da se iskoriste različiti elementi nacionalne moći da bi se podržali nacionalni interesi i ostvarili nacionalni ciljevi [1].

Obimne i dinamične organizacione promene⁴ koje su u poslednjih nekoliko godina sprovedene u oblasti odbrane⁵ zahvatile su i visoko obrazovanje i naučno-istraživački rad vezan za odbranu kao važnu državnu funkciju. Logistika odbrane jedna je od oblasti (delovi složene objektivne društvene stvarnosti) u kojoj su inicirane organizacione promene u sistemu odbrane u celini i podsistemu odbrane u kojem su izvedene najveće promene.

¹ Osnovno značenje pojma *odbrana* jeste reakcija (ljudi – pojedinaca, grupa ili celog društva) na potencijalne (moguće) ili stvarne rizike i pretnje koji dolaze iz sistema ili okruženja. Pod odbranom se podrazumeva i društvena funkcija (grupa srodnih poslova grupisanih po određenom kriterijumu) nastala na osnovu podele rada. Odbrana, kao društvena funkcija, izložena je promenama usled određenih zahteva i promena u okruženju u kojem se društvo nalazi, a u skladu sa njegovim opštim uslovima i okolnostima.

² Koreni društvenih sukoba su u protivurečnosti i suprotnosti interesa, vrednosti ili značajnih resursa (materijalni i duhovni) kojima žele da raspolažu dve strane koje ulaze u sukob.

³ Društveni sukobi predstavljaju borbu oko vrednosti i zahteva za položajima, moći i resursima u kojoj su ciljevi protivnika neutralisanje, povređivanje ili uništenje suparnike (američki sociolog Luis Kozer).

⁴ Promena tipa Vojske, veće otvaranje vojske i sistema odbrane prema okruženju, partnerstva, sve veća civilna kontrola i civilna odgovornost za stanje u vojsci i odbrani, sve veći uticaj građana – poreskih obveznika, na politiku odbrane i promena oblika vlasništva nad kapitalom i imovinom.

⁵ Zahteva se redefinisane pristupa odbrani sa ontološkog, epistemološkog i aksiološkog aspekta.

Aktuelni društveni trenutak, potrebe u praksi, zahtevi vremena i saviremene tendencije u oblasti društvenih sukoba⁶ nametnuli su brojne probleme prema kojima javnost mora da se odredi i koji se moraju adekvatno rešavati. Aktuelna pitanja se odnose na pristup, način, obim i kvalitet izučavanja⁷ odbrane kao važne državne funkcije i područja stvarnosti koje angažuje znatne državne resurse (ljudske, materijalne, finansijske, energetske, informacione i druge). Problemi su aktuelizovani početkom procesa akreditacije Vojne akademije kao visokoškolske ustanove u Ministarstvu prosvete i kao naučno-istraživačke organizacije u Ministarstvu za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.⁸

Za dugoročno rešavanje problema neophodno je preispitivanje odnosa društva prema izučavanju odbrane kao značajnog područja društvene stvarnosti⁹ (i problema i procesa u njemu) i rad na kvalitetnijem organizacionom i naučnom utemeljenju nauka odbrane, s osloncem na opšta naučna saznanja i funkcionisanje modernih nauka u mrežnom okruženju. Takođe, treba preispitati stav šire društvene zajednice prema naukama odbrane (sistemizovano i argumentovano znanje o pojavama i predmetima u odbrani do kojeg se došlo svesnom primenom određenih metoda istraživanja), njihovom istorijskom razvoju, dostignutom stanju i budućem usmeravanju.

Osnivanje Univerziteta odbrane kao državnog univerziteta i institucije u kojoj bi se odbrana, kao važna državna funkcija, izučavala na naučnim osnovama i naučno tretirala u IMT (interdisciplinarno, multidisciplinarno i transdisciplinarno) naučnom polju, na osnovu multidisciplinarnog pristupa, dodatno je aktuelizovalo odnos države prema odbrani u celini. To je posebno izraženo kada je reč o njenom naučnom tretiranju, a naglašena je, pored civilne kontrole, i civilna odgovornost za stanje u toj oblasti.

Školovanje kadra na Univerzitetu odbrane na visokim studijama bezbednosti (civilni i profesionalni pripadnici Vojske) jedan je od načina da se kroz tretiranje logističke podrške na naučno zasnovan način doprinese formiranju jedinstvenog političkog, ekonomskog i vojnog pogleda na odbranu kao važnu državnu funkciju, ukoliko se nauke odbrane (uključujući i logistiku odbrane) tretiraju kao sastavni deo sistema nauka u društvu. Uz reformu od-

⁶ Sukobi se sve više usmeravaju iz fizičke u mentalnu sferu.

⁷ U sadašnjim uslovima odbrana kao društvena funkcija treba naučno da se tretira kao multidisciplinarni civilizacijski fenomen, odnosno pojava, na načelima i logici sistemskog i situacionog pristupa, sa različitih aspekata društvenih sukoba: istorijskog, humanitarnog, društvenog, normativno-pravnog, organizacionog, tehnološkog itd.

⁸ U reformi obrazovanja u oblasti odbrane postignuti su značajni rezultati, ali proces usklađivanja postojeće normativno-zakonske regulative u naučno-istraživačkoj oblasti MO sa regulativom Republike Srbije i EU, kao i akreditacija ostalih naučno-istraživačkih ustanova u oblasti odbrane, nije doveden do kraja.

⁹ Javlja se potreba za većom kvantifikacijom prihoda i rashoda odbrane, za kvalitetnijim organizaciono-tehnološkim projektovanjem sistema i procesa u odbrani, za većom primenom nauke u formiranju jedinstvenog političkog, vojnog i ekonomskog pogleda na odbranu kao važnu državnu funkciju i na razvoj logistički održivog koncepta odbrane, prema kojem se uvažavaju međunarodni karakter odbrane i logistike odbrane.

brane moguće je formiranje i novog naučnog i obrazovnog sistema koji će biti sposoban da se samoobnavlja, a koji će biti potreban društvu, privredi, sistemu odbrane i državi. Državna podrška i određivanje prioriteta dovešće do ujedinjavanja nauke i obrazovnih institucija, kao i do postepenog prelaska naučnih ustanova na samofinansiranje, što će, opet, omogućiti da se oekloni glavni nedostatak u nauci – odsustvo adekvatnog menadžmenta.

Neka opšta saznanja o nauci, razvoju i sistemskom tretiranju mladih nauka

Kao sistematizovana i argumentovana suma znanja o objektivnoj stvarnosti u određenom istorijskom razdoblju do koje se došlo svesnom primenom određenih objektivnih metoda istraživanja, nauka objašnjava sadašnjost, predviđa buduće događaje i obezbeđuje maksimalnu delotvornost ljudske prakse. Nauka traga za objektivnom istinom o stvarnosti, ali se, u suštini, toj objektivnoj istini samo približava. Njeni stavovi su društveno komunikabilni, odnosno razumljivi i prihvatljivi najvećem broju ljudi koji rade u određenoj oblasti stvarnosti, a ti stavovi se (svesno i namerno) neprekidno izlažu kritičkoj diskusiji (verifikovanju i opovrgavanju).

Nauku kao društvenu delatnost karakteriše: društveni karakter, jedinstvo naučne teorije i prakse, kreativnost (stvaralaštvo), naučno istraživanje i primena naučne metode i internacionalizacija.

Za razvoj nauke su karakteristični: jedinstvenost, svestan kolektivizam rada naučnika, zakon ubrzanog razvoja nauka, sličnost u etapama razvoja (opisna faza, logičko-analitička faza i harmonično usklađivanje sadržajnih i kvantitativnih metoda naučnog saznanja), dinamički karakter, diferencijacija (razuđivanje) i integracija (okupljanje) nauka [2].

Naučna delatnost se od nenaučne delatnosti razlikuje po: objektivnosti, pouzdanosti, preciznosti (naučnih pojmova, definicija i klasifikacija i preciznost njenih merenja), analitičko-sintetičkom postupku, sistematičnosti i racionalnosti.

Na jedno naučno područje utiču brojni faktori, a pre svega: privreda, društveni sistem, politička praksa i razni oblici društvene svesti. Prilikom tumačenja uzajamnog delovanja pojedinih grana nauka postoje sledeće tendencije: pridavanje većeg značaja diferencijaciji (specijalizacija rasuđivanja) nauke, težnja da se proces integracije (okupljanje) apsolutizuje (stvaranje međunauka) i stav da su podjednako važne diferencijacija i integracija, tj. isticanje povezanosti delova.

U razvoju nauke javlja se određeno međusobno delovanje grana nauke koje se može svrstati u tri različita strukturna tipa: delovanje jedne nauke na objekat druge nauke; dve različite nauke proučavaju isti objekat i proučavanje iskustava jednih nauka pomoću metoda i sredstava drugih nauka.

Tokom razvoja, nauka je prošla kroz određene etape u klasifikaciji nauka: nediferenciranost nauka, diferencijacija nauka i detaljnija diferencijacija, ali istovremeno i integracija pojedinih grana nauke.

Sve nauke, bez obzira na naučno polje kojem pripadaju, imaju svoju metodu sa istovetnim elementima strukture, ali je predmet nauke strukturni element kome se ta struktura i istraživački postupak u celini prilagođavaju.

Prema Žugaju, razvoj nauke na današnjem nivou razvoja društva karakterišu: veliki porast ulaganja u naučno-istraživački rad; neprekidno povećanje broja naučnika i istraživača; naglo povećanje količine naučnih informacija; ubrzana akumulacija fonda naučno-tehničkih znanja i to što istraživanja više nisu individualna, već sve više kolektivna. Naime, jača horizontalna naučna saradnja, kroz formiranje zajedničkih timova (na nacionalnom i međunarodnom nivou), a razvija se i vertikalna saradnja naučnika (generacijska saradnja i saradnja a posteriori).

Sadašnji stepen razvoja nauke karakteriše i brojnost eksperimenata, kao i znatno korišćenje modela (uključujući i računarske modele)¹⁰ i matematike (matematizacija nauke), a rezultati nauke se sve više prikazuju pomoću grafičkih i matematičkih modela i apstraktnih izraza. Metode jedne nauke se, neretko, upotrebljavaju u drugim naukama, i tako jedna nauka obogaćuje drugu. Skraćuje se vreme prelaza saznanja iz jedne nauke u drugu i veoma brzo otkrivaju nova saznanja. Granica između teorijskih i praktičnih nauka je sve manje izražena i jača veza između osnovnih i primenjenih nauka.

Nauka, kao i svaka druga grana ljudske delatnosti, sadrži sledeće tri (funkcionalne) komponente koje su potrebne za uspešno funkcionisanje i razvoj: sistem naučnih saznanja kao temeljne činjenice (nauka u užem smislu), umeće ili veštinu (tehnika rada, zanat, majstorstvo itd.) i ličnu inventivnost, nadahnuće, vlastitu sposobnost, pronalazaštvo i stvaralački žar.

Odnos nauke i filozofije, politike i umetnosti

Odnos filozofije¹¹ i nauke ogleda se u međusobnom uticaju, u povezanosti i zavisnosti i neophodnosti zajedničkog delovanja. I filozofija i nauka teže objašnjenju. Nauke su nastale odvajanjem pojedinih područja znanja od filozofije: filozofija se vremenom izdvojila iz okvira religija (od 7. do 6. veka pre nove ere), zatim su se od filozofije izdvojile određene prirodne nauke (od 4. do 3. veka pre nove ere, u doba aleksandrijske škole) i, konačno, u 18. veku su se iz filozofije počele izdvajati određene nauke (sociologija i pravo).

¹⁰ Većom primenom informatičke i računarske tehnologije stvaraju se brojne mogućnosti za primenu simboličkih modela realnih pojava i procesa i za primenu simulacionog modelovanja realnih pojava i procesa, čime se gotovo anuliraju empirijske metode u istraživačkom procesu, ali se mora imati mera u pojednostavljenju pojava i procesa kako se ne bi previše pojednostavila i redukovala suština i realne pojave i procesi zamenili neadekvatnim „akademskim“, odnosno „školskim“ modelima.

¹¹ Filozofija je i danas veoma potrebna za razvoj nauke jer tretira celinu, tj. sintezu delova, koja je viši kvalitet od pojedinih delova objektivne stvarnosti.

Filozofija daje posebnim naukama opštu metodu naučnog saznanja, pokazuje pristup istraživanju pojava i pruža opštu teoriju saznanja pojava. S druge strane, naučni rezultati posebnih nauka služe filozofiji kao konkretna građa za njene generalizacije, za izradu pravilnih metoda u teoriji saznanja i za njihovo dalje obogaćivanje [3].

Za ostvarenje ciljeva politike (uključujući i naučne politike) vladajuća politika ima obiman instrumentarij materijalnih, finansijskih, pravnih, normativnih, prinudnih i drugih sredstava. Generalno, nauka ima dve uloge, koje su međusobno suprotstavljene:

- inovacije (utvrditi neprekidan napredak u spoznavanju prirode i društva kritikovanjem prethodnih naučnih tekovina i postepenim otkrivanjem, iz postojećih, novih tekovina);

- kontrole (kao sredstvo za učvršćivanje, rast i odbranu vlasti) postojećeg odnosa vlasti, zbog čega postoji težnja da se upravlja naukom, da se ona instrumentalizuje i zloupotrebljava, odnosno političke istine se stavljaju ispred naučnih saznanja i forsiraju naučna saznanja kojima se afirmiše politička istina kao jedina (apsolutna) istina. Međutim, napredak društva moguć je jedino u slučajevima kada je funkcija kontrole u drugom planu i kada je akcenat na funkciji inovacije.

Kada je u pitanju odnos između nauke i umetnosti,¹² uočljivo je da postoji više¹³ razlika: karakterističan je interes umetnika u odnosu na naučnika; konačan rezultat rada umetnika je, u suštini, drugačiji od rezultata naučnog rada; u umetnosti su specifične metode i sredstva kojima se ostvaruje rezultat; u umetnosti su stvarana remek-dela još u doba stare ere (Egipat, Mesopotamija, Grčka, Rim), a nauka je nastala kulminiranjem i sistematizovanjem znanja kroz vekove, naročito u dva poslednja veka; jedinstvo opšteg, posebnog i pojedinačnog u nauci se pojavljuje u formi opšteg (u obliku pojmova, kategorija), a u umetnosti – u formi koja sadrži „neposrednu očiglednost pojedinačne životne pojave“; nauka nastoji da otkloni subjektivizam, karakterišu je strogost ili egzaktnost i teži tačnosti i objektivnosti (eliminise što je moguće više elemenata subjektivnosti), dok se u umetnosti u mnogo većoj meri ogleda subjektivnost njenog stvaralaoca, mada ona nije proizvoljna [4]. Takođe, između nauke i umetnosti postoje određene sličnosti, odnosno nauka i umetnost imaju i neka zajednička obeležja: idejnost, odnosno obe su vezane uz klasu, te imaju istu podlogu i deo su nadgradnje u funkciji; aktivan i stvaralački odnos (trud) i nadahnuće koje proizilazi iz velikog rada; i naučnik i umetnik se, na neki način, reprodukuju u svom delu; i naučnik i umetnik, da bi bili uspešni, moraju poznavati tehniku rada, umeće, zanat; i naučno i umetničko delo imaju trajnu vrednost, tako da se ne mogu pravilno proceniti i izraziti u novcu – imaju idealnu vrednost koja se ničim ne može nadomestiti.

¹² Ako je međunarodna politika umetnost mogućeg, a rat njen instrument, *logistika je umetnost definisanja i iskazivanja mogućeg*. Ona obezbeđuje supstancu koja fizički omogućuje armiji da živi, kreće se i postoji (prema Pravilu Američke vojske FM 700-80, iz 1985. godine).

¹³ I nauka i umetnost su uopšten odraz stvarnosti.

„Kad nauka dostiže vrhunac svoga savršenstva, ona se približava umetnosti, postaje umetnost. I obratno – kad umetnost usavršavajući se do krajnjih granica dostiže svoju kulminacionu tačku, ona se na svoj način pretvara u nauku. U tome se ogleda ono izvesno jedinstvo nauke i umetnosti, tih najviših manifestacija ljudskog stvaralačkog genija, jedinstvo koje je u suštini uslovljeno zajednicom, sredine koja ga održava – materijalnim uslovima društva“ [5].

S razvojem nauke povećala se i njena složenost. Naime, razvoj nauke doveo je do velikih promena u njenoj koncepciji, metodologiji i strukturi. Napuštaju se mnoga ranija gledišta (pristupi) i postepeno formiraju nova. Pojavljuje se čitav niz novih metoda i naučnih disciplina i, istovremeno, dolazi do sve intenzivnije integracije nauka, horizontalne i vertikalne, na nacionalnom i međudržavnom nivou, i do stvaranja mreže nauka kojom se teško upravlja iz jednog centra.

Ta tendencija, između ostalog, ogledala se i u tome što se već 1964. godine oko 50% svih naučnih informacija odnosilo na granična područja znanja [6]. Prema Derek J. De Sola Price: „Discipline koje analiziraju nauku stvarale su se pojedinačno, ali pokazuju mnoge znakove da se počinju usklađivati u celinu čiji je efekat veći od običnog zbroja efekata svih delova“ [7].

Konstituensi razvoja logistike odbrane kao nauke

Cilj logistike odbrane (kao nauke) jeste prikupljanje i stvaranje znanja o činjenicama, uzrocima i zakonitostima pojava, principima i normama u oblasti njenog izučavanja. Znanja od interesa za logistiku odbrane stiču se i verifikuju egzaktnim posmatranjem, organizovanim eksperimentom i pravilnim rasuđivanjem, odnosno mišljenjem.

Prikupljanje i stvaranje znanja iz oblasti logistike odbrane sprovodi se kroz sledeće faze:

- identifikovanje adekvatnih izvora informacija, znanja rešenja i načina dolaženja do njih;
- kritičku analizu postojećih izvora informacija, znanja i rešenja i izvođenje pravilnih sudova i zaključaka;
- pravilno komponovanje prikupljenih informacija, znanja i iznađenih rešenja u zaokružene logičke strukture i celine, pri čemu se vodi računa o životnom ciklusu sistema i pojava u njemu;
- izbor adekvatnog načina prezentovanja sakupljenih činjenica, znanja i iznađenih rešenja (forma prozne deskripcije, matematički modeli, tabele, grafikoni, dijagrami tokova, histogrami, ciklogrami, tabele odluka, mrežni planovi, gantogrami itd.).

Zadatak logistike odbrane jeste da istražuje i teorijski uopštava i oblikuje sisteme, funkcije i procese vezane za predmet svog istraživanja.

Pažljivom analizom može se uočiti, na osnovu dostupne građe, da logistika odbrane ima određene filozofske pretpostavke, svoj predmet, teoriju, jezik i metodu, a da joj nivo razvoja zavisi od resursa koji su bili raspoloživi u procesu njenog razvoja, društvenih odnosa prema njoj i njene otvorenost prema okruženju.

U logistici odbrane postoje dva pristupa izučavanju predmeta istraživanja (kao dela objektivne stvarnosti): ekonomski pristup (čisto ekonomski motivi) i odbrambeno-politički¹⁴ pristup sa aspekta odbrane koji je pod jakim uticajem države (političko-odbrambeni motivi).

Predmet logistike odbrane jesu logistička podrška odbrane kao veoma složeno područje objektivne društvene stvarnosti i problemi koji nastaju u procesu praktične interakcije čoveka i objektivnog sveta koji ga okružuje pri logističkoj podršci ljudstva, sredstava i organizacionih sistema koji realizuju zadatke iz domena odbrane.

Pod logističkom podrškom odbrane podrazumevaju se organizacioni sistemi koji realizuju logističku podršku (sa elementima, vezama i odnosima između elemenata i sistema i sistema i okruženja, principi na osnovu kojih se konstituiše¹⁵ i funkcionišu i instrumenti kojima se regulišu odnosi između delova¹⁶), funkcije i procese¹⁷ logističke podrške i pojave vezane za logističku podršku odbrane.

Elemente sistema¹⁸ logističke podrške čine: logistički kadar; materijalna sredstva koja se koriste za realizaciju zadataka logističke podrške; prostor na kojem su smešteni (razvijeni) elementi sistema logističke podrške; objekti, postrojenja i instalacije; stručna literatura i dokumentacija iz oblasti logističke podrške.

Pod logističkom podrškom odbrane podrazumeva se logističku podršku stvaranja i razvoja vojske i upotrebe vojske (u prevenciji sukoba i kad sukobi eskaliraju)¹⁹ i drugih snaga odbrane. Logistička podrška stvaranja, razvoja i upotrebe Vojske ostvaruje se kroz *akvizicijsku logističku podršku*, *potrošačku logističku podršku* i *ugrađenu* (organska) *logističku podršku*.

¹⁴ Zbog značaja koji ima i uticaja koji može ostvarivati politika, logistika odbrane bi trebalo da se razvija u harmoniji sa politikom.

¹⁵ Efektivnost i efikasnost relativno plitkog sistema logističke podrške mogu da se unaprede bržim odzivom postojećeg logističkog sistema (informacioni sistem), većim oslanjanjem na (pouz dane) civilne resurse, većim obimom ispomoći nižih organa logistike od strane viših organa, jačim i bržim transportnim resursima i podizanjem nivoa logističke kulture korisnika logističkih usluga.

¹⁶ Instrumente za regulisanje odnosa između elemenata čine: zakonski i drugi propisi organa vlasti, upravna akta organizacije i institucije koje primenjuju instrumente ili od kojih zavisi njihova primena. Sa menjanjem elemenata sistema (na primer, razvoj proizvodnih snaga) javljaju se potrebe za menjanjem instrumenata kojima se utiče na odnose između elemenata sistema.

¹⁷ Standardni procesi su: planiranje usluge, obezbeđenje – nabavka usluge, pružanje usluge, praćenje stanja objekta usluge i kvaliteta usluge i preduzimanje korektivnih odluka i akcija.

¹⁸ Elementi su delovi, tj. podsistemi koji čine sadržinu sistema, ali ga kvalitativno potpuno ne određuju. Isti elementi se javljaju u različitim sistemima i tek u svakom od njih, kao konkretna kompozicija, nastala u skladu s prirodnim zakonima ili postavljenim principima, čine kvalitativno određen sistem.

¹⁹ Pri obavljanju zadataka u okviru definisanih misija.

Akvizijska logistička podrška obuhvata: nabavku; ugovaranje; proizvodnju podržanu istraživanjima i razvojem sredstava; kvalitet proizvoda i usluga; standardizaciju, metrologiju, kodifikaciju i nomenklaturu; upravljanje resursima; zaštitu resursa; planiranje strateškog finansiranja logističke podrške i sistemsko (normativno-pravno) uređenje logističke podrške.

Potrošačka (izvršna) logistička podrška obuhvata: snabdevanje, održavanje, kretanje i transport, opštu logistiku, infrastrukturu i zdravstvo.

Pod *integrisanom logističkom podrškom* podrazumevaju se aktivnosti podrške koje propisuju logistički organi, ali funkcionalno nisu odgovorni za njihovo sprovođenje, već ih sprovode borbene strukture i strukture borbene podrške.

Prilikom upotrebe snaga (Vojska i ostale snage odbrane) težište je na planiranju i obezbeđenju pokretanja i održivosti snaga odbrane tokom obavljanja zadataka u okviru definisanih misija.

Problemi logističke podrške odbrane²⁰ su različite disciplinarnosti i nivoa opštosti, determinističke i stohastičke prirode. Većina problema²¹ logističke podrške odbrane ima multidisciplinarni i transdisciplinarni karakter.

Složenost problema u zoni odgovornosti i interesa logistike odbrane ogleda se i u orijentisanosti logistike na tok (materijalni, energetski, informacioni, tok kretanja ljudi i znanja) i njegove prostorne, vremenske i kvalitativne transformacije (prostor, područje, mesto), i orijentisanosti na upotrebnii ciklus sredstva i uslugu korisnika.

Specifičnost stohastičkih problema sa kojima se susreće logistika ogleda se u tome što stohastički karakter poprimaju ne samo zavisne promenljive čiju promenu valja proučiti nego i nezavisne promenljive čija promena uzrokuje takve promene. Nezavisnost se gubi i u uobičajenom funkcionalnom i u stohastičkom smislu.

Deo problema logistike veoma je specifičan i svojstven logistici odbrane, kao na primer problemi u vezi sa izučavanjem:

- izazivanja posredne ili neposredne namerne fizičke destrukcije;
- posredne ili neposredne zaštite od namerne fizičke destrukcije.

Probleme koje rešava logistika odbrane, a naročito probleme vezane za odlučivanje, karakteriše različiti stepen određenosti, konflikta i rizika. Pri tome, jako je izražena raznovrsnost međusobnih uticaja raznih faktora koji utiču na rešavanje pojedinih logističkih problema.

²⁰ Na osnovu saznanja o pretežno stohastičkoj prirodi ponašanja relevantnih činilaca logističke podrške odbrane u delovanju i napretka na području matematičke statistike, teorije verovatnoće, kao i razvoja drugih posebnih područja matematike (matematička logika, linearna algebra i drugo), stvaraju se neophodni uslovi da se u saradnji sa drugim naučnim disciplinama (istorija, hemija, ekonomija, tehnika, psihologija, operaciona istraživanja, informatika itd.) razvije multidisciplinarni pristup rešavanju problema logistike odbrane.

²¹ O naučnom problemu se govori kada se neki zadatak ne može rešiti na osnovu raspoloživog znanja u nauci.

S obzirom na stepen složenosti, problemi kojima se, kao nauka, bavi logistika odbrane mogu da se podele u tri grupe, na:

- probleme koji mogu dosta uspešno da se rešavaju pomoću formalizovanih postupaka – algoritama (dobro strukturirani problemi);
- probleme koji mogu da se rešavaju na zadovoljavajući način korišćenjem savremenih tehnologija (softver, hardver, netver), odnosno polustrukturirane probleme;
- probleme koji se mogu rešavati zahvaljujući ljudskom potencijalu, specifičnom znanju, emocijama, iskustvu, intuiciji i sposobnosti za brzo identifikovanje ključnih činilaca i pretraživanje mogućih varijanata u nestandardizovanim problemima (loše strukturirani problemi).

Znatan deo problema koje rešava logistika odbrane vezani su za definisanje i dimenzionisanje logističkih zahteva (organizacioni i tehnološki) i definisanje, projektovanje i dimenzionisanje logističkih elemenata i sistema za zadovoljenje navedenih zahteva, donošenje logističkih odluka, upravljanje logističkim sistemima i procesima i unapređivanje ukupnih performansi logističkih sistema.

*Naučnu teoriju*²² logistike odbrane čine sledeći elementi: predmet naučne teorije, osnovni pojmovi²³ (rečnik), osnovni stavovi,²⁴ hipoteze,²⁵ naučni zakoni²⁶ i teoreme, koji su formirani u prihvatljivoj meri. Sadržana je u

²² *Teorija* je hipoteza koja je u velikoj meri proverena. Teorije su redovno složene pojave, koje obuhvataju određeni broj sudova o činjenicama i određeni broj međusobno povezanih zakona.

²³ *Pojmovi* su logička predstava predmeta nauke. Osnovni pojmovi logistike odbrane su umnogome preuzeti iz logistike, ali i iz pojedinih (posebnih) područja logistike. Određeni specifični pojmovi logistike odbrane stvoreni su unutar logistike odbrane, a koriste se u drugim naukama i naučnim disciplinama. Ti pojmovi su sadržani u vojnim leksikonima, rečnicima, taktičko-tehničkim priručnicima, zakonima, uredbama sa zakonskom snagom, pravilnicima, doktrinama, pravilima i uputstvima i drugim dokumentima kojima se sistemski uređuju odbrana i logistička podrška odbrane.

²⁴ *Stav* je svaka veza među pojmovima koja ima smisla. Stavovi se javljaju u obliku aksioma, postulata i principa.

Sud je spoj dvaju pojmova u kome se o odnosu jednog prema drugom nešto tvrdi ili odriče. Sudovi iz kojih se izvode novi sudovi zovu se *premise* ili pretpostavke, a novi sud koji se dobija iz premise zove se *zaključak* – *izvod* ili *konkluzija*.

Zaključak je logička tvorevina i izražava se pomoću dve ili više rečenice, a njegovi elementi su *sudovi*. Za zaključak su potrebni barem dva suda i misao da jedan od njih sledi iz jednog ili više drugih sudova. Misao da *sledi* izražava se rečima: dakle, prema tome, odatle sledi i slično.

²⁵ *Hipoteza* je teorija koja još nije proverena. Naučne hipoteze koje su proverene – izvedene kombinacijom ostalih elemenata naučne teorije i elemenata jezika nauke (reči, sintagmi, rečenica i paragrafa), nazivaju se *teoreme*. Mogu da budu izvedene iz prethodno dokazanih teorema ili dedukovane iz teorema višeg nivoa opštosti ili teorija u celini. One nisu mehanička celina dedukovanih ili sintetizovanih stavova, već nov kvalitet u procesu saznanja i izrade naučne teorije. Teoreme mogu da imaju manji ili veći stepen dokazanosti i manji ili veći stepen opštosti. Teoreme nižeg nivoa opštosti čine osnovu za izradu teorema višeg nivoa opštosti i teorija u celini, i obrnuto.

²⁶ *Naučni zakoni* su samo elementi hipoteza i teorija, ali ima i hipoteza i teorija koje se svode samo na jedan zakon. *Zakon* je potvrđeni hipotetički stav koji se odnosi na više pojava. To su *objektivni, stalni, opšti i nužni odnosi među pojavama stvarnosti*. Zakon je teorija koja je toliko proverena da više ne sumnjamo u nju. Naučni zakoni su samo elementi hipoteza, ali ima i hipoteza i teorija koje se svode samo na jedan zakon.

konceptima i strategijama društvenih (međunarodnih i domaćih) institucija, udruženja i organizacija, kao i domaćih i međunarodnih skupova i foruma koji se bave istraživanjima, edukacijom, sistemskim uređenjem standarda u toj oblasti, problemima logističkog upravljanja i logističkom praksom.

Teorija logistike²⁷ se odlikuje jasno postavljenim predmetom istraživanja, zadovoljavajućim nivoom opštosti saznanja, prihvatljivim stepenom formalizovanosti, solidnim stepenom plodnosti i ulogom koju ima u saznavanju važnog područja objektivne društvene stvarnosti. Njena funkcija u naučnom istraživanju, zavisno od aktuelnog društvenog trenutka, jeste manje ili više orijentaciona, povezujuća, objašnjavajuća, proveravajuća, predviđajuća, inspirišuća i definišuća. U njoj su svi elementi strukture povezani u jedan, prilično koherentan i logički neprotivurečan sistem.

Teorija logistike odbrane dijalektički je povezana sa praksom logistike odbrane.²⁸ *Predmet* naučne teorije logistike odbrane saglasan je sa predmetom logistike odbrane uopšte. Predstavlja područje stvarnosti (i probleme u njemu) kojim se bavi logistika odbrane, ali teorijski.²⁹

Logistika odbrane proučava predmete, odnosno objekte (čovjek, sredstvo, organizacioni sistem), pojave i procese (planiranje logističke usluge, nabavka logističke usluge, realizacija logističke usluge, praćenje ponašanja objekta logističke usluge, regulisanje postupka sa objektom logističke usluge) vezane za logističku podršku.

Teorija logistike se bavi i konstituisanjem i funkcionisanjem sistema logističke podrške³⁰ posmatranih sa stanovišta njihovih ciljeva, u skladu sa karakteristikama logističkih zahteva (mesto i vreme nastajanja, oblik, intenzitet). Takođe, bavi se upravljanjem logističkim sistemima, resursima³¹ i procesima, kao i sistemima i procesima koji omogućavaju kretanje (protok) materijala, ljudi, energije i informacija [8], u toku čitavog životnog ciklusa objekata interesa logistike odbrane [9] pri logističkoj podršci odbrane.

Predmet logistike odbrane kao nauke jesu i koncepcija, organizacija, tehnologije logističke podrške i tendencije u razvoju. Logistika odbrane se sveobuhvatno i sistemski bavi aktivnostima planiranja, oblikovanja,

²⁷ Teorija je sređeno izlaganje nagomilanog iskustva i njegov formalan izraz kao vodilja za buduće razborite akcije radi obogaćivanja tog iskustva. Traganje za sveobuhvatnim teorijama najbolji je način da se što bolje shvate načela i odnos između uzroka i posledice, što može da bude putokaz odgovornim ljudima koji moraju da se odluče između protivurečnih teorija.

²⁸ Teorija izučava iskustva iz prakse, predviđa i otkriva put praksi, uopštava dostignuća u materijalnom i misaonom stvaralaštvu i povezuje ih sa mogućim rešenjima, a praksa dograđuje ili odbacuje dostignuta rešenja i daje nova saznanja. Naučna povezanost teorije i prakse čini logistiku odbrane naukom i veštinom.

²⁹ Predmeti su razvojne kategorije koje se neprekidno menjaju i mogu da budu raznovrsni, od fizičko-hemijskih, preko bioloških i psiholoških, do društvenih pojava i procesa.

³⁰ Objektivna stvarnost je jedinstvena celina koja ima posebne i pojedinačne zaokružene celine i delove.

³¹ U realnom sistemu i životu uglavnom su potrebe za resursima manje od mogućnosti (ograničene mogućnosti i neograničena tražnja), pa je neophodno upravljanje tim pojavama, uz uvažavanje jasno izraženih težišta i prioriteta.

modelovanja, projektovanja, kontrole, zaštite i upravljanja svim procesima i sistemima koji omogućavaju kretanje (protok) materijala, ljudi, energije i informacija pri logističkoj podršci odbrane.

Teorija logistike odbrane, pored ostalog, bavi se i transformacijom tokova³² (materijalni, energetske, informacioni, tokovi kretanja ljudi), sistemima i procesima koji omogućavaju transformacije tokova. Predmet logistike odbrane kao nauke jeste i izučavanje i razvoj alata (metode, tehnike i instrumenti) za izučavanje konkretne objektivne stvarnosti i rešavanje problema u njoj.

Jezik logistike odbrane adekvatno obavlja ulogu saopštavanja misaonog sadržaja i suštinski je činilac naučnog saznanja. Zasniva se na književnom (standardnom) jeziku,³³ a sastoji se od određenih reči (termini³⁴), sintagmi,³⁵ rečenica (iskazi) i paragrafa koji se koriste za iskazivanje onoga što se osmisli u logičkom smislu u toku projektovanja istraživanja, organizovanja i sprovođenja istraživanja i obaveštavanja javnosti o rezultatima istraživanja. Sadrži sve norme književnog jezika: gramatičke, pravopisne, leksičke, izgovorne i stilističke norme.

Logistika odbrane, kao nauka, uglavnom koristi naučni stil,³⁶ naučno-popularni i publicističko-polemistički stil. Generalno, njen stil odlikuju: solidna jasnost, jednostavnost, prirodnost i odmerenost, konciznost, koherentnost i raznolikost.

Kompleksnost sistema koji realizuje logističku podršku i problema logistike odbrane i činjenica da su problemi logističke podrške odbrane determinističkog i stohastičkog karaktera i da ih karakteriše različit stepen neodređenosti i rizika i mogućnost odvijanja u konfliktnim situacijama određuju njene *metode* kao celovit pristup istraživanju i način sticanja naučnog saznanja i njegovog integrisanja u jedinstvenu teoriju nauke.³⁷ Metode,

³² Radi što kvalitetnije transformacije tokova (prostor transformacije, područje, mesto), međusobne veze materijalnih, energetskih i informacionih tokova podležu principima intenzivne i jednovremene sveobuhvatne koordinacije i integracije.

³³ Jezik je proizvod ljudskog mišljenja. Sa njim je duboko povezan i zajedno sa njim čini dijalektičko jedinstvo, u međusobnoj su interakciji i zajedno se razvijaju i usavršavaju. Od ostalih vrsta izražavanja jezik se razlikuje i po tome što ima svoju gramatiku i sintaksu. Jezik ima svoje norme, stil i pravopis.

Norme jezika čine: gramatičke, pravopisne (ortografske), leksičke, izgovorne (ortoepske) i stilističke norme.

Ono što čovek osmisli u logičkom smislu, iskazuje u određenim jezičkim oblicima i konstrukcijama. Jezički oblik izražavanja pojma je izraz – termin, jezički oblik izražavanja suda je deklarativna rečenica – iskaz, a jezički oblik kojim se izražava zaključak je uređeni skup iskaza.

³⁴ Termin je jezički izraz pojma. Za svaki pojam postoji jedan osnovni termin i više sinonima. U naučnom stilu pisanja koristi se osnovni termin, koji najpreciznije odražava pojam, a sinonimi – po potrebi.

Iskaz je jezički izraz suda, a skup iskaza je jezički oblik kojim se izražava zaključak.

³⁵ Sintagme su grupa reči koje obrazuju jedan pojam. Čine logičku celinu i izgovaraju se sliveno, bez pauza. Kao sastavni delovi subjekta ili predikata, imaju misaonu samostalnost, ali se i spajaju međusobno po zakonima sintakse jezika.

³⁶ Stil je izbor izražajnih sredstava u jeziku. Pored navedenih, postoje još i razgovorni, književno-umetnički i administrativni stil.

³⁷ Obuhvataju intelektualna i materijalna sredstva kojima su rezultati ostvareni. Koriste se za otkriće novog i verifikaciju novootkrivenog znanja.

tehnike i instrumenti koje koristi logistika odbrane (u izučavanju predmeta istraživanja i pri rešavanju problema) adekvatni su za rešavanje njenih problema i opšteprihvaćeni od ljudstva koje se bavi objektivnom i kompleksnom praksom logističke podrške odbrane. Različitog su porekla³⁸ i međusobno se razlikuju po generalnosti (veličina skupa problema koji se njima mogu rešavati) i snazi (efikasnost pronalaženja rešenja problema). Koriste se za otkrivanje novog i verifikaciju novootkrivenog znanja.

Svaka metoda ima ograničenu dokaznu vrednost,³⁹ a konstatacije svake metode dopunjavaju se daljim istraživanjima pomoću drugih, nezavisnih metoda. Ukoliko se više razlikuje takva, dopunska metoda, utoliko je potpunije saznavanje istine.

U izučavanju svog specifičnog predmeta i rešavajući svoje specifične probleme, logistika odbrane razvija nove i koristi i usavršava dostupne metode, tehnike i instrumente, prilagođavajući strukturu i istraživački postupak konkretnoj objektivnoj društvenoj stvarnosti i problemima na koje nailazi u svojoj „zoni odgovornosti“ [10]. Na taj način se polako oblikuje i zaokružuje metoda logistike odbrane koja maksimalan sinergetski efekat elemenata strukture ostvaruje samo u oblasti logistike odbrane. Strukturu te metode čine: opšti metodološki pristup istraživanju, epistemološki, odnosno naučno-teorijski deo i metodološko-tehnički deo.

Zaključak

Razvoj nauke doveo je do velikih promena njenoj u koncepciji, metodologiji i strukturi. Mnoga ranija stanovišta se napuštaju i postepeno se formiraju nova. Pojavljuje se čitav niz novih metoda i naučnih disciplina, a u isto vreme dolazi do sve intenzivnije integracije nauka, horizontalne i vertikalne, na nacionalnom i međudržavnom nivou, i do stvaranja mreže nauka kojom teško može da se upravlja iz jednog centra. Ulažu se ogromni naponi kako bi nauka ispunila svoju društvenu misiju⁴⁰ u svim oblastima objektivne društvene stvarnosti.

Zbog integrativnih procesa koji se u svetu odvijaju u oblasti odbrane, složenosti logističke podrške odbrane i, često, međunarodnog karaktera⁴¹ logističkih problema i procesa, tokova informacija, materijala i ener-

³⁸ Svaka razvijena metoda pripada svakoj nauci u kojoj se može primeniti, bez obzira na to gde je prvobitno nastala. Bezpredmetno je raspravljanje o ekskluzivnosti primene metoda, odnosno kojoj nauci i u kom sistemu pripadaju: bitno je da li mogu ili ne mogu uspešno da se primene u rešavanju problema.

³⁹ Metode su kao reflektori. Kao što reflektor obasja jednu stranu predmeta, a drugu ostavi u tami, tako i pojedine metode osvetle samo jedan aspekt složene multidisciplinarnе objektivne stvarnosti.

⁴⁰ Značaj nauke je u tome da olakšava rad, razvija zdrave društvene odnose i popravljа položaj ljudi u procesima proizvodnje i usluga.

⁴¹ Zato se formiraju razna udruženja, na nacionalnom i internacionalnom nivou, koja se bave naučno-istraživačkim radom u oblasti logistike, edukacijom, upravljanjem, standardizacijom, pružanjem raznih vrsta usluga itd.

gije, te funkcionisanja logistike u mrežnom okruženju, neophodno je da se logistika odbrane razvija kao važno područje logistike. To treba činiti u saradnji sa ostalim posebnim disciplinama (područja) logistike, ali organizaciono u okviru nauka odbrane, kako bi što više doprinela unapređenju odbrane kao važne državne funkcije i većem približavanju učenja naučnih disciplina koje se bave tehničkim sistemima [9] i tehnologijama, i tzv. ortodoksnih vojnih naučnih disciplina (strategija, operatika i taktika).

Neophodno je da se intenzivno radi na njenom daljem razvoju i dubljem organizacionom i naučnom utemeljenju, u skladu s potrebama prakse, zahtevima vremena i savremenim tendencijama, ugrađivanjem saznanja do kojih dolazi u jedinstven koherentan sistem. Eventualna razmimoilaženja u shvatanjima, kako između različitih filozofsko-naučnih orijentacija, tako i među pojedincima u okviru istih naučnih pravaca, treba prevazilaziti u argumentovanim raspravama i svoditi na što manju meru.

Akreditacijom Vojne akademije kao visokoškolske ustanove i kao naučno-istraživačke organizacije i osnivanjem Univerziteta odbrane kao državnog univerziteta i institucije u kojoj bi se odbrana, kao važna državna funkcija, izučavala na naučnim osnovama i naučno tretirala na osnovu multidisciplinarnog pristupa, dodatno je aktuelizovan odnos države prema odbrani u celini. To se posebno odnosi na pristup prema odbrani i na intelektualni nivo njenog izučavanja i naučnog tretiranja. Pored civilne kontrole, u praksa se nametnula i civilna odgovornost za stanje u toj oblasti.

Rešenje se nazire u legalizovanju, od strane nadležnih institucija, organizovanog bavljenja odbranom na naučnim osnovama, kroz uključanje nauka odbrane (a time i logistike odbrane) u sistem nauka u društvu koje funkcionišu u mrežnom okruženju, a zatim treba postepeno razmišljati o promeni paradigmi kad je u pitanju poimanje odbrane. Važni preduslovi za to, pored uključanja nauka odbrane u sistem nauka u društvu, jesu obezbeđenje adekvatnog kadra, odgovorniji tretman i stimulisanje istraživačkog i nastavničkog kadra kroz uvođenje radno-stimulativnog sistema i povećanje cene rada na istraživačkim i nastavničkim poslovima, obezbeđenje adekvatne opreme i literature, razmena znanja, iskustva i informacija sa okruženjem i dostizanje sposobnosti za uključivanje u međunarodne projekte. To bi bio dodatni podsticaj harmonizovanju i razvoju odbrambenog sektora, a preko njega bi se ostvario uticaj i na druge sektore u društvu, ali i veća transparentnost u funkcionisanju i finansiranju nastavne i naučne delatnosti u oblasti odbrane.

Literatura

- [1] Eklz, H., *Logistika u nacionalnoj odbrani*, VIZ, Beograd, 1968.
- [2] Žugaj, M., *Osnove znanstvenog i stručnog rada*, Zagreb RO za grafičku djelatnost, Samobor, 1989.
- [3] Medarić, J., *Uvod u naučni rad*, nastavno-ispitna građa, Zagreb, 1986.

- [4] Petrović, B., Kedrov o filozofskim problemima prirodnih nauka, Predgovor knjizi B. M. Kedrova: *Predmet i uzajamna veza prirodnih nauka*, „Nolit“, Beograd, 1969.
- [5] Rajnberg, S. A., *Metodika i tehnika naučnog rada. O metodici i tehnicima naučno-istraživačkog i naučno-literarnog rada*, drugo izdanje, Medicinska knjiga, Beograd, 1949.
- [6] Mesarić, M., *Suvremena znanstveno-tehnička revolucija*, Ekonomski institut, Zagreb, 1971.
- [7] Lelas, S., Znanost o znanosti. Jedan nepretenciozan prikaz njene povijesti i strukture, *Scientia Yugoslavica* 8 (1-2), Zagreb, 1982.
- [8] Andrejić, M., Milenkov, M., Sokolović, V., Logistički informacioni sistem, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 58, No. 1, pp. 33-61, Beograd, 2010.
- [9] Andrejić, M., Sokolović, V., Integralna logistička podrška sredstava naoružanja i vojne opreme, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 57, No. 1, pp. 32-53, Beograd, 2009.
- [10] Andrejić, M., Metode i tehnike za podršku planiranja u vojnim organizacionim sistemima, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 59, No. 1, pp. 36-53, Beograd, 2001.
- [11] Šešić, B., *Opšta metodologija*, „Naučna knjiga“, Beograd, 1974.
- [12] Dobrov, G. M., *Nauka o naukama*, Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd, 1970.
- [13] Nejgel, E., *Struktura nauke*, prevod sa engleskog, „Nolit“, Beograd, 1974.
- [14] Zečević, S., Pojmovno određenje logistike, logistički lanci, kriterijumi optimalnosti, logistički centri, siti logistika, logistički provajderi, predavanje po pozivu na Simpozijumu: Logistika-faktor uspeha, Beograd, 2006.
- [15] Petrović, G., *Logika*, deseto izdanje, „Školska knjiga“, Zagreb, 1977.

THEORETICAL BASIS AND AN APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF LOGISTICS OF DEFENSE AS A SCIENCE

FIELD: Logistics

ARTICLE TYPE: Scientific Criticism

Summary:

Major organizational changes occurring during the last decade in the state and the current social moment require an adequate social determination of the defense as an important state function, having in mind its qualitative level of study, scientific research and logistical sustainability. The role and importance of the logistic support of defense, range and quality of resources that it engages, the practical needs, time requirements and current trends require a treatment of the defense at a higher level of consideration in education, research and operational practice.

When considering the development level of any science and the work on its development, we should monitor continuously and analyze objectively the development and influence of the dominant forms of social consciousness - religion, philosophy and particular sciences (natural and social) - and review the basic constituents of the science development. It is also necessary to understand the essence of the relationship between science and philosophy, science and politics, and science and art.

A large number of authors (under the influence of methodological essentialism) consider that each science at its lowest level of development (with the exception of philosophical assumptions that are implicit) must have four basic constituents: its subject, theory, language and methodology. Based on the development of the above constituents, these authors assess the level of the scientific development of the particular science, i.e. scientific discipline.

Introduction

The current social moment, practical needs, demands of present time and current trends in social conflict management have imposed a series of issues to which the public have to take a standpoint and which have to be adequately tackled. The addressed issues refer to the approach, scope and quality of the study of defence as an important national function and an area of reality that engage significant national resources (human, material, financial, energy, information, etc.). The issues are actualized at the beginning of the accreditation process of the Military Academy as an institution of higher education in the Ministry of Education and as a scientific research organization in the Ministry of Science and Technology of the Republic of Serbia.

A long-term resolution of problems requires a review of the relationship of the society towards the study of the defense as a significant area of social reality, work on improving the organizational and scientific foundation of the defense science, relying on the general functioning of scientific knowledge and modern science in a network environment, and also a review of the wider community attitude towards military science (systematized and substantiated knowledge of the phenomena and objects in the defense to which there is a conscious application of certain methods of research), its historical development, achieved status and future direction.

Some general findings on science and the development and treatment of new sciences

Sciences search for the objective truth about reality; however, they can only approach to it. Their views are socially communicable, i.e. understandable and acceptable to most people in a particular area of real work, and those views are (intentionally) continuously exposed to critical discussion (and both verifications and challenges).

The present level of the development of science is characterized by a significant use of experiments, models (including computer models) and mathematics (mathematisation of science) and the results of science are increasingly expressed with logical and mathematical models and abstract terms. The methods of one scientific field are often used in other scientific fields, thus enriching them. The time of knowledge transition from one science to another shortens and new knowledge is acquired quickly. Boundaries between theoretical and practical sciences are less and less pronounced and links between basic and applied sciences grow stronger.

As any other branch of human activity, science contains the following three (functional) components that are required for successful operation and development:

- system of scientific knowledge such as basic facts, science in the strict sense;*
- skills (technique, craft, craftsmanship, etc.);*
- personal inventiveness, inspiration, personal ability, inventive mind and creative zeal.*

Relation between science and philosophy, politics and art

Philosophy provides particular sciences with a general method of scientific knowledge, shows an access to research and provides a general theory of knowledge phenomena. On the other hand, the results of particular sciences offer philosophy a concrete structure for its generalization, for creating proper methods in the theory of knowledge and for their further enrichment.

In order to achieve policy objectives (including science policy), the state has a comprehensive range of instruments of a material, financial, legal, normative, coercive, etc. nature.

In the relationship between science and art, there are both differences and similarities. The differences between science and art are numerous: the interest of artists is specific in relation to that of scientists; the ultimate result of the work of artists is essentially different from the result of scientific work; art has specific methods and means by which results are achieved; art created masterpieces in the time before Christ (Egypt, Mesopotamia, Greece, Rome), while science accumulated and systematised knowledge through the centuries - especially in the last two; the unity of the general, particular and individual in science appears in the form of the general (in the form of concepts and categories), while in art it appears in a form that includes "direct evidence of occurrence of an individual life"; science strives to eliminate subjectivity aiming at accuracy and objectivity, while art reflects much more of the creator's subjectivity, not being arbitrary, though.

There are also certain similarities between science and art: both are related to class thus having the same base and being a part of the superstructure in the function; they both exhibit active and creative effort

and inspiration stemming from hard work; both a scientist and an artist reproduce themselves in their creation to an extent; in order to be successful, both a scientist and an artist have to be familiar with specific techniques and crafts; both scientific and artistic masterpieces are of lasting values since it is impossible to assess them properly and express in money terms due to their ideal value that nothing can compensate.

Constituents of the development of logistics of defense as a science

On the basis of available material, a careful analysis of defense logistics shows that it has certain philosophical assumptions of its existence, its subject, theory, language and methodology. It can be also seen that the level of its development is determined by resources available in the process of its development, social attitudes towards it and its openness towards the environment.

The SUBJECT of defense logistics is the logistics support of defense as a very complex area of the objective social reality and the problems that arise in the practical interaction between the man and the objective world around him with logistic support of personnel, resources and organizational systems that accomplish the tasks in the field of defense.

Defense logistics support includes logistic support for the creation and development of military and the use of military (during conflict prevention and escalation) and other defense elements.

Logistic support for the creation, development and use of the Army is achieved through acquisition logistic support, consumer logistic support and integrated (organic) logistic support.

The subject of the defense logistics as a science is both the study and the development of tools (methods, techniques and instruments) for studying concrete objective reality and solving problems in it.

The SCIENTIFIC THEORY of defense logistics consists of the following elements: the subject of the scientific theory, basic concepts (glossary), basic statements, hypotheses, scientific laws and theorems. The elements are formed to a reasonable extent. It is contained in the concepts and strategies of social (international and national) institutions, associations and organizations as well as national and international seminars and forums dealing with research, education, systematization of standards in this area, problems of logistics management and logistics practices. The theory of defense logistics, among other things, deals with the transformation of flows (material, energy, information, personnel), systems and processes that enable flow transformations.

The LANGUAGE of defense logistics adequately perform its role of communicating the content of thought and essentially is an agent of scientific knowledge. Based on the literary (standard) language, it consists of particular words (terms), phrases, sentences (statements), and paragraphs used to express the content of thought during research design, organization, conducting and conveying its results to the public. It contains all the norms of literary language: grammatical norms, orthographic, lexical, pronunciation and stylistic norms.

The METHODS, techniques and instruments used by the logistics of defense (while studying the research subject and solving problems) are adequate to address its problems and are generally accepted by personnel engaged in objective and complex logistical support of defense. They have different backgrounds and vary in generality (the size of a set of problems that they can resolve) and power (the efficiency of finding solutions to problems). They are used for acquiring new knowledge and its verification.

Conclusion

Integration processes taking place worldwide in the defense, the complexity of defense logistic support and often an international nature of logistic problems and processes, flows of information, materials and energy as well as the functioning of logistics in the network environment require that defense logistics develops as an important area of logistics in cooperation with other disciplines (areas) of logistics, within, organisation-wise, the sciences of defense in order to contribute to the improvement of defence as an important state function and to reduce the gap between scientific disciplines dealing with technical systems and technologies and the so-called "orthodox military disciplines" (strategies, operatics and tactics).

Keywords: social determination, current social moment, development of science, logistic support, logistics of defense, integration processes.

Datum prijema članka: 27. 08. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 28. 12. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 29. 12. 2011.

VIŠEKRITERIJUMSKA ANALIZA U PROCESU JAVNIH NABAVKI

Tošev T. *Dejan*
Vojska Srbije, Komanda za obuku, Beograd

DOI:10.5937/vojtehg1203109T

OBLAST: finansijska matematika
VRSTA ČLANKA: kratko saopštenje

Sažetak:

Jedno od najosetljivijih pitanja savremene organizacije jeste proces javne nabavke koji je danas veoma aktuelan – skoro nezaobilazan. Kvalitet realizacije tog procesa utiče na organizacionu uspešnost, ali i na renome organizacije. Shodno tome, rukovodstvu se nameće obaveza ozbiljnijeg pristupa pri izboru najpovoljnijeg ponuđača. Budući da se u procesu realizacije javne nabavke izbor svodi na višekriterijumsko odlučivanje, u radu je prikazana primena metode analitičko-hijerarhijskih procesa kako bi se minimizovale subjektivne greške u odlučivanju.

Ključne reči: AHP metoda, javna nabavka, odlučivanje, kriterijum, varijanta.

Uvod

Svaka organizacija teži da ima što više uređenih oblasti u svojoj strukturi. Jedna od tih oblasti je i nabavna funkcija. Pod njom se podrazumeva trošenje određenih materijalnih i, posebno, finansijskih sredstava radi zadovoljenja određenih potreba i ostvarenja zadatih ciljeva.

Nabavna funkcije je složena i u proizvodnim i u uslužnim, trgovinskim i neprofitnim organizacijama, ali je to posebno izraženo u velikim sistemima kao što je državna organizacija [1].

Državne organizacije, kao najveći kupci roba, usluga i radova, pored velikih količina, zahtevaju raznovrstan asortiman, propisan i standardizovan kvalitet i kontinuitet u snabdevanju. Zbog toga sistem javne nabavke mora da osigura ekonomične i efikasne postupke i racionalno trošenje, ali za organizaciju, pre svega, mora da bude opravdan izbor ponuđača.

U praksi se odabir najpovoljnije ponude prepušta subjektivnoj proceni komisije ili pojedinca koji učestvuju u javnoj nabavci. Na taj način, u nadi da se zadovolje osnovni zahtevi pokretača nabavke, uzima se najčešće ponuda sa najnižom ponuđenom cenom. Kriterijum kao što je cena uglavnom značajnije utiče na prioritete varijanta (odabir najpovoljnijeg

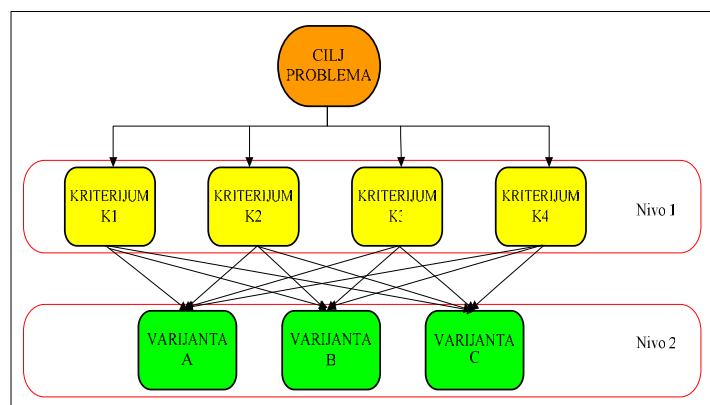
ponuđača), ali postoje i drugi kriterijumi koji imaju određeni značaj za donošenje odluke o izboru najpovoljnijeg ponuđača.

Donošenje odluka ili odlučivanje je proces odabira između više ponuđenih varijanata. To je temeljni misaoni proces koji se sastoji od prepoznavanja i odabira između mogućih rešenja i akcije ili stava koji vode do nekog željenog cilja.

Sistem odbrane u poslednjoj deceniji, a naročito poslednjih godina, posebnu pažnju posvećuje merama štednje i racionalnom poslovanju, kako bi sa što manje utrošenih resursa maksimalno ostvario ciljeve. Samim tim, nameće se potreba da se u procesu donošenja odluka primene savremenije metode. Jedna od najpoznatijih i poslednjih godina najviše korišćenih metoda za višekriterijumsko odlučivanje jeste analitički hijerarhijski proces (u daljem tekstu AHP).

Analitički hijerarhijski proces

Početkom sedamdesetih godina, Tomas Sati (Tomas Saaty) razvio je jednu od najpoznatijih metoda naučne analize i donošenja odluka vrednovanjem kriterijuma¹ i varijanata² u odnosu na postavljeni cilj – analitički hijerarhijski proces. Metoda se zasniva na činjenici da se i najsloženiji problem može razložiti prema sledećoj hijerarhijskoj strukturi: na samom vrhu je cilj (slika 1), koji se ne poredi ni sa jednim od postojećih elemenata, na prvom nivou ispod njega su kriterijumi, a na donjem nivou hijerarhijske strukture nalaze se varijante.



Slika 1 – Struktura problema prema AHP
Figure 1 – The structure of the problem by AHP

¹ Grč. kriterion, merilo (Milan Vujaklija, *Leksikon stranih reči i izraza*, „Prosveta“, Beograd, 1980, str. 480).

² Lat. varius, nešto što ima različit oblik od nečega a što ima sa tim isto poreklo ili stoji u prisnoj vezi (isto, str. 139).

Metoda omogućava povezanost svih delova hijerarhije, tako da promena bilo kog faktora utiče na ostale faktore. Prilikom upoređivanja i rangiranja varijanata i odlučivanja koja je od njih u prednosti u odnosu na ostale koriste se tabele u koje se unose podaci. U okviru AHP metode upoređuju se prednosti i nedostaci pojedinih varijanata, kojima se rang određuje u obliku broja. Kriterijumi za odabir određene varijante mogu da imaju različit značaj, pa im se dodeljuju težinski koeficijenti. Metoda je zasnovana na poređenju varijanata u parovima. Težine pojedinih kriterijuma određuju se upoređivanjem kriterijuma u parovima i određivanjem koliko je svaki kriterijum važniji od drugog kriterijuma. Analitički hijerarhijski proces sastoji se od četiri osnovne faze [2]:

- strukturiranja problema – polazi se od izrade hijerarhije modela problema odlučivanja sa ciljem na vrhu, a kriterijumima i varijantama na dnu modela;
- prikupljanja podataka – na svakom nivou hijerarhijske strukture u parovima se međusobno upoređuju elementi, i to za sve nivoe celokupne hijerarhije (pri čemu se koristi najpoznatija skala devet tačaka);
- procene relativnih težina – izračunavaju se prioriteti (težine) kriterijuma i varijanata radi dobijanja jedinstvenih sopstvenih vektora, odnosno težina za sve elemente na svakom nivou hijerarhije;
- određivanja rešenja problema – na osnovu prethodnih faza i matematičkih proračuna dolazi se do najboljeg izbora.

Javne nabavke

Zakonom o javnim nabavkama (u daljem tekstu ZJN) definisana je oblast primene nabavki dobara, radova i usluga. Kao načini na koje se može izvršiti nabavka dobara, Zakonom su predviđeni: kupovina, zakup ili lizing dobara (s pravom kupovine ili bez tog prava).³ Javnom nabavkom dobara smatra se i nabavka pod kojom se, pored nabavke dobara, podrazumeva i nabavka određenih usluga, pod uslovom da su one nužno vezane za isporuku dobara (montaža, prevoz, osiguranje i slično).⁴

Za razliku od pojma *dobro*, odredbama ZJN ne definiše se pojam *usluga*. Umesto definicije, u Zakonu su navedene, u dva odvojena aneksa (Aneks IA i Aneks IB), vrste usluga koje mogu da budu predmet javne nabavke.⁵

I za radove, kao za usluge, navode se vrste radova koji mogu da budu predmet javne nabavke (Aneks II), s tim što je Zakonom predviđen jednoobrazni režim za njihovu nabavku.⁶

³ Član 4, stav 1 *Zakona o javnim nabavkama*.

⁴ Član 4, stav 2 *Zakona o javnim nabavkama*.

⁵ Član 6, stav 1 *Zakona o javnim nabavkama*.

⁶ Član 5, stav 2 *Zakona o javnim nabavkama*.

U *Zakonu o javnim nabavkama* predviđeno je da naručilac ne može započeti postupak nabavke ako ona nije planirana. Naime, naručilac može da započne postupak javne nabavke ako je nabavka predviđena u planu nabavki i ako su za tu nabavku predviđena novčana sredstva. U slučaju da nije donet budžet, odnosno finansijski plan, naručilac može započeti postupak javne nabavke samo do iznosa sredstava planiranih u skladu sa propisom o privremenom finansiranju.

Plan javnih nabavki nije samo pregled nabavki već je i svojevrsna strategija, koja je sastavni deo godišnjeg programa rada. Pri izradi plana, pošto je reč o godišnjem planu javnih nabavki, mora se voditi računa i o dinamici, da bi se na mesečnom nivou trošila 1/12 odobrenih novčanih sredstava. Pri likom utvrđivanja vremena realizacije nabavki, mora se posebno tretirati nabavka za koju su vezane stalne isporuke u toku čitave godine (prehrambeni proizvodi – hleb, mleko, meso itd.). U taj izuzetno složeni posao moraju da budu uključeni svi (stručne službe, funkcionalni nosioci) koji znaju procedure i postupke planiranja, programiranja i donošenja odluka.

Da bi se postupkom javne nabavke ostvario cilj – izabrao najpovoljniji ponuđač, tj. najbolji kvalitet dobra uz što povoljniju cenu – potrebno je da se što kvalitetnije sprovede procedura nabavke (izrada dokumentacije uz što bolje definisane zahteve) [3].

Organizacija nabavke može da ima neki od sledećih oblika:

- centralizovani oblik nabavke (nabavku za različite organizacije obavlja jedna centralna funkcija);
- decentralizovani oblik nabavke (svaka organizacija je odgovorna za svoje odluke o nabavci);
- kombinovani oblik nabavke (deo nabavke obavlja centralna nabavna služba, a deo pojedine službe u jedinicama, ustanovama).

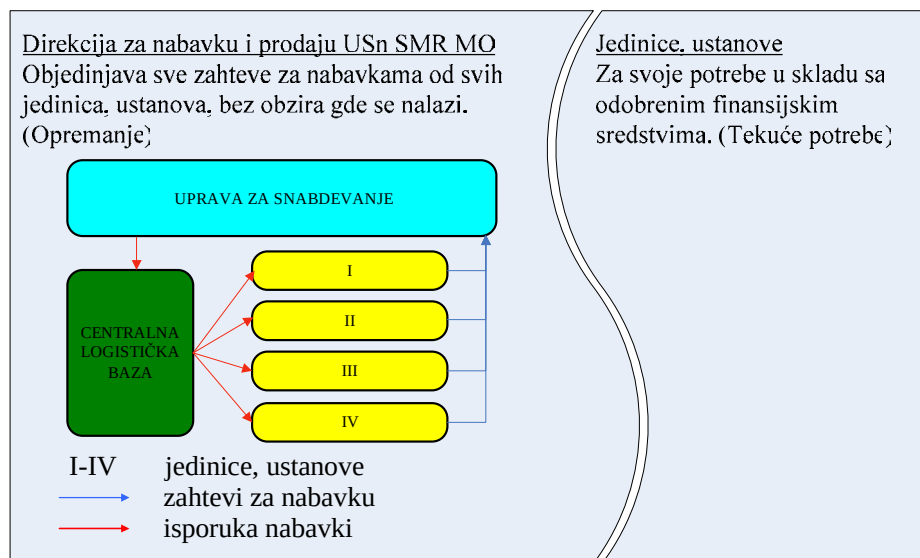
Nabavke u sistemu odbrane

U sistemu odbrane organizacija nabavke je kombinovanog oblika. To znači da deo nabavki obavlja centralna nabavna služba, a deo pojedine službe u jedinicama, ustanovama u skladu sa Odlukom o ovlašćenjima za raspolaganje i zamenu pokretnih stvari i nabavku radova i usluga u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije.⁷

Direkcija za nabavku i prodaju organizacione jedinice Ministarstva odbrane nadležne za snabdevanje (slika 2) objedinjuje sve zahteve za nabavkama od svih jedinica i ustanova, bez obzira na to gde se nalazi, i obavlja nabavku pokretnih stvari i usluga za potrebe korisnika sredstava u granicama odobrenih novčanih sredstava. Proces počinje sa pokretanjem zahteva

⁷ Odluka o ovlašćenjima za raspolaganje i zamenu pokretnih stvari i nabavku radova i usluga u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije, „Službeni vojni list“, br. 9/2010.

za nabavku iz jedinice prema Upravi za snabdevanje (ili preko funkcionalnog nosioca), koja realizuje nabavku, a prijem nabavljenih dobara obavlja Centralna logistička baza. Ona kasnije raspoređuje dobra jedinicama po potrebi. S druge strane, jedinice i ustanove, u skladu sa Odlukom o ovlašćenjima za raspolaganje i zamenu pokretnih stvari i nabavku radova i usluga u Ministarstvu odbrane i Vojski Srbije, za svoje potrebe, u granicama odobrenih novčanih sredstava, nabavljaju dobra, radove i usluge.



Slika 2 – Kombinovani oblik nabavke
Figure 2 – Combined form of procurement

Javnim nabavkama, pored osnovnog cilja – da se izabere najpovoljniji ponuđač, mora da se obezbedi pravi materijal u pravoj količini, pod pravim uslovima, u pravo vreme, iz pravih izvora, sa pravom uslugom i na pravom mestu. Izvršenje nabavki u sistemu odbrane je proces realizacije odobrenih budžetskih sredstava radi ispunjenja zadatih ciljeva. To je veoma složen proces, koji se pokreće referatom za nabavku. Referat može da pokrene funkcionalni nosilac ili jedinica kojoj su potrebna sredstva.

Nabavka sredstava obavlja se na osnovu plana nabavki dobara, usluga i radova koji odobrava ministar odbrane.

Načelna procedura nabavke

1. Nabavka se pokreće referatom o nabavci.
2. Donosi se odluka o pokretanju postupka.
3. Donosi se rešenje o obrazovanju komisije.

4. Izrađuje se konkursna dokumentacija sa sledećim elementima:
 - uputstvom ponuđačima kako da sačine ponudu;
 - tehničkom specifikacijom predmeta nabavke;
 - modelom obrasca za popunu podataka ponuđača;
 - obrascem ponude;
 - obrascem izjave da ponuđač ispunjava uslove predviđene čl. 44 i 45 *Zakona o javnim nabavkama* (da je firma registrovana za obavljanje delatnosti i da se ne vodi sudski spor po bilo kojem osnovu prema pravnom licu);
 - modelom ugovora.
5. Model ugovora se dostavlja u Direkciju za imovinsko-pravne poslove (u daljem tekstu DIPP).
6. Članovi komisija potpisuju saglasnost sa konkursnom dokumentacijom i izjave o sukobu interesa.
7. Radi se zahtev za ponude i dostavlja potencijalnim dobavljačima zajedno sa konkursnom dokumentacijom.
8. Vodi se zapisnik o javnom otvaranju.
9. Izrađuje se komisijski izveštaj sa predlogom najpovoljnijeg ponuđača.
10. Dostavlja se zapisnik o otvaranju ponuda svakom ponuđaču.
11. Izrađuje se odluka o dodeli ugovora.
12. Obaveštavaju se ponuđači o dodeli ugovora najpovoljnijem ponuđaču.
13. Izrađuje se nacrt ugovora.
14. Nacrt ugovora se dostavlja DIPP.
15. Potpisuje se ugovor.

Rad komisije za izvršenje nabavke i odabir najpovoljnijeg ponuđača

Nabavku obavlja komisija koju obrazuje ovlašćeno lice na osnovu Odluke o ovlašćenjima za raspolaganje i zamenu pokretnih stvari i nabavku radova i usluga u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije. Komisija se sastoji od neparnog broja članova, od kojih je jedan iz organizacione jedinice koja je nosilac izvršenja plana, jedan diplomirani ekonomista i jedan diplomirani pravnik. Komisija pribavlja pokretna sredstva prikupljanjem pisanih ponuda. Takođe, dužna je da sprovede sve predugovorne radnje i da o svom radu sačini izveštaj sa pregledom elemenata značajnih za delu ugovora i predlog odluke o najpovoljnijem ponuđaču.

Osnovni kriterijumi pri izboru su [4]: ponuđena cena, uslovi plaćanja, rok isporuke, tekući troškovi, troškovna ekonomičnost, kvalitet, tehničke i tehnološke prednosti, servisiranje, garantni period i vrsta garancije, obaveze u pogledu rezervnih delova, postgarancijsko održavanje i estetske i funkcionalne karakteristike. U slučaju da je predmet nabavke određen standardom nacionalne odbrane, osnovni kriterijum je cena.

Odluku o dodeli ugovora o nabavci donosi ministar, ili lice koje on ovlasti, na osnovu izveštaja komisije i predloga odluke o najpovoljnijem ponuđaču (ovlašćeno lice prema Odluci o ovlašćenjima). Na osnovu odluke o dodeli ugovora zaključuje se ugovor o nabavci sredstava.

Primena metode AHP na konkretnom primeru

Definisanjem kriterijuma za ocenjivanje ponuda u Zakonu o javnim nabavkama omogućena je primena višekriterijumskog odlučivanja, što može umnogome da olakša postupak odabira ponuđača. Naime, veći broj kriterijuma za ocenjivanje povećava verovatnoću odabira najpovoljnijeg ponuđača.

U radu će se razmatrati problem izbora najpovoljnijeg ponuđača između tri dobavljača koji su ispunili uslove zadate u konkursnoj dokumentaciji:

- dobavljač A,
- dobavljač B,
- dobavljač C.

Zbog ograničenog obima rada, pri izboru najpovoljnije ponude pošlo se od sledećih osnovnih kriterijuma:

- K1 – kvalitet,
- K2 – ponuđena cena,
- K3 – uslovi plaćanja,
- K4 – rok isporuke.

Ponude dobavljača po zadatim kriterijumima date su u tabeli 1.

Tabela 1
Table 1

Početna matrica za primenu AHP metode
Initial matrix for the application of the AHP method

Varijante	Kriterijumi			
	K1	K2	K3	K4
Dobavljač A	visok	800.000	unapred	20
Dobavljač B	srednji	900.000	gotovinski	40
Dobavljač C	nizak	600.000	virmanski	30

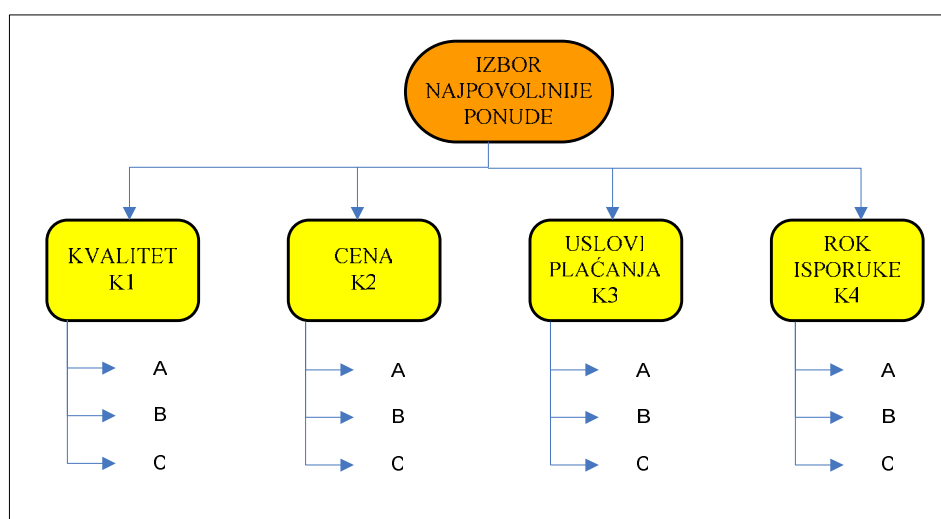
Podaci za konkretan primer višekriterijumske analize su kvantitativni (brojni) i kvalitativni (opisni), pa je neophodno da se izvrši odgovarajuća transformacija (tabela 2). Takođe, poželjno je da se izvrši transformacija i kada su podaci takve prirode da otežavaju rešavanje problema, kao što su veliki i mali brojevi. Za to se mogu koristiti linearne skale transformacija, poput najpoznatije skale devet tačaka.

Tabela 2
Table 2Transformisana matrica za primenu AHP metode
Transformed matrix for the application of the AHP method

Varijante	Kriterijumi			
	K1	K2	K3	K4
Dobavljač A	3	2	1	3
Dobavljač B	2	1	2	1
Dobavljač C	1	4	3	2
Wi	5	4	2	1

Pri definisanju težine (W_i) za svaki kriterijum, odnosno važnosti svakog kriterijuma u odnosu na druge, koriste se mišljenja eksperata, tj. lica koja učestvuju u javnim nabavkama (tabela 2).

Da bi se donela odluka primenom metode AHP, prvo se problem mora strukturirati (slika 3), tj. raščlaniti u seriju nivoa [2]. To je prva faza metode.

Slika 3 – Struktura problema primera u tabeli 1
Figure 3 – Structure of the problem given in Table 1

U drugoj fazi metode, na osnovu zadatih polaznih podataka, procenjuju se kriterijumi poređenjem u parovima. Rezultati poređenja prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3
Table 3Rezultati poređenja kriterijuma u parovima
Results of comparing criteria in pairs

	K1	K2	K3	K4
K1	1	5/4	5/2	5/1
K2	4/5	1	4/2	4/1
K3	2/5	2/4	1	2/1
K4	1/5	1/4	1/2	1

Treća faza počinje preradom matrice poređenja kriterijuma u parovima na sledeći način:

Tabela 4
Table 4Prerađena matrica kriterijuma u parovima
Revised criteria matrix in pairs

	K1	K2	K3	K4
K1	1,00	1,25	2,50	5,00
K2	0,80	1,00	2,00	4,00
K3	0,40	0,50	1,00	2,00
K4	0,20	0,25	0,50	1,00
Σ	2,40	3,00	6,00	12,00

Nakon toga, saberu se elementi po kolonama i dobiju sume svih kolona (tabela 4). Zatim se svaka vrednost elemenata matrice deli sa sumom kolone matrice u kojoj se nalazi i unosi u novu tabelu (tabela 5).

Tabela 5
Table 5Vrednost normalizovanog sopstvenog vektora
Value of the normalized eigenvector

	K1	K2	K3	K4	Σ	Normalizovani sopstveni vektor
K1	0,417	0,417	0,417	0,417	1,667	0,417
K2	0,333	0,333	0,333	0,333	1,333	0,333
K3	0,167	0,167	0,167	0,167	0,667	0,167
K4	0,083	0,083	0,083	0,083	0,333	0,083

Kada se izračuna suma svih elemenata po redovima, odredi se srednja vrednost svakog reda deljenjem sume sa brojem kriterijuma. Tako dobijene vrednosti su, u stvari, normalizovani sopstveni vektori, tj. na taj način je dobijeno učešće svakog kriterijuma u navedenom primeru.

Određivanje rešenja problema je četvrta faza metode. Ona se ogleda u procenjivanju svih varijanata u odnosu na pojedine kriterijume.

Vrednovanje ponuda u odnosu na kriterijum K1 (kvalitet): na osnovu dobijenih ponuda, procenjuju se varijante poređenjem u parovima i dobija polazna matrica data u tabeli 6.

Tabela 6
Table 6

Prerađena tabela vrednovanja ponuda
Processed table of bid evaluation

	A	B	C
A	1,00	1,50	3,00
B	0,67	1,00	2,00
C	0,33	0,50	1,00
Σ	2,00	3,00	6,00

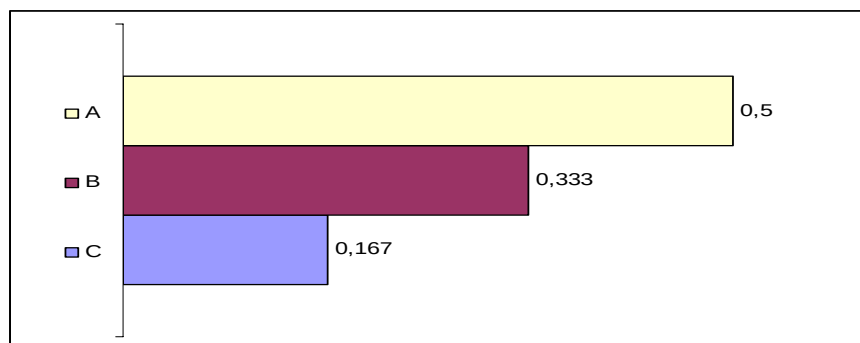
Sopstveni vektor, odgovarajućih sopstvenih vrednosti, računa se deljenjem svakog elementa matrice sa sumom svakog reda u tabeli 6. Na taj način se dobija nova matrica, koka je prikazana u tabeli 7.

Tabela 7
Table 7

Težinski koeficijenti ponuda po kriterijumu K1
Weights of the K1 criterion offer

	A	B	C	Σ	Sopstveni vektor
A	0,500	0,500	0,500	1,500	0,500
B	0,333	0,333	0,333	1,000	0,333
C	0,167	0,167	0,167	0,500	0,167

Redosled varijanata po prvom kriterijumu prikazan je na slici 4.



Slika 4 – Redosled varijanata po prvom kriterijumu
Figure 4 – Sequence of variants by the first criterion

Vrednovanje ponuda u odnosu na kriterijum K2 (ponuđena cena): na osnovu dobijenih ponuda, procenjuju se varijante poređenjem u parovima i dobija polazna matrica data u tabeli 8.

Tabela 8
Table 8

Prerađena tabela vrednovanja ponuda
Processed table of bid evaluation

	A	B	C
A	1,00	2,00	0,50
B	0,50	1,00	0,25
C	2,00	4,00	1,00
Σ	3,50	7,00	1,75

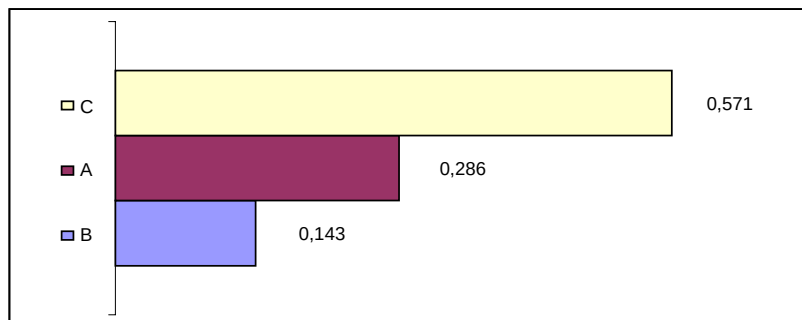
Sopstveni vektor, odgovarajućih sopstvenih vrednosti, računa se deljenjem svakog elementa matrice sa sumom svakog reda u tabeli 8. Tako se dobija nova matrica, koja je prikazana u tabeli 9.

Tabela 9
Table 9

Težinski koeficijenti ponuda po kriterijumu
Weights of the K2 criterion offer

	A	B	C	Σ	Sopstveni vektor
A	0,286	0,286	0,286	0,857	0,286
B	0,143	0,143	0,143	0,429	0,143
C	0,571	0,571	0,571	1,714	0,571

Redosled varijanata prema drugom kriterijumu prikazan je na slici 5.



Slika 5 – Redosled varijanata po drugom kriterijumu
Figure 5 – Sequence of variants by other criteria

Vrednovanje ponuda u odnosu na kriterijum K3 (uslovi plaćanja): na osnovu dobijenih ponuda, procenjuju se varijante poređenjem u parovima i dobija polazna matrica, koja je data u tabeli 10.

Tabela 10
Table 10

Prerađena tabela vrednovanja ponuda
Processed table of bid evaluation

	A	B	C
A	1,00	0,50	0,33
B	2,00	1,00	0,67
C	3,00	1,50	1,00
Σ	6,00	3,00	2,00

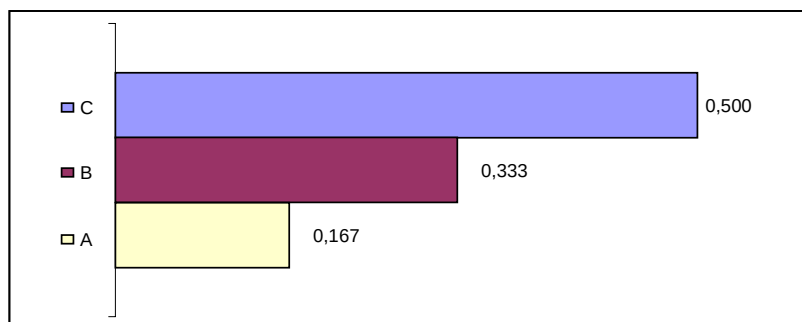
Sopstveni vektor, odgovarajućih sopstvenih vrednosti, računa se deljenjem svakog elementa matrice sa sumom svakog reda u tabeli 10 i dobija se nova matrica, koja je data u tabeli 11.

Tabela 11
Table 11

Težinski koeficijenti ponuda po kriterijumu K3
Weights of the K3 criterion offer

	A	B	C	Σ	Sopstveni vektor
A	0,167	0,167	0,167	0,500	0,167
B	0,333	0,333	0,333	1,000	0,333
C	0,500	0,500	0,500	1,500	0,500

Redosled varijanata prema trećem kriterijumu prikazan je na slici 6.



Slika 6 – Redosled varijanata po trećem kriterijumu
Figure 6 – Sequence of variants by the third criterion

Vrednovanje ponuda u odnosu na kriterijum K4 (rok isporuke): na osnovu dobijenih ponuda procenjuju se varijante poređenjem u parovima i dobija polazna matrica, koja je data u tabeli 12.

Tabela 12
Table 12

Prerađena tabela vrednovanja ponuda
Processed table of bid evaluation

	A	B	C
A	1,00	3,00	1,50
B	0,33	1,00	0,50
C	0,67	2,00	1,00
Σ	2,00	6,00	3,00

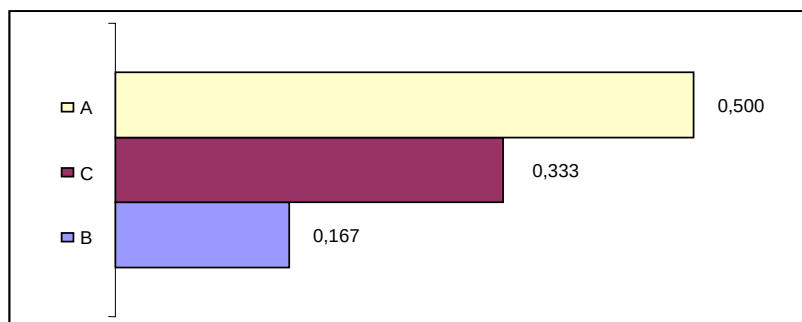
Sopstveni vektor, odgovarajućih sopstvenih vrednosti, računa se deljenjem svakog elementa matrice sa sumom svakog reda u tabeli 12 i dobija nova matrica, koja je data u tabeli 13.

Tabela 13
Table 13

Težinski koeficijenti ponuda po kriterijumu K4
Weights of the K4 criterion offer

	A	B	C	Σ	Sopstveni vektor
A	0,500	0,500	0,500	1,500	0,500
B	0,167	0,167	0,167	0,500	0,167
C	0,333	0,333	0,333	1,000	0,333

Redosled varijanata prema četvrtom kriterijumu prikazan je na slici 7.



Slika 7 – Redosled varijanata po četvrtom kriterijumu
Figure 7 – Sequence of bid variants by the fourth criterion

Težinski koeficijenti varijanata u okviru kriterijuma dati su u tabeli 14.

Tabela 14

Table 14

Težine varijanata u okviru kriterijuma
Weights of variants within criterion

	K1	K2	K3	K4
A	0,500	0,286	0,167	0,500
B	0,333	0,143	0,333	0,167
C	0,167	0,571	0,500	0,333
Težine kriterijuma	0,417	0,333	0,167	0,083

Nakon što su procenjene sve varijante po izabranim kriterijumima i unesene vrednosti u tabelu 14, pristupa se završnoj obradi podataka da bi se došlo do rešenja problema. Prvo je potrebno da se pomnoži sopstveni vektor varijante u okviru kriterijuma sa vrednošću težine kriterijuma, i to za sve kriterijume. Sabiranjem dobijenih vrednosti po redovima dobijaju se vrednosti ukupnih učešća za svaku varijantu na osnovu kojih se vrši rangiranje. Najbolji rang dobija varijanta sa najvećom ukupnom težinom.

Tabela 15

Table 15

Ukupne težine i rang varijanata
Total weight and rank of variants

	K1	K2	K3	K4	Σ	Rang
A	0,208	0,095	0,028	0,042	0,373	1
B	0,139	0,048	0,056	0,014	0,256	3
C	0,069	0,190	0,083	0,028	0,371	2

Komisija koja se formira na osnovu metode AHP lako dolazi do zaključka o tome koja je ponuda najprihvatljivija za organizaciju. U ovom slučaju najprihvatljivija je ponuda A.

Zaključak

Prilikom izbora najpovoljnijeg ponuđača komisija ili lice može da bude u velikoj dilemi koja je od ponuda bolja. Po jednom kriterijumu, ponuda A može da bude mnogo bolja od B, B nešto bolja od C, a varijanta C bolja od A, dok prema drugom kriterijumu može da bude potpuno drugačije. Kada se na sve to dodaju i kriterijumi koji nemaju jedinicu mere kao što je kvalitet, proces donošenja odluke je mnogo složeniji.

Cilj ovog istraživanja bilo je smanjenje sve češćeg subjektivnog odlučivanja, odnosno ostvarenje dovoljno objektivnog odlučivanja primenom strategije koja je zasnovana na višekriterijumskom odlučivanju.

Analitičko hijerarhijski proces, kao jedna od metoda višekriterijumskog odlučivanja, omogućava rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja za izbor najpovoljnije ponude. Na konkretnom primeru, ispitivanjem mogućnosti primene metode AHP u procesu donošenja odluke o izboru najpovoljnijeg ponuđača, ustanovljena je njena praktična primenljivost. Prednosti primene te metode ogledaju se u jednostavnom i brzom donošenju odluke, ali prvenstveno u tome što se može, u svakom trenutku, argumentovano opravdati prihvatljivost ponude.

Literatura

- [1] Rakić, B., *Ponašanje potrošača*, Megatrend univerzitet primenjenih nauka, Beograd, 2005.
- [2] Borović, S., Milić, M., *Zbirka zadataka iz odabranih oblasti operacionalnih istraživanja*, Vojna akademija, Beograd, 2001.
- [3] Borović, S., Tanašćuk, N., *Automatizovani sistem podrške odlučivanju u procesima javne nabavke*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 52, No. 1, pp. 9–26.
- [4] *Zakon o javnim nabavkama*, „Službeni glasnik Republike Srbije“, br. 116/08.
- [5] Tošev, D., Kankaraš, M., *Primena AHP metode u procesu donošenja odluke o najpovoljnijem dobavljaču*, Ekonomski fakultet, Zbornik radova SIM-OP-IS 2011, Zlatibor, str. 819–822.
- [6] *Odluka o ovlašćenjima za raspolaganje i zamenu pokretnih stvari i nabavku radova i usluga u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije*, „Službeni vojni list“, br. 9/2010.

MULTICRITERIA ANALYSIS IN PUBLIC PROCUREMENT

FIELD: Financial Mathematics

ARTICLE TYPE: Short Report

Summary:

The public procurement is one of the most important processes in modern company daily business. The quality of that process and its realization affect the overall company success and reputation. For that purpose, the management is obliged to prepare and carry out the procurement process carefully. The process is based on multicriteria tendering and the purpose of this paper is to present the analytical and hierarchical procurement methods in order to minimize failing in the selection and decision making process.

Introduction

Decision-making or a decision-making process is choosing between multiple-choice variants, with defined criteria, in order to achieve a particular goal. Therefore, there is a need to apply modern methods in decision-making. One of recently most used methods for multicriteria decision-making is the Analytic Hierarchy Process.

AHP method

The Analytical Hierarchy Process is the evaluation of decision criteria and variants in relation to objectives. The method is based on the fact that even a most complex problem can be broken down according to a hierarchical structure where the goal is at the top without comparing with any of the existing elements. The first level below is for criteria and variants are at the lower level of the hierarchy. First, weights of criteria are defined and then variants are compared in relation to the criteria to obtain the rank of variants and the solution of the problem.

Public procurement

Public procurement is the process of acquiring goods, works and services from the market to achieve the stated goals. The procedure itself is defined by the Law on Public Procurement.

Application of the AHP method to a concrete example

As one of the methods of multicriteria decision-making, the AHP enables solving problems of multi-criteria decision-making in choosing the best deals. The application of the AHP method is illustrated with an example.

Conclusion

The main objective of this study was to reduce the increasingly common way of subjective decision-making and to make it objective enough, using a strategy based on multi-criteria decision-making. The investigation of the applicability of the AHP method in the decision-making process on the selection of the winning bidder led to the establishment of its practical applicability.

Key words: AHP method, public purchase, decision making, criterion, variant.

Datum prijema članka: 03. 11. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 14. 12. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 16. 12. 2011.

STRUČNI ČLANCI PROFESSIONAL PAPERS

MOGUĆNOSTI PRIMENE VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE I METODA PROMETHEE NA PRIMERU IZBORA AVIONA

Drenovac Ž. *Aleksandar*, Vojska Srbije, 98. vazduhoplovna
brigada, 98.vazduhoplovnotehnički bataljon, Lađevci, Kraljevo,
Drenovac Ž. *Bratislav*, Vojska Srbije, Centar za obuku VIPVO,
Batajnica, Beograd

DOI:10.5937/vojtehg1203125D

OBLAST: matematika, računarske nauke – teorija odlučivanja
VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

U radu je pokazano da metoda PROMETHEE, koja spada u poznatije metode višekriterijumske optimizacije, može da se koristi kao generalizovani kriterijum u različitim situacijama odlučivanja o raznim problemima i na svim nivoima vojne organizacije. Primenom datih metoda može se pojednostaviti proces odlučivanja i obezbediti velika pouzdanost odluka Ministarstva odbrane i viših nivoa odlučivanja Vojske Srbije, pre svega u rešavanju bitnih višekriterijumskih problema.

Ključne reči: *višekriterijumska analiza, Promethee.*

Uvod

Odlučivanje u različitim strukturama i na različitim nivoima vojne organizacije jedan je od ključnih elemenata kojim se usmeravaju sve aktivnosti. Samim tim, veoma je važno da se donošenju odluka posveti potpuna pažnja radi donošenja najbolje i najcelishodnije odluke.

Teorija odlučivanja, kao specifična multidisciplinarna naučna grana, bavi se sintezom kvantitativnih (matematičke) metoda i konkretnih problemskih pokazatelja. Time se postiže primenljivost različitih metoda i tehnika odlučivanja u rešavanju problema različite prirode.

Proces odlučivanja sastoji se od više faza, koje čine karike u lancu, a svaka od njih ima svoje mesto i značaj. Svakoj fazi treba posvetiti potrebnu pažnju, tj. svaku treba obraditi dovoljno kvalitetno da bi na pravi način mogli da se reprezentuju njeni rezultati i da bi se omogućila efikasna realizacija naredne faze odlučivanja.

Savremeno poslovanje u svim oblastima društva odvija se u veoma složenim uslovima, koje karakterišu velika konkurencija i prilagođavanje standardima. Svaka organizacija ima ciljeve, a ciljevi su da se radi više, brže i bolje, i sa što manje troškova [1]. U takvim uslovima, donošenje odluke postaje svakim danom sve složenije, posebno zbog sve većih zahteva koji se postavljaju donosiocima odluke. S jedne strane, potrebno je ostvariti optimalne (tražene) parametre i, s druge strane, utrošak resursa svesti na najmanji mogući nivo.

Donosioci odluka se u većini slučajeva suočavaju sa većim brojem kriterijuma, koji mogu da budu i suprotstavljeni. U takvoj situaciji nije moguće donošenje odluka na osnovu intuicije i zaključaka zasnovanih na iskustvu, već se nameće potreba za sveobuhvatnim sagledavanjem problema i donošenjem optimalne odluke zavisno od jasnih pokazatelja.

S druge strane, potreba za merljivim parametrima i pokazateljima nameće potrebu da se određena stanja koja se izražavaju kvalitativnim (atributivnim) pokazateljima pretvore u brojčane podatke, kojima se jednostavnije operiše, odnosno da se kvantifikuju. U kvantifikaciji i modelovanju stanja nezamenljiva je uloga matematičkih modela. U procesu primene matematike u različitim naukama – matematizaciji, ostvaruje se prelaženje od apstraktnog ka konkretnom, kao i prenošenje metoda pri sistematizaciji i formalizaciji. Matematizacija nauka svodi se na prelaz od nedefinisanog ka definisanom, od manje definisanog ka više definisanom, pri čemu se pojavljuju pojmovi relativne i apsolutne istine [2]. Matematika se primenjuje i u mnogim slučajevima rešavanja problema u oblasti teorije odlučivanja.

Modeli koji su razvijeni u oblastima teorije odlučivanja omogućavaju rešavanja beskonačnog broja različitih višekriterijumskih problema, koji se javljaju u vojnim strukturama na svim nivoima – od osnovnih jedinica do Generalštaba i Ministarstva odbrane. Pored ostalog, mogu se primeniti u rešavanju problema nabavke, snabdevanja, transporta, finansija, održavanja i drugog.

Problemi višekriterijumskog odlučivanja

Kada je reč o brojnim situacijama i problemima, pre svega o poslovnim problemima u različitim oblastima, neophodno je rešavanje i donošenje odluka u okolnostima u kojima postoji više kriterijuma. U takvim situacijama potrebno je da se obavi detaljna i iscrpna analiza, što znači da se na osnovu analize svih kriterijuma, odnosno uporednih testova, dođe do optimalnog rešenja, tj. da se donese optimalna odluka. Da bi se to ostvarilo, potrebno je da se obavi selekcija i rangiraju rešenja [3].

Kriterijumi mogu da imaju različit karakter, što može značiti u takvim situacijama da povoljna varijanta može biti maksimum ili minimum koji ostvaruje data funkcija po datom kriterijumu. U realnom životu pod donošenjem odluke podrazumevaju se upravo takve situacije, u kojima će se po nekim kriterijumima zahtevati (tražiti, očekivati) maksimizacija, dok će se za neke druge zahtevati minimizacija. Takođe, bitno je da nije svaki od tih kriterijuma podjednako značajan, te ih kao takve i razmatramo.

Budući da je priroda nekih parametara takva da postoje u kvalitativnom obliku, potrebno je da se formiraju skale pomoću kojih će se izvršiti njihova kvantifikacija, odnosno datim atributima dodeliti brojčana vrednost.

Prethodnih godina je sve učestalije pominjan problem nabavke novih aviona za opremanje vazduhoplovstva, i on se sve više aktuelizuje zbog zastarelosti tehnike kojom naša vojska raspolaže. Taktička studija u kojoj su definisane potrebe Srbije za novim višenamenskim borbenim avionima izrađena je još 2008. godine [4].

Kada je u pitanju lovačka avijacija, razmatranja stručne javnosti svela su se na određene svetski poznate, renomirane proizvođače aviona i njihove modele: ruski *Suhoy Su-30*, švedski *Saab Gripen JAS 39*, američki *F-18*, francuski *Rafal* i „evropski“ *Eurofighter*. Stoga će dalja razmatranja biti zasnovana na modelu sa pet mogućih rešenja, označenih sa a_1 , a_2 , a_3 , a_4 i a_5 .

Sledeće što ćemo razmatrati jesu kriterijumi po kojima će se vrednovati navedeni vazduhoplovi i na osnovu kojih će se doneti odluka. Uzećemo sledeće kriterijume koji će nam biti važni za izbor: cenu, letne performanse, naoružanje, opremu, garantni rok i troškove održavanja. Jasno je da će određeni avioni biti u prednosti po određenim kriterijumima, dok će po nekim drugim biti u podređenom položaju u odnosu na druge avione.

U uslovima takvih neodređenosti, uloga donosioca odluke jeste da donese optimalnu odluku na osnovu razmatranja svih pozitivnih i negativnih (manje pozitivni) karakteristika određenog aviona. Tako neće postojati rešenje koje će po svim kriterijumima biti optimalno. S druge strane, ne može se odluka doneti samo na osnovu jednog kriterijuma, jer će i ostali biti značajni za njeno donošenje. Osnovni podaci (parametri) za takav višekriterijumski problem dati su u sledećoj tabeli [5].

Tabela 1

Opšti model višekriterijumske analize

Table 1

General model of multicriteria analysis

Kriterijumi Rešenja	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
a_1	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
a_2	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}	C_{25}
a_3	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	C_{35}
a_4	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}	C_{45}
a_5	C_{51}	C_{52}	C_{53}	C_{54}	C_{55}

Postavljanje osnovnih parametara

U tabeli su vertikalno (po koloni) data moguća rešenja (varijante, akcije), a horizontalno (vrste) – kriterijumi koji se razmatraju pri donošenju odluke. Budući da je reč o parametrima koji nisu sasvim merljivi, mora im se dati određena vrednost, koja može da se formira bodovanjem nekih relevantnih podataka ili uvođenjem skala.

Koeficijenti kriterijuma izbora

Tabela 2

Coefficients of choice criteria

Table 2

Kriterijumi Rešenja	Cena	Letne performanse	Naoružanje	Oprema	Troškovi održavanja	Garantni rok
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
a ₁	140	92	44	83	38	20
a ₂	180	88	45	88	39	20
a ₃	150	86	45	84	37	25
a ₄	130	83	47	86	40	18
a ₅	120	89	43	89	42	15

Jasno je da svaki kriterijum nije jednako značajan i da se ne može posmatrati ravnopravno sa ostalim kriterijumima. Na primer, s obzirom na to da je reč o veoma skupoj tehnici, cena može da bude opredeljujući kriterijum. Zbog toga se kriterijumima daju različiti „težinski koeficijenti“, čime im se pridaje odgovarajući značaj u donošenju odluke.

Tabeli je dodata još jedna vrsta koja reprezentuje prirodu kriterijuma, što znači da pokazuje da li je poželjno da se na tom kriterijumu ostvari maksimizacija ili minimizacija, odnosno da li je željeno rešenje da vrednost koeficijenta po tom kriterijumu bude što veća ili što manja.

Težinski koeficijenti kriterijuma

Tabela 3

Weight criteria coefficients

Table 3

Kriterijumi Rešenja	Cena	Letne performanse	Naoružanje	Oprema	Troškovi održavanja	Garantni rok
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
a_1	140	92	44	83	38	20
a_2	180	88	45	88	39	20
a_3	150	86	45	84	37	25
a_4	130	83	47	86	40	18
a_5	120	89	43	89	42	15
Težinski koeficijenti	0,30	0,10	0,18	0,17	0,13	0,12
Što veći (+) Što manji (-)	–	+	+	+	–	+

Iz tabele se može videti da se odluka o kupovini aviona ne može jednostavno doneti. Takođe, odluka se ne može doneti ni samo na osnovu jednog kriterijuma iako po tom kriterijumu jedno rešenje nadmašuje ostala rešenja (sigurno je da se nećemo upravljati samo prema najnižoj ceni ili prema najboljim letnim performansama).

Potrebno je da se usklade svi parametri i da se, na osnovu sinteze parametara, donese odluka koja nam najviše odgovara i koja se odnosi na optimalno rešenje. U idealnom slučaju, odluka bi se lako donela kada bi jedno rešenje bilo bolje od svih drugih po svim kriterijumima. Tada bi se imala idealna tačka, sa maksimumom po svim kriterijumima [3]. Međutim, takav slučaj je skoro nemoguć, ili se veoma retko javlja. Drugim rečima, ne postoji apsolutno najbolje rešenje. Na osnovu toga, mogu se definisati odnosi dominacije, tj. nadmoći među rešenjima po kriterijumima, tako što će se razmatrati vrednosti koeficijenata po istom kriterijumu za različita rešenja (ponuđene varijante, izbore – u datom slučaju modele aviona). Tako ćemo imati tri slučaja:

1. Ako je po svakom kriterijumu ($K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$), na primer, rešenje a_1 bolje ili jednako rešenju a_2 (po svim kriterijumima ostvaruje bolje koeficijente), a makar po jednom od kriterijuma a_1 bolje od a_2 , onda se može reći da a_1 dominira nad a_2 i pisati $a_1 Da_2$. U takvom slučaju izbor je jasan, budući da je jedno od rešenja potpuno dominantno u odnosu na drugo, ili na druga rešenja.

2. Ako su po svakom kriterijumu izbori a_1 i a_2 jednaki, onda se kaže da je a_1 indiferentno u odnosu na a_2 i piše $a_1 Ia_2$.

3. Ako je a_1 po nekom kriterijumu u prednosti u odnosu na a_2 , a po nekom drugom a_2 bolje od a_1 , onda se kaže da je a_1 nedominantno u od-

nosu na a_2 (a_1 ne dominira nad a_2) i piše a_1Na_2 . U tom slučaju su, zapravo, oba rešenja nedominantna, te se kvalitetna odluka ne može doneti samo na osnovu posmatranja date tabele.

Razlike koeficijenata

Kako bi se došlo do pouzdanijih pokazatelja vrednosti rešenja po svim kriterijumima, moraju se po svakom kriterijumu uporediti njihovi koeficijenti. Da bi se uporedila rešenja, treba napraviti po svakom kriterijumu razlike njihovih koeficijenata:

$$Dj(a_x, a_v) = C_j(a_x) - C_j(a_v). \quad (1)$$

Za svaki kriterijum oduzimaju se od koeficijenta najveće vrednosti za ostale koeficijente u toj koloni i na taj način upoređuju sva rešenja po datom kriterijumu. Na taj način, lako se može uočiti koje rešenje ima najveću (najpoželjniju) vrednost i koliko zaostaju ostala rešenja, tj. koliko su udaljena od najboljeg rešenja. Drugim rečima, apsolutna vrednost razlike pokazuje za koliko je najbolje rešenje bolje od nekog drugog. Tako se dobija nova matrica apsolutnih vrednosti razlike u odnosu na najbolje rešenje.

Razlike koeficijenata u odnosu na najbolji

Tabela 4

Differences in coefficients regarding the best one

Table 4

Kriterijumi Rešenja	Cena	Letne performanse	Naoružanje	Oprema	Troškovi održavanja	Garantni rok
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
a_1	20	<u>92</u>	3	6	1	5
a_2	60	4	2	1	2	5
a_3	30	6	2	5	<u>37</u>	<u>25</u>
a_4	10	9	<u>47</u>	3	3	7
a_5	<u>120</u>	3	4	<u>89</u>	5	10
Težinski koeficijenti	0,30	0,10	0,18	0,17	0,13	0,12
Što veći (+) Što manji (-)	Što manji	Što veći	Što veći	Što veći	Što manji	Što veći

Na tabeli se za svaki kriterijum jasno razlikuju rešenja koja su u prednosti u odnosu na ostala, odnosno koja se preferiraju po datom kriterijumu. Drugim rečima, na osnovu razlika između koeficijenata može da se odredi preferencija rešenja.

Funkcija preferencije

Na osnovu razlika među koeficijentima može da se formira funkcija preferencije rešenja koja će, zapravo, biti funkcija razlika koeficijenata:

$$P_j(a_x, a_y) = F[D_j(a_x, a_y)]. \quad (2)$$

Funkcija preferencije može da ima vrednosti između 0 i 1:

$$0 \leq P_j(a_x, a_y) \leq 1.$$

Optimalan grafik funkcije dobija se metodom najmanjih kvadrata, tako da su kvadrati odstupanja vrednosti od grafika optimalne funkcije minimalni. To znači da se za različite kriterijume mogu izabrati i različiti tipovi.

Čitav koncept funkcije preferencije navodi, praktično, na digitalizaciju podataka – svođenje na vrednosti 0 i 1, s tim što se javljaju i vrednosti između 0 i 1. Na taj način se suština svih poređenja u velikom broju slučajeva svodi na samo dva stanja, na: $P_j=1$, ako funkcija potpuno zadovoljava naše kriterijume u odnosu na druga rešenja, i $P_j=0$, ako funkcija uopšte ne zadovoljava kriterijume.

U praktičnim situacijama funkcija preferencije može da se izabere između vrednosti 0 i 1, i to tako što će se postaviti prag – granica razlike koeficijenata po određenom kriterijumu: ukoliko je razlika veća od određenog praga, funkciji preferencije treba dodeliti vrednost 1, a ako je razlika manja, funkciji preferencije se dodeljuje vrednost 0.

Prag razlike

Tabela 5

Difference threshold

Table 5

Kriterijumi Rešenja	Cena	Letne performanse	Naoružanje	Oprema	Troškovi održavanja	Garantni rok
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
a ₁	140	92	44	83	38	20
a ₂	180	88	45	88	39	20
a ₃	150	86	45	84	37	25
a ₄	130	83	47	86	40	18
a ₅	120	89	43	89	42	15
Težinski koeficijenti w _i	0,30	0,10	0,18	0,17	0,13	0,12
Što veći (+) Što manji (-)	-	+	+	+	-	+
Prag (Pr)	-25	5	3	3	-3	5

Iz toga se mogu dobiti vrednosti funkcije preferencije za date parametre upoređivanjem vrednosti sa visinom praga. Vrednostima koje ne zadovoljavaju kriterijum treba dodeliti vrednost funkcije preferencije '0', a ostalim vrednostima, koje zadovoljavaju kriterijum – linearnu vrednost funkcije preferencije, između nula i jedan. Na taj način u tabeli će se dobiti koeficijenti P_{11} , $P_{12} \dots P_{55}$.

Koeficienti i funkcija preferencije po kriterijumima K1, K2 i K3
Coefficients and preference function per criteria K1, K2 and K3

K ₁					K ₂					K ₃										
i	v	C ₁₁ (a _i)	C ₁₁ (a _v)	D	P	Pr	D	C ₁₁ (a _i)	C ₁₁ (a _v)	D	P	Pr	D	C ₁₁ (a _i)	C ₁₁ (a _v)	D	P	Pr		
1	1	140	140	0	-25	0	1	92	92	0	5	0	1	1	44	44	0	3	0	
1	1	140	180	-40	-25	1	1	2	92	88	4	5	1	1	2	44	45	-1	3	0
1	1	140	140	0	-25	0	1	3	92	86	6	5	1	1	3	44	45	-1	3	0
1	4	140	130	10	-25	0	1	4	92	83	9	5	1	1	4	44	47	-3	3	0
1	5	140	120	20	-25	0	1	5	92	89	3	5	0,6	1	5	44	43	1	3	0,3
2	1	180	140	40	-25	0	2	1	88	92	-4	5	0	2	1	45	44	1	3	0,3
2	2	180	18	0	-25	0	2	2	88	88	0	5	0	2	2	45	45	0	3	0
2	3	180	140	40	-25	0	2	3	88	86	2	5	0,4	2	3	45	45	0	3	0
2	4	180	130	50	-25	0	2	4	88	83	5	5	1	2	4	45	47	-2	3	0
2	5	180	120	60	-25	0	2	5	88	89	-1	5	0	2	5	45	43	2	3	0,7
3	1	150	140	10	-25	0	3	1	86	92	-6	5	0	3	1	45	44	1	3	0,3
3	2	150	180	-30	-25	1	3	2	86	88	-2	5	0	3	2	45	45	0	3	0
3	3	150	140	10	-25	0	3	3	86	86	0	5	0	3	3	45	45	0	3	0
3	4	150	130	20	-25	0	3	4	86	83	3	5	0,6	3	4	45	47	-2	3	0
3	5	150	120	30	-25	0	3	5	86	89	-3	5	0	3	5	45	43	2	3	0,7
4	1	130	140	-10	-25	0,4	4	1	83	92	-9	5	0	4	1	47	44	3	3	1
4	2	130	180	-50	-25	1	4	2	83	86	-3	5	0	4	2	47	45	2	3	0,7
4	3	130	140	-10	-25	0,4	4	3	83	88	-5	5	0	4	3	47	45	2	3	0,7
4	4	130	130	0	-25	0	4	4	83	83	0	5	0	4	4	47	47	0	3	0
4	5	130	120	10	-25	0	4	5	83	89	-6	5	0	4	5	47	43	4	3	1
5	1	120	140	-20	-25	0,8	5	1	89	92	-3	5	0	5	1	43	44	-1	3	0
5	2	120	180	60	-25	1	5	2	89	86	3	5	0,6	5	2	43	45	-2	3	0
5	3	120	140	-20	-25	0,8	5	3	89	88	1	5	0,2	5	3	43	45	-2	3	0
5	4	120	130	-10	-25	0,4	5	4	89	83	6	5	1	5	4	43	47	-4	3	0
5	5	120	120	0	-25	0	5	5	89	89	0	5	0	5	5	43	43	0	3	0

K ₄						K ₅						K ₆								
i	v	C _{II} (a _l)	C _{III} (a _v)	D	Pr	P	i	v	C _{II} (a _l)	C _{III} (a _v)	D	Pr	P	i	v	C _{II} (a _l)	C _{III} (a _v)	D	Pr	P
1	1	83	83	0	3	0	1	1	38	38	0	-3	0	1	1	20	20	0	5	0
1	1	83	88	-5	3	0	1	2	38	39	-1	-3	0,3	1	2	20	20	0	5	0
1	2	83	84	-1	3	0	1	3	38	37	1	-3	0	1	3	20	25	-5	5	0
1	4	83	86	-3	3	0	1	4	38	40	-2	-3	0,7	1	4	20	18	2	5	0,4
1	5	83	89	-6	3	0	1	5	38	42	-4	-3	1	1	5	20	15	5	5	1
2	1	88	83	5	3	1	2	1	39	38	1	-3	0	2	1	20	20	0	5	0
2	2	88	88	0	3	0	2	2	39	39	0	-3	0	2	2	20	20	0	5	0
2	3	88	84	4	3	1	2	3	39	37	2	-3	0	2	3	20	25	-5	5	0
2	4	88	86	2	3	0,7	2	4	39	40	-1	-3	0,3	2	4	20	18	2	5	0,4
2	5	88	89	-1	3	0	2	5	39	42	-3	-3	1	2	5	20	15	5	5	1
3	1	84	83	1	3	1	3	1	37	38	-1	-3	0,3	3	1	25	20	5	5	1
3	2	84	88	-4	3	0	3	2	37	39	-2	-3	0,7	3	2	25	20	5	5	1
3	3	84	84	0	3	0	3	3	37	37	0	-3	0	3	3	25	25	0	5	0
3	4	84	86	-2	3	0	3	4	37	40	-3	-3	1	3	4	25	18	7	5	1
3	5	84	89	-1	3	0	3	5	37	42	-5	-3	1	3	5	25	15	10	5	1
4	1	86	83	3	3	1	4	1	40	38	2	-3	0	4	1	18	20	-2	5	0
4	2	86	84	2	3	0,7	4	2	40	39	1	-3	0	4	2	18	20	-2	5	0
4	3	86	88	-2	3	0	4	3	40	37	3	-3	0	4	3	18	25	-7	5	0
4	4	86	86	0	3	0	4	4	40	40	0	-3	0	4	4	18	18	0	5	0
4	5	86	89	-3	3	0	4	5	40	42	-2	-3	0,7	4	5	18	15	3	5	0,6
5	1	89	83	6	3	1	5	1	42	38	4	-3	0	5	1	15	20	-5	5	0
5	2	89	84	5	3	1	5	2	42	39	3	-3	0	5	2	15	20	-5	5	0
5	3	89	88	1	3	0,3	5	3	42	37	5	-3	0	5	3	15	25	-10	5	0
5	4	89	86	3	3	1	5	4	42	40	2	-3	0	5	4	15	18	-3	5	0
5	5	89	89	0	3	0	5	5	42	42	0	-3	0	5	5	15	15	0	5	0

Agregatni indeks preferencije

Na osnovu podataka težinskog koeficijenta određenog kriterijuma i funkcije preferencije formira se agregatni indeks preferencije. On pokazuje u kojem stepenu jedno rešenje nadmašuje drugo, odnosno koliko se više preferira jedno nego drugo rešenje, što znači da je agregatni indeks preferencije uvek pozitivan. Agregatni indeks se i dobija kao proizvod koeficijenta preferencije i težinskog koeficijenta. Budući da je reč o agregatnom indeksu preferencije, jasno je da se u tom slučaju sumiraju koeficijenti preferencije ponderisane težinskim koeficijentima. Po nekim kriterijumima može da bude bolje jedno rešenje, a po nekim drugim kriterijumima – neko drugo rešenje, a samim tim i preferencija nekog od rešenja. Vrednost agregatnog indeksa preferencije je između 0 i 1. To znači da će se, pri poređenju rešenja, u nekim slučajevima više preferirati rešenje a_x u odnosu na a_y , ali i da će biti slučajeva kada će se više preferirati a_y u odnosu na a_x . Prilikom poređenja rešenja, zbir njihovih ponderisanih agregatnih indeksa dobija vrednosti između 0 i 1, uključujući i te vrednosti. Vrednost 0 imao bi u slučaju da su rešenja bila jednaka po svim kriterijumima, te bi na taj način i razlika bila jednaka nuli, a vrednost 1 ako bi po svakom kriterijumu jedno rešenje nadmašilo drugo. Agregatni indeks preferencije rešenja a_x u odnosu na rešenje a_y označićemo sa $IP(a_x, a_y)$, a agregatni indeks preferencije rešenja a_y u odnosu na a_x sa $IP(a_y, a_x)$.

Navedeni slučaj se može ilustrovati i na sledeći način: kad bi jedno rešenje bilo bolje od drugog u 70% slučajeva, njegov indeks bi bio 0,7; tada bi drugo rešenje bilo bolje u 30% situacija, pa bi njegov indeks iznosio 0,3.

Agregatni indeks preferencije dobija se kao suma proizvoda funkcije (koeficijenta) preferencije i težinskog koeficijenta. Budući da će funkcija preferencije praktično imati vrednosti 0 ili 1, to će značiti i da će agregatni indeks biti suma nula i vrednosti težinskog koeficijenta. Samim tim, on može imati maksimalnu vrednost 1 i minimalnu 0.

$$IP(a_x, a_y) = \sum P_j(a_x, a_y) \cdot w_j \quad (3)$$

Agregatni indeksi preferencije

Tabela 8

Agregate preference index

Table 8

IP	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
a_1	0	0,44	0,08	0,24	0,36
a_2	0,22	0	0,21	0,31	0,37
a_3	0,38	0,68	0	0,31	0,38
a_4	0,47	0,54	0,25	0	0,34
a_5	0,41	0,53	0,31	0,29	0

Koeficijenti ulaznog i izlaznog toka

Na osnovu izračunatih kumulativnih indeksa preferencije može se doći do vrednosti ulaznog, izlaznog, i čistog toka. Koeficijent ulaznog toka za određeno rešenje određuje se iz zbira indeksa preferencije tog rešenja u odnosu na ostala rešenja; koeficijent izlaznog toka za određeno rešenje određuje se iz zbira indeksa preferencije ostalih rešenja u odnosu na to rešenje; a koeficijent čistog toka dobija se kao razlika koeficijenta ulaznog toka i koeficijenta izlaznog toka [6,7].

Koeficijent ulaznog toka rešenja a_i računa se kao:

$$T^+(a_i) = \frac{\sum IP(a_i, a_v)}{n-1} \quad (4)$$

Koeficijent izlaznog toka rešenja a_i računa se kao:

$$T^-(a_i) = \frac{\sum IP(a_v, a_i)}{n-1} \quad (5)$$

Koeficijent čistog toka rešenja a_i računa se kao:

$$T(a_i) = T^+(a_i) - T^-(a_i) \quad (6)$$

Tabela 9

Koeficijenti ulaznog i izlaznog toka
Coefficients of input and outgoing flows

Table 9

IP	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	T^+	T
a_1	0	0,44	0,08	0,24	0,36	0,28	- 0,09
a_2	0,22	0	0,21	0,31	0,37	0,27	- 0,28
a_3	0,38	0,68	0	0,31	0,38	0,44	+ 0,23
a_4	0,47	0,54	0,25	0	0,34	0,40	+ 0,11
a_5	0,41	0,53	0,31	0,29	0	0,39	+ 0,03
T^-	0,37	0,55	0,21	0,29	0,36		

Metode PROMETHEE

Jedan od pogodnih alata za rangiranje rešenja predstavljaju i PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations) metode, čije je osnove razvio Brans (1982), sa proširenjem koje su uneli Brans i Vinke (1985) i dodatnim dopunama koje su dali Brans i Maršal (1994). Osnovna namena metoda jeste rangiranje rešenja višekriterijumskih problema.

Metoda PROMETHEE I

Na osnovu koeficijenata ulaznih i izlaznih tokova, metoda Promethee može da se primeni i za parcijalno poređenje dobijenih rezultata. Rešenja se najlakše upoređuju posmatranjem, odnosno upoređivanjem ulaznih i izlaznih tokova. Naime, određeno rešenje nadmašuje neko drugo ukoliko mu je koeficijent ulaznog toka veći nego koeficijent ulaznog toka drugog rešenja, i ako mu je, u isto vreme, koeficijent izlaznog toka manji nego koeficijent izlaznog toka drugog rešenja [8]. Slučaj nadmašivanja označićemo brojem 1, a slučaj nenadmašivanja sa 0.

Poredak rešenja po metodi Promethee I

Tabela 10

Order of solutions by the Promethee I method

Table 10

Rešenja	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	Nadmašuje	Rang
a ₁	*	1	0	0	0	1	<u>4</u>
a ₂	0	*	0	0	0	0	<u>5</u>
a ₃	1	1	*	1	1	4	<u>1</u>
a ₄	1	1	0	*	1	3	<u>2</u>
a ₅	1	1	0	0	*	2	<u>3</u>

Metoda PROMETHEE II

Na sličan način kao u slučaju Promethee I, pomoću metode Promethee II rangiraju se rešenja, ali po vrednosti čistog toka. U tom slučaju u razmatranje se uzimaju samo konačne vrednosti koeficijenata čistog toka, tako da se jednostavno rangiraju po tim vrednostima od najviše ka najnižoj.

Poredak rešenja po metodi Promethee II

Tabela 11

Order of solutions by the Promethee II method

Table 11

Rešenja	aa ₁	aa ₂	aa ₃	aa ₄	aa ₅	Nadmašuje	Rang
a ₁	*	1	0	0	0	1	<u>4</u>
a ₂	0	*	0	0	0	0	<u>5</u>
a ₃	1	1	*	1	1	4	<u>1</u>
a ₄	1	1	0	*	1	3	<u>2</u>
a ₅	1	1	0	0	*	2	<u>3</u>

Metoda PROMETHEE III

Za razliku od metoda Promethee I i II, metoda Promethee III daje intervalni poredak rešenja, i to tako što se najpre definišu granice intervala svakog rešenja, a zatim se poredak rešenja konstruiše na osnovu preklapanja intervala vrednosti čistog toka. Drugim rečima, za svako rešenje se određuju granice čistog toka, i to početna $A(a_i)$ i krajnja $B(a_i)$ granica intervala. Za tu metodu ćemo slučaj nadmašivanja definisati nešto drugačije: ukoliko se intervali ne preklapaju, onda jedno rešenje nadmašuje drugo, a ukoliko ima preklapanje intervala (takvog da se intervali preklapaju, ali da nije jedan potpuno sadržan u drugom), onda se kaže da su rešenja indiferentna.

Granice intervala rešenja a_i računamo kao:

– početna:

$$A(a_i) = R_{sr}(a_i) - \alpha_a \cdot \sigma_a(a_i); \quad (7)$$

– krajnja:

$$B(a_i) = R_{sr}(a_i) + \alpha_a \cdot \sigma_a(a_i). \quad (8)$$

Gde je:

$R_{sr}(a_i)$ – srednja vrednost čistog toka rešenja a_i , koja se računa kao:

$$R_{sr}(a_i) = \frac{\sum [IP(a_i, a_v) - IP(a_v, a_i)]}{n-1}, \quad (9)$$

σ_a – standardna greška raspodele vrednosti kumulativnog indeksa preferencije:

$$\sigma_a = \frac{\sum [IP(a_i, a_v) - IP(a_v, a_i) - R_{sr}(a_i)]^2}{n-1}, \quad (10)$$

$\alpha_a = 0,15$.

Za svako rešenje računa se srednja vrednost čistog toka koja se kasnije koristi za izračunavanje standardne greške. Iz izraza za granice intervala vidi se da su one raspoređene simetrično u odnosu na srednju vrednost čistog toka R_{sr} , i to tako što su od nje udaljene na levu i desnu stranu za proizvod $\alpha_a \cdot \sigma_a(a_i)$.

Granice i poredak rešenja po metodi Promethee III

Tabela 12

Borders and order of solutions by the Promethee III method

Table 12

a_i	$R_{Sr}(a_i)$	$\sigma_a(a_i)$	$A(a_i)$	$B(a_i)$	Nadma-šuje	Rang
a_1	-0,1450	0,2493	-0,1823	-0,1076	1	4
a_2	-0,2700	0,2747	-0,3112	-0,2288	0	5
a_3	0,2250	0,2424	0,1886	0,2614	4	1
a_4	0,1125	0,1349	0,0923	0,1327	3	2
a_5	0,0225	0,0919	0,0087	0,0363	2	3

Na osnovu dobijenih rezultata, granice intervala se mogu i grafički prikazati. Iz grafika 1 može se videti i raspored intervala za svako rešenje, kao i nadmoćnost određenog rešenja u odnosu na druga rešenja.

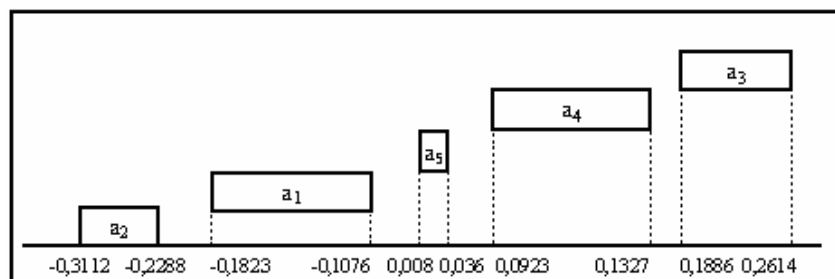
Sa date slike vidi se kako rešenje a_3 nadmašuje sva ostala rešenja (sva četiri); rešenje a_4 nadmašuje rešenja a_2 i a_5 , a sa rešenjem a_4 preklapa se na jednom delu; rešenje a_1 nadmašuje rešenja a_2 i a_5 , a rešenje a_5 nadmašuje samo rešenje rešenja a_2 , koje je i najslabije rangirano.

Grafik 1

Poredak rešenja prema granicama intervala

Graph 1

Order of solutions by the borders of intervals



Zaključak

Višekriterijumska analiza se svakim danom, sve više, pokazuje kao neizostavna u svim poslovnim aktivnostima u različitim oblastima društva, te stoga ima i sve veći značaj u procesu odlučivanja. Naime, veoma važne odluke se često i ne mogu doneti sa sigurnošću samo na osnovu intuitivnih zaključaka, niti na osnovu površnih pokazatelja.

Kao veoma moćan instrument za poređenje ponuđenih rešenja i za izbor najboljeg, višekriterijumska analiza je nezaobilazan činilac u svim odlukama u savremenom upravljanju sistemima. Uz manje zanemariva-

nje obrađenih matematičkih modela, neizostavna je i u donošenju odluka na svim nivoima komandovanja u jedinicama i ustanovama Vojske Srbije.

Višekriterijumske analize ne moraju da se primenjuju samo u poslovnim procesima već i u svim mogućim situacijama u kojima se nudi više mogućnosti i, prilikom izbora, razmatra više kriterijuma. U svakom slučaju, nikada se ne razmatra samo jedan kriterijum, već se oslanja na sintezu kriterijuma. Veoma pogodan alat za takvu analizu su i metode Promethee, koje daju veoma pouzdane pokazatelje.

Navedeni primer je i jasan pokazatelj analize koja je dovela do optimalnog rešenja, dok bi se samo na osnovu posmatranja koeficijenata po datim parametrima mogao doneti pogrešan zaključak. Prilikom analize veoma je važno da se dobro postave kriterijumi, ali i da se definišu vrednosti parametara i težina datog parametra za donošenje odluke. Zbog svega toga, donosilac odluke treba da sagleda u potpunosti, na pravi način, sva moguća rešenja, izvrši kvalitetnu analizu i, na osnovu razmatranja svih kriterijuma, donese optimalnu odluku.

U budućnosti će se donošenje odluka na svim nivoima zasnivati na višim ili nižim nivoima višekriterijumske analize, ali će ona svakako biti važan činilac u donošenju odluke.

Veoma jednostavno mogu da se kreiraju i računarski modeli za realizaciju procesa donošenja odluke u višekriterijumskim problemima zasnovane na navedenim modelima. Time se, posebno u Ministarstvu odbrane i na višim nivoima odlučivanja Vojske Srbije, pojednostavljuje odlučivanje u bitnim situacijama i obezbeđuje pouzdanost argumentima odluke.

Literatura

- [1] Andrejić, M., Đorović, B., Pamučar, D., Upravljanje projektima po pristupu projekt menadžmenta, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 2, pp. 142-143, ISSN 0042-8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2011.
- [2] Jelenković, N., Matematika u vojno-tehničkim dostignućima, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 58, No. 4, pp. 172-175, ISSN 0042-8469, UDC 623:51, Beograd, 2010.
- [3] Brans, J. P., Vincke, P., Mareschal, B., How to select and how to rank projects: The Promethee method, European Journal of Operational Research - EJOR, Vol. 24, No. 2, pp. 228-238, 1986.
- [4] <http://www.rts.rs/page/stories/sr/story/125/Društvo/748586/Novi+avioni+za+Vojsku+Srbije.html> (Novi avioni za Vojsku Srbije). Datum preuzimanja: 29. 10. 2011.
- [5] Borović, S., Miličević, M., *Zbirka odabranih poglavlja iz operacionih istraživanja*, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1991.
- [6] Brans, J. P., Vincke, P., Mareschal, B., Multicriteria analysis: survey and new directions, , vol. 8, no. 3, pp. 207-218, 1981.
- [7] Čupić, M., Tumala, V. M. R., *Savremeno odlučivanje*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 1997.
- [8] <http://www.inf.unideb.hu/valseg/dolgozok/anett.racz/docs/DSS/Promethee.pdf> (Promethee methods, Brans J. P., Mareschal B.). Datum preuzimanja: 05. 08. 2011.

POSSIBILITIES OF THE APPLICATION OF MULTICRITERIA ANALYSIS AND PROMETHEE METHODS, ON AN EXAMPLE OF AIRCRAFT CHOICE

FIELD: Mathematics, Computer Sciences – Decision-making Theory

ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary:

This paper proves that the application of the PROMETHEE method, one of better known methods of multicriteria optimization, can be used as a generalized criterion for many different situations when solving diverse problems and at all levels of the military organization. The decision-making process can be simplified, resulting in a higher level of reliability of decisions of the Ministry of Defence and higher levels of command in Serbian Armed Forces while solving important multicriteria problems above all.

Problems of multicriteria decision-making

Numerous situations and problems, mainly business ones in different fields, require decision-making in circumstances involving a number of criteria. Such situations require detailed and comprehensive analyses leading towards an optimum solution based on the analysis of all criteria and comparative tests.

Criteria can be of different nature, meaning that, in particular situations, a favourable variant can be the maximum or the minimum of a particular function by certain criteria. This especially applies to real life situations where in decision-making either maximisation or minimisation can be asked for. It is very important to point out that not all the criteria are of the same importance in this process.

Defining essential parameters

Since parameters cannot be entirely measured, certain values are assigned to them on the basis of relevant data ranking or scale introduction. Since not all criteria have the same importance, different weight coefficients are assigned to different criteria. They are non-negative numbers, independent from the measurement units of the criteria. The higher the weight, the more important the criterion is. A decision cannot be made only on one criterion, but it has to be the best decision, an optimum solution surpassing the other ones.

Differences between coefficients

In order to obtain relevant information on the value of solutions, their coefficients have to be compared by all criteria. Therefore, we will find differences between their coefficients per all criteria.

Preference function

Based on the difference between coefficients, we can make the preference function of solutions, which represents a function of the difference between coefficients.

Aggregated preference index

Using weight coefficients and the preference function, the aggregate preference index can be formed. It shows to what extent one solution surpasses another one, i.e. how much one solution is preferred to another one. In most of the cases, there are criteria for which one solution is better than the other one, as well as criteria for which the second solution is better than the first one - consequently, their aggregated preference indexes are always positive.

Coefficients of input, output and clear flows

Based on calculated cumulative preference indexes, coefficients of input, output and clear flows can be obtained. The coefficient of input flow for a particular solution is obtained out of the sum of preference indexes of that solution with regard to other solutions; the coefficient of output flow is obtained out of the sum of preference indexes of other solutions with regard to that one; and, the coefficient of clear flow is obtained as a difference between input and output flows.

The Promethee methods

The PROMETHEE methods were developed by J.P. Brans and presented for the first time in 1982. Brans and Vincke improved it in 1985, and Brans and Mareschal gave further additions in 1994. The primary purpose of these methods is ranking solutions of multicriteria problems.

The Promethee I method

The PROMETHEE I partial ranking is obtained from the input and output flows. Both flows do not usually induce the same rankings.

The Promethee II method

Similarly to the PROMETHEE I, the PROMETHEE II is designed for ranking solutions, but from clear flows.

The PROMETHEE III method

Differently from the Promethee I and Promethee II methods, the Promethee III gives the solution interval ranking. For each solution interval borders are defined, and based on that analysis the solutions are ranked.

Conclusion:

It is clear that, in the future, decision-making at all levels will be based on higher or lower levels of multicriteria analysis.

As a powerful instrument for the comparison of offered solutions and the choice of the best possible one, the multicriteria analysis is a necessary factor in all decision making processes in modern system management. It is also unavoidable in decision-making at all command levels in Serbian Armed Forces, regardless of slight neglecting of processed mathematical models.

It is very simple to create and compute models for the realisation of decision-making processes for multicriteria problems, based on the given models. Decision-making in the Ministry of Defence and at higher command levels of Serbian Armed Forces thus becomes simplified and more reliable.

Keywords: Multicriteria analysis, Promethee

Datum prijema članka: 13. 09. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 29. 10. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 30. 10. 2011.

DIZAJNIRANJE ORGANIZACIONE STRUKTURE UPRAVNIH ORGANA LOGISTIKE KORIŠĆENJEM FUZZY PRISTUPA

Pamućar S. *Dragan*, Univerzitet odbrane u Beogradu,
Vojna akademija, Dekanat, Beograd,
Vasin T. *Ljubislav*, Univerzitet odbrane u Beogradu,
Vojna akademija, Katedra logistike, Beograd,
Đorović D. *Boban*, Univerzitet odbrane u Beogradu,
Vojna akademija, Dekanat, Beograd,
Lukovac M. *Vesko*, Univerzitet odbrane u Beogradu,
Vojna akademija, Katedra logistike, Beograd

DOI:10.5937/vojtehg1203143P

OBLAST: operaciona istraživanja
VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

U radu je prikazan model za dizajniranje organizacione strukture upravnih organa logistike. Na osnovu primene datog modela predložene su varijante organizacione strukture s obzirom na činjenicu da upravni organi treba da budu dizajnirani i dimenzionisani tako da mogu da ispune svoje osnovne ciljeve i zadatke. Upravni organi treba svaki dobijeni zadatak kvalitetno i pouzdano da obave u svim uslovima okruženja. Pošto većinu prikupljenih podataka tokom proučavanja organizacione strukture karakteriše visok stepen neizvesnosti, subjektivnosti i neodređenosti, za prikaz opisanih neizvesnosti i neodređenosti korišćena je fuzzy logika. Fuzzy lingvističkim deskriptorima opisani su kriterijumi koji su korišćeni za vrednovanje predloženih alternativa. Na taj način, pomoću fuzzy logike, omogućena je eksploatacija tolerancije koja se javlja u slučaju nepreciznosti, nejasnoće i parcijalne istinitosti dobijenih rezultata istraživanja.

Ključne reči: dizajniranje organizacije, fuzzy logika, organizaciona struktura, višekriterijumsko odlučivanje.

Uvod

Odgovarajućim organizacionim rešenjima mogu da se ostvare uštede ili poveća efikasnost funkcionisanja sistema. Pod organizacionim rešenjem nekog problema podrazumeva se čitava kompozicija rešenja sa aspekta brojnih struka i naučnih disciplina. Dinamičnost okruže-

nja dovela je do shvatanja da je organizacija, pored opreme, tehnologije i kadrova, značajan resurs jer objedinjava i čini svrsishodnim sve resurse. Dizajniranje organizacije, a posebno faza izrade modela organizacije, veoma je složen proces, u kojem treba ponuditi optimalna organizaciona rešenja. Zbog toga se za dizajniranje organizacije koristi veliki broj metoda. Najviše se primenjuju klasične metode, metode operacionih istraživanja, sistemska analiza, kompleksna analitička metoda, grafičko-matrična metoda i kompleksna matrična metoda.

Prilikom dizajniranja optimalnog rešenja organizacione strukture ne mogu se uvek uključiti svi bitni elementi u redosled koji ima kompleksnost i dobro strukturiran zadatak. Primenom sistemske analize posmatraju se svi elementi koji utiču na ponašanje sistema i u okviru nje se koriste metode operacionih istraživanja i druge nekvantitativne metode. Takav pristup korišćen je i u ovom radu, u kojem je prikazan model za dizajniranje organizacione strukture sa alokacijom resursa. U prikazanom modelu se podrazumeva proučavanje postojeće organizacione strukture logističkog bataljona, organizacionih postupaka i organizacionih sredstava i analiziranje prikupljenih podataka. Većinu prikupljenih podataka tokom proučavanja postojeće organizacione strukture karakteriše visok stepen neizvesnosti, subjektivnosti i neodređenosti, pa je za prikaz opisanih neizvesnosti i neodređenosti korišćena fuzzy logika.

U radu je, polazeći od relevantnih teorijskih pristupa i osnovnih postavki opšte teorije sistema, izvršeno istraživanje problema dizajniranja organizacionih struktura i razvijen model za izbor optimalne varijante organizacije koji je zasnovan na fuzzy logici. Izbor modela organizacije obavlja se primenom fuzzy višekriterijumskog odlučivanja i standardnih tehnika višekriterijumskog odlučivanja.

Model dizajniranja organizacione strukture

Pod dizajniranjem organizacione strukture podrazumeva se definisanje modela za utvrđivanje broja izvršilaca po kvalifikacijama i modela za vrednovanje predloženih varijanata organizacione strukture.

Izrada modela za određivanje potrebnog broja izvršilaca

Osnovne postavke ovog modela, polazeći od postavljenih ciljeva, čini definisanje kompleksa poslova koji se moraju obaviti na različitim nivoima organizacione strukture da bi se realizovali postavljeni ciljevi. Razra-

dom i analizom tih skupova poslova određuje se potrebno vreme za obavljanje određene aktivnosti. Postupak se odvija kroz sledeće faze:

- definisanje funkcija organizacione strukture,
- podelu funkcija na poslove,
- dekompoziciju poslova na aktivnosti, kao konkretne delatnosti neposrednih izvršilaca,
- definisanje potrebnih kvalifikacija izvršilaca i nivoa na kojima se poslovi izvršavaju,
- varijante utvrđivanja vremena za obavljanje aktivnosti po kvalifikacijama izvršilaca.

Namena, zadaci i cilj upotrebe organizacione strukture određuju strukturu funkcija, koje se kasnije razvrstavaju na poslove. Svaki posao sastoji se od većeg broja aktivnosti koje se neposrednim izvršiocima dodeljuju radi realizacije. Pripadnost posla određenoj funkciji definisana je njegovim karakterom, odnosno karakterom njegovih aktivnosti. Posao može da ima mešoviti karakter sa stanovišta pripadnosti funkciji. U takvom slučaju se pripadnost posla određuje prema tome kojoj funkciji pripada deo aktivnosti koje ga čine. U stvari, posao se dobija kao rezultat analize, tj. raščlanjivanja svake funkcije pojedinačno. Svaki posao dobija svoju oznaku, koja je tako kodirana da se iz nje može ustanoviti kojoj funkciji pripada.

Posebno su značajni dekompozicija poslova na parcijalne delatnosti, tj. aktivnosti, i definisanje izvršilaca i vremena za realizaciju svake od navedenih aktivnosti. Da bi se predvidele sve relevantne aktivnosti u okviru jednog posla, treba dobro poznavati tehnologiju njihovog obavljanja. Bez obzira na to da li je reč o reorganizaciji postojećih ili o formiranju nove organizacione strukture, pretpostavlja se da analitičari imaju mogućnost da, sami ili uz pomoć specijalista za pojedina područja, utvrde od kojih se aktivnosti sastoji posmatrani posao. Osim toga, za svaku aktivnost treba da se definiše ko će, odnosno ko može da je obavi (profili izvršilaca), na kom nivou i sa koliko angažovanih resursa (vreme, broj ljudi i slično).

Određivanje vremena potrebnog za obavljanje određenih aktivnosti zasniva se na sistemskom pristupu dizajniranju organizacionih struktura, u okviru kojeg će se utvrditi funkcije, poslovi i kvalifikacije organa organizacione strukture i definisati model za utvrđivanje vremena obavljanja aktivnosti. Za utvrđivanje vremena obavljanja aktivnosti koriste se prilaz procene i snimanja vremena rada u organizacionim strukturama. Koncept opisanog modela za dizajniranje organizacione strukture prikazan je na slici 1.

Dobijena vremena se u velikoj meri zasnivaju na iskustvu, intuiciji i subjektivnoj proceni. Budući da postoji određeni stepen neizvesnosti i rasplinutosti dobijenih vremena, teorija fuzzy skupova najpogodniji je matematički aparat za tretiranje neizvesnosti, subjektivnosti i neodređenosti. Za optimizaciju vremena obavljanja aktivnosti definisana su četiri kriterijuma na osnovu kojih se preciznije određuju vrednosti vremena i koji mogu da doprinesu smanjenju ili povećanju ukupnog vremena obavljanja aktivnosti svake kvalifikacije. Ti kriterijumi su:

- stručnost izvršioca predviđenog za obavljanje određene aktivnosti,
- opremljenost radnog mesta neophodnom opremom,
- želja izvršioca aktivnosti da radi (motivacija),
- iskustvo koje izvršilac poseduje za obavljanje takvih ili sličnih aktivnosti.

Stručnost za obavljanje zadatka. Pod ocenom stručnosti podrazumeva se stepen stručne spreme koju poseduje izvršilac za obavljanje zadatka, tako da se ta ocena najviše zasniva na stručnosti pokazanoj u praksi, i to prvenstveno ako je izvršilac obavljao iste ili slične aktivnosti.

Opremljenost radnog mesta. Ta ocena se daje za opremu koja se nalazi na radnom mestu u odnosu na opremu koja bi se mogla u datim okolnostima nabaviti da bi se aktivnost brže i kvalitetnije obavljala.

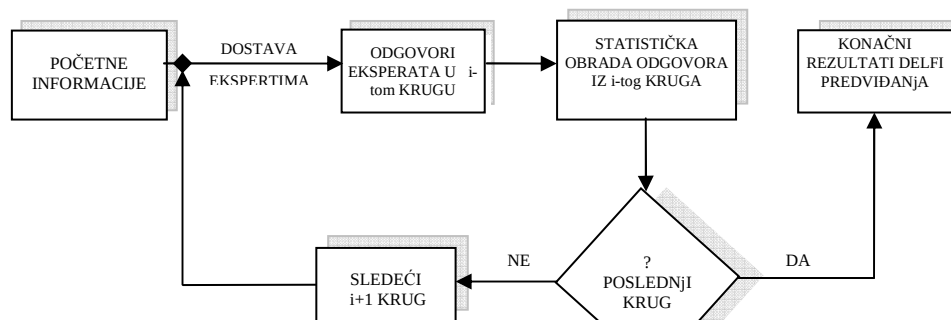
Želja za radom (motivisanost). Reč je o pokazanom angažovanju, ličnom zalaganju i unošenju ličnosti prilikom obavljanja svih zadataka koje je do tada obavljala, kao i o izjavi i zainteresovanosti za obavljanje posmatrane aktivnosti.

Iskustvo izvršioca uglavnom zavisi od broja godina radnog staža. Dužina radnog staža koja je neophodna da bi se imalo određeno iskustvo zavisi, pre svega, od kompleksnosti aktivnosti.

Navedeni kriterijumi direktno utiču na konačno vreme potrebno za obavljanje određenih aktivnosti, odnosno na njegovu optimizaciju. Kriterijumi se, određenim logičko-matematičkim transformacijama, pomoću algoritma aproksimativnog rezonovanja, dovode u vezu i daju rezultat izražen u časovima neophodnim za obavljanje aktivnosti. Struktura modela za optimizaciju vremena obavljanja aktivnosti i određivanje potrebnog broja izvršilaca prilikom dizajniranja organizacione strukture prikazana je u [1]. Za definisanje težina (značaja) prikazanih kriterijuma korišćena je Delphi metoda, a u narednom delu rada prikazan je jedan od pristupa fazifikacije te metode.

Fuzzy Delphi metoda

Delphi metoda se smatra najvažnijom metodom intuitivnog predviđanja. Nastala je razvijanjem metode anketiranja i statističke metode radi usaglašavanja mišljenja eksperata. Postupak sprovođenja metode prikazan je na slici 2.



Slika 2 – Tok Delphi metode [2]
Figure 2 – Delphi method procedure [2]

Metoda ima stohastički karakter i svodi se na sistemsku razmenu i kombinovanje individualnih mišljenja grupe eksperata o problemu istraživanja. Eksperti koji učestvuju u realizaciji metode oslanjaju se na svoje iskustvo, znanje i raspoložive materijale, prosuđuju o verovatnoći završetka nekog događaja u budućnosti, o uslovima i rokovima pojave događaja, redosledu budućih događaja, njihovom broju i kvalitativnom izrazu bez primene bilo kakvih matematičkih metoda. Zbog toga je u osnovi saznajni proces koji se odvija u čovekovom mozgu, pa je predviđanje pod uticajem niza objektivnih i subjektivnih faktora koji su određeni karakterom, odnosno načinom mišljenja i osobinama ličnosti eksperta. Metoda se zasniva na višekratnom ispitivanju visokokvalifikovanih stručnjaka u jednoj ili više oblasti, uz pomoć anketnih listova, radi prikupljanja informacija koje će se, tokom određene obrade, učiniti upotrebljivim za analizu ili prognozu.

Značajne karakteristike Delphi metode su:

- međusobna anonimnost eksperata (izbegnut je nepovoljan uticaj bilo kog eksperta na ostale);
- povratna sprega između dva uzastopna odgovora eksperta i između njegovog odgovora i pokazatelja odgovora svih eksperata (eliminirano je dejstvo autoriteta pojedinih eksperata, pritisak i slično);
- popustljivost eksperata naglašava se sa procesnim mišljenjem;
- odgovornost eksperata prema kvalitetu sopstvenog rada zbog međusobne anonimnosti nešto je manja nego kada se prognoza obavlja u prisustvu drugih eksperata.

Pošto većinu prikupljenih podataka primenom klasične Delphi metode karakteriše visok stepen neizvesnosti, subjektivnosti i neodređenosti, za prikaz opisanih neizvesnosti i neodređenosti korišćena je fuzzy logika.

U nastavku rada opisane su postavke fazifikovane Delphi metode. Fuzzy lingvističkim deskriptorima opisani su izlazni parametri te metode.

Na taj način, fuzzy logikom je omogućena eksploatacija tolerancije koja postoji pri nepreciznosti, nejasnoći i parcijalnoj istinitosti dobijenih rezultata istraživanja.

Prognoziranje pomoću fuzzy Delphi metode obavlja se na sledeći način:

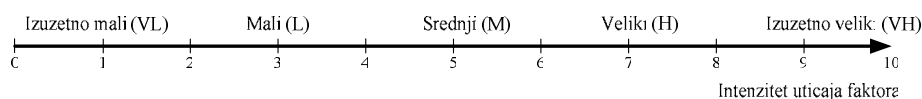
- eksperti se izaberu u zavisnosti od vrste prognoziranja, pri čemu se uzima u obzir njihovo iskustvo. Prema preporukama iz literature, obično je reč o 15–20 eksperata;

- eksperti se dele u tri klase prema stepenu obrazovanja i funkcionalnom položaju u sistemu odbrane, a svakom od njih dodeljen je određeni težinski koeficijent, $w_i \in [0,1]$, koji je takav da je suma težinskih ko-

eficijenata svih eksperata jednaka jedinici: $\sum_{i=1}^N w_i = 1$, gde N predstavlja

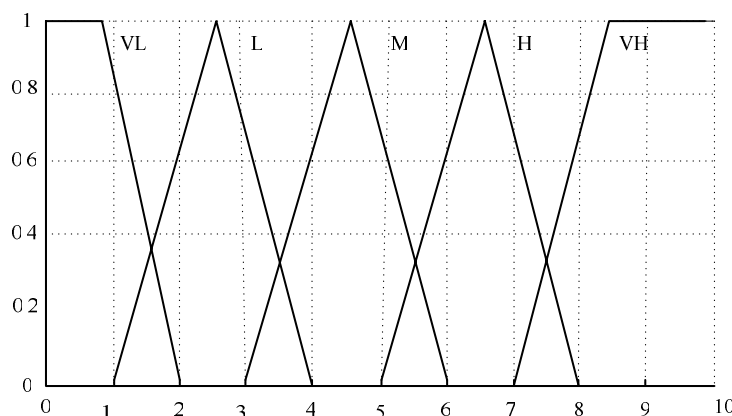
broj eksperata koji učestvuju u anketiranju;

- precizno i jasno se definišu pitanja na koje eksperti treba da odgovore. Njihov zadatak je da svoju procenu budućeg intenziteta uticaja konkretne grupe faktora predstave jednim od odgovora ponuđenih na skali lingvističkih izraza (slika 3);



Slika 3 – Skala lingvističkih izraza
Figure 3 – Scale of linguistic descriptors

- odgovori eksperata na postavljeno pitanje fazifikuju se prema utvrđenoj skali za fazifikaciju lingvističkih izraza (slika 4);



Slika 4 – Skala za fazifikaciju lingvističkih izraza Delphi metode
Figure 4 – Scale for the fuzzification of the Delphi method linguistic descriptors

– na osnovu odgovarajućih težinskih koeficijenata (w_i) i fazifikovanih vrednosti odgovora ($O_{i1} = (a_{i1}, b_{i1}, c_{i1}, d_{i1})$) utvrđuje se srednja vrednost odgovora grupe eksperata: $O_{sr} = (a_{sr}^w, b_{sr}^w, c_{sr}^w, d_{sr}^w)$, gde je:

$$a_{sr}^w = \sum_{i=1}^N w_i \cdot a_{i1}, b_{sr}^w = \sum_{i=1}^N w_i \cdot b_{i1}, c_{sr}^w = \sum_{i=1}^N w_i \cdot c_{i1}, d_{sr}^w = \sum_{i=1}^N w_i \cdot d_{i1}, N \text{ broj eksperata}$$

– utvrđuje se kvantitavna vrednost srednje procene grupe (O_{def}) defazifikacijom srednjeg odgovora grupe eksperata: $O_{sr} = (a_{sr}^w, b_{sr}^w, c_{sr}^w, d_{sr}^w)$. Za defazifikaciju se koristi metode centra gravitacije (Centre of gravity);

– utvrđuje se lingvistički izraz srednje procene grupe analizom podudarnosti srednje vrednosti odgovora grupe ($O_{sr} = (a_{sr}^w, b_{sr}^w, c_{sr}^w, d_{sr}^w)$) sa fuzzy brojevima iz skale za fazifikaciju lingvističkih izraza $O_{VL}, O_L, O_M, O_H, O_{VH}$. Za lingvistički izraz srednje vrednosti odgovora grupe eksperata prihvata se izraz čija se fuzzy vrednost u najvećoj meri podudara sa O_{sr} ;

– stepen podudarnosti utvrđuje se na osnovu visine preseka funkcija pripadnosti posmatranih fuzzy brojeva, a prihvata se lingvistički ekvivalent onog fuzzy broja (O'_{sr}) koji ima najveću visinu utvrđenog preseka:

$$\max [\mu_{O'_{sr} \cap O_{sr}}], \text{ gde } O'_{sr} \in \{O_{VL}, O_L, O_M, O_H, O_{VH}\} \quad (1)$$

$$\max [\mu_{O'_{sr} \cap O_{sr}}] = \mu_{O_{VH} \cap O_{sr}} \quad (2)$$

– da bi se kao srednje mišljenje grupe eksperata, na primer, prihvatio izraz *izuzetno veliki* (*Very high-VH*), potrebno je da bude zadovoljen i kriterijum stabilnosti u mišljenjima eksperata, tj. da suma težinskih koeficijenata dodeljenih ekspertima koji su u poslednjem ciklusu ispitivanja promenili mišljenje, u odnosu na prethodni ciklus, bude manja od 0,2:

$$\Delta W = \sum w_i^* < 0,2, \text{ gde je } w_i^* = \begin{cases} w_i, & \forall O_{i1} \neq O_{i2} \\ 0, & \text{u ostalim slučajevima} \end{cases}$$

– kada je nakon drugog kruga ispitivanja $O'_{sr} \Leftrightarrow O \in \{VL, L, M, H, VH\}$ i kada je zadovoljen kriterijum stabilnosti u

mišljenjima eksperata, tj.: $\Delta W = \sum w_i^* < 0,2$, tada se kao srednje mišljenje grupe eksperata može prihvatiti izraz O .

Posle dostavljenih prognoza podaci su statistički obrađeni i dobijeni su rezultati koji su prikazani u tabeli 1. U tabeli su predstavljene relativne važnosti kriterijuma w_k , $k = 1, \dots, K$ ($K = 4$) i njihov stepen uticaja na vreme koje je potrebno za izvršenje aktivnosti. Relativne važnosti kriterijuma dobijene su normalizacijom težina na sledeći način [1]:

$$W_k = w_k / \sum_{k=1}^K w_k \quad (3)$$

Tabela 1

Stepen uticaja kriterijuma na vreme izvršenja aktivnosti [1]

Table 1

Degree of criteria influence on the activity execution time [1]

Kriterijumi koji utiču na vreme izvršenja aktivnosti	Značaj kriterijuma
Stručnost	0,40
Iskustvo	0,28
Motivacija	0,20
Opremljenost radnog mesta	0,12

Dobijeni rezultati su kasnije korišćeni za definisanje baze pravila u fuzzy logičkom modelu.

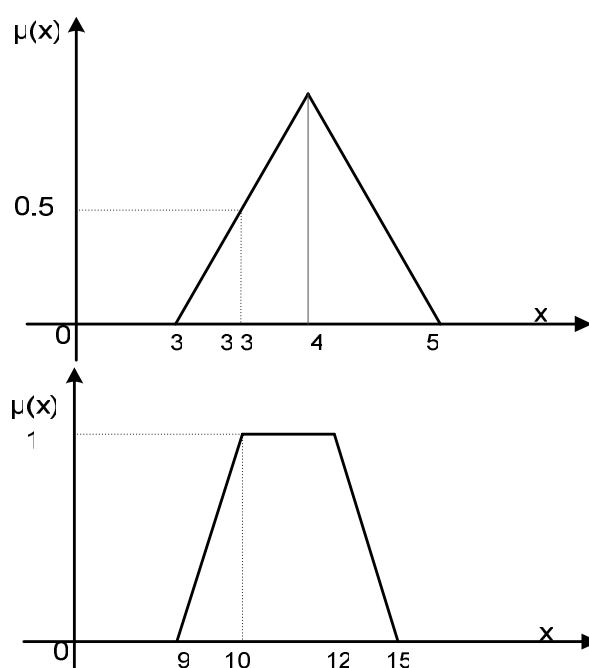
Pošto prilikom prikupljanja podataka pomoću bilo koje od navedenih metoda postoji određen stepen neizvesnosti i rasplnutosti dobijenih vremena, ona se posmatraju kao fuzzy brojevi.

Pri dizajniranju fuzzy skupova prvo se postavlja pitanje kako da se izabere određena funkcija pripadnosti, koja pokazuje koliko $x \in X$ ispunjava uslov pripadnosti skupu A [13]. 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:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X, 0 \leq \mu_A(x) \leq 1\} \quad (4)$$

X je univerzalni skup ili skup razmatranja na kome je definisan fuzzy skup A , a $\mu_A(x)$ funkcija je pripadnosti elementa x skupu A . Svaki fuzzy skup je kompletno i jedinstveno određen svojom funkcijom pripadnosti [3].

Prema fuzzy teoriji, funkcija pripadnosti, tj. oblik funkcije i širina intervala poverenja, najčešće se bira na osnovu subjektivne procene ili iskustva. Na slici 5 prikazani su neki od oblika funkcija pripadnosti.



Slika 5 – Mogući oblici funkcije pripadnosti fuzzy skupu
Figure 5 – Possible types of the fuzzy set membership function

U radu su za prikaz funkcija pripadnosti rasplinutih vremena korišćeni trouglasti fuzzy brojevi sa funkcijama pripadnosti prikazanim na slici 3.

Fuzzy matematički model za dizajniranje organizacionih struktura

Vreme koje je potrebno za obavljanje određene aktivnosti posmatra se u većini modela koji su razvijeni za dizajniranje organizacionih struktura kao konstantna veličina koja je unapred poznata. S druge strane, zna-

čajno je da se za vrednost vremena koje je potrebno za obavljanje aktivnosti vezuje određena neizvesnost, koja je uslovljena iskustvom, motivacijom, opremljenošću radnog mesta neophodnim sredstvima za rad, stručnošću za obavljanje posla itd.

Prilikom utvrđivanja vremena potrebnog za obavljanje poslova i aktivnosti vezanih za organizacionu strukturu veoma često se čuje procena da aktivnost može da se obavi za „otprilike nekoliko minuta“. To znači da je, na primer, „otprilike tridesetak minuta“ najbliži ceo broj kojim se najlakše izražava približna vrednost vremena neophodnog za obavljanje aktivnosti.

Korišćenjem pravila fuzzy aritmetike razvijen je model za određivanje vremena neophodnog za obavljanje određene aktivnosti ili posla. Vremena obavljanja aktivnosti po kvalifikacijama biće predstavljena kao trouglasti fuzzy brojevi.

Za vreme koje se dobije snimanjem vezuje se veliki stepen neizvesnosti, ali smo sigurni da to vreme neće biti veće od t_1 ni manje od t_2 . Drugim rečima, sigurni smo da vreme obavljanja aktivnosti pripada zatvorenom intervalu $[t_1, t_2]$, koji se naziva interval poverenja i simbolički se označava kao $T = [t_1, t_2]$.

Fuzzy matematički model za dizajniranje organizacione strukture sa alokacijom resursa obuhvata sledeće korake:

– *Korak 1:* organizaciona struktura se analizira uz uslov da sistem ima m funkcija:

$$f_1, f_2, \dots, f_m.$$

– *Korak 2:* definišu se poslovi koje sistem treba da izvrši, odnosno obavlja se dekompozicija funkcija na n poslova:

$$P_{m1}, P_{m2}, \dots, P_{mn}.$$

– *Korak 3:* obavlja se dekompozicija poslova na aktivnosti tako da svaki posao može da ima q aktivnosti:

$$a_{m1}, a_{m2}, \dots, a_{mnq}.$$

– *Korak 4:* određuje se r nivoa sistema na kojima će se obavljati aktivnosti:

$$Nivo_1, Nivo_2, \dots, Nivo_r.$$

– *Korak 5:* utvrđuje se potreban profil izvršilaca poslova u sistemu. Neka u sistemu ima s kvalifikacija:

$$K_1, K_2, \dots, K_s.$$

– *Korak 6:* dodeljuju se aktivnosti izvršiocima po nivoima i definiše vreme za obavljanje određene aktivnosti za svakog izvršioca:

$$Nivo_r \begin{bmatrix} & K_1 & & K_2 & & \dots & & K_s \\ a_{111} & (t_{11111}^\alpha, t_{11112}^\alpha, t_{11113}^\alpha) & & (t_{11121}^\alpha, t_{11122}^\alpha, t_{11123}^\alpha) & & \dots & & (t_{111s1}^\alpha, t_{111s2}^\alpha, t_{111s3}^\alpha) \\ a_{112} & (t_{11211}^\alpha, t_{11212}^\alpha, t_{11213}^\alpha) & & (t_{11221}^\alpha, t_{11222}^\alpha, t_{11223}^\alpha) & & \dots & & (t_{112s1}^\alpha, t_{112s2}^\alpha, t_{112s3}^\alpha) \\ a_{113} & (t_{11311}^\alpha, t_{11312}^\alpha, t_{11313}^\alpha) & & (t_{11321}^\alpha, t_{11322}^\alpha, t_{11323}^\alpha) & & \dots & & (t_{113s1}^\alpha, t_{113s2}^\alpha, t_{113s3}^\alpha) \\ \dots & \dots & & \dots & & \dots & & \dots \\ a_{mnq} & (t_{mnq11}^\alpha, t_{mnq12}^\alpha, t_{mnq13}^\alpha) & & (t_{mnq21}^\alpha, t_{mnq22}^\alpha, t_{mnq23}^\alpha) & & \dots & & (t_{mnqs1}^\alpha, t_{mnqs2}^\alpha, t_{mnqs3}^\alpha) \end{bmatrix}$$

gde je $(t_{mnqs1}^\alpha, t_{mnqs2}^\alpha, t_{mnqs3}^\alpha)$ vreme koje provede s-ta kvalifikacija na realizaciji q-te aktivnosti n-tog posla m-te funkcije.

– **Korak 7:** sumiranje vremena prema kvalifikacijama (T_{ts}) određuje se prema:

$$\sum T_{ts} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q \sum_{l=1}^r (t_{sijkl1}^\alpha, t_{sijkl2}^\alpha, t_{sijkl3}^\alpha). \quad (5)$$

– **Korak 8:** određuje se potreban broj izvršilaca date kvalifikacije prema izrazu:

$$N_{ks} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^q \sum_{l=1}^r (t_{sijkl1}^\alpha, t_{sijkl2}^\alpha, t_{sijkl3}^\alpha)}{(T_1^\alpha, T_2^\alpha, T_3^\alpha)} \quad (6)$$

gde je:

$\sum T_{ts} = (T_{ts1}^\alpha, T_{ts2}^\alpha, T_{ts3}^\alpha)$ trouglasti fuzzy broj koji predstavlja ukupno vreme koje izvršilac s-te kvalifikacije provede na realizaciji svih aktivnosti koje su za nju predviđene u časovima za godinu. Nakon toga se vrši optimizacija navedenog vremena za svaku kvalifikaciju primenom fuzzy logičkog sistema koji je opisan u [1],

$(T_1^\alpha, T_2^\alpha, T_3^\alpha)$ trouglasti fuzzy broj koji predstavlja godišnje vreme u časovima koje osoba provede na radnom mestu, a koje se utvrđuje na osnovu procene,

$N_{ks} = [N_{ks1}^\alpha, N_{ks2}^\alpha]$ fuzzy broj koji predstavlja potreban broj ljudi s-te kvalifikacije za obavljanje svih aktivnosti predviđenih za tu kvalifikaciju.

– Korak 9: ukupan broj izvršilaca u jednom sistemu predstavlja fuzzy broj $N=[N_1^\alpha, N_2^\alpha]$ i određuje se kao suma izvršilaca po nivoima.:

$$N=[N_{k11}^\alpha, N_{k12}^\alpha]+[N_{k21}^\alpha, N_{k22}^\alpha]+\dots+[N_{ks1}^\alpha, N_{ks2}^\alpha]. \quad (7)$$

Promenama u dodeli funkcija, poslova i aktivnosti po kvalifikacijama izvršilaca dobija se veći broj varijanata organizacionih struktura. Prednost tog modela je u tome što se može informatički podržati formiranjem odgovarajuće baze podataka, a time i jednostavno dizajnirati organizaciona struktura.

Karakteristike višekriterijumskih metoda

Donošenje odluka najčešće znači vrednovanje skupa mogućih rešenja ili alternativa. Kada se vrednovanje vrši u odnosu na jedan kriterijum, određuje se rešenje (alternativa) koje čini ekstremnom ciljnu funkciju, a postupak se označava kao jednokriterijumska optimizacija ili samo kao optimizacija.

Situacija se komplikuje kada postoje dva ili više kriterijuma i kada treba naći najbolje rešenje. Svaki vid objedinjavanja kriterijuma u jedan (potpuna skalarizacija) i svođenje zadatka na jednokriterijumski zadatak izaziva nedostatke koji limitiraju domete analize i tačnost rezultata. Umesto potpune skalarizacije, višekriterijumski problem se najčešće tretira u originalnom obliku, a nivo skalarizacije ciljne funkcije kontroliše donosilac odluka ili analitičar. Drugim rečima, donosilac odluka najčešće međusobno vrednuje kriterijume ili im direktno daje rangove značajnosti, i tako oblikuje ciljnu funkciju po sopstvenim preferencijama.

Bez obzira na to da li to čini indirektno ili direktno, u datoj fazi procesa odlučivanja formira se matrica alternativa i kriterijuma koja se podvrgava analizi i obradi da bi se iz nje dobile težinske ocene alternativa na osnovu kojih se alternative rangiraju. Težinske ocene i rangovi mogu da se koriste pojedinačno ili integralno, zavisno od vrste problema. Ako se traži samo najbolja alternativa, obično je dovoljno samo rangiranje. Kada je reč o alokacionim problemima, težinske ocene mogu da označavaju proporcije alokacije resursa prema rangovima alternativa. Treći slučaj je da se žele identifikacija nekoliko prvih najboljih alternativa i stepen njihovog učešća u ukupnoj alokaciji resursa.

Višestruki kriterijumi i hijerarhijske strukture deo su složenog ambijenta sa kojim se analitičari susreću u tretiranju problema donošenja odluka i kreiranju kvalitetnih metoda za njihovo rešavanje u praksi. Postojanje različitih kriterijuma, od kojih neke treba maksimirati, a neke minimirati, znači da se odluke donose u konfliktnim uslovima i da se moraju primeniti instrumenti koji su fleksibilniji od strogo matematičkih tehnika vezanih za čistu optimizaciju.

Za takve zadatke razvijene su specijalne tehnike analize i rešavanja među kojima su najznačajnije *Promethee* [4], *Elektre* [5], *AHP* [6], *Topsis* [7] i *CP* [8]. Navedene tehnike spadaju u kategoriju metoda meke optimizacije pošto se u njima, pored matematičkih struktura i instrumenata, koriste heuristički parametri, mere rastojanja, skale vrednosti itd.

Svaka od navedenih metoda ima po nekoliko verzija (na primer, *Promethee* 1 i 2), sve imaju i prednosti i nedostatke, a primena u različitim oblastima ukazuju na to da sve više postaju nezamenljive kao podrška odgovornom odlučivanju. U poslednje vreme paralelno se koriste standardne i fuzzy verzije metoda da bi se obuhvatio kompleks problema povezanih sa ljudskom subjektivnošću, ekspertskim znanjem i sklonošću da se koriste, umesto brojčanih, verbalne ocena [5, 9].

Do primene fuzzy teorije i fuzzy skupova [3] u višekriterijumskom odlučivanju došlo je zato što donosilac odluka često postupa u uslovima neodređenosti ili tzv. parcijalnih istina. Fazifikacija standardnih višekriterijumskih metoda izvršena je tako što su za određivanje fuzzy težinskih vrednosti kriterijuma i alternativa korišćeni trougaoni fuzzy brojevi, jer su jednostavniji od trapeznih, a u celini je, naravno, korišćena fuzzy aritmetika. Izbor metoda vrednovanja zavisi od [10]:

- karaktera, odnosno značaja odluke koja se donosi na osnovu vrednovanja,
- mesta na kojima se donosi odluka,
- vrste odluke radi koje se vrši vrednovanje,
- načina finansiranja sprovođenja novog rešenja (konstrukcija finansiranja).

Za izbor optimalne varijante organizacione strukture pogodne su metode fuzzy višekriterijumskog odlučivanja i metoda vrednovanja predloženih varijanata primenom fuzzy lingvističkih deskriptora. Rešavanje problema višekriterijumskog odlučivanja primenom tih metoda omogućava da se iz skupa ponuđenih varijanata izabere ona koja je dominantna po više kriterijuma. Razlozi za izbor tih metoda su sledeći:

- jednostavnost,
- parametri koji se koriste imaju ekonomsko objašnjenje i značaj,
- atributi mogu da se posmatraju nezavisno,
- postojanje softvera koji je potvrđen u praksi rešavanja mnogih, pa i organizacionih problema.

Primena fuzzy višekriterijumskog odlučivanja u vrednovanju varijanata organizacione strukture

Problem izbora najbolje organizacione strukture konačnog broja alternativa pomoću sistema za podršku odlučivanja FMM (Fuzzy Multicriteria Methodology), može da se iskaže na sledeći način [1]: označe se sa $V_1, \dots, V_i, \dots, V_l$ alternative koje čine konačni, diskretan skup I . Alternative se međusobno porede i rangiraju, pri čemu se uzima u obzir i K kriteri-

jum. Elementi konačnog skupa kriterijuma K jesu $F_1, \dots, F_k, \dots, F_K$. Skup kriterijuma K sačinjavaju dva podskupa:

K^+ – podskup kriterijuma benefita tipa (veći je bolji),

K^- – podskup kriterijuma troškovnog tipa (manji je bolji).

Za datu alternativu V_i vrednost kriterijuma F_k je f_{ik} . Sve vrednosti kriterijuma su uređene u $I \times K$ matrici D :

$$D = \begin{matrix} & F_1 & \dots & F_k & \dots & F_K \\ \begin{matrix} V_1 \\ \vdots \\ V_i \\ \vdots \\ V_I \end{matrix} & \begin{bmatrix} & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & f_{ik} & \dots \\ & & & & \\ & & & & \end{bmatrix} \end{matrix}$$

(min)

$w_1 \quad \dots \quad w_k \quad \dots \quad w_K$

Na dnu matrice D nalaze se dve pridodate vrste:

- maksimalna (minimalna) vrsta, koja označava prirodu kriterijuma, tj. da li su benefita, odnosno troškovnog karaktera, respektivno,
- vrsta $(w_1, \dots, w_k, \dots, w_K)$, tj. težinski koeficijenti koji predstavljaju relativnu važnost kriterijuma.

Vrednosti f_{ik} i w_k , $i \in I$, $k \in K$ mogu da budu zadate ili kao numeričke vrednosti ili kao lingvistički deskriptori definisani diskretnim fuzzy skupom. To znači da f_{ik} za neko $k \in K$ i w_k za sve $k \in K$ može da bude fuzzy veličina koja pripada ili jednom od tri osnovna fuzzy termina:

- „loš“ (low – L),
- „srednji“ (medium – M),
- „dobar“ (high – H),

ili jednom od dva pridodata fuzzy termina:

- „vrlo loš“ (very low – VL),
- „vrlo dobar“ (very high – VH).

Algoritam metode FMM objašnjava se kroz sledeće korake:

- *Korak 1*: normalizuju se sve numeričke vrednosti f_{ik} na skalu $[0,1]$ uz primenu sledećih transformacija:

$$r_{ik} = f_{ik} / f_k^{\max}, \quad f_k^{\max} = \max f_{ik}, \quad k \in K^+ \quad (8)$$

$$r_{ik} = f_k^{\min} / f_{ik}, \quad f_k^{\min} = \min f_{ik}, \quad k \in K^- \quad (9)$$

– *Korak 2:* primenom metode za poređenje diskretnih fuzzy skupova transformišu se lingvistički iskazane vrednosti kriterijuma f_{ik} u meru verovanja b_{ik} , $i \in I$, $k \in K$, tako da je:

- f_{ik} veće ili jednako od svih ostalih f_{jk} , $j \in K$ (i za svako $k \in K^+$),
- f_{ik} manje ili jednako od svih ostalih f_{jk} , $j \in K$ (i za svako $k \in K^-$).
- *Korak 3:* normalizuju se sve b_{ik} primenom transformacija:

$$V_{ik} = b_{ik} / b_k^{\max}, \quad b_k^{\max} = \max b_{ik}, \quad k \in K.$$

– *Korak 4:* ako su relativne važnosti kriterijuma w_k , $k=1, \dots, K$ numeričke vrednosti, normalizuju se težine na sledeći način:

$$W_k = w_k / \sum_{k=1}^K w_k \quad (10)$$

tada je:

$$\sum_{k=1}^K w_k = 1 \quad (11)$$

Ako su relativne težine kriterijuma iskazane lingvističkim deskriptorima, treba ih transformisati u stepen verovanja B_k , tako da je kriterijum $k \in K$ više ili jednako važan kao ostali kriterijumi u K . Zatim treba normalizovati B_k i normalizovane vrednosti označiti sa w_k .

– *Korak 5:* izračunaju se dve otežane $I \times K$ matrice $D = [d'_{ik}]$ i $D = [d''_{ik}]$ sa elementima:

– $d'_{ik} = w_k r_{ik}$; $d''_{ik} = (r_{ik})^{kw_k}$ za svako $k \in K$ čije su vrednosti numeričke,

– $d'_{ik} = w_k V_{ik}$; $d''_{ik} = (V_{ik})^{kw_k}$ za svako $k \in K$ čije su vrednosti lingvistički deskriptori.

– *Korak 6:* izračunaju se vrednosti Z_i :

$$Z_i = \{\alpha \min d''_{ik} + (1 - \alpha) \max d'_{ik}\}, i = 1, \dots, I \quad (12)$$

Alternative iz skupa I rangirane su po preferentnosti u skladu sa vrednostima opadajućeg niza Z_i .

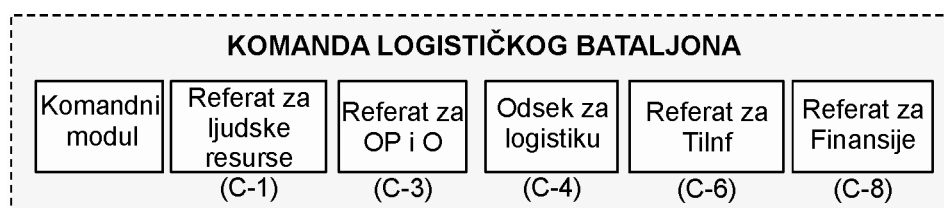
Na osnovu predloženog algoritma razvijen je sistem za podršku odlučivanju FMM koji rangira do 50 alternativa, pri čemu ne uzima u obzir više od 30 kriterijuma [17, 18]. Izlaz i FMM-a rangovi su alternativa u zavisnosti od različitih vrednosti indeksa pesimizam–optimizam (α), od najmanjeg do najvećeg nivoa optimizma.

Izbor organizacione strukture upravnih organa logističkog bataljona

Logistički bataljon je osnovna jedinica koja se nalazi u sastavu jedinica ranga brigade. Formiran je od jedinica logističkih službi i odgovarajućih rodova. Zadatke logističke podrške iz nadležnosti brigade obavljaju jedinice logističkih službi iz sastava logističkog bataljona. Jedinice u okviru logističkog bataljona izvršavaju poslove i zadatke za koje su namenjene i formacijski osposobljene. Logistički bataljon jedinica ranga brigade namenjen je za:

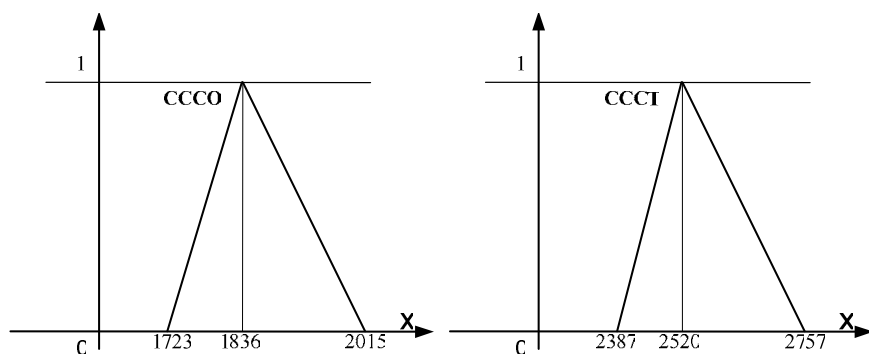
- snabdevanje MS,
- tehničko održavanje TMS,
- pripremanje hrane za jedinice van sastava bataljona/divizionu i komande brigade,
- obezbeđenje vodom,
- sprovođenje opštih mera preventivne medicinske zaštite,
- pružanje opšte specijalističke medicinske pomoći i evakuaciju p/o,
- veterinarsko-sanitarni nadzor nad namirnicama životinjskog porekla,
- protivpožarnu zaštitu,
- transport.

Na hipotetičkom primeru organizacione strukture logističkog bataljona prikazana je primena objašnjenog modela. Šema organizacione strukture logističkog bataljona u brigadi KoV prikazana je na slici 6.

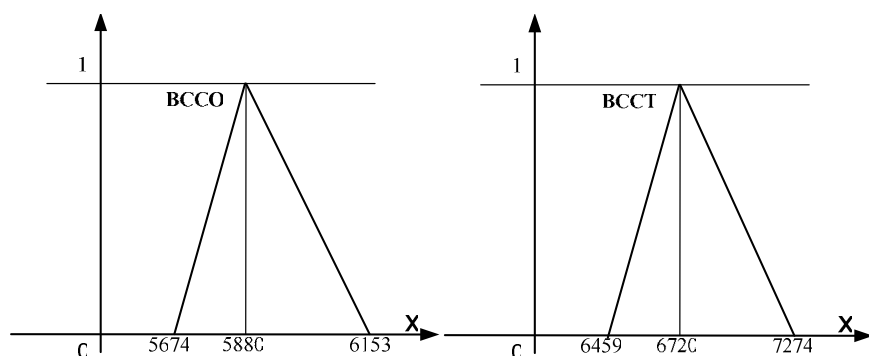


Slika 6 – Šema organizacione strukture logističkog bataljona u brKoV
 Figure 6 – Scheme of the organizational structure of a logistics battalion within a Ground Forces brigade

Nakon primene modela opisanog u prethodnoj tački i sumiranja vremena po kvalifikacijama vrši se optimizacija vremena pomoću fuzzy sistema za optimizaciju vremena obavljanja aktivnosti koji je opisan u [1,12]. Na slikama 7 i 8 prikazana su sumirana vremena obavljanja aktivnosti po kvalifikacijama;

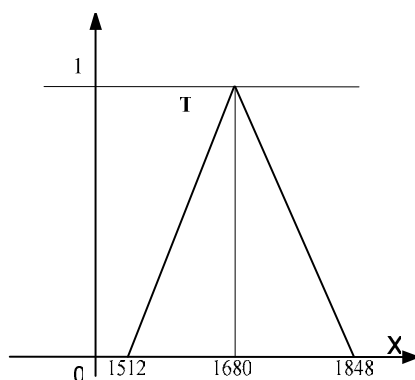


Slika 7 – Sumirana vremena po kvalifikacijama za srednju stručnu spremu izvršilaca
Figure 7 – Summed up times by qualifications for performers with secondary education



Slika 8 – Sumirana vremena po kvalifikacijama za visoku stručnu spremu izvršilaca
Figure 8 – Summed up times by qualifications for performers with higher education

Korak 8 – nakon optimizacije vremena pristupa se određivanju potrebnog broja izvršilaca date kvalifikacije prema izrazu 9. Ukupno godišnje vreme prikazano je na slici 9.



Slika 9 – Ukupno godišnje vreme
Figure 9 – Overall annual time

Ukupno godišnje vreme koje jedan izvršilac provede na obavljanju radnih aktivnosti određeno je na osnovu 40-to časovnog radnog vremena za jednu sedmicu. U određivanju ukupnog godišnjeg radnog vremena za jednog izvršioca pošlo se od ukupnog broja sedmica u godini, i taj broj je umanjen za deset sedmica koje su predviđene za godišnje odmone, praznična odsustva, bolovanja i druga odsustva sa radnog mesta. Tako se došlo do podatka da jedan izvršilac godišnje provede u obavljanju radnih aktivnosti oko 1.680 časova.

U komandi logističkog bataljona ukupan broj izvršilaca određuje se kao suma izvršilaca po nivoima. Promenama u dodeli funkcija, poslova i aktivnosti po kvalifikacijama i dopuštenim odstupanjima za vremena aktivnosti izvršioca dobija se više varijanata broja izvršilaca. U tabeli 2 prikazane su četiri varijante organizacione strukture komande logističkog bataljona.

Tabela 2

Potreban broj izvršilaca

Table 2

Required number of performers

Varijante	Stručna sprema				Ukupno
	VSSO	VSST	SSST	SSSO	
I Varijanta	4	4	-	2	10
II Varijanta	5	3	-	1	9
III Varijanta	3	4	1	1	9
IV Varijanta	2	5	2	1	10

Predloženo je osam kriterijuma za vrednovanje predloženih varijanata (tabela 3). Na osnovu podataka koji se prikupljaju putem istraživanja i anketnog upitnika dobijaju se vrednosti varijanata: I_{varijanta}, II_{varijanta}, III_{varijanta} i IV_{varijanta}, za date kriterijume, priroda kriterijuma i težinski koeficijenti kriterijuma (tabela 4).

Tabela 3

Kriterijumi vrednovanja varijanti po FMM

Table 3

Criteria of variant assessment according to FMM

Kriterijum	min	max	Numeričke	Lingvističke
K-1: Efikasnost funkcionisanja		x		x
K-2: Sposobnost prilagođavanja promenama		x		x
K-3: Optimalno korišćenje resursa		x		x
K-4: Mogućnost motivacije kadrova		x		x
K-5: Jednostavnost strukture		x		x
K-6: Troškovi	x			x
K-7: Broj veza u strukturi	x		x	
K-8: Sigurnost (mala verovatnoća otkaza funkcionisanja)		x		x

Matrica za fuzzy višekriterijumsko odlučivanje

Tabela 4

Matrix for fuzzy multicriteria decision-making

Table 4

Kriterijumi Varijante	Efikasnost	Sposobnost prilagođavanj a promenama	Optimalno korišćenje resursa	Mogućnost motivacije kadrova	Jednostavno st strukture	Troškovi	Broj veza u strukтури	Sigurnost (mala verovatnoća otkaza)
I Varijanta	M	H	H	M	M	H	78	M
II Varijanta	M	M	L	L	M	M	148	M
III Varijanta	VH	H	H	H	H	M	78	VH
IV Varijanta	VH	H	H	M	M	H	148	H
Važnost kriterijuma	0.3	0.1	0.1	0.05	0.1	0.15	0.1	0.1

U tabeli 5 dat je rang alternativa za različite vrednosti indeksa pesimizam – optimizam.

Rang varijanti za različite vrednosti indeksa α

Tabela 5

Rank of variants for different α index values

Table 5

Vrednost indeksa pesimizam-optimizam, α	0	0,25	0,50	0,75	1,00
Izračunate vrednosti Z_i	$Z_1=0,21$ $Z_2=0,1714$ $Z_3=0,3$ $Z_4=0,3$	$Z_1=0,217$ $Z_2=0,14107$ $Z_3=0,25$ $Z_4=0,24862$	$Z_1=0,1733$ $Z_2=0,11071$ $Z_3=0,2$ $Z_4=0,19725$	$Z_1=0,101$ $Z_2=0,0803$ $Z_3=0,15$ $Z_4=0,1458$ Z_7	$Z_1=0,017$ $Z_2=0,05$ $Z_3=0,1$ $Z_4=0,0945$
Rang alternativa	III Varijanta IV Varijanta I Varijanta II Varijanta	III Varijanta IV Varijanta I Varijanta II Varijanta	III Varijanta IV Varijanta I Varijanta II Varijanta	III Varijanta IV Varijanta Varijanta I Varijanta II Varijanta	III Varijanta IV Varijanta Varijanta I Varijanta II Varijanta

Analiziranjem dobijenih rezultata dolazi se do zaključka da je III varijanta najbolja, bez obzira na vrednost indeksa pesimizam – optimizam (α).

Zaključna razmatranja

U kompleksnom okruženju u kojem deluju poslovni sistemi nisu dozvoljene organizacione improvizacije, već je neophodno da se organizacija planski i metodološki dizajnira i stalno modifikuje i prilagođava realnim uslovima. Zbog složenih uslova rada poslovnih sistema potrebno je da se stalno istražuju modeli za izbor optimalne organizacije, odnosno za dizajniranje organizacije kao dinamičkog modela. U radu se, s obzirom na to, pošlo od osnovnih postavki sistemskog pristupa i izrađen je model za dizajniranje organizacione strukture koji je zasnovan na fuzzy logici.

Kod postavke problema izložen je problem dizajniranja organizacionih struktura sa alokacijom resursa u hijerarhijski strukturiranim poslovnim sistemima, s posebnim akcentom na rasplinutosti i neizvesnosti vremena neophodnih za obavljanje određenih funkcija, poslova i aktivnosti. Navedenu neizvesnost i rasplinutost vremena uslovljavaju iskustvo, motivacija, opremljenost radnog mesta, neophodna sredstva za rad, stručnost za obavljanje posla itd.

Fuzzy logički sistem, koji je zasnovan na algoritmu aproksimativnog rezonovanja, omogućava optimizaciju vremena i dovodi u vezu vreme koje je potrebno za obavljanje određenih funkcija, poslova i aktivnosti sa iskustvom, motivacijom, opremljenošću radnog mesta, neophodnim sredstvima za rad i stručnošću za obavljanje posla.

Prikazani model omogućuje smanjenje subjektivnog uticaja prilikom dizajniranja organizacionih rešenja, unapređenje metodologije dizajniranja organizacionih struktura, jer dinamične promene u društvu čine neophodnim neprekidno menjanje i prilagođavanje sistema, ubrzanje i olakšavanje rada organima koji rade na organizacionim rešenjima sistema i postizanje bolje efikasnosti u funkcionisanju posmatranih sistema kroz izbor odgovarajućih izvršilaca s potrebnim kvalifikacijama i sredstavima za rad.

Predloženi matematički model za vrednovanje dobijenih varijanata organizacione strukture omogućava primenu koncepta FMM metode višekriterijumskog odlučivanja za izbor pogodne organizacione strukture, dizajniranje organizacione strukture primenom fuzzy matematičkog modela za određivanje potrebnog broja izvršilaca i optimizaciju vremena koje izvršioci provedu u obavljanju određenih funkcija, poslova i aktivnosti.

Testiranjem modela izvršena je provera predložene metodologije, kao i validacija modela. Međutim, potrebno je da se nastave istraživanja mogućnosti usavršavanja predloženog modela za dizajniranje organizacione strukture primenom novih naučnih saznanja i dostignuća radi postizanja što boljih efekata.

Literatura

- [1] Pamučar, D., *Dizajniranje organizacione strukture korišćenjem fuzzy pristupa*, magistarski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2009.
- [2] Šomođ, Š., *Metodi ekspertskih mišljenja u pipremanju i donošenju odluka*, Direktor 3, Beograd, 1987.
- [3] Zadeh, L. A. (1965), Fuzzy sets, *Inf control* 8, 338-353
- [4] Brans, J. P., Vincke, Ph., Mareschal, B. (1986), How to select and how to rank projects by the PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research* 24: 228-238.
- [5] Bender, M. J., Simonovic, S. P. (2000), A fuzzy compromise approach to water resources systems planning under uncertainty. *Fuzzy Sets and Systems* 115: 35-44.
- [6] Zuffo, A. C., Reis, L. F. R., Santos, R. F. and Chaudhry, F. H. (2002), Aplicacao de metodos multicriterios ao planejamento de recursos hidricos, *Revista Brasileira de Recursos Hidricos*, 7(1), 81-102.
- [7] Hwang, C. L., Yoon, K. S., (1981). *Multiple attribute decision making: methods and applications*, Springer, Berlin.
- [8] Zeleny, M. (1982), *Multiple criteria decision making*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- [9] Deng, H. (1999) Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison. *International Journal of Approximate Reasoning* 21: 215-231.
- [10] Borović, S., Nikolić I., *Višekriterijumska optimizacija: metode, primena u logistici, softver*, Sektor ŠONID GŠ VJ, Beograd, 1998.
- [11] Kujačić, M., Bojović, N., *Organizational Design of Post Corporation Structure Using Fuzzy Multicriteria Decision Making, Computational & Mathematical Organization Theory* 9, 2003, 5-18.
- [12] Božanić, D., Pamučar, D., *Vrednovanje lokacija za uspostavljanje mosnog mesta prelaska preko vodenih prepreka primenom fuzzy logike*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 58, No. 1, pp. 129–145, Beograd, 2010.
- [13] Teodorović, D., Kikuchi, S., *Fuzzy skupovi i primene u saobraćaju i transportu*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.
- [14] Gibbons, J. D. (1971). *Nonparametric statistical inference*. McGraw-Hill, New York.
- [15] Herrera, F., *Genetic fuzzy systems: taxonomy, current research trends and prospects*, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 2008, 27-46.
- [16] Kuzović, Lj., *Vrednovanje u upravljanju razvojem i eksploatacijom putne mreže*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1994.
- [17] Pamučar, D., *Primena fuzzy logike i veštačkih neuronskih mreža u procesu donošenja odluke organa saobraćajne podrške*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 58, No. 3, pp. 125–143, Beograd, 2010.
- [18] Muždeka, S., Milidrag, S., Popović, Z., Vulović, D., *Primena fazi logike u regulatorima sistema automatskog upravljanja na motornim vozilima*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 49, No. 3, pp. 301–314, Beograd, 2001.

DESIGNING AN ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF ADMINISTRATIVE LOGISTICS USING A FUZZY APPROACH

FIELD: Operation Research
ARTICLE TYPE: Professional Paper

Abstract:

Various organizational structure options are proposed in the application of the given model, taking into account the fact that transport authorities should be designed and dimensioned so as to achieve the rudimentary goals and tasks for fulfilment of which they were established. Each task set before the transport authorities requires a reliable and top-quality performance in all environmental conditions. Since most of the acquired data is characterized by a high degree of imprecision, subjectivity and uncertainty, fuzzy logic was used for displaying these. Fuzzy linguistic descriptors were used for describing the criteria used for evaluating the proposed alternatives. In this way, fuzzy logic enables the exploitation of tolerance that exists in imprecision, uncertainty and partial truth of the acquired research results.

The paper presents a model for designing the organizational structure of transport support authorities.

Introduction

An appropriate organizational system can save resources or increase efficiency of system operation. Organizational problem solving involves the whole composition solutions in terms of a number of professions and disciplines. Dynamism of the environment has led to the realization that, in addition to equipment, technology and personnel, the organization is a valuable resource because it combines all the resources and makes them meaningful. Technological, especially phase development of a model of organization is a very complex process in which optimal organizational solutions are provided. For this purpose, a number of methods are used in the organisation design. The most frequently used methods include classical methods, operations research, systems analysis, complex-analytic methods, graphical-matrix method and complex matrix method.

Starting from relevant theoretical approaches and the basic concepts of general systems theory, this paper researches the organizational structure design and develops a model for the selection of an optimal organization based on fuzzy logic. A choice of an organizational model is made using fuzzy multiple criteria and multiple criteria standard techniques.

Model for designing organizational structures

Designing organizational structure involves defining a model for determining the number of staff by qualifications and models for evaluating the proposed variant of the organizational structure.

Development of a model for determining the necessary number of employees

The basic principles of this model are the base of the set objectives, defining the complex tasks that must be done at different levels of the organizational structure in order to set goals to be realized. Elabo-

ration and analysis of these sets of tasks are determined by the time needed to carry out certain activities. The procedure is carried out through the following stages:

- defining the feature of the organizational structure,
- division of functions according to job,
- decomposition of work activities as well as the specific activity of immediate job performers,
- defining the qualifications of employees and the levels at which jobs are executed and
- variations of the length of time to carry out activities according to the qualifications of employees.

The resulting time is largely based on experience, intuition and subjective assessments. Given that there is a degree of uncertainty and fuzziness of the obtained time, the theory of fuzzy sets is the most suitable mathematical tool for the treatment of uncertainty, subjectivity and uncertainty. The optimization of time performing activities define four criteria that more accurately determine the value of time and that can contribute to the reduction or increase of the total time spent on each qualifying performance activity.

Fuzzy Delphi method

The Delphi method is considered to be the most important method of intuitive predictions and was created in the development of survey methods and statistical methods to harmonize their opinions of experts.

Since most of the results obtained by the classical Delphi method is characterized by a high degree of uncertainty, subjectivity and uncertainty, it was used to show the described uncertainty and ambiguity of fuzzy logic.

The next part of this review gives the settings of the fuzzified Delphi method. Fuzzy linguistic descriptors are described in the output parameters of the Delphi method. In this way, fuzzy logic has enabled the exploitation of tolerance that exists in the imprecision, ambiguity and partial truth of the obtained results.

Fuzzy mathematical model for designing organizational structures

In most models that have been developed for designing the organizational structure, the time required to perform certain activities is considered as a constant value which is previously known. On the other hand, it should be noted that the value of time needed to perform certain activities relates to the uncertainty caused by the experience, motivation, equipment, work place, essential instruments of labor, expertise, etc., to do the job.

In determining the time required to perform tasks and activities of the organizational structure, estimates can often be heard that the activity can be completed for "approximately a few minutes." This means, for example, approximately thirty minutes, the nearest whole number which is best expressed by the approximate value of the time required for the execution of activities.

Using the rules of fuzzy arithmetics, a model was developed to estimate the time necessary to perform certain tasks or jobs. Time for performing activities according to qualifications will be represented as triangular fuzzy numbers.

Characteristics of multicriteria methods

Decision-making often means the evaluation of possible solutions or alternatives. When the evaluation is done in relation to one criterion, a solution (alternative) is determined by that extreme target function, and the process is referred to as one-criterion optimization, or simply optimization.

Fuzzy multiple criteria in the evaluation version of the organizational structure

Selecting the best organizational structure of a finite number of alternatives is done by the FMM (Fuzzy Multicriteria Methodology) system for decision support.

The proposed algorithm based on the FMM system for decision support, which ranks up to 50 alternatives, takes into account no more than 30 criteria [17]. The Exit and FMM and the ranks alternatives according to different indices of pessimism-optimism of a minimum level of optimism to the fullest.

Selection of the organizational structure of a logistics battalion

Logistics Battalion is the basic unit located within brigade units. It is formed from the units of logistic services and related general units. The unit carries out the tasks of logistic support within the jurisdiction of Brigade.

A hypothetical example of the organizational structure of a Logistics Battalion is given and the model is explained.

Concluding remarks

In designing an organizational structure, it is necessary to allocate resources in hierarchical structured business systems with special emphasis on the fuzziness and uncertainty of time necessary to carry out certain functions, tasks and activities. The above uncertainty and fuzziness of time is conditioned by the experience, motivation, equipment, work place, the necessary resources for the work, expertise, etc., to do the job.

A fuzzy logic system based on the approximate reasoning algorithm allows the optimization of time and associated time needed to carry out certain functions, tasks and activities with the experience, motivation, equipment, work place, the necessary resources for the work and expertise to do the job.

A model is presented for reducing the subjective impact of the design of organizational solutions, improving the methodology of designing organizational structures. Since dynamic changes in the modern life require systems to change and adapt constantly, it is necessary to accelerate and facilitate operations of bodies working in system organizations and to achieve better efficiency in the studied system functioning through the selection of appropriate job-performers with necessary skills and resources to work.

Key words: design of the organisational structure, fuzzy logic, organisational structure, multicriteria decision making

Datum prijema članka: 13. 12. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 17. 01. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 19. 01. 2011.

OCENJIVANJE I IZBOR PROJEKATA PRIMENOM ANALIZE TROŠKOVI – EFEKTI I VIŠEKRITERIJUMSKE ANALIZE

Petrović Č. *Nikola*, Visoka poslovna škola strukovnih
studija, Čačak,

Đedović N. *Branko*, Fakultet za menadžment, Novi Sad,

Petrović N. *Dragana*, Visoka poslovna škola strukovnih
studija, Čačak

DOI:10.5937/vojtehg1203168P

OBLAST: operaciona istraživanja
VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

Sa raspadom bivše jugoslovenske zajednice bitno su smanjene potrebe Vojske Srbije za sredstvima ratne tehnike. Kapacitete koji premašuju obim i strukturu tih potreba i za koje bi izvozno usmerena proizvodnja bila ekonomski neodrživa trebalo bi preusmeriti na proizvodnju proizvoda obične potrošnje. Mogućnosti za takvo preusmeravanje bi se znatno uvećale ukoliko bi se sledila praksa razvijenih zemalja, koje se opredeljuju za projekte višenacionalnog karaktera i kooperativnu proizvodnju složenih borbenih sredstava. Takva orijentacija odgovarala bi politici odbrane zasnovane na odvratanju, što je strateško opredeljenje naše zemlje. Osim toga, samostalnost u proizvodnji održiva je samo za najuži krug sredstava naoružanja i vojne opreme (NVO) – za sredstva za koja se postiže potpuna ekonomija obima proizvodnje i za koja postoji mogućnost izvoza.

Cilj rada je ukazivanje na potrebu analize društveno-ekonomske opravdanosti zajedničkog razvoja i proizvodnje složenih sredstava NVO sa zemljama iz bližeg i šireg okruženja ukoliko se, na taj način, ne dovodi u pitanje bezbednost zemlje, kako trenutna, tako i održiva bezbednost. Analiza je koristan instrument ne samo u proceni prihvatljivosti zahvata već i u izboru najbolje varijante od više varijanata sadržanih u projektu.

Efekte koristi društva od uvođenja u upotrebu složenih borbenih sistema nemoguće je u potpunosti monetizovati, zbog čega se za ocenu isplativosti ulaganja koristi analiza troškova i efekata i višekriterijumska analiza.

Ključne reči: naoružanje i vojna oprema (NVO), investicioni projekti, investicione varijante, životni ciklus, upravljanje projektima, analiza troškova i efekata, višekriterijumska analiza, cost – benefit analiza, kriterijum, ponder.

Uvod

Odvraćanje od agresije spolja i ugrožavanja zemlje iznutra najefikasnije se ostvaruje neprekidnim povećanjem stabilnosti svih segmenata društva. Odnosno, bezbednost svake zemlje značajno korespondira sa unutrašnjom stabilnošću. Ukoliko se razvoj zemlje ostvaruje u suprotnom, negativnom pravcu, odvrćanje od ugrožavanja bezbednosti može da se ostvari jačanjem njene odbrambene sposobnosti. Takav zaključak veoma ubedljivo potvrđuje primer bivše Jugoslavije.

Sa raspadom jugoslovenske zajednice bitno su redukovane potrebe Vojske Srbije za sredstvima ratne tehnike (kvantitativno i vrednosno izražene), a smanjene su i mogućnosti izvoza tih sredstava. S obzirom na to, viškove kapaciteta, koji premašuju obim i strukturu proizvodnje koja bi se ostvarivala samostalno ili u saradnji sa drugim zemljama i, uz to, nemaju izgledne izvozne mogućnosti, trebalo bi preusmeriti na proizvodnju proizvoda obične (civilne) potrošnje. Efekti takve preorijentacije odrazili bi se u vidu ušteda u budžetu, tj. moglo bi da usledi značajnije rasterećenje privrede. Ako ne krenemo tim putem i dalje ćemo se suočavati s problemima nezaposlenosti radne snage i nedovoljnom iskorišćenošću kapaciteta vojne industrije, odnosno sa zahtevima njihovog održanja čak i pri najnižem stepenu angažovanja faktora proizvodnje (koji se manifestuju štrajkovima radnika, blokadom saobraćajnica i slično). Istovremeno, mnoge zapadne, ali i bivše socijalističke zemlje pristupile su prilagođavanju viškova proizvodnih potencijala tih preduzeća tržišnim uslovima proizvodnje. Takođe, u visoko razvijenim zemljama ostvaruje se proces standardizacije i redukovanja duplirane proizvodnje u naoružanju. Takva praksa je umnogome u suprotnosti sa nastojanjima bivše Jugoslavije da ostvaruje autarhičan razvoj i proizvodnju naoružanja i vojne opreme – NVO (koncept samodovoljnosti).

Ukoliko bi i Srbija prešla na višenacionalne projekte uvećali bi se viškovi kapaciteta vojne industrije. Sa takvom preorijentacijom ne samo da bi se ostvarilo racionalnije korišćenja resursa (koji su u slučaju naše zemlje veoma ograničeni, pre svega u finansijskom i tehnološkom pogledu) već i efekti štednje – po osnovu ekonomije obima proizvodnje. S nižim troškovima po jedinici proizvoda povećala bi se konkurentnost proizvodnje, odnosno mogućnost prodaje na svetskom tržištu. Na kraju, orijentacija na zajednički razvoj i proizvodnju NVO odgovara politici odbrane sadržane u odvrćanju – što je naše trajno strateško opredeljenje. Poverenje koje bi se izgrađivalo u toku razvoja i proizvodnje NVO moglo bi da bude pouzdan činilac odvrćanja, ali i učvršćivanja sopstvenog saznanja da Vojska Srbije može uspešno da parira agresivnim akcijama spolja. Zatim, izradi planova razvoja i opremanja mora da prethodi analiza sredstava NVO za čiji se razvoj i proizvodnju opredeljujemo:

- a) potpuno samostalno, korišćenjem domaćih namenskih kapaciteta;

b) potpuno samostalno, uz angažovanje preduzeća civilnog sektora (ugovorni odnos);

c) u saradnji sa drugim zemljama;

d) iz uvoza.

Samostalnost u proizvodnji održiva je samo kada je reč o najužem krugu ratnih sredstava za koja se postiže potpuna ekonomija obima proizvodnje i za koja postoji mogućnost izvoza. Treba uzimati u obzir i činjenicu da su ekonomske mogućnosti društva toliko limitirane da je sve manje moguće širenje asortimana proizvodnje složenih sredstava NVO s osloncem na sopstvene snage. Za složenija ratna sredstva koja želimo da uvodimo rešenja bi trebalo tražiti u zajedničkom razvoju i proizvodnji sa drugima, pre svega sa razvijenim zemljama Evrope. Analizom se može doći i do saznanja da je racionalniji uvoz od takve kooperativne proizvodnje ako se potrebe Vojske zadovoljavaju malim brojem sredstava ratne tehnike. Analiza treba da pomogne i sagledavanju doprinosa svakog preduzeća vojne industrije tehničkoj modernizaciji Vojske i njihove pozicije u budućnosti.

Čini se da su dosadašnja zalaganja za popravljjanje položaja tih preduzeća bila umnogome pogrešna. Izvesno poboljšanje njihove pozicije moglo se ostvarivati smanjenjem poreskih i drugih davanja, liberalnijom kreditnom politikom itd. Međutim, problemi preduzeća vojne industrije izazivaju snažan pritisak na vojni budžet. Trajna rešenja moraju se tražiti i u izmeni proizvodnog programa pojedinih preduzeća ili delova preduzeća vojne industrije – u prelasku na klasičnu robnu proizvodnju. Naravno, taj proces ne može da se ostvari bez aktivne uloge države.

Izboru novih sredstava NVO, kako onih koja ćemo proizvoditi samostalno, tako i onih koja ćemo proizvoditi u saradnji sa drugim zemljama, prethode određene analize kojima treba da se potvrdi njihova odbrambena opravdanost. Analiza treba da pomogne i nadležnim organima države u odlučivanju o finansijskoj podršci projekata razvoja i proizvodnje sredstava značajnih za bezbednost i sveukupni razvoj zemlje. U razvoju i proizvodnji novih sredstava NVO ne mogu se uvažavati samo opasnosti (spoljne i unutrašnje) po bezbednost već i ekonomske mogućnosti zemlje. Analiza treba da pokaže koliko to sve košta: koliki su troškovi investitora (interni troškovi) i društva u celini (eksterni troškovi). Osim procene troškova, treba proceniti i koristi: individualne (preduzeća) i društvene. Analiza je koristan instrument u proceni prihvatljivosti i neprihvatljivosti zahvata, odnosno doprinosi nalaženju najboljeg rešenja:

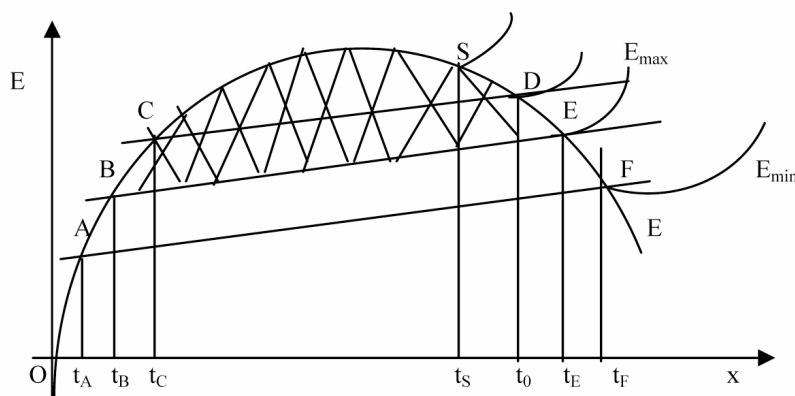
- izboru odgovarajuće varijante rešenja, ukoliko je reč o više varijanta projekata, i
- odluci za jednu od alternativa (sa zahvatom ili bez zahvata).

Značaj i nužnost finansiranja investicija putem projekata

Reč *investicija* potiče od latinske reči *investitio* i odnosi se na sve finansijske izdatke za nabavku sredstava za proizvodnju, tj. na pretvaranje finansijskih sredstava u realna materijalna dobra. To su ulaganja u povećanje osnovnih i obrtnih sredstava i u zamenu dotrajalih sredstava za rad, odnosno u određeni poslovni poduhvat (izgradnja novih proizvodnih kapaciteta i rekonstrukcija, zamena i modernizacija postojećih proizvodnih kapaciteta).

Motivi ulaganja u nove investicije razlikuju se u preduzećima materijalne proizvodnje i delatnostima proizvodnje netržišnih usluga. U tržišno orijentisanim preduzećima ulaže se u slučajevima kada tražnja za proizvodima (uslugama) nije zadovoljena ili radi povećanja nivoa tehničke opremljenosti i produktivnosti rada, dok su ulaganja u javne delatnosti prvenstveno neekonomski motivisana: razvoj školstva, zdravstva, sistema odbrane i slično.

U svom životnom ciklusu, preduzeće ulazi u periodične faze rasta i razvoja, a nije isključena ni mogućnost njegovog nestanka sa ekonomske scene. Da bi se održalo na tržištu i osiguralo ekonomski opstanak, preduzeće izrađuje i realizuje investicione projekte na kratak, srednji i dugi rok. Na grafičkom prikazu faza u razvoju preduzeća slikovito je ukazano na kritične tačke koje upozoravaju menadžment preduzeća na potrebu ulaganja u investicione projekte:



Grafički prikaz 1 – Faze razvoja preduzeća
Graphic illustration 1 – Stages in the development of enterprises

Iz faze rasta i razvoja preduzeće ulazi u zonu maksimalne efikasnosti (šifrirano polje). Iako se nalazi u toj zoni, tačka S je prva u nizu kritičnih tačaka. Odatle se nastavlja silazna putanja preduzeća, što upućuje na potrebu da se dalje razvija na osnovu ulaganja u investicione projekte.

Ostale tačke u nizu, posle tačke S, još su kritičnije. Tačka D je u polju, ali i na izlazu iz polja maksimalne efikasnosti. Ona je najozbiljnije upozorenje za početak izrade predinvesticione studije, jer do tačke E treba ne samo izraditi varijante rešenja već i sprovesti najpovoljniju varijantu iz projekta.

U poslednjoj, kritičnoj tački F preduzeće ostvaruje minimalnu efikasnost, i tada je nerealno svako razmišljanje o njegovom daljem razvoju. Primerenije je, u toj situaciji, umesto pokušaja budućeg razvoja, da se radi na programu sanacije i stečaja preduzeća.

Projekat je poduhvat koji se realizuje u predstojećem, kraćem ili dužem, vremenskom periodu radi ostvarivanja određenih ciljeva, polazeći od zahteva maksimiranja ukupnih koristi i minimiranja ukupnih ulaganja i troškova [13]. Putem projekata, ekonomski subjekti nastoje da ostvare proizvodnju: 1) realnog materijalnog dobra (materijalne usluge) ili 2) određene nematerijalne usluge. U prvom slučaju najčešće je reč o biznis projektima koji se realizuju u delatnostima tržišne (materijalne) proizvodnje i koji su po prirodi manje složeni, sa manje angažovanih učesnika i resursa i sa manjim troškovima. U drugom slučaju u pitanju su investicioni projekti (u delatnostima netržišne – nematerijalne proizvodnje) čije su glavne karakteristike: dugotrajnost, veliki broj učesnika, znatni resursi i znatna finansijska sredstva [2]. Ishod realizacije projekta u oba slučaja jesu koristi, koje su često praćene brojnim rizicima i neizvesnostima u pogledu: vremena fizičke realizacije, visine ulaganja, troškova koji se u vezi s poduhvatom podrazumevaju tokom perioda eksploatacije i slično. Rizici i neizvesnosti su utoliko veći ukoliko ekonomski subjekti posluju u nestabilnim makroekonomskim uslovima, kao što su: visoka inflacija, nestabilnost deviznog kursa, nesigurnost kamatnih stopa, privredno-sistemska i pravna nesigurnost itd. U takvim uslovima realizacije projekta potrebno je da se očekivane koristi suče sa:

- ulaganjima (izgradnja objekata, nabavka i montaža opreme – domaće i uvozne, obuka kadrova i slično), koja su najčešća u prvoj godini realizacije projekta;
- troškovima (materijal, amortizacija, zarade itd.), koji se procenjuju za čitav period eksploatacije projekta.

Osim toga, projekat sadrži više potprojekata, brojne faze, podfaze i aktivnosti, pa se podrazumeva da će se u njihovu realizaciju uključiti veliki broj učesnika. Otuda potreba za upravljanjem projektima.

Upravljanje realizacijom projekta

Upravljanje projektom predstavlja u praksi potvrđen koncept koordinacije brojnih učesnika i njihovih aktivnosti da bi se projekat realizovao planski, za najkraće vreme i uz minimalni utrošak resursa, ali i uz minimalne troškove [3].

Značajna pretpostavka efikasnog upravljanja projektom (osim uspostavljanja efikasnog menadžmenta, savremene organizacije procesa rada, kvalitetnog računovodstvenog i ukupnog informacionog sistema preduzeća) jeste planiranje realizacije projekta. Sadržaj planiranja čini:

1. raščlanjavanje projekta na elemente, tj. na više potprojekata, koji se raščlanjuju na više faza, odnosno podfaza, procesa i potprocesa, do nivoa radnih zadataka;

2. izračunavanje (procena) vremena potrebnog za izvršenje svake pojedinačne faze projekta i vremena potrebnog za završetak celokupnog projekta;

3. izračunavanje (procena) resursa potrebnih za realizaciju svake faze i projekta u celini.

Upravljanje se planira kroz izradu globalnog (strateškog) i detaljnih (operativnih) planova rada. Ti planovi sadrže odgovore na pitanja o tome šta da se radi, za koliko vremena i sa kojim resursima. Globalni planovi služe menadžmentu preduzeća za potrebe upravljanja projektima, a operativni planovi omogućavaju rukovodiocu projekta i projektnom timu da prate i kontrolišu realizaciju svake faze projekta. Osim tih, postoje i drugi planovi prema elementima projekata: vremenu (vremenski planovi realizacije svake faze i projekta u celini) i resursima (planovi resursa svake faze i celog projekta).

Za planiranje vremena i resursa koriste se određene metode, kao što su: gantogrami i metode mrežnog planiranja, od kojih se najčešće koriste PERT i CPM metoda. Te metode se zasnivaju na grafičkom prikazu svih planiranih aktivnosti, određivanju redosleda i detaljnoj analizi vremena trajanja pojedinih aktivnosti u projektu, tako da je plan grafička slika realizacije projekta. Ako se kombinuju gantogrami i mrežni planovi i dosledno realizaciju, umnogome se može garantovati uspešan završetak projekta.

Da bi se pristupilo izradi vremenskih planova realizacije projekta neophodno je da se projekat podeli na više manjih celina (faze). Za svaku fazu se mora utvrditi vreme početka i završetka, a to znači i da sve one moraju da budu u određenoj vremenskoj međuzavisnosti.

U realizaciji investicionih projekata učestvuju više subjekata [4], kao što su:

- *investitor* – *naručilac* koji finansira projekat. To može da bude fizičko ili pravno lice za koje se projekat realizuje;

- *izvođač* – *fizička i pravna lica* koja investitor odabere za realizaciju projekta. Njihova međusobna prava i obaveze regulišu se ugovorom;

- *podizvođač* – fizička i pravna lica koja angažuje izvođač za određene radove. Njihova prava i obaveze takođe se regulišu ugovorom;

- *projektant* – preduzeće ili pojedinac koji izrađuje projektnu dokumentaciju i obavlja stalni projektantski nadzor. Stručni nadzor se sprovodi radi provere kvaliteta, standarda propisa, tehničkih normativa i slično. Projektanta angažuje investitor u toku realizacije projekta u svim fazama;

- *nadzorni inženjer*, koji obavlja nadzor tokom izvođenja radova na objektu i prijem radova;

- *inspekcijski nadzor*, koji se obavlja radi kontrole propisa na osnovu kojih građevinski inspektor reguliše izgradnju objekata.

Preciziranjem prava i obaveza svih učesnika u investicionom projektu (zasnovanom na zakonu) pojednostavljuje se upravljanje projektom i poboljšava i omogućava ostvarivanje ciljeva projekta u predviđenom vremenu i sa predviđenim troškovima.

Za upravljanje realizacijom dugotrajnih projekata sve češće se formira jedan ili više projektnih timova (na čijem čelu su rukovodioci projekta), i to u vidu zasebnih organizacionih jedinica, sa isključivim zadatkom da se angažuju na realizaciji određenih projekata. Reč je o raznim vrstama projekata: investicionim, istraživačko-razvojnim, obrazovnim, odbrambenim i drugim.

Dvojni robni karakter proizvoda vojne industrije

Isplativost projekata razvoja i proizvodnje proizvoda vojne industrije ne može se procenjivati isključivo sa ekonomskog aspekta. Reč je o proizvodima specifične namene koji u razmerama nacionalne ekonomije bilo koje zemlje u svetu nemaju robni karakter u klasičnom značenju. Formiranje cena tih proizvoda na domaćem i svetskom tržištu odstupa od obrazaca po kojima se formiraju cene proizvoda obične potrošnje. Razlog za to je činjenica da je opremanje savremenim sredstvima ratne tehnike odgovor na opasnosti po bezbednost zemlje.

Budući da proizvodi vojne industrije nemaju klasičan robni karakter, opravdana je institucionalizacija tih preduzeća kao državnih preduzeća. Ona, za razliku od drugih preduzeća robnih proizvođača, istovremeno posluju u uslovima nepotpune konkurencije i na strani ponude i na strani tražnje. Iako se na strani ponude pojavljuju kao jedini proizvođači određene vrste proizvoda, preduzeća vojne industrije nemaju monopolsku poziciju jer na strani tražnje ne postoji mnoštvo kupaca. Ni pozicija države kao isključivog kupca na domaćem tržištu (najčešće se Ministarstvo odbrane pojavljuje kao jedini kupac) ne može se nazvati monopsonom zato što je koncentracija ponude kod jednog prodavca. Pošto ta preduzeća ostvaruju ukupan prihod u modifikovanim tržišnim uslovima privređivanja, formiranje cena njihovih proizvoda mora se zasnivati na realnom, kalku-

lativnom modelu formiranja cena. To je model u kojem se uvažavaju svi troškovi faktora proizvodnje i dobit u minimalnom iznosu. Ako zbog neostvarivanja budžetskih proporcija dolazi do odstupanja stvarnih isporuka NVO od planskih projekcija i ugovorenih količina, socijalizacija troškova i dobiti ima potpuno je opravdana, jer se u takvim uslovima krivica za nezaposlenost kapaciteta ne može pripisati preduzećima vojne industrije.

Bez obzira na sve specifičnosti NVO kao robe, pozicije preduzeća vojne industrije na tržištu nisu identične. Naime, može se govoriti o dvojnem robnom karakteru proizvoda te grane industrije:

1. *Prvu grupu sredstava čine složena borbeno sredstva* čiji se razvoj i proizvodnja ostvaruju uz značajnu finansijsku podršku države. Odgovornost za finansiranje njihovog razvoja i za zaposlenost kapaciteta do nivoa planiranih potreba Vojske mora preuzeti naručilac tih sredstava. I ne samo to. Država mora da preuzme odgovornost i za zaposlenost ukupno raspoloživih kapaciteta namenjenih za proizvodnju složenih borbenih sistema jer je prodor na svetsko tržište (na kojem vlada nemilosrdna konkurencija, često politički motivisana) izuzetno težak, gotovo nemoguć bez podrške državnih organa.

Razvoj i proizvodnja složenih sistema ne mogu da se ostvare bez značajnog angažovanja novčanih sredstava, a preduzeća nisu u stanju da ih obezbede samostalno, bez podrške države. Međutim, nerealno je očekivati i podršku države ukoliko za to ne postoje ekonomske mogućnosti. Problem se još više produbljuje zato što opasnosti po bezbednost nisu istosmerne sa stanjem u ekonomiji zemlje. One se povećavaju s pogoršanjem ekonomske situacije, zbog čega se ulazi u začarani krug: s regresivnim ekonomskim razvojem smanjuju se mogućnosti finansiranja proizvodnje novih, složenih borbenih sredstava, a povećavaju se aspiracije vezane za unutrašnje i spoljno ugrožavanje. Što je zemlja manja i nerazvijenija, limitiranije su mogućnosti jačanja odbrambene sposobnosti kao činioca odvratanja od svih vidova njenog ugrožavanja. A upravo je u ekonomskom razvoju sadržan materijalni okvir bezbednosti. Na sve usporenijem privrednom rastu, siromašnjoj materijalnoj osnovi i razarajućem dejstvu inflacije na životni standard i moral stanovništva nerealno je zasnivati bilo kakva dugoročna očekivanja u vezi sa stabilizacijom društva i jačanjem bezbednosti zemlje. U nerazvijenim zemljama naglašenija je potreba za rigoroznom selekcijom ciljeva i prioriteta u opremanju vojske sredstvima ratne tehnike, pa negativne posledice pogrešno definisane i u praksi sprovedene strategije razvoja vojne industrije mogu biti veće i dugoročnije od posledica eventualnog nedonošenja strategije. Ako ni zbog čega drugog, onda zbog toga što su pogrešno i nepovratno utrošeni ograničeni ekonomski resursi. Sve to može da bude uzrok dugoročnog i nenadoknadivog zaostajanja i povećanja jaza u opremljenosti vojske savremenim sredstvima, što može da pokrene namere za trajnije ugrožavanje bezbednosti zemlje.

Na razvoj i proizvodnju složenih sredstva upućene su i nerazvijene zemlje, kao što je i Srbija. U našem užem i širem okruženju niko se nije odrekao armije, a ostvaruje se i proces kontinuiranog naoružavanja. Sve to, zajedno sa opasnostima od ugrožavanja zemlje iznutra, potvrđuje opravdanost jačanja sistema odbrane naše zemlje kroz tehničku modernizaciju i selektivan pristup projektima razvoja i proizvodnje složenih sistema. Efekte koristi društva od uvođenja u upotrebu tih sistema nemoguće je u potpunosti monetizovati, na primer povećanje dometa, preciznosti gađanja i slično. Zbog toga se za ocenu isplativosti ulaganja i izbor projekata razvoja velikog broja složenih sistema koriste *analiza troškova i efekata* (*Cost-effectiveness analysis – CEA*) i *višekriterijumska analiza* (*Multi-criteria analysis – MCA*).

2. *Drugoj grupi pripadaju ostala sredstva (lako naoružanje, municija različite namene i kalibra, eksploziv, vojna oprema i slično)*, tj. proizvodi koji imaju široku primenu u vojsci, policiji i kod građana. Cene te grupe proizvoda formiraju preduzeća proizvođači pod snažnim uticajem cena na svetskom tržištu. Ponuda druge grupe sredstava na svetskom tržištu je velika, ali ne zaostaje ni tražnja, jer imaju visok nivo potrošnje. U kupoprodajnim poslovima, u kojima se država javlja kao kupac, te cene su u režimu saglasnosti, što ukazuje da je arbitražnost države u pogledu formiranja cena mnogo manje izražena nego u slučaju formiranja cena prve grupe proizvoda. Otuda se može zaključiti da su razvoj i proizvodnja prve grupe sredstava pod neposrednim uticajem države, bez čije se finansijske podrške, gotovo po pravilu, ne mogu realizovati. To nije slučaj sa sredstvima iz druge grupe, čiji se razvoj i proizvodnja ostvaruju prevashodno sa osloncem na vlastite snage preduzeća vojne industrije, a sredstva koja nedostaju obezbeđuju se iz kreditnih sredstava poslovnih banaka.

Bez obzira na navedeno, projekti razvoja i proizvodnje druge grupe sredstava podležu proceni isplativosti, a kao naručioci tih projekata pojavljuju se sama preduzeća vojne industrije. Ocena i izbor projekata ostvaruju se na osnovu primene *Cost-benefit analize*. Za razliku od projekata prve grupe sredstava, čiji se efekti (u vidu koristi i šteta) uopšte ne mogu novčano vrednovati, koristi i štete od projekata razvoja ostalih sredstava mogu da se monetizuju. Ta analiza je sprovodljiva upravo za ocenu i izbor projekata razvoja složenih borbenih sistema ukoliko se svi očekivani efekti mogu monetizovati. Odnosno, *cost-benefit analiza* se sprovodi samo kao potpuna, i to u slučaju da se mogu novčano izraziti sve društvene koristi i troškovi. Čak i u uslovima kada je moguće obuhvatiti većinu društvenih koristi treba koristiti analizu troškova i efekata (*CEA*), a ne *Cost-benefit analizu* (koja je mnogo skuplja i potrebno je duže vreme za obradu).

Analiza troškova i efekata

Analiza troškova i efekata koristi se kao alternativa za Cost–benefit analizu: za ocenu i izbor projekata za koje je moguće predvideti troškove, ali se koristi ne mogu precizno proceniti. U takvim slučajevima, projekti se ocenjuju samo na osnovu procene očekivanih troškova. Reč je o projektima u oblasti obrazovanja, nauke, kulture, zdravstva, odbrane itd. Za ocenu isplativosti takvih projekata koriste se pokazatelji koji su izraženi troškovima po jedinici proizvoda ili po jednom korisniku:

- u obrazovanju: troškovi obrazovanja po studentu;
- u zdravstvu: troškovi lečenja po pacijentu;
- u odbrani: troškovi istraživanja i proizvodnje izraženi po jedinici proizvoda itd.

U oblasti istraživanja i razvoja složenih alternativnih novih sredstava NVO uputnije je sprovođenje CEA od Cost–benefit analize s obzirom na efekte (koristi) koji se mogu očekivati uvođenjem tih sredstava. Tako se koristi mogu izraziti [5] u vidu:

- povećanja stepena zaštite života ljudi ili povećanja vatrene moći (brzina gađanja, krajnji domet, uspešnost uništavanja žive neprijateljeve sile i vatrenih sredstava);
- smanjenja mase oružja;
- povećanja transportnih mogućnosti i pokretljivosti;
- smanjenja potrošnje goriva;
- povećanja stepena zaštite tajnosti;
- povećanja stepena odvrćanja od ugrožavanja bezbednosti zemlje spolja i iznutra, i slično.

Čak i kada bi mogli pouzdano da se procene izvozne mogućnosti za nova sredstva NVO, takvi podaci ne bi verno odražavali njihovu korisnost. Ocena isplativosti ulaganja u razvoj novih sredstava mora da se zasniva na domaćim potrebama (potrebe tehničke modernizacije Vojske i povećanja njene ukupne efikasnosti), a podaci o tržišnoj valorizaciji putem izvoza imaju drugostepeni značaj. Zbog specifičnosti tržišta NVO, podaci o tržišnoj valorizaciji ne mogu verno da odraze korisnost tih proizvoda različitih taktičko-tehničkih karakteristika, niti mogu da ukažu na stvarne potrebe vezane za tehničku modernizaciju Vojske.

Međutim, problem nastaje zbog toga što se efekti (korist) od projekata razvoja novih sredstava NVO teško mogu monetizovati. Naime, ne može se odrediti novčana vrednost rezultatima koji se izražavaju u povećanju vatrene moći, pokretljivosti, stepena odvrćanja od ugrožavanja bezbednosti itd. – koristi od uvođenja novog sredstva mogu novčano da se izraze kroz smanjenje potrošnje goriva. Sigurno je da će podršku društva dobiti i svi projekti razvoja složenih borbenih sistema čiji se troškovi potpuno, ili njihov najveći deo, anuliraju kroz smanjenje brojnog stanja pripadnika Vojske, uz zahtev da se takvim postupkom ne umanjuje odbrambena sposobnost zemlje.

Svaka tehnička modernizacija ne mora, kao po nekom pravilu, da bude uslovljena smanjenjem brojnog stanja pripadnika Vojske. Taj kriterijum pokazuje najveću ograničenost za vreme rata i u periodu ratne opasnosti. Međutim, taj kriterijum se ni tada ne može ignorisati u ekspertskom ocenjivanju projekata razvoja, kada se, osim tog, koriste i drugi kriterijumi.

Potreba ostvarivanja (u granicama mogućeg i dopuštenog, zavisno od bezbednosne situacije) recipročnog smanjenja brojnog stanja i povećanja troškova tehničke modernizacije proizilazi iz činjenice da se projekti razvoja novih sredstava NVO ne mogu ostvariti bez ulaganja zamašnog dela novčanih sredstava, koja će društvo sve teže obezbeđivati u vidu povećanja vojnog budžeta. Ekonomske mogućnosti zemlje limitiraju tržišnu i netržišnu proizvodnju, odnosno potrošnju. To nije princip, već logično ponašanje: ne može se od društva uzeti ono čega nema, pa se želje i potrebe moraju usklađivati s realnim ekonomskim mogućnostima zemlje.

Proizvodna preduzeća se rukovode potrebom ostvarivanja dobiti pri donošenju odluke o eliminisanju ili zadržavanju postojećeg poslovnog segmenta: proizvoda, usluge, proizvodnog pogona, proizvodne linije i sl. [6]. Međutim, preduzeća vojne industrije ne ponašaju se kao robni proizvođači u klasičnom smislu. Pri izboru jedne od ponuđenih varijanata rešenja razvoja novog sredstva neophodno je da se utvrde troškovi sredstava i proceni njihova relativna efiksnost. Na primer, ako se pođe od pretpostavke da za rešenje određenog problema u oblasti protivvazdušne odbrane postoji mogućnost razvoja novog sredstva NVO kojim bi moglo da se zameni sredstvo u upotrebi, slabijih karakteristika, pitanje isplativosti novog sredstva, odnosno dilema da li da se preduzme projekat razvoja novog sredstva ili da se ništa ne čini, tj. da se ostane pri postojećem rešenju, rešava se izračunavanjem CEA pokazatelja. Do CEA pokazatelja dolazi se izračunavanjem razlike između koristi i troškova varijanata projekta koje su predmet upoređivanja. Taj pokazatelj se koristi i za poređenje varijanata projektnih rešenja. Tako se može postaviti pitanje zamene postojećeg sredstva NVO novim sredstvom iste namene. U tom smislu mogu se identifikovati dve varijante projekta, sa različitim tehničkim i eksploatacionim karakteristikama sredstva (u odnosu na sredstvo koje je u upotrebi):

- 1. varijanta projekta: veća vatrena moć, veće transportne mogućnosti i manja pokretljivost;
- 2. varijanta projekta: manja vatrena moć, manje transportne mogućnosti i veća pokretljivost.

Da bi se odgovorilo na pitanje koja je varijanta projekta prihvatljiva, ili treba da se ostane pri postojećem rešenju, neophodno je da se uporede sve mogućnosti. Zbog toga se pristupa izračunavanju CEA pokazatelja:

$$CE_{12} = \frac{C_1 - C_2}{E_1 - E_2} = \frac{\Delta C}{\Delta E}, \quad (1)$$

gde su:

C_1 – troškovi prvog projekta,

C_2 – troškovi drugog projekta,

E_1 – koristi od prvog projekta,

E_2 – koristi od drugog projekta,

ΔC – razlika u troškovima između projekata,

ΔE – razlika u koristima između projekata.

Troškovi varijanata se, kao i u slučaju Cost–benefit analize, mogu precizno proceniti, za razliku od koristi. Reč je o projektima čije se sve koristi ne mogu novčano izraziti, mada se većina može monetizovati. Uvek kada je u pitanju gruba procena koristi prikladnije je da se, umesto Cost–benefit analize, koristi CEA analiza.

Iz različitih karakteristika sredstva NVO proizilaze razlike u troškovima i koristima u varijantama rešenja. Ako se pretpostavi da je 1. opcija „da se ništa ne preduzima“, postojeći troškovi proizvodnje po jedinici proizvoda u upotrebi iznose 410.000 din., a koristi – 420.000 din. Troškovi i koristi u 2. opciji (prve varijante projekta razvoja novog sredstva) iznose 430.000 din., odnosno 460.000 din. Troškovi i koristi 3. opcije (drugi projekat) jesu najveći (500.000 din.), ali su i koristi najveće (760.000 din.), što je prikazano u tabeli 1:

Tabela 1

Table 1

Troškovi i koristi alternativnih rešenja
Costs and benefits of the alternative solutions

Opcije	Troškovi po jedinici proizvoda	Koristi po jedinici proizvoda	Dodatni troškovi (ΔC)	Dodatne koristi (ΔE)	Odnos $\frac{\Delta C}{\Delta E}$
1.	410.000	420.000	/	/	0,97
2.	430.000	460.000	20.000	40.000	0,50
3.	500.000	760.000	70.000	300.000	0,23

Dilema da li da se ostane pri postojećem rešenju (prvi pristup) ili se treba opredeliti za 2. ili 3. opciju može da se razreši izračunavanjem CEA pokazatelja ($\Delta C/\Delta E$). Izraz $\Delta C/\Delta E$ za 1. opciju utvrđen je kao količnik ukupnih troškova i koristi od te opcije ($410.000 : 420.000 = 0,97$). Za svaku sledeću opciju dodatni troškovi i koristi utvrđeni su poređenjem sa troškovima i koristima prethodne varijante. Dodatni troškovi 2. opcije utvrđeni su kao razlika troškova tog i prethodnog rešenja ($430.000 - 410.000 = 20.000$). Isti je pristup bio i prilikom izračunavanja dodatnih koristi ($460.000 - 420.000 = 40.000$).

U analiziranom slučaju prva opcija je najnepovoljnija jer ima najnepovoljniji odnos troškova i koristi. Ukoliko bi se ostalo pri postojećem rešenju (1. opcija), odnos troškova i koristi (0,97) znatno je veći od istog parametra za drugu i treću opciju. Budući da ima najpovoljniji odnos troškova i koristi, treća opcija je najprihvatljivija, pa se dalje ne razmatraju 1. i 2. pristup.

Višekriterijumska analiza

Za Cost–benefit analizu karakteristično je da se koriste obračunske cene i konverzioni faktori i da se prilikom ocenjivanja i izbora projekta uvažava samo jedan kriterijum: maksimiranje društvenih koristi. Međutim, ima projekata koji se ne mogu oceniti primenom obračunskih cena i konverzionih faktora jer se ne mogu novčano izraziti sve koristi od projekta. Istina, monetizacija nekih njihovih karakterističnih osobina lako je izvodljiva (povećanje mase, smanjenje potrošnje goriva, povećanje stepena pouzdanosti sredstava i slično). U takvim slučajevima, ocena i izbor najpovoljnijeg alternativnog rešenja mogu se izvršiti primenom višekriterijumske analize (MCA).

Izboru i oceni projekta putem MCA analize prethode identifikovanje ciljeva i definisanje odgovarajućih kriterijuma za merenje stepena realizacije tako formulisanih ciljeva. Uz to, neophodno je da se utvrdi relativni značaj svakog cilja i kriterijuma. „Činjenica da predlagač projekta može samostalno da definiše ciljeve i kriterijume, kao i njihov relativni značaj, otvara prostor za subjektivnost, što je osnovni nedostatak MCA“ [7].

Ako se pretpostavi da Ministarstvo odbrane razmatra celishodnost zamenene postojećeg borbenog sistema novim, savremenijim sistemom, osim opcije „ne preduzimati ništa“, osnova za tu procenu su i dva projekta (opcije) razvoja novog sredstva (u odnosu na sredstvo u upotrebi). Da bi se između ta tri moguća rešenja izabralo prihvatljivo, neophodno je da se pođe od ciljeva koji se na osnovu projekta žele ostvariti i od kriterijuma, tj. karakterističnih osobina sredstva (opisanih u okviru CEA analize). Polazeći od relativnog značaja tako definisanih kriterijuma, predlagač projekta (institut ili određena organizacijska jedinica Generalštaba kao taktički nosilac) utvrđuje njihove pondere (tabela 2).

Tabela 2

Table 2

Ocena značaja kriterijuma
Estimation of the criterium importance

<i>Redni broj</i>	<i>Kriterijum</i>	<i>Ocena značaja kriterijuma</i>	<i>Ponder (relativni značaj) kriterijuma</i>
1.	Brzina i preciznost gađanja	100	0,22
2.	Domet	90	0,19
3.	Sigurnost funkcionisanja bez zastoja	85	0,18
4.	Transportne mogućnosti	80	0,17
5.	Pokretljivost	60	0,13
6.	Potrošnja goriva	50	0,11
Ukupno:		465	1,00

U tabeli su kriterijumi taksativno navedeni, saglasno ciljevima koji žele da se ostvare realizacijom projekta. S obzirom na to, predlagač projekta svakom kriterijumu dodeljuje odgovarajuću ocenu značaja. To čini na osnovu prethodno utvrđenog raspona u kojem može da se kreće ocena značaja kriterijuma (u našem primeru je od 0 do 100).

Nakon određivanja značaja svakog kriterijuma pristupa se utvrđivanju pondera, tj. relativnog značaja svakog kriterijuma prema ostalim kriterijumima. Ponderi se utvrđuju dovođenjem u odnos ocene svakog pojedinačnog kriterijuma sa zbirom svih ocena. Ponder za „brzinu i preciznost gađanja“ utvrđen je kao količnik 100 i 465; ponder za „domet“ izračunat je kao odnos izmepu 90 i 465 itd. Zbir svih tako dobijenih pondera mora da bude jednak jedinici. U nastavku analize treba da se ocene sve tri varijante sa stanovišta svakog pojedinačnog kriterijuma.

Tabela 3
Table 3

Ocena alternativa po svakom kriterijumu
Estimation of the alternatives per each criterium

Redni broj	Kriterijum	1. varijanta: „ne preduzimati ništa“	2. varijanta: projekat 1	3. varijanta: projekat 2
1.	Brzina i preciznost gađanja	10	100	50
2.	Domet	20	80	40
3.	Sigurnost funkcionisanja bez zastoja	20	70	90
4.	Transportne mogućnosti	50	100	60
5.	Pokretljivost	10	70	100
6.	Potrošnja goriva	10	60	20

Prva varijanta („ne preduzimati ništa“) ima najvišu ocenu za „transportne mogućnosti“, ali su ocene po 1. 5. i 6. kriterijumu veoma loše. Ocene treće varijante su po svakom kriterijumu više od ocena koje je dobila 1. varijanta. Ocene 2. varijante su po svim kriterijumima znatno veće nego za 1. i 3. rešenje, izuzev ocena za „pokretljivost“.

Na osnovu ocena dodeljenih svakom kriterijumu nije moguće precizno utvrditi ukupne koristi koje se mogu dobiti od svakog pojedinačnog pristupa. U zavisnosti od ukupne ocene, koja je utvrđena za svaku varijantu, izabraće se rešenje koje ima najvišu ocenu jer se od njega mogu očekivati najveće koristi. Ukupna ocena se izračunava množenjem ocena koje su pojedinačne varijante dobile po svakom kriterijumu (tabela 3) sa ponderima kriterijuma (tabela 2):

Tabela 4
Table 4Ponderisane ocene alternativa
Weighted estimations of the alternatives

Redni broj	Kriterijum	1. varijanta: „ne preuzimati ništa“	2. varijanta: projekat 1	3. varijanta: projekat 2
1.	Brzina i preciznost gađanja	2,2	22,0	11,0
2.	Domet	3,8	15,2	7,6
3.	Sigurnost funkcionisanja bez zastoja	3,6	12,6	16,2
4.	Transportne mogućnosti	8,5	17,0	10,2
5.	Pokretljivost	1,3	9,1	13,0
6.	Potrošnja goriva	1,1	6,6	2,2
Ukupno:		20,5	82,5	60,2

Najvišu ponderisanu ocenu ima 2. varijanta, odnosno projekat 1, a potom projekat 2. Najnižu ponderisanu ocenu ima prvi pristup, što znači da treba odustati od varijante „ne preduzimati ništa“. Predlagač projekta će, na osnovu izračunatih ocena, doneti odluku da se realizuje 1. projekat, tj. 2. varijanta, kao najbolji supstitut proizvoda u upotrebi. Međutim, predlagač (Ministarstvo odbrane, u saradnji sa Generalštabom) može, umesto za projekat 1, da se opredeli za projekat 2, iako ima nižu ukupnu ocenu od druge varijante. Razlog za takvu odluku može da bude finansijske prirode. Naime, sistem odbrane se dugoročno ne može razvijati bez uvažavanja ekonomskih (budžetske) mogućnosti zemlje. A što je zemlja manja i nerazvijenija, potrebe vezane za finansiranje odbrane su veće i znatno nadmašuju finansijske mogućnosti društva. Budući da se projekti razvoja NVO, prvenstveno složenih borbenih sistema, ne mogu ostvariti bez angažovanja zamašnog dela novčanih sredstava, to podrazumeva i povećanje vojnog budžeta. U slučaju nerazvijene zemlje, mogućnosti za povećanje vojne potrošnje veoma su male ili nikakve, pa bi se moglo pribeci restrikciji drugih vidova vojne potrošnje u korist tehničke modernizacije. Međutim, eventualnom preraspodelom sredstava vojnog budžeta problem bi mogao delimično da se reši, ali i to bi bio očigledan dokaz nerealnog planiranja i smišljenog naduvavanja pojedinih stavki u bilansu rashoda.

U slučaju naše, pa i bilo koje druge zemlje (uključujući i razvijene zemlje), ekonomske mogućnosti društva čine značajan limitirajući faktor u razvoju složenih borbenih sredstava s osloncem na sopstvene snage. Nedostatak novčanih sredstava iz domaćih izvora može da se prevaziđe korišćenjem stranih izvora sredstava. Tome bi trebalo da služe višenacionalni projekti i zajednički razvoj i proizvodnja sistema NVO. U suprotnom, povećanje iznosa novčanih sredstava za finansiranje projekata razvoja i

proizvodnje tih sredstava mora da se kompenzuje smanjenjem brojnog stanja pripadnika Vojske, ali tako da se ne umanjuje odbrambena sposobnost zemlje. Međutim, svaka tehnička modernizacija ne može da bude uslovljena smanjenjem brojnog stanja zbog prirode sredstava, tj. zbog njihovih tehničkih i eksploatacionih karakteristika. Taj kriterijum je naročito ograničen za vreme rata i u periodu ratne opasnosti.

Stav da se tehnička modernizacija Vojske realizuje na osnovu razvoja NVO (uz finansijsku podršku države) i nabavke savremenih sredstava recipročno iznosu zarada smanjenog brojnog stanja mogao bi se simbolički predstaviti na sledeći način:

$$\Delta S = \frac{I + NV_{NVO}}{PZ}, \quad (2)$$

gde je:

ΔS – brojno smanjenje pripadnika vojske u toku godine,

I – investicije u razvoj novih sredstava NVO (finansijska podrška države) u toku godine,

NV_{NVO} – nabavna vrednost novih sredstava NVO u toku godine.

Društvena korist od projekta razvoja i proizvodnje novih sredstava NVO ne može se, kao po nekom pravilu, iskazivati na osnovu kriterijuma smanjenja brojnog stanja pripadnika vojske po svaku cenu. To se ne može činiti u ratnim uslovima, niti u uslovima kada postoje pretnje po bezbednost zemlje. U kontekstu odnosa koji se razvijaju u našem bližem i širem okruženju, kao i opasnosti od unutrašnjeg ugrožavanja zemlje, ne mogu se osporavati potrebe društva da uporedo ostvaruje privredni rast i jača sistem odbrane. Logičan sled: razvoj i opremanje vojske savremenim borbenim sredstvima (iz domaće proizvodnje ili iz uvoza), brojno smanjenje vojske i smanjenje vojnog budžeta, ne može se osporavati jer korespondira sa jačanjem odbrane i ostvarivanjem ostalih razvojnih ciljeva zemlje. Na taj način se obezbeđuje povećanje odbrambene sposobnosti zemlje a ne zanemaruju se potrebe njenog bržeg privrednog rasta i razvoja.

Zaključak

Ekonomске mogućnosti naše zemlje predstavljaju značajan limitirajući faktor samostalnog razvoja složenih borbenih sredstava. Nedostatak novčanih sredstava iz domaćih izvora može se prevazići razvojem projekata višenacionalnog karaktera i zajedničkom proizvodnjom sredstava NVO sa zemljama u okruženju. Otuda potreba selektivnog pristupa projektima razvoja i proizvodnje složenih borbenih sistema. Za ocenu isplativosti ulaganja u ove projekte koriste se analiza troškova i koristi (CEA) i višekriterijumska analiza (MCA).

Analiza CEA koristi se za ocenu projekata za koje je moguće predvideti troškove, dok je koristi nemoguće u potpunosti monetizovati. Za ocenu isplativosti projekta koristi se CEA pokazatelj, izražen odnosom troškova i koristi po jedinici proizvoda. U radu su analizirane tri opcije, a najbolje ocenjena je 2. opcija, jer ima najpovoljniji odnos troškova i koristi.

Oceni projekata putem analize MCA prethodi utvrđivanje ciljeva projekta. Saglasno ciljevima, definišu se kriterijumi realizacije projekta i utvrđuju njihovi ponderi, da bi se potom pristupilo izračunavanju ukupne ocene. U našem primeru, vrednovane su tri alternative, a najvišu ponderisanu ocenu ima 2. opcija.

Ocena projekta je bitan, ali nije opredeljujući činilac u izboru varijante projekta. Izbor će korespondirati sa ocenom projekta samo ukoliko su obezbeđeni izvori njegovog finansiranja. Izvesno je da će pri izboru višenacionalnih projekata, najbolje ocenjen projekat biti istovremeno najprihvatljivija (izabrana) alternativa, jer je korišćenje stranih izvora sredstava put za prevazilaženje problema u finansiranju njihove realizacije. Ukoliko je reč o nacionalnim projektima, koji se finansiraju isključivo iz uskih, domaćih izvora, nosilac projekta može biti primoran da se opredeli ne za najbolje ocenjen, već za drugorangiran projekat. Ukoliko ne postoje ni takve mogućnosti, finansiranje izabranog projekta bi moralo biti kompenziran smanjenjem brojnog stanja pripadnika vojske, svakako uz uslov da je to bezbednosno održivo rešenje.

Literatura

- [1] Panić, P., *Investicije, ocena i upravljanje projektima*, Fakultet spoljne trgovine, Bijeljina, 2006.
- [2] Đedović, B., *Vođenje i vrednovanje projekata*, Fakultet za menadžment malih i srednjih preduzeća, Beograd, 2010.
- [3] Raković, R., *Kvalitet u upravljanju projektima*, „Građevinska knjiga“, Beograd, 2007.
- [4] Malešević, E., *Upravljanje investicijama*, Građevinski fakultet, Subotica, 2003.
- [5] Petrović, N., Analiza „troškovi – rezultati“ u izboru projekata tehničke modernizacije, Novi glasnik, br. 4–5/93.
- [6] Hilton, R., Maher, M., Selto, F., *Cost Management: Strategies for Business Decisions*, McGraw – Hill, New York 2003.
- [7] Čupić, M., *Cost – benefit analiza*, Business Start – up centre, Kragujevac, 2009.
- [8] Đedović, B., Nadoveza, B., *Kvantitativne metode u menadžmentu*, Fakultet za MSP, Beograd, 2008.
- [9] Frame, J., *The New Project Management*, Second edition, Jossey – Bass, San Francisco 2002.
- [10] Jovanović, M., Langović, A., *Upravljanje projektom*, Megatrend Univerzitet primenjenih nauka, Beograd, 2003.

- [11] Jovanović, P., *Upravljanje projektom*, FON, Beograd, 2006.
- [12] Nikolić, I., Borović, S., *Višekriterijumska optimizacija*, Beograd, 1996.
- [13] Andrejić, M., Đorović, B., Pamučar, D., *Upravljanje projektima po pristupu projekt menadžmenta*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 2, pp. 142–157, Beograd, 2011.
- [14] Sniedovich, M., *Towards an AoA – Pree Courseware for Critical Path Method*, The University of Melbourne, Australia 2005.
- [15] Stevenson, W., *Operations Management*, McGraw – Hill, New York 2005.

PROJECT ESTIMATION AND SELECTION USING THE COST – EFFECTIVENESS ANALYSIS AND MULTI-CRITERIA ANALYSIS

FIELD: Operation Research

ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary:

With the desintegration of the former Yugoslavia, the needs for military tehnique had been significantly reduced. The capacities that exceed the scope and the structure of these needs, for which an export-oriented production would be economically sustainable, should be redirected to the production of regular consumption products. Following the practice of developed countries with multinational-character projects and cooperative production of complex military assets would increase the opportunities for such a redirection. That orientation would go in favor of the prevention-based defense policy which is the strategic orientation of our country. Moreover, self-reliance in the production is viable only for some weaponry and military equipment where the economy reaches a full production scale and for which there is a possibility of export.

The aim of this study is to show the need for analyzing the social-economic sustainability of developing and producing complex weapons and military equipment in a joint venture with the countries in the region and beyond, without jeopardizing the security of the country's current and sustainable security. This analysis is a useful tool not only for rating the project's acceptability, but also for selecting the best alternative among several project variants.

It is not possible to monetize entirely the effects of benefits for a society correlating with the introduction into service of complex combat systems; therefore, a cost benefit analysis and multicriteria analysis are used for the evaluation of investment profitability.

In the context of the object and purpose of the research, the methods of analysis and synthesis are used as well as the investment evaluation method. A graphic illustration and four tables are given in order to clarify the author's views.

Introduction

The introduction explains the statement that the self-reliance of our country in the production of WME (weapons and military equipment) is viable for the means where the concept of full economies of scale is achieved and for which there are export opportunities.

Importance and necessity of financing investment through projects

The critical points in company's development are analysed, indicating the need for the realization of investment projects. Through projects, economic subjects try to overcome risks and uncertainties in their business, particularly in an unstable macroeconomic environment. In such circumstances, it is necessary to compare expected benefits with total project investments and costs.

Managing the realisation of investment projects

The importance of project planning is an assential assumption of the economy of time and depletion of resources in the investment implementation in each phase and the project as a whole. Below are listed the participants in the implementation of investment projects and their tasks; the realisation of project objectives within predicted time and expenditure depends on their engagement.

Dual-use goods character of the defense-industry products

The basic features of military industry products are analysed. Since the positions of such companies in the market are not identical, a dual-use goods character of their products is to be kept in mind.

The analysis of costs and effects (CEA)

Based on the variety of characteristic features of WMO assets, the costs and benefits of different solutions are considered in order to choose the best alternative. The answer to the question of cost-effectiveness of new tools, and to the dilemma of whether to undertake a project to develop new tools or to do nothing i.e. to remain at the current solution, is obtained by calculating the CEA indicator. Three options are analysed: the first option is 'to do nothing', while the second and the third option are two different versions of the project. In the analyzed case, the third option has the most favorable cost-benefit ratio, thus making it the most acceptable alternative.

Multi-criteria analysis (MCA)

The viability of replacing an existing combat item with a new, more modern one is considered. This analysis is applied in the evaluation of projects which cannot be evaluated through accounting prices and conversion factors, since it is not possible to monetize all the benefits

of a project. In the hypothetical example, the starting point is the assumption that the Ministry of Defense is considering whether it is viable to replace a current combat system with a new modern one. Besides on the „do nothing“ option, this assessment relies on two alternative projects (options) in the development of new systems. In order to choose an acceptable solution among the three offered ones, it is necessary to start from the aims and criteria, i.e. requirements. The project with the highest weighted score is chosen. In our example, it is the second alternative, since the greatest benefit can be expected from it.

Conclusion

The evaluation of the project is an important but not a decisive factor in the choice of alternatives. The choice will correspond with the evaluation of the project only if sources of its financing are provided. It is certain that in the choice of multinational projects, the best assessed project will be at the same time the most acceptable (chosen) alternative, because the use of foreign funds is the way to overcome problems in financing their implementation. When national projects financed exclusively from narrow, local sources are concerned, not the best rated project may be chosen but the second ranked one. If there are no such opportunities, the funding of a selected project should be compensated with the reduction in the number of military personnel, certainly on condition that it is a sustainable solution to security.

Key words: weapons and military equipment, investment projects, investment alternatives, life cycle, project management, costs-effectiveness analysis, multi-criteria analysis, cost-benefit analysis, criterion, weight.

Datum prijema članka: 08. 12. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 10. 01. 2012.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 11. 01. 2012.

PERSPEKTIVA PRIMENE TEHNOLOGIJA AUTOMATSKE IDENTIFIKACIJE U VOJSCI SRBIJE

Jovanović V. *Velibor*, Vojska Srbije, Centralna logistička baza,
5. logistički bataljon, Beograd,
Jovanović M. *Danko*, Vojska Srbije, Generalštab,
Uprava za logistika (J-4), Beograd

DOI:10.5937/vojtehg1203188J

OBLAST: informacione tehnologije
VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak

Sažetak:

Bez savremenih informacionih sistema skoro je nemoguće upravljanje lancima snabdevanja. Tehnologije automatske identifikacije obezbeđuju automatsku obradu podataka, što doprinosi stvaranju uslova i unapređenju podrške odlučivanju. Mediji tehnologija automatske identifikacije, pre svega BARCODE i RFID tehnologije, koriste se kao nosioci oznaka sa visokim kvalitetom podataka i adekvatnog opisa materijalnih sredstava radi obezbeđivanja ključnog nivoa vidljivosti zaliha kroz lanac snabdevanja. Pomoću tih medija i uz primenu adekvatnog informacionog sistema Ministarstvo odbrane Republike Srbije moći će da uspostavi svoj sistem kodifikacije i da ga uskladi sa kodifikacionim sistemom NATO-a kako bi se uspešno realizovala jedinstvena kodifikacija, klasifikacija i određivanje skladišnog broja za sva sredstva, sklopove i rezervne delove radi njihovog jednoznačnog prepoznavanja. To će u perspektivi pomoći krajnjim korisnicima da obavljaju svakodnevne poslove materijalnog obezbeđenja bez narušavanja celokupnosti podataka, a komandnim strukturama – pouzdane podatke za donošenje odluka kojima se obezbeđuje optimalno upravljanje. Proizvodi i usluge koje prolaze proceduru kodifikacije moći će da se ponude najvećem tržištu sredstava naoružanja i vojne opreme. U radu je izvršena komparativna analiza najzastupljenije BARCODE i najnaprednije tehnologije automatske identifikacije RFID, sa akcentom na sagledavanju prednosti i nedostataka njihove primene u praćenju zaliha kroz lanac snabdevanja, a razmotrene su i opšte mogućnosti njihove primene u Vojsci Srbije.

Ključne reči: BARCODE, RFID, kodifikacija, lanac snabdevanja, Vojska Srbije, automatska identifikacija.

Uvod

Tačne i pravovremene informacije o stanju svih raspoloživih resursa u sistemu odbrane imaju neprocenjiv značaj u realizaciji zadatka vojne logistike u toku obezbeđivanja svih neophodnih resursa u

funkciji podrške ciljeva, planova i operacija [1]. Imajući u vidu dinamiku promena i neprekidnost procesa u savremenim armijama, kao jedino rešenje u procesu donošenja odluka u skladu sa osnovnim principima pravovremenosti i efikasnosti u obavljanju zadataka nameće se upotreba fleksibilnih informacionih sistema. Ubrzani razvoj informacionih tehnologija i povećan protok informacija utiču na metodološke pristupe i koncepte u razvoju informacionih sistema [2].

Ministarstvo odbrane Republike Srbije uvidelo je da zbog sadašnjeg stanja nomenklature i označavanja materijalnih sredstava krajnji korisnik ne može da obavlja svakodnevne poslove materijalnog obezbeđenja bez narušavanja celokupnosti podataka, a komandne i upravne strukture nemaju pouzdan ulaz za donošenje odluka kojima se obezbeđuje optimalno upravljanje. Takođe, aktuelna nomenklatura ne omogućava da se proizvodi i usluge koje prolaze proceduru kodifikacije nađu na tržište kodifikacionog sistema NATO-a, a Vojsci Srbije interoperabilnost sa armijama u okviru misija Ujedinjenih nacija.

Zbog svega navedenog, javila se potreba za potpisivanjem Ugovora o usvajanju NATO kodifikacionog sistema između Ministarstva odbrane Vlade Republike Srbije i Grupe nacionalnih direktora NATO-a za kodifikaciju (AC-135), što je obezbedilo Republici Srbiji članstvo u statusu sponzorisanice nečlanice NATO-a na prvom nivou (Tier 1). To će omogućiti da se u dogledno vreme podnese zahtev za prelazak na drugi nivo (Tier 2), tj. na nivo potpune funkcionalnosti članstva u kodifikacionom sistemu NATO-a, što omogućava dvosmernu komunikaciju u upravljanju podacima u centralnom katalogu materijalnih sredstava NATO-a [3].

Kodifikacija je proces određivanja kodifikacione oznake materijalnih sredstava radi njihovog jednoznačnog prepoznavanja. Kodifikacioni sistem NATO-a omogućava jedinstvenu kodifikaciju, klasifikaciju i određivanje skladišnog broja za sva sredstva, sklopove i rezervne delove. To je i skup pravila kojim su obuhvaćene regulative za razmenu logističkih informacija. Kao jedinstveni način raspoznavanja, kodifikacioni sistem NATO-a pokriva najveće tržište sredstava naoružanja i vojne opreme.

Identifikacija materijalnih sredstava realizuje se njihovim označavanjem. Od projektovanja i dizajna, preko nabavke, eksploatacije i održavanja, do konačnog rashodovanja, oznaka sredstva u formi broja – oznake iz konstrukcione dokumentacije, kataloškog broja i skladišnog broja, jeste kritična komponenta u lancu snabdevanja. Međutim, kvalitet oznake zavisi od kvaliteta i raspoloživosti detaljnog opisa označenog tim brojevima. Neadekvatan opis materijalnih sredstava jedan je od glavnih uzroka neuspeha u obezbeđivanju potrebnog nivoa gotovosti, smanjenja proizvodnih kapaciteta i zastarevanja sredstava. Visok kvalitet podataka obezbeđuje ključni nivo vidljivosti zaliha kroz lanac snabdevanja.

Tehnologije automatske identifikacije proizvoda i drugih segmenata u procesu rada postale su sastavni deo savremenih poslovnih informacijskih sistema velikog broja kompanija i određenog broja stranih armija. Pod automatskom identifikacijom podrazumevaju se sve metode prikupljanja podataka i njihovog direktnog unošenja u računarski sistem bez ljudskog učešća. U automatsku identifikaciju ubrajaju se sledeće tehnologije: BARCODE, OCR (Optical Character Recognition ili tehnologija optičkog prepoznavanja znakova), čip kartice, biometrijske tehnologije (otisci prstiju i ruke, prepoznavanje glasa i očna identifikacija) i RFID tehnologija (Radio Frequency Identification – tehnologija radio frekventne identifikacije). Kao nosioci oznaka sa visokim kvalitetom podataka i adekvatnog opisa materijalnih sredstava mogu da se koriste mediji tehnologija automatske identifikacije, prvenstveno BARCODE i RFID tehnologije. U vojnim sistemima pod primenom tehnologija automatske identifikacije podrazumeva se praćenje stanja kodifikovanih stvari u meri u kojoj to žele nadležni naredbodavci, kao i dokumentovanje promena u poslovnom procesu. Budući da je BARCODE najzastupljenija a RFID najnaprednija tehnologija automatske identifikacije, u radu su prvenstveno sagledane prednosti i nedostaci njihove primene u praćenju zaliha kroz lanac snabdevanja i mogućnosti primene u Vojski Srbije.

BARCODE vs. RFID tehnologija

BARCODE, kao najzastupljenija, i RFID, kao najnaprednija tehnologija automatske identifikacije, imaju i prednosti i nedostatke. Da bi se bolje razumela mogućnost primene tih tehnologija, opisani su njihov istorijat, uloga, značaj i osnovne karakteristike. Takođe, razmatrana je mogućnost istovremene upotrebe obe tehnologije.

Istorijat BARCODE tehnologije

Uvek je postojala potreba da se roba obeležava radi lakšeg prepoznavanja, pa su joj često davani opisni nazivi, koji su vremenom postajali sve kompleksniji. Zbog globalizacije poslovanja nastao je problem identifikacije proizvoda na međunarodnom tržištu i u međunarodnoj razmeni. Sa opštom elektronizacijom poslovanja pojavila se potreba da se stvore simboli koji su prepoznatljivi mašinama. BARCODE je nasledio tehnologiju kase za naplatu robe. Početkom sedamdesetih godina, kao rezultat ideje o stvaranju identifikacionih sistema za artikle, uveden je u Severnoj Americi UPC sistem.

Na osnovu iskustava sa UPC sistemom, multinacionalna kompanija Ahold co. iz Holandije inicirala je stvaranje takvog sistema u Evropi, te je 1977. godine stvorena organizacija EAN (European Article Numbering)

internacional, sa sedištem u Briselu. Prvobitno je bilo 12 zemalja osnivača, a SFRJ postala je 18. članica (1982. godine). Četiri godine kasnije, organizacija se proširila van Evrope prijemom u članstvo Japana, Australije i Novog Zelanda, čime je dobila globalni karakter. Tada je EAN bio nadležan za numeraciju artikala u celom svetu, osim u SAD i Kanadi. Za ta područja bila je nadležna državna organizacija Uniform Code Council (UCC), sa sedištem u Dejtonu (Ohajo).

U februaru 2005. EAN International se spojio sa UCC i došlo je do formiranja organizacije GS1, čiji je osnovni cilj razvijanje integrisanih standarda usluga i rešenja koji se mogu razmenjivati u celom svetu. Sistem GS1 obezbeđuje nedvosmislene brojeve za identifikovanje robe, usluga, osnovnih sredstava i lokacija širom sveta. Ti brojevi mogu da budu predstavljeni BARCODE simbolima da bi se omogućilo elektronsko čitanje gde god je to potrebno u poslovnim procesima. Sistem je projektovan tako da se prevaziđu ograničenja zbog korišćenja specifičnih kodnih sistema kompanija, organizacija ili sektora i da trgovinu učini efikasnijom i prilagodljivijom zahtevima kupaca. Osim jedinstvenih identifikacionih brojeva, GS1 sistem obezbeđuje dodatne informacije, kao što su datumi „najbolje do“, serijski brojevi i brojevi partija koji mogu da se prikažu u vidu BARCODE medija.

Uloga i značaj BARCODE tehnologije

Oznake EAN koriste se za označavanje i identifikaciju potrošačkih proizvoda, jedinica isporuke (komercijalna pakovanja), transportnih jedinica i lokacija. Numerisanje jedinica i fizička primena tehnologije BARCODE dve su posebne operacije. Sasvim je moguće da to različite kompanije rade na različitim mestima. Vlasnik prava na ime proizvoda obično dodeljuje broj jedinici, a proizvođač ga primenjuje na pakovanju. Takođe, moguće je numerisati jedinicu bez primene bar-koda. Tome se pribegava kada se ne može primeniti bar-kod, na primer na veoma sitnim kozmetičkim proizvodima ili za jedinicu potrošnje struje, tovar peska itd. Tada se može koristiti broj u elektronskim porukama: na primer, u elektronskoj razmeni podataka (EDI). Pri izboru između različitih simbologija korisnik bi trebalo da razmotri sledeće činjenice: raspoloživi prostor na jedinici koja se označava bar-kodom, tip informacije koja se označava bar-kodom i operativne uslove u kojima će se bar-kod skenirati: maloprodajno mesto za naplatu ili opšta distribucija (na primer, police u magacinu).

Primena BARCODE tehnologije

Sistem GS1 nastao je radi stvaranja jedinstvenog identifikacionog sistema. Svaki objekat označavanja – predmet, usluga ili lokacija prime-nom tog sistema dobija jedinstvenu, čoveku čitljivu oznaku – GS1 šifru, i

njegovu mašinski čitljivu interpretaciju u vidu bar koda. Oznaka GS1 je jedinstvena je u svetu i njeno pravilno korišćenje onemogućuje dodelu iste oznake različitim objektima, a time i zabunu i probleme koji bi nastali u tom slučaju. Oblasti primene GS1 sistema veoma su raznovrsne. Prednosti njegove primene u razvijenom svetu uveliko se koriste u trgovini, proizvodnji, transportu, zdravstvu, skladištenju, bankarstvu i mnogim drugim delatnostima i pojedinačnim poslovima. Sistem GS1 doprinosi unapređenju njihovog rada i osnovnih funkcija [4].

Primena BARCODE tehnologije u maloprodaji, velikoprodaji, kod distributera i proizvođača opravdana je jer se njome omogućavaju:

- veća brzina i tačnost u prenosu informacija;
- ažurnost, tačnost i raspoloživost informacija u pravo vreme;
- bolja kontrola toka informacija;
- bolja kontrola distribucije robe;
- bolja kontrola procesa proizvodnje;
- zapis o stanju zaliha;
- jednostavna, kontrolisana i pouzdana izmena cena;
- jednostavniji proces naručivanja artikala;
- brža isporuka artikala;
- manje rada sa papirima;
- eliminisanje grešaka koje su pratile rad sa papirima;
- smanjenje prostora potrebnog za dokumentaciju;
- smanjenje broja grešaka u lancu distribucije;
- smanjenje troškova administracije;
- više saznanja o tome koja je roba potrebna, gde i kada;
- poboljšanje sistema poslovanja i povećanje efikasnosti;
- povećanje prodaje uz smanjivanje zaliha.

U jedinstveni međunarodni GS1 sistem šifriranja i kodiranja uključeno je više od 80 najrazvijenijih zemalja sveta, koje raspolažu sa preko 95% privrednog potencijala. Njihova trgovina, opremljena najsavremenijom kompjuterskom i elektronskom skenirajućom opremom, ne prihvata robu koja nema GS1 broj i simbol, a savremeni poslovni sistemi zasnivaju se na kompjuterizaciji radnih procesa na osnovu široke primene BARCODE tehnologije.

Istorijat RFID tehnologije

Tehnologija RFID zasnovana je na naučnim otkrićima intelektualnih veličina kao što su: Majkl Faradej (1846. godine otkrio je da su i svetlosni i radio-talasi deo elektromagnetne energije), Džejms Maksvel (1864. godine produbio je svoju teoriju da električna i magnetna energija putuju transverznim talasima brzinom svetlosti), Hajnrih Herc (1887. godine do-

kazao je Maksvelovu teoriju i pokazao da radio-talasi mogu da budu reflektovani, refraktovani i polarizovani kao i svetlost) i Giljelmo Markoni (1899. godine demonstrirao je transmisiju radio-talasa na velikim distancama – preko engleskog kanala) [5].

Može se zaključiti da je RFID tehnologija proistekla iz rada radarskih inženjera ranih dvadesetih godina 20. veka. Za tehnologiju RFID koristi se isti sistem kao i za radare: radio-signali se šalju do oznaka i reflektovani talasi prihvataju pomoću čitača. Možda je jedan od prvih zapisa vezan za RFID napisao Heri Stokman, pod nazivom "Communication by Means of Reflected Power" („Komunikacija putem reflektovane energije“), koji je izdat u zborniku radova IRE (str. 1196–1204) u oktobru 1948. godine. Mnogi istoričari smatraju da je upotreba radio-talasa u Drugom svetskom ratu za identifikovanje prijateljskih i neprijateljskih aviona bila jedna od prvih RFID aplikacija.

Iako je RFID tehnologija poznata već pedesetak godina, njen pojačan razvoj poslednjih godina radi primene u trgovini i logistici može da se opravda promenama koje se javljaju u lancu snabdevanja – prvenstveno znatno povećanom ulogom trgovaca u odnosu na proizvođače. Naime, veliki trgovinski lanci, koji se ukupnjavaju na globalnom nivou, preuzimaju primat u SCM-u (Supply Chain Management). Oni traže i diktiraju različite načine za smanjenje troškova kako bi uz isti ili smanjeni nivo cena zadržali i povećali konkurentsku sposobnost. Jedan od načina smanjivanja troškova jeste i uvođenje nove tehnologije kao što je RFID tehnologija. Pomoću nje se najveće uštede ostvaruju upravo u logističkim troškovima, koji u proseku čine između 20 i 25% ukupnih troškova trgovinskog preduzeća, a prema nekim autorima iz SAD i do 50% cene koštanja finalnog proizvoda.

Tehnologija RFID bazirana je na prenosu podataka putem radio-talasa i može se definisati kao tehnologija koja objedinjuje upotrebu elektromagnetnih ili elektrostatičkih sprega u radiofrekventnom delu elektromagnetnog spektra kako bi jedinstveno identifikovala predmet, životinju ili osobu. Ili, na primer, kao bežična tehnologija za prikupljanje podataka koja koristi elektronske nalepnice za čuvanje podatka.

Osnovne karakteristike RFID sistema

Postoje razne varijante RFID sistema, velikog broja različitih proizvođača, sa različitim karakteristikama. Neke od karakteristika koje se mogu koristiti za diferencijaciju RFID sistema jesu:

- količina podataka koju je moguće upisati na tag,
- mogućnost zapisivanja podataka na tag (programabilnost taga),
- obrada podataka na tagu,
- izvor napajanja na tagu,
- operativna frekvencija sistema (radni opseg frekvencija).

Kapacitet podataka RFID taga obično varira od par bajtova do nekoliko kilobajta. Takozvani 1-bitni tagovi predstavljaju izuzetak. Količina podataka od tačno jednog bita dovoljna je da signalizira čitaču dva stanja: „tag je u polju“ ili „nema taga u polju“, zbog čega se veliki broj 1-bitnih tagova koristi u sistemima za elektronsko praćenje artikala (Electronic Article Surveillance – EAS) radi za zaštite robe u radnjama. Ta vrsta taga se uklanja ili deaktivira kada se roba plati. Mogućnost zapisivanja podataka na tag pruža još jedan način klasifikacije RFID sistema. U veoma jednostavnim sistemima podatak na tagu obično predstavlja jedinstven serijski broj, koji je definisan pri njegovoj proizvodnji i ne može se naknadno menjati. Na tagovima na kojima se može pisati pisači mogu da upišu podatak, ali ne mogu da promene njegov serijski broj.

Jedna od veoma značajnih odlika RFID sistema jeste izvor napajanja tagova. Pasivni tagovi nemaju sopstveni izvor napajanja i stoga sva energija potrebna za operacije sa pasivnim tagovima mora doći od elektromagnetnog polja čitača. Aktivni tagovi sadrže bateriju koja obezbeđuje energiju potrebnu za njihov rad. Najznačajnijih karakteristika RFID sistema jeste radna frekvencija i rezultujući opseg sistema. Radna frekvencija RFID sistema jeste frekvencija emitovanja čitača. Frekvencija emitovanja taga se zanemaruje, a u većini slučajeva je ista kao i frekvencija čitača. Međutim, snaga emitovanja taga može da bude nekoliko desetina puta manja od snage čitača. Različite frekvencije emitovanja klasifikovane su u četiri osnovne grupe:

- niskofrekventne (LF), sa opsegom 30–300 kHz,
- visokofrekventne/radiofrekventne (HF/RF), sa frekvencijama 3–00MHz, ultravisoke (UHF), sa opsegom 300 MHz–3 GHz,
- mikrotalase >3 GHz.

Dalja podela RFID sistema prema opsegu omogućava izdvajanje još tri grupe sistema:

- kratkodometne (0–1 cm),
- srednjodometne (0–1 m),
- dalekodometne (>1 m).

Za različite aplikacije neophodne su različite frekvencije RFID tehnologije i protokoli. Za praćenje životinja potrebne su niske frekvencije, za praćenje sredstava neophodne su visoke frekvencije, dok se za potrebe skladištenja zahtevaju ultravisoke frekvencije.

Primena RFID tehnologije

U najširem smislu, RFID sistemi mogu da se primene u svim oblastima u kojima je potrebna tačna i brza identifikacija bez kontakta, sa određenih rastojanja i sa prenosom obuhvaćenih podataka [6]. Kontrola pristupa, transport, lanac snabdevanja i proizvodnja oblasti su u kojima se ta tehnologija najčešće koristi. Međutim, postoji i niz primera upotrebe

RFID tehnologije u vođenju osnovnih sredstava, naplati parkinga, naplati putarine, praćenju poštanskih paketa, praćenju aerodromskog prtljaga, obeležavanju životinja ili zaštiti predmeta od krađe. Ta tehnologija se počinje koristiti i u zatvorima, za označavanje zatvorenika, kako bi se sprečila bekstva. Istovremeno, u zatvorima se smanjilo nasilje zbog svesti zatvorenika o stalnom nadgledanju. Američka vojska, kao veliki zagovornik RFID tehnologije, planira da zameni identifikacijske pločice vojnika RFID tagovima, a bolnice već obavljaju eksperimente sa RFID narukvicama, pomoću kojih medicinsko osoblje dobija informacije o pacijentima. Razmatra se i mogućnost korišćenja te tehnologije za sprečavanje neovlašćenog korišćenja oružja (oružje bi mogao da koristi samo vlasnik).

Upotreba RFID tehnologije je jedna od ključnih oblasti rada u DHL inovacioninom centru. Tu je osmišljeno i testirano kako primena RFID tehnologije za kontrolu procesa u trgovini može da olakša logistiku i obezbedi i pojeftini proizvodnju. Naročita prednost u odnosu na bar-kod je da se RFID tagovi mogu čitati pomoću određenih čitača grupno u rafovima. Tako se skladište može inventarisati pritiskom na dugme ili se u supermarketu, kada se prolazi kroz kapiju sa RFID čitačima, sadržaj korpe može automatski platiti. Ali to su relativno jednostavne primene RFID tehnologije. Naime, čipovi ne samo da mogu čitaču da pošalju svoj proizvodni kod, već mogu da daju i odrede dodatne informacije, na primer o tome kako da postupate sa označenim proizvodom. Zajedno sa inovativnim partnerima, kao što su IBM, Intel i SAP, pod rukovodstvom DHL inovacionog centra, testira se sve što RFID tehnologija pruža za ekspres i logistiku. U to spada koncept inteligentnih kontejnera, koji stalno meri za osetljive pošiljke hrane, farmaceutske proizvode i elektronske komponente unutrašnju temperaturu i vlažnost, udarce i vibracije. Vrednosti se kontinuirano unose tokom transporta u globalnu IT mrežu DHL-a i primalac dobija garanciju da njegova roba stiže bez oštećenja. Nakon potresa usred jake oluje na moru, na primer, obezbeđuje se zamena robe pre nego što kontejner stigne u luku [7].

Ekonomski efekti uvođenja RFID tehnologije izuzetno su značajni za svako preduzeće. Savremeno poslovanje zahteva da se u najvećoj mogućoj meri eliminišu operacije koje ne stvaraju dodatnu vrednost. Kada neka firma odlučuje da li će uvesti novu tehnologiju u praćenje tokova robe treba najpre da krene od usvajanja politike predračuna troškova i dobitaka ostvarenih novom tehnologijom.

Komparativna analiza BARCODE i RFID tehnologije

BARCODE tehnologija je verovatno najpoznatiji kompjuterski čitljiv način obeležavanja, ali svetlost koja se koristi pokazuje neke nedostatke. Naime, neophodna je direktna linija vidljivosti, tako da predmet mora biti okrenut na pravu stranu i ništa se ne sme naći na putu između lasera i

bar koda. Nasuprot tome, RFID tagovi obezbeđuju identifikaciju udaljenih predmeta, sa mnogo manje zahteva za usmeravanjem predmeta ka čitaču, koji može da očita tag i ako je okrenut na suprotnu stranu. Pojedinač ne može, na primer, da doda informaciju na bar-kod posle štampanja, dok neke vrste RFID tagova omogućuju pisanje ili izmenu podataka više puta. Pošto za RFID tehnologiju nije potrebna direktna vidljivost taga, ona neprimetno radi i pruža podatke o odnosima između objekata, lokaciji i vremenu bez ikakve dodatne intervencije korisnika ili operatera.

Predviđa se da će RFID u narednom periodu skoro u potpunosti zameniti BARCODE tehnologiju jer je mnogo pogodnija za korišćenje. Na osnovu poređenja te dve tehnologije mogu se sagledati potencijal i prednosti koje ima RFID u odnosu na postojeći industrijski standard – BARCODE:

- kada je reč o fizičkoj veličini, RFID tagovi variraju od veličine marke do veličine knjige, ali očitavanje ne zavisi od dužine i širine oznake. Bar-kodovi su veoma su osetljivi na skener, a za skeniranje su izuzetno važne širina i dužina bar-koda;

- za tagove je karakteristično da nemaju pokretne delove i da su upakovani su u zaštitni materijal, što ih čini neuništivim i dugovečnim. Bar-kodovi takođe nemaju rok trajanja, ali su podložni oštećenjima ukoliko se ne obraća pažnja;

- po specifikaciji, oznake mogu da se koriste u teškim uslovima jer su veoma otporne. Bar-kodovi su osetljivi i, generalno, propadaju kada se koriste i skladište na otvorenom prostoru;

- tagovi se proizvode sa jedinstvenim ID kodom ili serijskim brojem proizvođača, što se digitalno unosi na mikročip i, budući da je neizmenljivo, ne može se falsifikovati, dok se bar-kodovi lako mogu falsifikovati;

- kada je reč o dinamičnosti ažuriranja podataka, informacije se mogu upisivati na tag i mogu nuditi noseću memoriju za njihov povratak. Ta opcija se može koristiti za čuvanje podataka. Ažuriranje se može izvršiti veoma brzo i automatski, bez intervencije ljudskog faktora. Nasuprot tome, od trenutka kada je ispisan, bar-kod automatski ostaje zaleđen i ne može da podrži ažuriranje podataka: svako ažuriranje informacije na bar-kodu veoma je zahtevan proces;

- sa gledišta mogućnosti pronalaženja korisničkih podataka, serijskih brojeva i noseće memorije, FRID tehnologija omogućava praćenje, opoziv ili dokumentovanje životnog veka pojedinih elemenata. Na primer, za grla stoke mogu da se prate mesto rođenja, istorija vakcinacije, ishrana, klanice i procesor. Tom vrstom informacija podržava se kompletan pedigree za element na koji je prikazana oznaka. Bar-kod je limitiran na čitavu klasu proizvoda i ne može da prođe do pojedinačnih elemenata – ne može da opoziva, prati ili dokumentuje jedinstven element;

- prednost RFID tehnologije može se videti i kroz moć skeniranja: za tag nije potrebna linija vidnosti da bi se izvršilo očitavanje. To znači da se mogu očitati bez raspakivanja individualne oznake na kartonskom pakovanju u kutijama uskladištenim na policama. Bar-kod funkcioniše na raz-

daljini od samo par centimetara i neophodna je linija vidnosti. Mora se na određeni način usmeriti pred skenerom na limitirajućoj distanci, a za individualno očitavanje mora se otvoriti svaka kutija;

- RFID standardi imaju algoritme koji podržavaju simultano očitavanje oznaka u isto vreme, dok je bar-kod limitiran na pojedinačno očitavanje, tj. nema mogućnosti simultanog očitavanja;

- dok bar-kod ima ograničenu memoriju podataka na zemlju proizvodnje, proizvođača i proizvod, RFID tag jedinstveno razlikuje svaki pojedini proizvod. Osim šifre proizvoda sadržane u EPC-u, tag može da sadrži i mnoge druge podatke, zavisno od veličine memorije pojedinog taga (koriste se tagovi do 1 MB memorije);

- cena koštanja je još uvek velika prednost BARCODE tehnologije, ali se, za razliku od bar-kodova, tagovi mogu ponovo upotrebiti.

Izvan ovog poređenja je sposobnost RFID tehnologije da u mnogo čemu uveća koristi dobijene od tradicionalnog bar-koda. RFID tehnologijom se automatizuje unošenje podataka, što omogućava nove načine obrade elemenata, događaja ili transakcija. Ta tehnologija je, između ostalog, prepoznata i kao zamena za BARCODE tehnologiju šifriranja i označavanja proizvoda. BARCODE sistem je danas najrašireniji oblik označavanja materijala i robe na svetu. Prednostima koje je omogućila ta tehnologija, kao što su brzina laserskog očitavanja šifre koja je barem tri puta veća od brzine unosa putem tastature ili mogućnost digitalne obrade određenih podataka o proizvodima, stvorena je nova vrednost ne samo za firme nego i za kupce. Značaj BARCODE tehnologije potvrđuje i podatak da se svakoga dana u svetu obavlja više od pet milijardi skeniranja. Iako su uočene mnoge potencijalne prednosti RFID tehnologije nad BARCODE tehnologijom, tek se u nekoliko poslednjih godina ta tehnologije ozbiljnije implementira kao zamene za BARCODE, pa su je prihvatili i neki od najvećih svetskih maloprodajnih lanaca. U tabeli 1 prikazane su prednosti i nedostaci RFID tehnologije u odnosu na BARCODE tehnologiju [8].

Tabela 1

Table 1

Prednosti i nedostaci RFID u odnosu na BARCODE tehnologiju
RFID advantages and disadvantages in relation to the BARCODE technology

Prednosti RFID	BARCODE tehnologija	RFID tehnologija
Korišćenje	Manuelno	Pomoću radiofrekventnih talasa
Očitavanje podataka	Ponekad otežano ili nemoguće zbog prljavštine, savijanja	Čitljivo i kada je prljavo, mogu biti i zapakovani – zaštićeni
Područje čitljivosti	Smer pogleda (optička vidljivost), vrlo kratko (usko) područje	Nije potrebno da bude u optičkoj vidljivosti, čitljivo sa udaljenosti pod bilo kojim uglom

Prednosti RFID	BARCODE tehnologija	RFID tehnologija
Kapacitet podataka	Ograničen (prema EAN-u, ...)	Zavisi od vrste taga, sposobnost unošenja znatno veće količine podataka
Vreme za očitavanje	Jedan po jedan objekat	Moguće gotovo istovremeno očitavanje velikog broja tagova
Upotrebljivost	Jednokratna upotreba, posle toga je potrebna zamena	Read/Write (za čitanje i pisanje) tagovi nude mogućnost promene podataka, te su pogodni za naknadno korišćenje
Nedostaci RFID		
Troškovi	Niski troškovi, upotrebljivi na svim tržištima	Cene tagova još uvek previsoke za potpunu široku upotrebu, potrebni troškovi investiranja u novu infrastrukturu
Stopa očitavanja	Visoka	Još uvek nije konzistentno visoka
Tehnologija	Uhodana, dokazana i prihvaćena širom industrije	Neki tehnološki problemi još postoje, kao upotreba RFID sa metalom ili tečnostima
Standardi	Postavljeni industrijski standardi	Postavljanje standarda još uvek je u toku

Očekuje se da će se te dve tehnologije još godinama uporedo koristiti i da će u početku RFID tehnologija tek u nekim sektorima postupno zamenjivati BARCODE tehnologiju. Jedan od primera istovremene upotrebe obe tehnologije su tzv. pametne nalepnice (smart labels), koje sadrže RFID tag sa antenom, ali na naličju imaju otisnutu i BARCODE oznaku [9].



Slika 1 – Pametna nalepnica
Figure 1 – Smart label

Uz brojne prednosti koje nudi RFID tehnologija (najvažnije su čitljivost sa udaljenosti, mnogo veća brzina očitavanja podataka sa velikog broja proizvoda i mogućnost zapisivanja znatno veće količine podataka na proizvod), postoji i nekoliko nedostataka u odnosu na BARCODE tehnologiju. Osnovni problem je to što je još uvek znatno veća cena nalepnica sa RFID tagom od BARCODE nalepnica, ali i nemogućnost 100-procentnog očitavanja u različitim uslovima.

Mogućnost primene tehnologija automatske identifikacije u vojsci Srbije

Budući da je Republika Srbija, kao nečlanica NATO-a, pristupila kodifikacionom sistemu NATO-a potpisivanjem ugovora o sponzorisanom statusu sa NATO komitetom za kodifikaciju, obezbeđen je pravni okvir za usvajanje kodifikacionog sistema NATO-a i za razvoj sopstvenih sposobnosti kodifikacije. Naime, sistem kodifikacije NATO-a zajednički je logistički jezik koji uspešno deluje unutar višejezičnog područja, a pomoću njega može da se utiče na smanjenje zaliha, uredi interoperabilnost i unapredi logistička podrška na najpovoljniji način. Pod primenom tehnologija automatske identifikacije u vojnim kapacitetima podrazumeva se praćenje stanja kodifikovanih stvari tako da naredbodavci mogu da prate promene u poslovnom procesu, a pre svega logističke funkcije snabdevanja. Opravdanost primene tehnologija automatske identifikacije može da se iskaže kroz brojne koristi koje su obezbedile adekvatnom i primerenom primenom u okviru lanaca snabdevanja strane armije koje su pratile razvoj tehnologije i, u skladu s tim, uvodile je u svoj sistem logistike, što je doprinelo smanjenju ranijih slabosti [10]. Benefiti dobijeni implementacijom rešenja na osnovu tehnologija automatske identifikacije u stranim armijama jesu [11]:

- unapređeno upravljanje zalihama,
- značajno podizanje popunjenosti zaliha,
- eliminacija dupliranja porudžbina,
- zamena manuelnih procedura i smanjenje troškova,
- poboljšanje praćenja sredstava,
- otklanjanje nepravilnog pakovanja i označavanja isporuka,
- interoperabilnost s koalicionim partnerima,
- smanjena mogućnost otuđenja opreme,
- veća efikasnost i efektivnost u lancu snabdevanja,
- vidljivost dolazećih i odlazećih transporta u realnom vremenu,
- povećano samopouzdanje kod boraca.

Pošto nijedna država članica koja se kao Srbija nalazi na prvom nivou (Tier 1) nije u sopstvenoj režiji razvijala rešenje softvera i da je odlučujući faktor vreme za dostizanje sposobnosti kodifikacije, trebalo bi sagledati

mogućnost dobijanja softvera putem donacije neke članice NATO-a ili nabavkom softvera kao gotovog proizvoda. Na primer, Australija, Brazil, Bugarska, Češka, Francuska i Španija države su koje su samostalno razvile neophodni informacioni sistem, dok se španski informacioni sistem SI-CADPLUS koristi u belgijskom i poljskom kodifikacionom birou, a Finska i Slovačka koriste češki softver MC Catalogue, proizvođača AURA [3].

Ukoliko bi se softver nabavljao na tržištu kao gotov proizvod, trebalo bi uzeti u obzir i relevantne sistem-integratore sa teritorije Srbije koji se uspešno bave implementacijom informacionih sistema i rešenja na bazi BARCODE i RFID tehnologije u velikim proizvodnim, trgovinskim i logističkim sistemima kako na teritoriji naše zemlje, tako i u regionu. Zbog toga je korisno da se prikaže deo istraživanja koje je početkom 2010. godine sprovedeno radi prikupljanja podataka o okvirima i strukturi primene RFID tehnologije na teritoriji Srbije i mogućnostima njene upotrebe u Vojsci Srbije [10].

Tehnologija RFID još uvek kod nas nije dovoljno zastupljena. Njena primena je čak i zanemarljiva ukoliko se uporedi s nekim drugim zemljama, a podaci i znanja o dimenzijama njene primene vezani su za užu krug pojedinaca i organizacija koje se direktno bave implementacijom rešenja na bazi RFID tehnologije. U jednom istraživanju putem upitnika, koji je dostavljen odabranim i renomiranim sistem-integratorima na teritoriji Srbije, prikupljeni su validni podaci o primeni RFID tehnologije i njenoj budućnosti u Srbiji, kao i mišljenje o primeni te sve popularnije tehnologije u Vojsci Srbije.

Na listi renomiranih sistem-integratora kojima je dostavljen upitnik bila su sledeća preduzeća iz Beograda: *Špica*, *Albotech*, *LS Data*, *Yulabel*, *SDD ITG* i *S&T Consulting, Integration, Outsorsing*. (U daljem tekstu biće navedeni samo pojedini odgovori na pitanja koja su značajna za ovaj rad.) Na pitanje: „Da li RFID tehnologija ima široku primenu u domenu transporta i skladištenja u Srbiji?”, preduzeće *Špica* je dostavilo dosta sadržajan i precizan odgovor: „RFID kod nas nema široku primenu u domenu transporta. U razvijenom svetu je ta tehnologija masovno prisutna – od identifikacije kontejnera, preko identifikacije vagona i vozila koja učestvuju u transportu. Takođe, kada je u pitanju masovni transport, odnosno prevoz ljudi u javnom saobraćaju, RFID kartice su najmasovniji vid pretplatnih karata. U transportu prtljaga na najvećim aerodromima u svetu već dugi niz godina za obeležavanje prtljaga koriste RFID nalepnice, često u kombinaciji sa bar-kodovima. Upotreba RFID tehnologije za obeležavanje prtljaga znatno je povećana nakon učestalih terorističkih napada.

„Kada je u pitanju skladištenje, primena RFID tehnologije je najčešće ograničena na identifikaciju transportnih pakovanja (kontejneri, palete, burad i sl.) i identifikaciju vozila. U nekim specifičnim oblastima RFID tagovi se koriste i za identifikaciju proizvoda (na primer boce za gas, merni instrumenti, oružje). Prednosti RFID tehnologije u ovakvim slučajevima su višestruke, posebno ako se kombinuju sa RFID tagovima koji sadrže i mikročipove u koje se mogu upisivati – menjati određeni podaci“.

Kao osnovni razlozi zbog kojih je kod nas u transportu i skladištenju primena RFID tehnologije izuzetno retka navedeno je sledeće:

1. Nedovoljno su poznate primene i iskustva u primeni RFID tehnologija u razvijenim zemljama;

2. Cena RFID tagova, odnosno transpondera, relativno je visoka;

3. U našem transportu i skladištenju još uvek se nedovoljno koristi i BARCODE tehnologija, koja se u svetu svuda primenjuje. Izuzetak su velike inostrane kompanije koje su tu tehnologiju odavno usvojile i osvojile na svojim matičnim tržištima i samo je prenele u Srbiju (*Metro, Mercator, PMI, Henkel* i drugi) i retke domaće (najuspešnije) kompanije (*Delta, Nelt* itd.). Dakle, pre implementacije RFID, korak koji se ne može preskočiti jeste BARCODE tehnologija;

4. Nivo znanja o RFID tehnologijama je nedovoljan. O tim tehnologijama, kao i o drugim tehnologijama automatske identifikacije i automatskog obuhvatanja podataka, još se uvek ne uči, ili se uči nedovoljno, na našim univerzitetima. Otuda je znanje o RFID tehnologiji „monopol“ malog broja pojedinaca koji su zaposleni u malobrojnim firmama koje se u okviru svoje delatnosti bave i RFID tehnologijama;

5. Za primenu RFID tehnologija u skladištenju (obeležavanje artikala, proizvoda), s obzirom na prirodu RFID tehnologija i prirodu prostiranja RF talasa, neophodna su i posebno dizajnirana softverska rešenja za WMS koja su bitno drugačija od standardnih WMS sistema koji se zasnivaju na primeni BARCODE tehnologije. Razvoj takvih sistema na početku povećava ukupne troškove implementacije WMS rešenja;

6. Konačno, za masovnu primenu RFID tagova u obeležavanju artikala standardi su skoro utvrđeni (EPC Global u okviru GS1), ali su još uvek podložni promenama i, što je najvažnije, najveći distributivni lanci na svetu još uvek testiraju sve efekte masovne primene RFID tehnologije u navedene svrhe.

Na navedeno pitanje u preduzeću *Alba tehnologije* smatraju da bi ta tehnologija u transportu i skladištenju mogla da ima, i da će imati, široku primenu jer očekuju da će u narednim godinama Srbija postati veći logistički centar. Trenutno nema širu primenu jer je i inače tehnologija automatske identifikacije relativno malo zastupljena, i to zato što je, kao i sve drugo, zapostavljena tokom prethodne dve decenije.

Veoma su značajni odgovori na pitanje o osnovnim pretpostavkama za širu implementaciju RFID tehnologije u domenu transporta i skladištenja u Srbiji. U preduzeću *Špica* smatraju da treba otkloniti sve nedostatke navedene u prethodnom odgovoru da bi se stvorile pretpostavke za širu implementaciju RFID tehnologije u transportu i skladištenju. Takođe, da bi primena bila uspešna, u realizaciju projekata treba uključiti specijalizovane, pouzdane kompanije, koje su, prema svojim brojnim referencama, dokazale da imaju neophodna znanja i iskustva kako u realizaciji složenih projekata u oblasti transporta i skladištenja, tako i u primeni RFID tehnologija. U odgovoru *Alba*

tehnologije ističu da je neophodno da korisnici dobiju saznanja o prednostima i uštedama (direktne i indirektne) vezanim za primenu tehnologija automatske identifikacije (RFID i BARCODE), kao i o poboljšanju opšte ekonomske situacije. U preduzeću *SDD ITG* smatraju da mora neko ko je dovoljno jak i uticajan u poslovnom smislu da pokrene ceo lanac, a kao primer navode *WallMart* u SAD koji je pokrenuo takvu inicijativu.

Interesantni su stavovi naših renomiranih sistem-integratora o mogućnosti implementacije RFID rešenja u Vojsci Srbije. U preduzeću *Špica* smatraju da su mogućnosti primene RFID tehnologije u Vojsci izuzetno velike, počev od identifikacije osoblja i vozila u kontroli pristupa i evidencije prisustva do identifikacije opreme, oruđa i specijalnih vozila i uređaja. RFID, u kombinaciji sa BARCODE tehnologijom, uz primenu odgovarajućih uređaja (čitači) za identifikaciju, obuhvatanje i prenos podataka, omogućava maksimalno efikasno i pouzdano upravljanje svim vrstama resursa, uključujući osoblje i sredstva. U *Alba tehnologiji* misle da se RFID tehnologija koristi i u drugim armijama i posebnu pažnju skreću, pored klasične logističke primene, na praćenje i evidenciju specifičnih roba i opreme. Preduzeće *SDD ITG* navodi da su vojne primene RFID tehnologija realnost, ali da se teško mogu dati preciznije procene bez detaljnijeg poznavanja planova Vojske Srbije.

Sva navedena preduzeća su dala pozitivan odgovor na pitanje vezano za učestvovanje u pilot projektima koji bi se odnosili na upotrebu RFID tehnologije u Vojsci Srbije. Iz podataka dobijenih na osnovu upitnika i uvida u Internet stranice navedenih sistem-integratora, u ponudi se mogu naći najrazličitija rešenja i sistemi na osnovu tehnologija automatske identifikacije sa šarolikom primenom, počev od kontrole pristupa, evidencije radnog vremena, automatske identifikacije i praćenja vozila, preko popisa osnovnih sredstava, magacinskog poslovanja, do kontrole točenja goriva i slično. Iz svega navedenog, može se zaključiti da preduzeća sa teritorije Republike Srbije raspolažu znanjem, iskustvom i referencama za implementaciji informacionih sistema i softverskih rešenja na bazi tehnologija automatske identifikacije, što i te kako treba imati u vidu prilikom realizacije nabavke softvera kao gotovog proizvoda. Takođe, značajan je pozitivan stav svih sistem-integratora u vezi sa učestvovanjem u pilot projektima, te im treba pružiti šansu jer bi na taj način Ministarstvo odbrane, kao državna institucija, podstaklo privredu i preduzeća svoje zemlje.

Zaključak

Ministarstvo odbrane Republike Srbije moći će pomoću kodifikacionog sistema NATO-a uspešno da realizuje jedinstvenu kodifikaciju, klasifikaciju i određivanje skladišnog broja za sva sredstva, sklopove i rezervne delove radi njihovog jednoznačnog prepoznavanja. Na taj način, krajnji korisnici će moći da obavljaju svakodnevne poslove materijalnog obezbeđenja bez na-

rušavanja celokupnosti podataka, a komandne i upravne strukture imaće pouzdan ulaz za donošenje odluka kojima se obezbeđuje optimalno upravljanje. Proizvodi i usluge koji prolaze proceduru kodifikacije moći će da budu ponuđeni najvećem tržištu sredstava naoružanja i vojne opreme.

Visok kvalitet podataka obezbeđuje ključni nivo vidljivosti zaliha kroz lanac snabdevanja, dok je neadekvatan opis materijalnih sredstava jedan od glavnih uzroka neuspeha u obezbeđivanju potrebnog nivoa gotovosti i smanjenju proizvodnih kapaciteta i zastarevanja sredstava. Mediji tehnologija automatske identifikacije, pre sega BARCODE i RFID tehnologije, moguda se koriste kao nosioci oznaka sa visokim kvalitetom podataka i adekvatnog opisa materijalnih sredstava radi obezbeđivanja ključnog nivoa vidljivosti zaliha kroz lanac snabdevanja.

U skladu sa dinamikom promena u savremenim armijama, jedino rešenje u procesu donošenja odluka u skladu sa osnovnim principima pravovremenosti i efikasnosti u obavljanju zadataka jeste upotreba fleksibilnih informacionih sistema. Zbog toga, prilikom nabavke softvera ne bi trebalo zanemariti činjenicu da sistem-integratori iz Srbije imaju dovoljno znanja, iskustva i referenci za uvođenje softveskih rešenja na bazi tehnologija automatske identifikacije, što i te kako može da doprinese kvalitetnoj implementaciji informacionih sistema.

Literatura

- [1] Andrejić, M., Milenković, M. i Sokolović, V., Logistički informacioni sistemi, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 58, No. 1, pp. 33–61, Beograd, 2010.
- [2] Pejanović, M., Razvoj informacionih sistema u internet okruženju korišćenjem softverskih komponenti sa posebnim osvrtom na primenu u vojnoj organizaciji, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 1, pp. 121–148, Beograd, 2011.
- [3] *Elaborat o načinu realizacije sertifikacije kodifikacionog sistema MO i VS – mapa puta*, Direkcija za standardizaciju, kodifikaciju i metrologiju, UOT SMR MO, oktobar 2010. godine.
- [4] *Opšti EAN-UCC priručnik za korisnike*, GS1 Srbija, 2005.
- [5] <http://rfidhandbook.blogspot.com/>. – 23. 11. 2011.
- [6] Korać, D. i drugi, *Auto ID tehnologije*, YUNICO d.o.o., Beograd, 1995.
- [7] <http://www.mylogistics.net/de/news/themen.jsp?typ=search&key=news755922&typ=search&suchfeld=Logistikzentrum+RFID-05.03.2010>.
- [8] http://bib.irb.hr/datoteka/444690.Mesaric_Dujak_2009.pdf – 24. 11. 2011.
- [9] http://www.gyrfid.com/Smart_label.html. 26. 11. 2011.
- [10] Jovanović, V., *Prednosti RFID tehnologije u logistici i njena primena u vojsci*, magistarski rad, Ekonomski fakultet u Beogradu, Beograd 2010.
- [11] Jovanović, V., Jovanović D., Iskustva stranih armija u primeni RFID tehnologije u logistici, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 60, No. 1, pp. 118–138, Beograd, 2012.

PERSPECTIVE OF THE APPLICATIONS OF AUTOMATIC IDENTIFICATION TECHNOLOGIES IN THE SERBIAN ARMY

FIELD: IT

ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary:

Without modern information systems, supply-chain management is almost impossible. Automatic identification technologies provide automated data processing, which contributes to improving the conditions and support decision making. Automatic identification technology media, notably BARCODE and RFID technology, are used as carriers of labels with high quality data and adequate description of material means, for providing a crucial visibility of inventory levels through the supply chain. With these media and the use of an adequate information system, the Ministry of Defence of the Republic of Serbia will be able to establish a system of codification and, in accordance with the NATO codification system, to successfully implement a unique codification, classification and determination of storage numbers for all tools, components and spare parts for their unequivocal identification. In the perspective, this will help end users to perform everyday tasks without compromising the material integrity of security data. It will also help command structures to have reliable information for decision making to ensure optimal management. Products and services that pass the codification procedure will have the opportunity to be offered in the largest market of armament and military equipment. This paper gives a comparative analysis of two automatic identification technologies - BARCODE, the most common one, and RFID, the most advanced one - with an emphasis on the advantages and disadvantages of their use in tracking inventory through the supply chain. Their possible application in the Serbian Army is discussed in general.

Introduction

The Serbian Ministry of Defence has realized that the present state of the nomenclature and labeling of material resources does not provide command and administrative structures with reliable input for decision making in order to ensure optimal management of products and services that pass the procedure of codification and enter the NATO codification system market. It does not provide the interoperability of the Army of Serbia with the armies of the United Nations missions either. Automatic identification technology media, BARCODE and RFID technology in particular, can be used as bearers of labels with high quality data and adequate description of material resources. In military systems, the use of automatic identification technologies involves monitoring items codified to the extent prescribed by competent commanders, as well as documenting changes in business processes.

BARCODE vs. RFID technology

The BARCODE, the most common automatic identification technology and the RFID, the most advanced one, have their advantages and disadvantages. BARCODE systems are a most widely used form of labeling materials and goods in the world. The advantages of this technology such as the speed of a laser code reading that is at least three times higher than the speed of a keyboard input or the possibility of digital processing of specific information about products have created a new value, not only for companies but also for customers. With the advent of the RFID technology, many potential advantages over the BARCODE technology have been identified. However, the RFID technology has started to be implemented instead of the barcode only for a last couple of years, with its acceptance by some of the world's largest retail chains.

It is expected for these technologies to co-exist for many years with the RFID technology gradually replacing the BARCODE technology in some sectors. One example of the simultaneous use of both technologies are so-called smart labels that contain both an RFID tag with an antenna and a BAR CODE tag printed on the reverse.

Possibility of the application of automatic identification technologies in the Army of Serbia

Based on the views of renowned system integrators in the territory of Serbia and the experiences of foreign armies, the RFID technology can be applied in the Serbian Army in many fields, from the identification of personnel and vehicles for access control and attendance records to the identification of equipment, tools and special purpose vehicles and equipment. In a combination with the BARCODE technology and with the use of appropriate devices for identification, inclusion and data, the RFID enables maximally efficient and reliable management of all types of resources, staff included. The benefits obtained by applying solutions based on automatic identification technologies in foreign armies are: advanced inventory management, significant increase in inventory occupancy, elimination of double orders, replacement of manual procedures and cost reduction, improvement of funds tracking, neutralizing of improper packing and labeling, interoperability with coalition partners, reduced possibility of equipment theft, greater efficiency and effectiveness in the supply chain, visibility of incoming and outgoing transport in real time and increased self-confidence in soldiers.

Conclusion

The NATO codification system will enable a successful implementation of unique codification, classification and determination of storage numbers for all tools, spare parts and assemblies for identification purposes. The high quality of data provides a key level of inventory visibi-

lity through the supply chain, and the automatic identification technology media, primarily the BARCODE and RFID technology, can be used to carry labels with high quality data and adequate description of material means, for providing critical visibility of inventory levels through the supply chain.

In this way, end users will be able to perform everyday tasks without compromising the material integrity of security data, and command and management structures will have a reliable input for decision making to ensure optimal management. Products and services that pass the codification procedure will have the opportunity to be offered in the largest market of armament and military equipment.

Key words: Barcode, RFID, codification, supply chain, the Serbian Army, automatic identification.

Datum prijema članka: 06. 12. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 16. 01. 2012.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 18. 01. 2012.

PRIMENA MULTIMEDIJALNIH SERVISA U ŠIROKOPOJASNOM OKRUŽENJU ZA POBOLJŠANJE LOGISTIČKIH POTREBA VOJSKE

Stefanović R. Radiša, Visoka tehnička škola strukovnih
studija, Požarevac

DOI:10.5937/vojtehg1203207S

OBLAST: telekomunikacije

VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

U radu je analiziran potrebiti protok pojedinih multimedijalnih servisa i ukazano na mogućnosti primene nekih od servisa u širokopojasnom okruženju radi poboljšanja logističkih potreba vojske. Sve je veća potreba da se informacije prenose u različitom obliku, od govora, preko teksta, podataka i grafičke mirne slike, do pokretne video-slike. Zahtev za prenosom informacija u visokoj rezoluciji iziskuje povećanje protoka do nekoliko desetima Mb/s. Platformu za čitav niz multimedijalnih servisa čine širokopojasne mreže. Za svaki multimedijalni servis neophodan je određen protok, koji se donekle može sniziti primenom naprednih tehnika kodovanja.

Ključne reči: multimedija, servisi, audio, video, širokopojasne mreže, logistika, radio-mreža.

Uvod

Logistika se u širem smislu definiše kao „veština i nauka upravljanja, inženjerstva i tehničkih aktivnosti u vezi sa zahtevima, projektovanjem i resursima snabdevanja i održavanja da podrži ciljeve, planove i operacije“. U opštem slučaju, logistika obuhvata: skladištenje i snabdevanje, održavanje, transport, opremu za dijagnostiku, alat i pribor za rad, i školovano i obučeno ljudstvo [1]. Da bi određene službe, sektori, radne jedinice i pojedinci mogli što efikasnije da rade moraju imati pravovremene i tačne informacije vezane za njihove obaveze u sistemu logističke podrške. Integrirana logistička podrška se zasniva na davanju potrebnih izvora podataka za podršku u određenim fazama da bi se obezbedilo optimalno korišćenje svih resursa. Potrebnu, pravovremenu i pouzdanu količinu zahtevanih informacija može da obezbedi širokopojasna mreža, pod kojom se podrazumeva prenosni kapacitet veći od 200 kb/s u

jednom pravcu. Budući da ne postoji opšte prihvaćena definicija, neke države su same odredile zahtevani prenosni kapacitet. Ipak, najmerodavnija je definicija Međunarodne unije za telekomunikacije (*International Telecommunication Union-ITU*), koja širokopojasnu mrežu tretira kao mrežu u kojoj je prenosni kapacitet od 1,5 do 2 Mb/s. U našoj zemlji je prihvaćena definicija prema kojoj protoci za fiksnu telekomunikacionu mrežu nisu manji od 4 Mb/s i od 512kb/s za mobilni širokopojasni pristup [2]. Većina zemalja posebno definiše veći protok ka korisniku – oko 256 kb/s, i a manji protok od korisnika, reda 128 kb/s. Očigledno je da će se granice protoka povećavati sa razvojem tehnologije. Definisani protoci za sada omogućavaju istovremeno prenošenje govora, tekstualnih, grafičkih i video-podataka. U tehničkom smislu, širokopojasna mreža je mreža koja podržava različite medije i tehnike prenosa zasnovane na prenosu signala u širokom frekventnom opsegu. U radu je ukazano na fiksne mreže, u kojima se sve više napuštaju klasični bakarno-aluminijumski provodnici i koje se grade na bazi optičkih kablova, i na mobilne mreže, koje imaju posebnu važnost u vojnoj primeni. Za efikasan i obostrani rad u logistici odbrane neophodni su razmena informacija u realnom vremenu i skraćivanje vremena reagovanja logističkog sistema u obezbeđivanju tražene podrške.

Potrebe za mrežama sa širokopojasnim pristupom

Prema potrebama, zavisno od protoka a na osnovu „Strategije i akcionog plana“ [2], definisane su sledeće tri klase širokopojasnog pristupa, od kojih je prva najznačajnija za potrebe vojske:

- pod prvom klasom se podrazumevaju protoci od 512 kb/s u slučaju mobilnog širokopojasnog pristupa, odnosno od 4 Mb/s do 100 Mb/s u slučaju pristupa u fiksnoj mreži;
- drugu klasu čine protoci od 100 MB/s do 1 GB/s. Koristiće se za potrebe prenosa televizijskih programa i složenih pokretnih slika;
- u trećoj klasi su protoci iznad 1 GB/s, te će se koristiti za potrebe nauke i medicine.

Poslednje dve klase se uglavnom zasnivaju na optičkim kablovima velikih kapaciteta. Najrasprostranjenija je prva klasa pristupa jer uspešno podržava pretraživanje po internetu i elektronsku poštu, govorni poziv i razmenu većih fajlova. Osim za potrebe vojske, ta klasa je posebno značajna za razvoj ruralnih i udaljenih oblasti – primena interneta i mobilnih telefona poboljšava kvalitet života (od bržeg i jednostavnijeg komuniciranja, preko lakšeg pristupa informacijama, do zabave i kulturnih događaja). U zavisnosti od načina prenosa, kablovskog sistema (optika, bakar-aluminijum) ili bežičnog sistema (zemaljski ili satelitski)

moгу da se koriste i tipovi servisa u multimediji. Pored govornih komunikacija, najčešće se prenose grafički mirne slike, tekst i podaci, a ređe pokretne video-slike. Velika sredstva se ulažu u polaganje optičkih kablovskih sistema, ali i bežičnih tehnologija širokopojasnog pristupa, kao što je mobilni sistem četvrte generacije i široko rasprostranjene interoperabilnosti za mikrotalasni pristup (*Worldwide Interoperability for Microwave Access – WiMAX*).

Problem u prenosu pokretne video-slike je u zahtevu za potrebnom širinom propusnog opsega, posebno kada je reč o prenosu slike visoke rezolucije (*High Definition TeleVision-HDTV*). Pri prenosu tih signala primenjuje se kompresija, što može da dovede do oštećenja slike, odnosno do pada kvaliteta. Drugi problem je opterećenje mreže, koje može da dovede do gubljenja nekih paketa. Uticaj izgubljenog paketa na kvalitet slike koji se vidi na ekranu zavisiće od toga koji se deo paketa izgubio i od mogućnosti prikrivanja greške.

Postojeće širokopojasne tehnologije

Za sada se kod nas najčešće koriste postojeće bakarne parice za servise sa određenim protocima. Postavljanjem modema na postojeće pretplatničke utičnice preko razdelnika signala razdvaja se govor od prenosa podataka, što je poznato pod nazivom Digitalna pretplatnička linija (*Digital Subscriber Line-DSL*). Glavni nedostatak te tehnologije je opadanje kvaliteta sa udaljenošću korisnika od centralnog čvora, te može doći do preslušavanja. Kvalitet signala zavisi od starosti mreže, kvaliteta izgradnje i dužine parica. Protoci se obično kreću oko 1 Mb/s ka korisniku i oko 500 kb/s od korisnika.

Sledeći po zastupljenosti je kablovsko-distributivni sistem. Ima znatno veću brzinu pristupa – od 1 Mb/s do 30 Mb/s, koja varira zavisno od broja korisnika koji istovremeno pristupaju mreži. Naime, veći broj korisnika može da smanji sigurnost konekcije. Za sada pokriva dovoljan broj servisa (pristup internetu, digitalna TV, video-nadzor i fiksna telefonija).

Optička vlakna su najbolje rešenje za širokopojasni pristup. Odlikuju se dobrim karakteristikama, kao što su malo slabljenje, imunost na elektromagnetska zračenja i mogućnost multipleksiranja po talasnim dužinama. Prenos signala se može ostvariti na razdaljinama većim od nekoliko stotina kilometara sa velikim protocima do 40 Gb/s. Osim velikih protoka, optika obezbeđuje sigurnost i kvalitet pruženih servisa. Najpogodnije su mreže u kojima se optički završetak nalazi kod krajnjeg korisnika, što znači da je tada potpuna optička konekcija (*Fibre To The Home-FTTH*). Osnovni nedostatak im je visoka cena uvođenja optike u domaćinstvo [3].

Protoci postojećih i budućih multimedijalnih servisa

Od nove generacije servisa očekuje se da uvežu Web i televiziju. Da bi se to postiglo, moraju da se integrišu komunikacije i radio-difuzija u mreži, na strani ponuđača usluga, kao i personalni računar i televizija, na strani korisničke opreme [4]. Širokopojasne telekomunikacije su platforma koja može da omogući nove servise u elektronskom obliku, a za postojeće multimedijalne servise potrebno je obezbediti neke minimalne protoke kako bi se zadržao kvalitet usluge.

Tabela 1
Table 1

Minimalni i poželjni protoci za određene multimedijalne servise
Minimum and desirable flows for certain multimedia services

Servis	Minimalni protok (kb/s)	Poželjan protok (kb/s)
Prenos muzike	64	500
Elektronsko bankarstvo	128	500
Igre	128	1.000
Internet pretraživanje	128	1.000
Video-konferencija	256	1.000
Elektronska kupovina	256	1.500
Učenje na daljinu	256	2.000
Prenos filmova sa DVD-ja	1.000	10.000
Digitalna televizija	5.000	8.000

Za standardni kvalitet pokretne slike digitalne televizije zahteva se protok od 3 Mb/s pri H. 264 AVC kompresiji [5].

Broj novih servisa se stalno povećava, a time i potreba za razvojem širokopoasnog pristupa. Od novijih servisa posebno će biti interesantna Elektronska uprava, koja će povećati efikasnost administracije, zatim Telemedicina, Elektronsko poslovanje i Edukacija na daljinu [6].

Osnovne karakteristike multimedijalne komunikacije su sledeće:

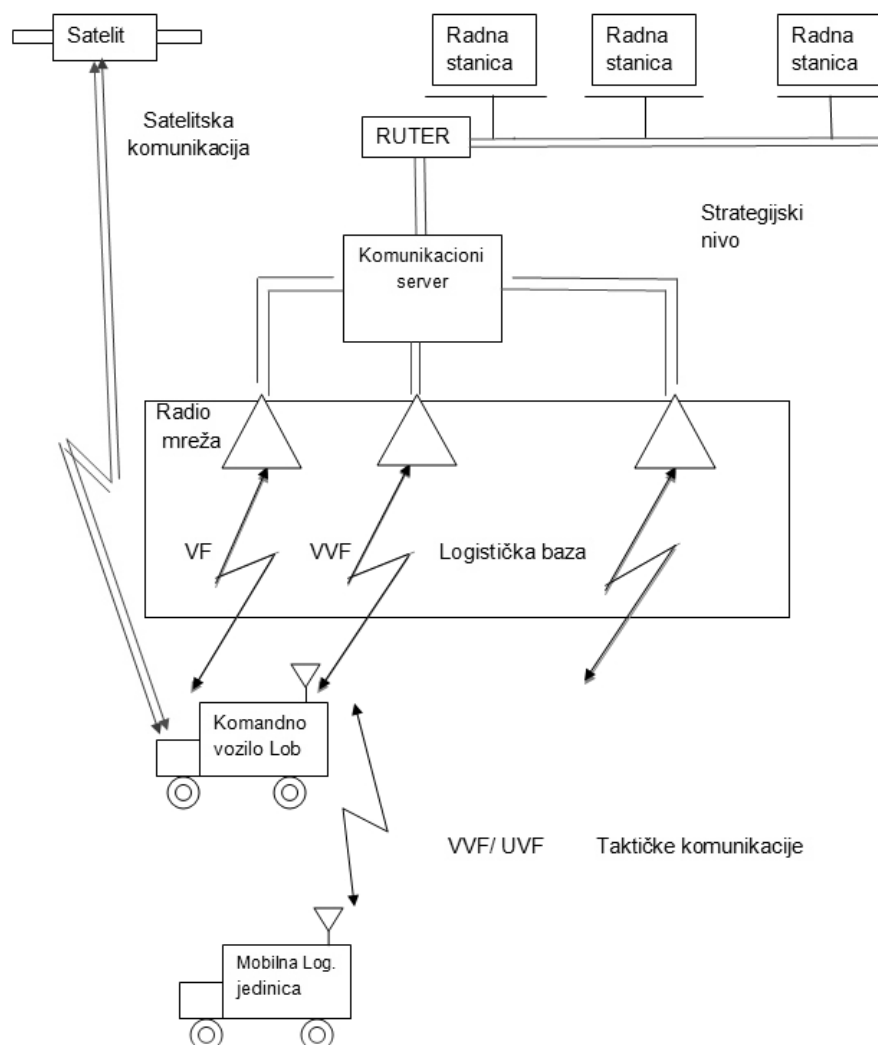
- odvija se u realnom vremenu ili sa strogo ograničenim kašnjenjem,
- zahteva unapred definisan, tj. garantovan kvalitet usluga,
- obavlja se istovremeno između više udaljenih učesnika, tj. sa jedne na više udaljenih tačaka,
- realizuje se u mrežama koje omogućavaju digitalni paketski prenos poruka.

Opšti cilj multimedijalne komunikacije jeste ostvarenje komunikacije među učesnicima na daljini na prirodan način i što verodostojnija zamena za komunikaciju „licem u lice“ (engl. *face to face*) [7].

Prilikom projektovanja i izgradnje informacionih sistema vojske treba uspostaviti funkcionalni odnos između sadržaja koji su hijerarhijski strukturirani po nivoima komandovanja. Za potrebe prenosa logističkih podataka, formiranje multimedijalne mreže koja ima topologiju hijerarhijske zvezde opravdalo bi svoju funkciju. U predloženom informacionom logističkom sistemu trebalo bi da budu raspoloživi podaci o stanju borbene tehnike, goriva, municije, borbenih sistema itd. Podatke bi trebalo da ažuriraju u realnom vremenu učesnici u komunikaciji kojima je hijerarhijski to dopušteno. Za više nivoje logističkih organa i uprava treba učiniti dostupnim i druge podatke iz mreže komandno-informacionih sistema, poput elektronske radne karte, meteorološke situacije, podataka o neprijatelju, podataka o sopstvenim snagama itd.

Predlog upotrebe multimedijalnog servisa za poboljšanje funkcionisanja logističke podrške u vojsci

Prema sveobuhvatnom logističkom konceptu, bila bi neophodna ugradnja softverski definisanog radija u vozila koja se koriste za logističke potrebe. Vozač bi pri startovanju vozila uspostavljao vezu s komandnim vozilom logističkog bataljona ili direktno s logističkom bazom ili Centrom za upravljanje kretanjem, čiji su radio-uređaji priključeni na komunikacijski server, te preko rutera na lokalnu računarsku mrežu (Local Area Network-LAN). Vozač bi u svakom trenutku mogao da koristi radio-uređaj kao radio-telefon ili za prijem podataka sa veoma malim zakašnjenjem od oko 1,5 ms. Radi bezbednosti podataka, prenos bi se zasnivao na ortogonalnom frekvencijskom multipleksu (Orthogonal frequency division multipleks-OFDM). Podaci kojima se internet protokolom osigurava da odu tamo gde treba da budu mogu se preneti fiksnom frekvencijom ili u frekvencijsko-skakajućem modu, ako je potrebna dodatna zaštita. U zavisnosti od udaljenosti i optičke vidljivosti, bilo bi poželjno da radio-mreža ima mogućnost rada u području visokih frekvencija (VF od 1,5 MHz do 30 MHz) i u području vrlo visokih frekvencija (VVF od 30 MHz do 512 MHz). Zbog mobilnosti logističkih vozila trebalo bi koristiti mehanizme za korekciju efekta pogrešnog prijema usled fedinga. Predlog izgleda osnovne logističke mobilne mreže prikazan je na slici 1.



Slika 1 – Logistička mobilna širokopojasna mreža za podršku multimedijalnog servisa
Figure 1 – Logistic mobile broadband network for the support of multimedia services

Takav koncept bi doprineo skraćivanju vremena reagovanja logističkog sistema, uz bolju informacionu vidljivost stanja resursa za podršku i uz brži i sigurniji transport. Postojeći automatizovani informacioni sistem za praćenje materijalnog knjigovodstva (*POMAK*) umnogome zadovoljava logističke potrebe, te ga treba modernizovati i zdejstvovati u svim organizacijskim celinama. Neprekidno treba raditi na razvoju logističkog informacionog sistema [8] koji prati stanje resursa i pruža podršku pri planiranju i odlučivanju u oblasti logističke podrške.

Zaključak

U radu je prikazana mogućnost primene multimedijalnih servisa u širokopojasnom okruženju koji značajno doprinose pravovremenoj i bržoj logističkoj podršci vojske. Jedan od važnih elemenata jeste nabavka opreme i razvoj širokopojasnih mreža za potrebe vojske radi povećanja protoka podataka. Zbog uvođenja novih servisa, samo za potrebe logistike neophodna je nabavka novih radio-sredstava, kojima će se omogućiti direktno povezivanje sa potrebnom bazom podataka koja neprekidno prati stanje resursa za podršku. Na osnovu poređenja postojećih širokopojasnih tehnologija, jasno se uočava da kičmu vojnih multimedijalnih servisa treba da čini optička kablovska struktura, koja omogućava prenos pri brzinama od nekoliko Gb/s. Bežični prenos treba tehnološki postepeno podizati do reda 100 Mb/s. Pri tim brzinama, servisi za potrebe vojske bi imali garantovan kvalitet i sigurnost (tajnost podataka) pri prenosu govora i videa u realnom vremenu. Pored navedene, raspoložive brzine prenosa, nivoa kvaliteta servisa i nivoa sigurnosti, bitan faktor je i cena servisa. Potrebe prakse, zahtevi vremena i savremene tendencije nalažu sve veću primenu multimedijalnih servisa u širokopojasnom okruženju za potrebe logistike odbrane.

Literatura

- [1] Adamović, Ž., *Logistički sistem održavanja*, Privredni pregled, Beograd, 1989.
- [2] *Strategija i akcioni plan za razvoj širokopojasnog pristupa u Republici Srbiji do 2012 godine*, Ministarstvo za telekomunikacije i informaciono društvo, Beograd, 2009.
- [3] Gvozdić, D., *Savremeni pravci razvoja širokopojasnih optičkih mreža i njihovi potencijalni servisi*, 12. Telekomunikacioni forum TELFOR 2007, Beograd, 2007.
- [4] Jevtović, M., Pavlović, B., Topološka analiza telekomunikacionih mreža, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 59, No. 1, pp. 96, Beograd, 2011.
- [5] Miličević, Z., *Jedan pristup uvođenju multimedijalnog H.264/AVC standarda u vojne telekomunikacione sisteme*, doktorska disertacija, Vojna akademija, Beograd, 2010. godine.
- [6] Reljin, I., Samčović, A., *Razvoj multimedijalnih servisa u širokopojasnom okruženju*, PosTel 2009, Beograd, 2009.
- [7] Jevtović, M., *Multimedijalne telekomunikacije*, Grafo-Žig, Beograd, 2004.
- [8] Andrejić, M., Radosavljević, V., Arsić, S., Logističko obrazovanje i obučavanje nelogističkog osoblja, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 59, No. 1, pp. 18, Beograd, 2011.

APPLICATION OF MULTIMEDIA SERVICES IN THE BROADBAND ENVIRONMENT TO IMPROVE LOGISTIC NEEDS OF THE ARMY

FIELD: Telecommunications,
ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary

The paper analyzes the flow of some multimedia services, and points to the possibility of applying some of the services in the broadband environment to improve the logistic needs of the army. The need to convey information in different forms (from text, data, graphics, still pictures to video motion pictures) is increasing continually. Requests for information transfer in high resolution require increasing the flow to several dozens of Mb/s. Broadband represents the platform for a wide range of multimedia services. Each multimedia service requires a certain flow which can be partially decreased with advanced coding techniques.

Introduction

A broadband network implies a transmission capacity of more than 200 kb/s in one direction. Our country accepted the definition determining the flow of not less than 4 Mb/s for fixed telecommunications networks, and 512 kb/s for mobile broadband. For the time being, the defined flow rates allow simultaneous transmission of voice, data and video data. This paper points at fixed networks, now increasingly abandoning the traditional copper-aluminium conductors, constructed on the basis of optical cables, as well as at mobile networks which have particular importance in military applications.

The need for networks with broadband

According to the needs depending on the flow, based on the strategy and action plans, three classes of broadband access were defined. The most widespread is the first class of access, because it successfully supports searches on the Internet and electronic mail, voice call and exchange of large files. Except for military needs, this class is particularly important for rural and remote areas. The first class includes flows of 512 kb/s in the case of mobile broadband, and from 4-100Mb/s in the case of access to the fixed network.

Existing broadband

Our country currently uses the existing copper pairs for services to certain flows. Flows are usually around 1 Mb/s to the user and 500 kb/s from the user. The cable distribution system is the second most used system. Its speed of access is much higher, ranging from 1 Mb/s to 30 Mb/s, which varies with the number of users accessing the network simultaneously. Optical fibres are the best solution for broadband

access. Signal transmission can be achieved at distances greater than several hundred kilometres with large flow rates up to 40 Gb/s. In addition to high flow, optics ensures safety and quality of service.

Flow of current and future multimedia services

Broadband telecommunications represent a platform that can enable new services in an electronic form. For some multimedia services, one needs to provide a minimum flow in order to maintain quality of service.

For standard quality of motion pictures, digital television requires a flow rate of 3 Mb/s, with H. 264 AVC compression. The number of new services is steadily increasing and, consequently, the need for the development of broadband access. One of new services available, one that will be particularly interesting is the Electronic Government, which will increase the efficiency of the administration, followed by Telemedicine, E-commerce and distance education.

The proposal to use multimedia services to improve logistics in the army

A comprehensive logistics concept would require an installation of software defined radios in vehicles used for logistic purposes. When starting the vehicle, the driver would establish a connection with the command vehicle of the logistics battalion, or directly with the logistic database, whose radio communication devices are connected to the server, and through the router to a local computer network (Local Area Network-LAN). Depending on the distance and the line of sight, it would be desirable that the radio has the ability to work in the high frequency range (1.5 MHz to 30 MHz) and in the very high frequency range (30 MHz to 512 MHz). Clearly, such a concept would contribute to shortening the response time of the logistics information system with better visibility of the state resources for support and with faster and safer transportation.

Conclusion

The backbone of military service should be made of a multimedia optical cable structure which allows transfer at speeds of several Gb/s. Wireless transmission technology will be gradually raised to the order of 100 Mb/s. At these speeds, services for the Army would be provided with guaranteed quality and security (confidentiality), as well as the transfer of voice and video in real time.

Key words: *multimedia, services, audio, video, broadband networks, logistics, radio network.*

Datum prijema članka: 06. 07. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 08. 08. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 10. 08. 2011.

MODEL FOR IMPROVING SAFETY IN TRANSPORTING DANGEROUS GOODS FOR THE SERBIAN ARMY

Kostadinović S. *Dragan*, Serbian Army,
Mixed artillery brigade, Niš

DOI:10.5937/vojtehg1203216K

FIELD: Traffic Engineering, Traffic Safety
ARTICLE TYPE: Professional paper

Abstract:

Design and improvement of the safety of transport of dangerous goods is a multidimensional and dynamic process which can be implemented using several different methods and techniques. In defining the model of improving the safety of transport of dangerous goods for the purposes of the Serbian Army, the Deming's approach to quality management system has been used. The analysis of the existing organization of transport of dangerous goods in the Army of Serbia has established the basic causes that affect the reduction in security as well as specific measures to be taken to improve the safety of transport of dangerous goods in the Serbian Army. The benchmark concept, widely used in the world, especially among organizations dealing with the same kind of logistic services, has been applied to identify measures to improve the safety of transport of dangerous goods in the Serbian Army.

Key words: *transport safety, dangerous goods, model, corrective measures, Deming's approach, the concept of benchmark.*

Introduction

The increasing presence of dangerous materials in production causes the increasing participation of vehicles transporting dangerous goods (DG) in overall transport. Staff handling dangerous materials in packing, unpacking, loading and unloading may be at risk as well as drivers and others who find themselves in the vicinity of dangerous goods during transport. Resources and the environment in which dangerous goods are transported may be at risk as well.

Problems in working with dangerous materials are far more present in the Serbian Army (SA) due to the very purpose of the military and the environment in which tasks are executed. In order for the transport of dangerous goods to be safe for humans and the environment, starting from the preparations

to the unloading and storage of dangerous goods, it is necessary to constantly monitor, analyze and improve the existing method of transport execution [1].

Safety of transport of dangerous goods is a complex, specific system which includes several sub-systems.

Safety of transport of dangerous goods, generally speaking, is a characteristics that determines the possibility or probability of execution of all activities without negative consequences for the lives and health of all participants in the process, and without any financial and other damage. The existence of problems and imperfections of the system are the cause of unsafe transportation.

In order for transport of dangerous goods to be safe, it is necessary to define which preventive measures should be taken in all activities (before, during and after transport execution) in case of possible risks in the transportation. Preventive measures include measures aimed at the prevention of negative effects or consequences and the creation of such conditions that such effects do not occur.

The final goal in defining the overall transportation system management is to improve the safety of transport of dangerous goods while not hindering its development. This takes into account the risk in transport, normative regulations and a transportation system as a whole.

Monitoring and safety management of transport of dangerous goods for the Serbian Army

By signing and ratifying the SEECAP Declaration (Declaration South East Europe Common Assessment Paper on Regional Security Challenges and Opportunities, 2001), Serbia took over the duties in the field of safety assessment of possible risks, dangers and challenges, and the prevention of possible threats to regional security as well as accidents and disasters. According to the document "Strategic Framework and the key priorities of the Stability Pact for South Eastern Europe" in 2001, it is essential that the national systems of South Eastern Europe meet the appropriate requirements for the timely prevention of emergency situations and timely action in case of accidents [2].

Also, the entry into force of the new Law on transport of dangerous goods [3] and adopting the Law on Ratification of ADR (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) [4], has created the need for security monitoring and management of transport of dangerous goods, both in society and in the SA.

The problem of safety of transport of dangerous goods is not only resolved by the subsequent description and interpretation of the causes of these problems, but by preventing such situations. One way is based on the pursuit for predictability and certainty in respect to the execution of transport, i.e. reducing or annulling the existing risks [5].

The existence of the risk of accidents in the transport of dangerous goods imposes a need to take timely measures to prevent or reduce the emergence of risks and consequences they may cause.

Safety of transport of dangerous goods is the absence of risk or the risk reduction to a tolerable level or the allowed degree of freedom from unacceptable risk that some event or process can be implemented in full and without harmful consequences [6].

Risk management can be defined as an activity aimed at the identification and analysis of different scenarios of damage from danger to which some of the processes can be exposed and at determining the best way of eliminating the consequences of such damage.

Risk management objective is to ensure the execution of transport of dangerous goods without any financial losses that may be caused by a realization of the potential risks during transport.

In order to manage security of transport of dangerous goods, or more precisely the risks during the implementation of transport, it is necessary to constantly monitor the security of transport of dangerous goods. Condition monitoring is a set of methods for monitoring risks during transportation in order to identify, analyze and rank the activities according to risk, the potential of improving the security of transport of dangerous goods and the savings in the costs of traffic accidents and accidents involving dangerous substances.

The basic idea of management is to reduce, preferably eliminate the risk from the transportation system.

Managing security of transport of dangerous goods and reducing security risks involve a complex process implemented through the following phases:

1. Risk identification,
2. Risk analysis,
3. Risk assessment, and
4. Dealing with risk and risk control (determining how to remove its effects).

In order to successfully apply all the stages in the process of safety management of transport of dangerous goods, it is necessary to [6]:

- know the current situation,
- define the projected state, and
- select control measures that will change the current situation into a desired one.

Besides the current facts, defining the current situation involves the prognosis of development occurring on the basis of existing conditions.

In defining the desired state, we should define the vision and management objectives. Visions are defined without time limits and without concrete values (for example, a vision is technically correct and safe vehicles, training of personnel to carry out transport of dangerous goods, etc.). Objectives are more specific, time-limited and usually defined by certain values (for example, that in the next 3 years the number of drivers with a certificate will increase for 10% of the total number of drivers, or

that in the next 5 years a fleet will be completed with a specific number of motor vehicles for transporting dangerous goods, etc.)

When a deviation between the current and the projected situation is noticed, certain preventive (corrective) measures lead to the elimination or reduction of negative causes (risks), and thus to the improvement of the safety of transport of dangerous goods.

The safety level of transport of dangerous goods results from each stage in the transport process. When high-quality activities in the transport process take place without flaws, weaknesses, mistakes, etc., at a high organizational, technological and safety level, then the safety of transport of dangerous goods is at a high level.

Deming's approach to managing the security of transport of dangerous goods for the Serbian Army

One possible approach to improving system management and security of transport of dangerous goods is a well-known Deming's (W. Edwards Deming) approach to the science of quality. Japanese scientists have called this access "Deming cycle" or PDCA (Plan-Do-Check-Act), which includes the following processes [7]: planning, implementation, monitoring (checking) in order to observe the execution risk and implementation of corrective measures (Fig. 1).

Planning includes the development and implementation of the preparation method of transport of dangerous goods. The implementation of transport means immediate execution of all activities in the transport process [8]. Control is used to check the quality of the preparations and the direct implementation of transportation, as well as to establish risks which have an impact on the reduction of the level of safe transport and on the occurrence of hazardous events.

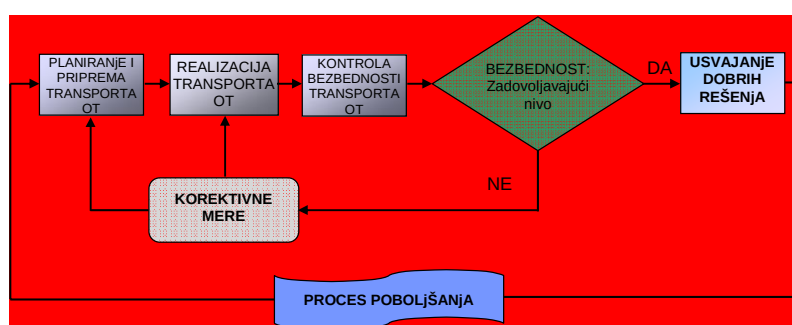


Figure 1 – Diagram of the "Deming cycle" management and improvement of safety of transport of dangerous goods for the Serbian Army [9]

Slika 1 – Dijagram „Demingovog ciklusa“ upravljanja i poboljšanja bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije [9]

After the control, the failures are studied and analyzed, conclusions are drawn, determining to what extent the objective has been achieved, what is not fulfilled, and the causes of this condition. Based on the analysis results, new corrective measures are determined to correct the identified weaknesses.

In the end, good measures and solutions leading to the improvement of the existing modes of transport of dangerous goods and the level of security are adopted and introduced as standards. For the adopted solutions and changes, the cycle is repeated continuously, thereby improving safety of transport of dangerous goods.

The process of transport of dangerous goods can be viewed as a set of interconnected and arranged subprocesses and activities that receive inputs and convert them into outputs. Security in the transport of dangerous goods can be viewed as a kind of **service**. The service itself (security) is the result of a series of synchronized and coordinated activities related to transport and the process directly depends on the quality of the process, i.e. security or its individual activities [1].

Determining the level of security (quality measurement), i.e. measuring the quality of the phenomena that reduce security, represents a basic prerequisite for improving the safety of transport of dangerous goods.

Through a measurement system, it is necessary to identify problems that impair the safety of certain activities in the transportation process and to focus on solving key problems. These are the most common problems related to the unsatisfactory state of material facts on which depends the safety of transport of dangerous goods (handling of materials, method of transport, adequate selection of vehicles, etc.) and that can cause major negative consequences.

The quality-safety problem of transport of dangerous goods means the difference between the projected (desired) and the real state of security (determined by the implementation of transportation control). A comparative analysis of these conditions leads to the detection of security problems of transport of dangerous goods and determination of corrective measures to be taken.

Quality management-security transport of dangerous goods includes the following processes: planning, provision and improvement of safety (Fig. 2).

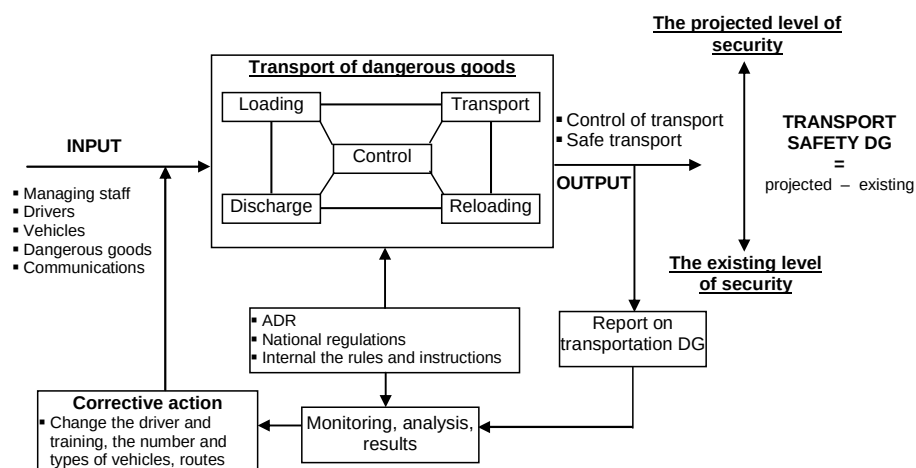


Figure 2 – Managing security of transport of dangerous goods for the Serbian Army [9]
Slika 2 – Upravljanje bezbednošću transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije [9]

To solve the security problem of transport of dangerous goods, it is necessary to identify causes, to make their classification and to determine cause-effect relationships. Eliminating or mitigating the impact of certain causes leads to the improvement of security of transport of dangerous goods.

Model of safety management of transport of dangerous goods for the Serbian Army

The process of securing the projected state of security of transport of dangerous goods is achieved through the preparation, implementation of transportation, supervision, monitoring of implementation and elimination of causes that can lead to unwanted deviations. In order to ensure the implementation process, it is necessary to register and monitor indicators of external and internal security.

The external indicators include the security attributes that users-recipients require and expect (time, reliability, availability, documentations, communications, etc.), and the indicators of internal security are the attributes in a unit that implements transport (training of drivers, vehicles and the adequacy of resources, utilization of capacity, etc.).

Improving the safety of transport of dangerous goods is a continuous process implemented in determined cycles. The task of the improvement function is raising the level of security, but also the effectiveness and efficiency of certain activities in the transportation process.

The proposed model for improving the safety of transport of dangerous goods involves certain steps related to transport planning, its execution, check control of compliance with laws and regulations, the selection of adequate vehicles, the choice of road and improvement of the quality of training of drivers and other personnel (Fig. 3).

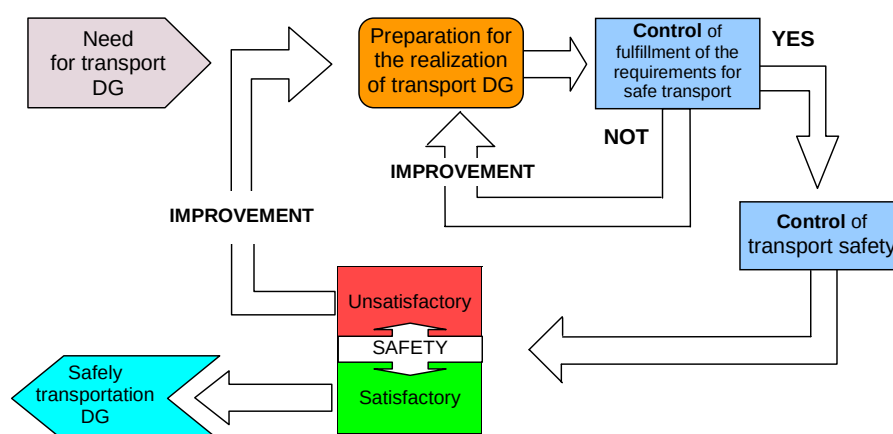


Figure 3 – Model to improve the safety of transport of dangerous goods for The Serbian Army [9]

Slika 3 – Model poboljšanja bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije [9]

Transport of dangerous goods, based on the order of the superior command, can be done:

- for unit's own use, or
- for other units.

After receiving requests from subordinate units or superior command orders for transportation of dangerous materials, the execution of transport is prepared.

The preparation includes:

- selection and preparation of the driver,
- determining the person responsible for the execution of the transport,
- selection and preparation of vehicles, and
- drawing up orders and other documentation preparation.

After the preparations made by a professional person in a unit that realizes the transport, the control is carried out about the quality of readiness of personnel and vehicles for safe transportation of dangerous goods.

If the control confirms that all requirements for safe transport are fulfilled, a permit for the execution of the transport of dangerous goods is issued and a vehicle, with a driver and a person in charge, is sent to the place of loading.

If the control shows that there are one or more requirements which are not met, then the defects are corrected using the procedure which incorporates projected corrective measures.

The process of improvement involves defining corrective actions and solutions which act on the causes of deviations from the actual quality of the planned transport-level security.

In the process of removing the causes of discrepancies from the planned quality, there should be identified:

- improvements that should be urgently implemented (which elements of the security are to be given more importance in order to improve the quality of preparation),
- improvements that depend on the environment (conditionality of communications and facilities, the existence of adequate vehicles to execute transport, etc.),
- continuous improvement activities,
- drawing up orders and preparation of other documents,
- non-emergency activities, and
- a system of rational use of available resources and potentials (vehicles and drivers and other personnel in the transportation process).

Design and improvement of the safety of transport of dangerous goods involves a multidimensional and dynamic process which can be implemented using several different methods and techniques (models, concepts), such as:

- six sigma methodology – concept of finding and eliminating errors and their causes,
- QFD (Quality Function Deployment) method – oriented to quality planning requirements,
- process-mapping method – identification and analysis of key processes and activities, and,
- cause and effect diagram (Ishikawa diagram, "fishbone") – analysis of all possible causes that affect a phenomenon (error, activity, process),
- FMEA (Failure Mode and Analysis) method- analysis of the impact, causes, consequences and errors,
- analysis of tree defects (FTA-Failure Tree Analysis) – identification, analysis and debugging,
- method of experimental design – Taguchi method-application of statistical techniques to assess the effect of different parameters,
- other statistical methods: methods for extracting and displaying data, charts and statistical process control.

In addition to these methods, in this case, the benchmark concept can be used to improve the safety of transport of dangerous goods for the SA.

For the purpose of conducting the benchmark method, data is collected about the methods of transport of dangerous goods in foreign ar-

mies, the processes implemented by applying accepted international regulations for the safe and secure transport of dangerous goods as well as the experiences of civilian companies in the country dealing with the transport of one or more kinds of dangerous substances [6].

The essence of this method is to make comparisons among them and to trace the activities and processes which are considered better than the existing ones in the SA and to transfer such experience and practice adapting them to the real conditions of transport of dangerous goods for the SA.

Benchmark concept

Benchmark is a designed system approach to the improvement of processes and activities in the organization (enterprise, company, etc.). It is based on the comparison of an organization with the similar ones, i.e. their leaders, as well as on the comparison of the processes and subsystems within the organizations-companies.

The key is to find the processes that are objectively considered to be the best, no matter where they occur, and to transfer these best practices and adapt them to real conditions in the organization.

The Benchmark terminology foundation consists of three distinctive concepts: benchmark, benchmark facility and benchmark process [7].

The term benchmark means a standard, a value, a reference point or a benchmark against which to measure or compare different values (template or standard for comparison).

The Benchmark object is an object that should be improved. This may be an activity, process, function, subsystem or a complete company.

The procedure involves a meticulous benchmark study, in-depth understanding of the process in its own organization as well as the selection and the transfer of knowledge and experiences into their own work.

The benchmark concept is defined in different ways. According to the American Productivity & Quality Center (APQC), a benchmark is defined as "systematic and continuous process of measuring and comparing an organization's business processes, in relation to the business process leaders anywhere in the world, to gain information that will help the organization to take action to improve its performance" [10].

One of more complete definitions was given by Harrington H.J. and Harrington J.S., and it follows [7]: "Benchmark is a continuous process of identifying, understanding and adaptation of products, services, equipment and procedures, companies with best practices to improve their own business." This process incorporates [7]:

- comparison of companies (organizations) and their parts with the best ones, not limited to the same activity,

- comparison of production and other activities of the company (organization) with equivalent activities or the same activities in order to extract the best,
- comparison of company's products and services with the products and services of leading competitors – comparison of company's technical solutions in order to select the best equipment,
- the best use of a defined business process,
- planning future directions for the development and active adaptation to new trends,
- meeting and surpassing consumer expectations.

In general, we can say that the benchmark is a continuous process of comparing products, services and processes in relation to the strongest competitors or those that are known to the world leaders in this field. The benchmark allows businesses to learn the experience of others [11].

The essence of the benchmark is to understand how to achieve better results and adjust the way our own organization functions in order to achieve the same.

Corrective measures to improve the safety of transport of dangerous goods for the Serbian Army

The remedial measures include the measures, procedures and activities for eliminating the cause of the existence of differences between the actual and the projected state of the process being analyzed.

Corrective measures include identifying problems, taking corrective actions and monitoring the effects of corrective actions. Corrective actions involve changing one or more activities in the reporting process.

In this case, the development and implementation of corrective measures aiming to improve the safety of transport of dangerous goods for the SA should be carried out as follows [9]:

- Identifying safety of transport of dangerous goods for the SA in relation to transport of other armies and companies,
- identifying the factors that reduce the safety of transport of dangerous goods for the SA,
- selecting and applying appropriate corrective measures (actions) to reduce or completely eliminate the negative impact of perceived causes,
- defining criteria for evaluating the effects of implementation of corrective measures,
- analysis of the level of safety of transport of dangerous goods after the application of corrective measures,

– continuous application of corrective measures that have led to improved levels of security.

In order to define corrective actions better, it is necessary to analyze the attributes and factors of safety of transport of dangerous goods (Table 1).

In the analysis of the existing organization of transport of dangerous goods for the SA [9], the following factors, mutually intertwined and affecting the correctness and security during the entire transport process, are distinguished:

- rules-regulations,
- qualified staff (a driver, a dangerous substance operator, a person responsible for the realization of transportation, a person in charge of control),
- a vehicle (a means of transport of dangerous goods),
- dangerous goods, and
- road (communication).

The existing regulations governing the transport of dangerous goods for the SA do not define a mode of transportation, which directly affects the security, and are reflected in the following:

- non-compliance with ADR,
- non-compliance with the existing national laws and the rules,
- incompletely defined conditions to be met by vehicles, drivers and other persons involved in the transport of dangerous goods,
- inadequate documentation for the transport of dangerous goods.

Table 1
Tabela 1

Factors of safety of transport of dangerous goods for the Serbian Army
Činioci bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije

Group factors	Factors of the safe transport of DG	Current situation in the SA	
		Partially satisfactory	Unsatisfactory
The rules-regulations	compliance with ADR		X
	compliance with national regulations		X
	definition of driver training and other personnel in the transport of DGs		X
	conditions of transport vehicles for DGs required to be met	X	
	documentation for transport of DGs	X	
qualified staff	number of people in superior command and control planning of transport of DGs		X

	number of people to control the execution of safe transport of DGs	X	
	number of drivers who possess a certificate	X	
	number of qualified people to manipulate DGs when loading-unloading	X	
Vehicle	certificate		X
	equipment on the vehicle	X	
	vehicle marking		X
	degree of charge	X	
Dangerous goods	marking	X	
	instructions for the special security measures		X
The road	choice of roads	X	
	alternative routes		X

In the human factor (human resources) analysis, a number of shortcomings can be seen, directly reducing the safety of transport of dangerous goods for the following reasons:

- lack of obligation to have a certificate for the vehicle that transports dangerous goods,
- the existence of a small number of drivers with a certificate,
- lack of training of other people involved in the transport of dangerous goods.

When it comes to the vehicle, a means by which the transport is directly executed and which, besides the driver, directly affects the safety of transport due to its characteristics, its impact on the reduction of the safety of transport of dangerous goods in the SA is expressed in several ways:

- SA fleet is outdated (the average age of vehicles is over 28 years),
- in the existing structure of SA vehicles, a small number of vehicles is designed for transport of dangerous goods (these are mainly tankers for fuel transporting, which are also unsatisfactory in terms of age),
- there is no obligation for the realization of special technical checks of test conditions to be met by vehicles for the transport of dangerous goods,
- related equipment on vehicles that transport dangerous goods is not in line with the transport of dangerous goods,
- vehicles for the transport of dangerous goods are marked only with a signboard, mostly on fuel tanks during transport, while other vehicles that transport dangerous goods are rarely marked,

– there is not a calculation done on the amount of cargo that can be transported with the use restrictions for mixed cargo and transport under the regime of "small quantities".

Dangerous goods, i.e. dangerous substances are transported by the SA own vehicles and kept in special storage facilities where the regulations about storage, handling and responsible storage professionals are complied with. Responsibility can be also in hands of individuals who are additionally trained to perform these activities. In military warehouses, goods are kept in original packaging used for transportation as well. As far as marking is concerned (class 1), tags are used to describe the type and the series of ordnance production while marking according to relevant national laws and regulations of ADR is not applied in full (labels).

During the transport of these substances, drivers do not apply user-specific security measures in case of an accident which they should apply, in accordance with the provisions of ADR.

Communications affect the safety of transport of dangerous goods due to their characteristics, such as road conditionality for movement of vehicles, road quality, road category affecting whether or not the movement of vehicles is allowed, the route (through a part of a settlement or an area where the transport of dangerous goods is banned), etc.

During the realization of transport of dangerous goods for the SA, it is typical, prior to transport (in preparation), not to choose a route in accordance with the above characteristics, but to use generally established routes. Alternative routes are also not determined in case of impossibility to use the existing route.

Definition and implementation of corrective measures to improve the safety of transport of dangerous goods for the Serbian Army

The results of the analysis of the defined factors (Table 1) are the basis for the definition and selection of appropriate corrective measures.

On the basis of the actual conditions of transport of dangerous goods in the SA, the following corrective measures [9] are defined:

1. Harmonization of military rules, guidelines and regulations with national regulations, defining at all levels:

- structure of personnel who must be involved in the transport of dangerous goods,
- requirements for the vehicle that transports dangerous goods,
- training type, the test procedure and the certificate issuance procedure,
- type and characteristics of transportation, reloading and manipulative devices,

- the types of vehicles and dangerous goods,
- the method of realization of technical inspection and certificate issuance for vehicles,

- mandatory documents for transport realization,
- general conditions that must be met to start the execution of transport.

2. Establish a list of security data (identification and characterization) of dangerous goods transported for the SA.

3. Introduction of a road safety adviser for the brigade commands and controls at the operational level.

4. Instructions on introducing special security measures for substances transported for the SA.

5. Renewal of a fleet of transport vehicles for transporting dangerous goods.

6. Informing drivers about roads and types of dangerous goods, prior to transport execution.

7. Choice of vehicles and other means of handling and transport of dangerous goods must be carried out by qualified personnel in the unit (safety advisor, a person qualified to perform the tasks of transport, etc.).

8. Selection of roads and alternative routes, in accordance with the characteristics of dangerous goods that are transported.

9. Choice of the types of containers for the transportation of dangerous goods (tanks, boxes, containers, bottles, barrels, buckets, bags).

10. Providing conditions for monitoring the transport of dangerous goods in real time and space.

Corrective measures can be classified in two groups:

- short, and
- long term ones.

Short-term measures belong to a group of operational measures and their implementation is possible in a short period of time. This group includes:

1. Establishing a list of security data (identification and characterization) of dangerous goods transported for the SA.

2. Instructions on introducing special security measures for substances transported for the SA.

3. Informing drivers about roads and types of dangerous goods, prior to transport execution.

4. Choice of vehicles and other means of handling and transport of dangerous goods must be carried out by qualified personnel in the unit (safety advisor, a person qualified to perform the tasks of transport, etc.).

5. Selection of roads and alternative routes, in accordance with the characteristics of dangerous goods that are transported.

6. Choice of the types of containers for the transportation of dangerous goods (tanks, boxes, containers, bottles, barrels, buckets, bags).

Long-term measures are those that require a longer period of time. These include:

1. Harmonization of military rules, guidelines and regulations with national regulations.
2. Introduction of road safety adviser for the brigade commands and controls at the operational level.
3. Renewal of a fleet of transport vehicles for transporting dangerous goods.
4. Providing conditions for monitoring the transport of dangerous goods in real time and space.

Given the time required to implement corrective measures, a more detailed analysis of the impact assessment of their application can be carried out through a special investigation.

*Assessment of the effects of the application
of corrective measures to improve
the safety of transport of dangerous
goods for the Serbian Army*

Checking the safety of transport of dangerous goods is an important prerequisite in the preventive of safe transportation. Systematic and independent research is done in order to determine whether activities that affect the safety give satisfactory results, in line with the planned target.

The system checks for the security of transport of dangerous goods are based on the list of questions (check list), and the survey questionnaire, filled in by a trained and certified evaluator (auditor) of "security" transport of dangerous goods. The results are evaluated according to a pre-defined schedule and are registered in the form of indicators.

The main stages in the implementation of testing (project) are (Fig. 4):

1. preparation (planning),
2. implementation, and
3. valuation.

In the planning phase, a general catalog of questions is formed. Forming a question can be done for the whole process of transport of dangerous goods or for any single factor that determines the level of security of transport of dangerous goods and services.

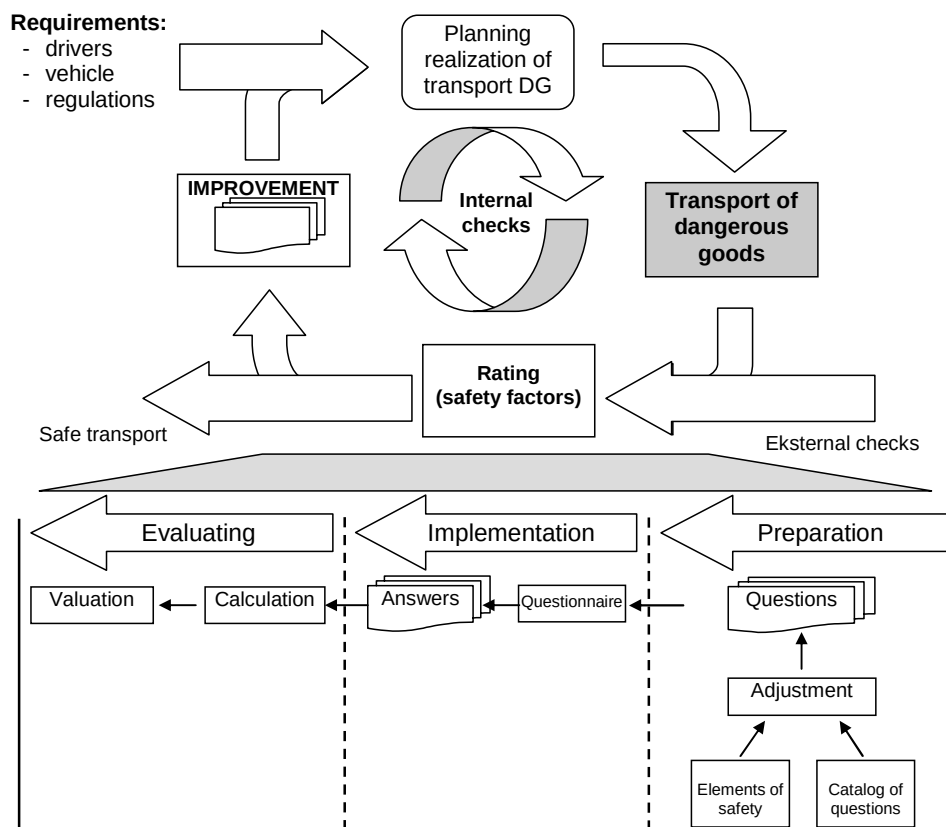


Figure 4 – Concept of safety checks of transport of dangerous goods for The Serbian Army [9]

Slika 4 – Koncept provere bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije [9]

In the implementation phase, interviewing (survey) is carried out while evaluating the results.

The evaluation, or quality control, can be internal and external.

Internal checks are carried out within the unit (the organization) by a qualified person, with the aim of initiating long-term cycles of improvement. In doing so, the responsible person plans to conduct a review of the subprocesses in the transport of dangerous goods. Evaluation leads to the conclusion which weaknesses reduce the security of transport of dangerous goods and which measures are necessary to improve it.

External testing is performed by a certified group of experts in the fields that are assessed (e.g evaluation bodies: military police organs, civilian police, companies involved in the technical inspection of vehicles, etc.).

The list of questions should include the questions defining the deviation between the set requirements for the safe transport of dangerous goods and the actual conditions in which the transport of dangerous goods is run. It is based on the principle of a closed system of asking questions, i.e. an adequate number of responses, selected by the assessor, was developed for each question.

Valuation of the safety of transport of dangerous goods for the Serbian Army

The main objective in evaluating safety of transport of dangerous goods by checking is to determine the degree of matching the actual situation with the planned requirements, due to which the obtained answers are subjected to the analysis on the basis of a defined evaluation scheme.

Table 2
Tabela 2

The scheme of evaluation of dangerous goods transport safety for the Serbian Army [7]
Šema vrednovanja bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije [7]

Number of points	Established secure transport system	Proven efficacy	Explanation
10	yes	yes	Regularly applied Very good results Documented procedures and flows
8	not	yes	Irregularly applied Very good results No documentation
6	yes	predominantly 75%	Irregularly applied Good results No documentation
4	not		It exists and it is applicable Satisfactory results No documentation
0	yes/not	not	Does not exist Unsatisfactory results Independent of the documentation

Different situations are possible during evaluation. If the calculation includes all safety factors of transport of dangerous goods, then the requirements are met to the general degree (Table 2). Otherwise, the degree

of fulfillment of requirements can be determined for each of the factors of safety of transport of dangerous goods, while the evaluation scheme is adjusted to the predefined questions. The evaluation is based on the gradation of responses (a two-point step), to which points are assigned. A satisfactory outcome is measured with four or more points, to a maximum of ten points.

In addition to evaluating the individual subprocesses, it is necessary to conduct a complete evaluation of the process of transport of dangerous goods. The results of evaluation are indicators showing the degree of the deviation of the performance from the projected qualitative requirements (degree of satisfaction of requirements).

Implementation of safety checks in transport of dangerous goods for the Serbian Army

The implementation of safety checks involves a systematic review as a necessary procedure, where all steps must be pre-planned and prepared.

Therefore, the checking system should be structured as a project with Project Manager, project plan, tasks, deadlines and defined responsibilities.

The project starts with the decision to review the implementation of testing (Table 3), after which it is necessary to choose a competent assessor with good communication skills who should be an expert in the field of transport of dangerous goods and able to recognize the causes of errors quickly and easily and to remove them.

The following step is check planning which includes defining steps, identifying areas of research (the process of transport of dangerous goods or separately each of the safety factors), the distribution of tasks to co-workers.

The most important step is to identify problems and generate incentives for improvement.

Valuation checks end with the production and graphic reports containing an overview of improvement measures.

The evaluation is followed by the implementation of improvement measures in practice, which is not a part of the checking, but of the term plan, with the view of better applying the perceived improvements. Checking time is different and depends on the size and the number of units in which the project is implemented, as well as on the number of personnel engaged.

Table 3
Tabela 3

Plan of the project for the implementation of safety checks in transport of dangerous goods for the Serbian Army [9]

Plan projekta sprovođenja provere bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije [9]

The steps in the process	CU - The command unit	Time units							
	TrOf - Transport officer								
	P - Processor	1	2	3	4	5	6	7	8
	G - Grader (auditor)								
1. Decision-making	CU/TrOf	■							
2. Choice of evaluators	CU/TrOf		■	■					
3. Planning - area of research - elements of safety - deployment of safety staff by elements - specific requirements	TrOf/G			■	■				
4. Implementation - interviews - poor record places	TrOf/G or P/G					■	■		
5. Evaluation - graphics, reports - measures to improve - reports, presentations	G							■	
6. Implementation results - implementation plan - monitoring the implementation	CU/TrOf								■

Conclusion

The increase of the safety of transport of dangerous goods in the SA is directly affected by the monitoring and application of modern technologies in transport of dangerous goods, which is reflected in the implementation of adequate legislation, organizations, vehicles, professional staff and expert management, i.e. rational use of human resources and transportation. In the SA, modern transport technology is not yet implemented, although the benefits of their introduction are significant. This is due primarily to obsolete vehicles and lack of financial resources.

In the organization of transport of dangerous goods, the most important is to notice problems or risks that affect the safety, to select adequate measures and to improve the existing level of safety to a higher or a desired level.

Preventive and protective measures at all stages of transport of dangerous goods for the SA are a prerequisite to safe transport and to the reduction of risks and accidents to the minimum, together with their effects.

Reviewing the process of transport of dangerous goods in the SA has identified gaps in the current method of execution of transport of dangerous goods for the SA, in terms of:

normative framework,
capability and structure of personnel involved in the transport, and
material resources.

The increase in the safety of transportation of dangerous goods in the SA is only possible if the weaknesses are identified and corrected; therefore, it is necessary to realize the following tasks and activities:

1) to define the place and role of the transport of dangerous goods in the SA transportation system, with clearly defined transportation tasks and carriers.

2) to define a vehicle fleet to be used for the transport of dangerous goods, based on the needs of subordinate units, and renew the existing fleet with suitable vehicles.

3) to define routes for the transport of dangerous goods for the SA, based on the existing storage of dangerous substances in the SA and the requirements of units.

4) to make the project of introduction of modern technologies in the transport of dangerous goods into the SA transportation system.

Literature

[1] Jovanović, D., Mogućnosti unapređenja prevoza specijalnih tereta železnicom, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 53, No. 6, pp. 579–592, ISSN 0042-8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2005.

[2] <http://www.yugoimport.com> (February 2009.).

[3] Zakon o transportu opasnog tereta, Službeni glasnik RS, broj 88–10, Beograd, 2010.

[4] Zakon o potvrđivanju Evropske konvencije o međunarodnom transportu opasnog tereta u drumskom saobraćaju (adr 2007), Službeni glasnik RS, broj MU 2-10, Beograd, 2010.

[5] Andrejić, M., Đorović, B., Pamučar, D., Upravljanje projektima po pristupu projekt menadžmenta, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 59, No. 2, pp. 142–157, ISSN 0042-8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2011.

[6] Lipovac, K., Bezbednost saobraćaja, Službeni list SRJ, Beograd, 2008.

[7] Kilibarda, M., Zečević, S., Upravljanje kvalitetom u logistici, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2008.

[8] Cakić, A., Razjašnjenje definisanja transportnog lanca, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 58, No. 1, pp. 113–128, ISSN 0042-8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2010.

[9] Kostadinović, D., Istraživanje mogućnosti povećanja bezbednosti transporta opasnih materija za potrebe sistema odbrane, magistarski rad, Vojna akademija, Beograd, 2010.

[10] <http://www.apqc.org> (April 2010).

[11] <http://www.singipedia.com> (July 2011).

MODEL POBOLJŠANJA BEZBEDNOSTI TRANSPORTA OPASNOG TERETA ZA POTREBE VOJSKE SRBIJE

OBLAST: saobraćaj (bezbednost saobraćaja)

VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

Projektovanje i unapređenje, odnosno poboljšanje bezbednosti transporta opasnih tereta višedimenzionalan je i dinamički proces, koji se može realizovati primenom više različitih metoda i tehnika. U definisanju modela poboljšanja bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije korišćen je Demingov pristup sistemskom upravljanju kvalitetom. Na osnovu uzroka koji utiču na smanjenje bezbednosti određene su mere koje treba preduzeti da bi se poboljšala bezbednost transporta opasnog tereta u Vojski Srbije. U određivanju mera za poboljšanje bezbednosti transporta opasnih tereta za potrebe Vojske Srbije korišćen je benčmarking koncept.

Praćenje i upravljanje bezbednošću transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije

*Upravljanje bezbednošću transporta opasnog tereta, odnosno rizici-
ma koji umanjuju bezbednost, složen je postupak koji se realizuje kroz sle-
deće faze:*

- 1. identifikaciju rizika,*
- 2. analizu rizika,*
- 3. procenu rizika,*
- 4. postupanje sa rizikom i kontrolu rizika (određivanje načina ot-
klanjanja njegovih posledica).*

Da bi se sve faze u procesu upravljanja bezbednošću transporta opasnog tereta mogle uspešno primeniti, neophodno je da se [6]:

- poznaje postojeće stanje,*
- definiše željeno (projektovano) stanje,*
- odaberu upravljačke mere kojima će se postojeće stanje približiti
željenom.*

Demingov pristup upravljanju bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije

Demingov ciklus ili P-D-C-A (Plan-Do-Check-Act) obuhvata sledeće procese [7]: planiranje, realizaciju, kontrolu (provera) izvršenja radi uočavanja rizika i primenu korektivnih mera (slika 1).

Komparativnom analizom projektovanog (željenog) i stvarnog stanja bezbednosti dolazi se do otkrivanja problema bezbednosti transporta opasnog tereta i određivanja korektivnih mera koje treba preduzimati.

Model upravljanja bezbednošću transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije

Poboljšanje bezbednosti transporta opasnog tereta stalni je proces, koji se realizuje u određenim ciklusima. Pod upravljanjem kvalitetom-bezbednošću transporta opasnog tereta podrazumevaju se sledeći procesi: planiranje, obezbeđenje i poboljšanje bezbednosti (slika 2).

Proces poboljšanja podrazumeva definisanje korektivnih mera i rešenja kojima se deluje na uzroke odstupanja ostvarenog od planiranog kvaliteta – nivoa bezbednosti transporta.

Za poboljšanje bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe VS upotrebljen je benčmarking koncept. Suština te metode je u poređenju s drugim vojskama i organizacijama koje se bave transportom opasnog tereta i pronalaženju aktivnosti i procesa koji se smatraju boljim od onih koji se realizuju u Vojsci Srbije. Takođe, to iskustvo i praksa treba da se prenesu i prilagode realnim uslovima izvršenja transporta opasnog tereta za potrebe Vojske.

Korektivne mere za poboljšanje bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije

Pod korektivnim merama podrazumevaju se mere, postupci i aktivnosti za otklanjanje uzroka razlike između stvarnog i projektovanog stanja u procesu koji se analizira. Postoje kratkoročne i dugoročne korektivne mere.

Kratkoročne mere pripadaju grupi operativnih mera i mogu da se sprovedu u kraćem vremenskom periodu. U tu grupu spadaju:

- 1. formiranje bezbednosne liste podataka (identifikacija i karakterizacija) opasnih materija koje se transportuju za potrebe VS;*
- 2. izrađivanje uputstva o posebnim merama bezbednosti za materije koje se transportuju za potrebe VS;*
- 3. informisanje vozača o putevima i o vrsti opasnog tereta pre početka transporta;*
- 4. izbor vozila i ostalih sredstava za manipulaciju i transport opasnog tereta koji mora da obavi stručno lice u jedinici (savetnik za bezbednost saobraćaja, lice koje je osposobljeno za obavljanje zadataka transporta i drugi);*
- 5. određivanje putnih i alternativnih pravaca prema karakteristikama opasne materije koja se transportuje;*
- 6. određivanje vrste sudova u kojima se mogu transportovati opasne materije, tj. teret (cisterne, kutije, kontejneri, boce, burad, kante, kese).*

Dugoročne mere su one koje za čije je sprovođenje potreban duži vremenski period. U njih spadaju:

- 1. skladištanje vojnih pravila, uputstava i propisa s nacionalnim regulativama;*
- 2. uvođenje savetnika za bezbednost saobraćaja u komandama brigada i komandama operativnog nivoa;*
- 3. završavanje dela voznog parka namenskim vozilima za obavljanje transporta opasnog tereta;*
- 4. obezbeđenje uslova za praćenje transporta opasnog tereta u realnom vremenu i prostoru.*

Ocena efekata primene korektivnih mera za poboljšanje bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije

Provera bezbednosti transporta opasnog tereta važna je pretpostavka za preventivno osiguranje bezbednog transporta. Glavne faze u sprovođenju provere (projekta) jesu (slika 4):

- 1. priprema (planiranje),*
- 2. sprovođenje,*
- 3. vrednovanje.*

Vrednovanje bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije

Osnovni cilj vrednovanja bezbednosti transporta opasnog tereta putem provere postupka jeste utvrđivanje stepena podudarnosti stvarnog stanja sa planiranim zahtevima. Zbog toga se dobijeni odgovori podvrgavaju analizi na osnovu jedinstveno definisane šeme vrednovanja. Rezultat vrednovanja su indikatori, koji pokazuju stepen odstupanja performansi od projektovanih kvalitativnih zahteva (stepen zadovoljenja zahteva).

Sprovođenje provere bezbednosti transporta opasnog tereta za potrebe Vojske Srbije

Za sprovođenje provere neophodan je sistematičan postupak, u kojem pojedini koraci moraju prethodno da se isplaniraju i pripreme. Zbog toga sistem provere treba da bude strukturiran kao projekat sa: rukovodiocem projekta, planom projekta, zadacima, terminima i definisanom odgovornošću subjekata koji ga sprovode.

Dužina sprovođenja provere zavisi od veličine i broja jedinica u kojima se projekat sprovodi i od broja angažovanih lica (saradnici).

Zaključak

Preduzimanje preventivnih i zaštitnih mera u svim fazama transporta opasnog tereta za potrebe VS preduslov je za njegovu realizaciju, odnosno za svođenje na najmanju meru rizika od nastajanja nezgoda ili akcidenta i efekata njihovih posledica.

Povećanje bezbednosti transporta opasnog tereta u VS moguće je samo ukoliko se uočeni propusti prevaziđu i otklone. Zbog toga je potrebno da se realizuju sledeći zadaci i aktivnosti:

1) da se definišu mesto i uloga transporta opasnog tereta u transportnom sistemu VS, pri čemu treba jasno definisati zadatke i nosioce transporta;

2) da se dimenzionira vozni park za transport opasnog tereta na osnovu potreba potčinjenih jedinica za takvim transportom i da se, u skladu sa tim, postojeći vozni park zanovi adekvatnim vozilima;

3) da se sagledaju, na osnovu postojećih skladišta opasnih materija u VS i potreba jedinica, tokovi tereta i definišu rute kojima bi se obavljao transport opasnog tereta za potrebe VS;

4) da se napravi projekat uvođenja savremenih tehnologija transporta opasnog tereta u transportni sistem Vojske Srbije.

Ključne reči: bezbednost transporta, opasan teret, model, korektivne mere, Demingov pristup, benčmarking koncept.

Datum prijema članka: 07. 11. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 26. 11. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 28. 11. 2011.

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

Top – novo oružje „Zastave oružja“

Prema zvaničnim najavama, u tekućoj godini u „Zastava oružju“ intenzivno će razvijati nove proizvode, pre svega vojna borbena sredstva.



U poslovodstvu fabrike preciziraju da će se u 2012. razvijati novi potcevni bacač granata (BGP 40), u NATO kalibru 40x46 mm i novi mitraljez, takođe NATO kalibra 5,56 mm.

Istovremeno, u toku je zaključenje ugovora sa Vojnotehničkim institutom (VTI) o razvoju topa 30x176 mm (NATO kalibar), čime najstarija i jedina domaća fabrika oružja u svoj proizvodni program, nakon dvodecenijske pauze, vraća izradu artiljerijskih borbenih sredstava. Reč je o složenom borbenom sredstvu, koje je atraktivno ne samo za Vojsku Srbije, već i za inostrane kupce. Serijska proizvodnja sličnog artiljerijskog oruđa u „Zastavi“ bila je prekinuta 1991. godine. Novi „Zastavin“ top, koji će prevashodno biti namenjen pešadijskim borbenim vozilima, ali i za protivvazдушnu odbranu, biće baziran upravo na tom topu (30x210 mm), čija je proizvodnja osvojena 1986. godine, a ugašena svega pet godina kasnije. Projekat je imao radni naziv „vidra“. Novi „Zastavin“ automatski top razlikovaće se od starog, koji je koristio rusku municiju 30x210 mm, pre svega u kalibru, jer je NATO u međuvremenu osvojio novi tzv. metak GAU 8. Radi se o metku kalibra 30x173 mm, koji od ranije municije za tu vrstu oruđa ima kraću čauru, pošto su razvijeni i novi baruti koji obezbeđuju bolju balistiku, a time i skraćenje čaure. Oružarski stručnjaci očekuju da će novi „Zastavin“ top biti osvojen za dve do tri godine, odnosno za znatno kraće vreme od uobičajenog, pošto će biti zasnovan na ranijem gotovo istovetnom artiljerijskom borbenom sred-

stvu. Mnogo se očekuje i od novog „Zastavinog“ mitraljeza, čiji je prototip urađen na bazi njenog čuvenog mitraljeza M 84, izrađenog po ruskom sistemu „kalašnikov“, koji funkcioniše u svim uslovima, i koji slovi za jedan od najboljih, ako ne i najbolji mitraljez na svetu. Novi mitraljez biće savremenija i, kako se najavljuje, bolja verzija svog prethodnika.

Nebojša Gaćeša

Aktivirana prva faza antiraketnog štita NATO¹

Novi sistem AGS (Alliance Ground Surveillance) baze Sigonela u Kataniji (Italija) počeo je da funkcioniše, pošto je aktivirana prva faza antiraketnog štita u Evropi. Rusija je ranije saopštila da će kao odgovor razmestiti svoje rakete na granicama EU.

Prema planovima NATO-a u Mediteranu će biti razmešten američki ratni brod sa presretačima i ranopozoravajućim radarskim sistemom pod komandom baze u Ramštajnu (Nemačka).

Sistem antiraketnog štita treba da bude aktiviran u četiri faze i postane potpuno operativan 2018. godine.

U Španiji će biti bazirana četiri američka broda „Aegis“ u luci Rota, a Poljska i Rumunija su pristale da se na njihovom tlu izgrade tokom narednih godina baze raketa SM-3.

Na samitu NATO-a u Čikagu potpisani su prvi dokumenti koji čine operativnim projekat „pametne odbrane“ (smart defense) čiji je cilj, kako se navodi, garancija bezbednosti zemalja saveznica.

Ovaj projekat prethodno su odobrile Italija, Bugarska, Češka, Estonija, Nemačka, Latvija, Litvanija, Luksemburg, Norveška, Slovačka, Slovenija i Sjedinjene Američke Države.

Prema tom sporazumu ova grupa zemalja saveznica dobija pet bespilotnih letelica, združenu komandu i kontrolnu stanicu, a alijansa se brine o njihovom održavanju i operativnosti za račun svih 28 zemalja saveznica.

Novi sistem AGS biće na raspolaganju alijanse u periodu 2015–2017, a u bazu Sigonela stići će još 600 vojnika do 2017. godine kada ovaj sistem treba da postane potpuno operativan.

Sistem AGS je samo jedan od 20–30 projekata saradnje koje je NATO usvojio na samitu u Čikagu.

Nebojša Gaćeša

Nova izraelska špijunska letelica „leptir“ od 20 grama²

Izraelske bespilotne letelice su sve manje, a najnovija u obliku leptira ima samo 20 grama, najmanja je te vrste do sada, a može da skuplja podatke unutar zgrada. izrađuje fotografije u boji i uzleće vertikalno poput helikoptera. Izraelska

¹ Tanjug, 20 .05. 2012.

² Tanjug, 20 .05. 2012.

vazduhoplovna industrija navodi da bi mogla biti od koristi u kopnenim borbama, kada je vojnik samo izvadi iz džepa i pošalje iza neprijateljskih linija. Tom besplatnom letelicom-insektom koja ima kameru od svega 0,15 grama i karticu za memoriju upravlja se sa daljine pomoću specijalnog šlema. Kada je vojnik stavi na šlem nađe se zapravo u „leptirskoj kabini“ i vidi ono što „leptir“ vidi, istovremeno. Njena prednost je što može da leti u zatvorenom prostoru, kažu proizvođači. Tako se može nadgledati sve, počev od železničkih stanica i aerodromskih terminala ili poslovnih zgrada do bojnih polja i šuma. „Leptir“ praktično bešumno maše sa četiri svoja krila 14 puta u sekundi i liči zapravo na prevelikog moljca, ali je manji od pravih leptira. Radi se zapravo o tome da tehnologija imitira prirodu i pokazalo se da u sebi krije zamku. Naime, kada je sprava testirana na visini od 50 metara ptice i muve su letele za njom kao u jat. Za usavršavanje će biti potrebno više od dve godine, a sve je skladu se namerom da se veličina besplatnih letelica smanji.

Za gradsko osmatranje i sukobe nedavno su promovisani „duh“ od 4 kilograma i „komarac“ koji ima samo 500 grama. I dok bi „leptir“ mogao da izazove stvarnu tehnološku revoluciju na bojnopolju, pitanje je kakvu promenu može da unese u civilni život.

Namenjen je, takođe, za korišćenje u policiji, posebno za tajne službe.

Nebojša Gaćeša

Detalji o poboljšanju novog T-90³

Prototip ruskog tenka T-90MS koji je prvi put prikazan na *Defexpou* u Nju Delhiju otkriva poboljšanu vatrenu moć, zaštitu i komandne mogućnosti.

Izvozna verzija T-90MS snabdevena je moćnim dizel-motorom V-92S2F, snage od 1.130 KS, i poboljšanom menjačkom kutijom sa sedam brzina napred i jednom pozadi. Takođe, obezbeđen je pomoćni dizel-motor dok je tenk nepokretan radi smanjenja potrošnje goriva i generisanja toplote, što omogućuje veću zaštitu od otkrivanja u infracrvenom spektru.

Nova kupola T-90MS, radi povećanja ofanzivnih mogućnosti, opremljena je opto-elektronskim nišanskim sistemom *Kalina*. Taj sistem je integrisan sa kontrolnom strukturom komandira voda koja automatski prati više pokretnih ciljeva. Na šasiji, prednjem delu i na kupoli T-90MS postavljen je novi eksplozivno-reaktivni oklop *Relikt*, kojim je zamenjen *Kontakt-5* oklop tenka T-90S.

Među poboljšanjima je i top sa glatkom cevi 2A46M-5 od 125 mm koji je precizniji od topa 125 mm 2A46M sa tenka T-90M na većim daljinama, kao i UDPT05BV-1 – daljinski upravljana oružna stanica opremljena spregnutim mitraljezom 12.7 mm na kupoli. Tenk i dalje ima krovni mitraljez 7.62 mm.

Tenk može da nosi 40 razdvojenih granata 125 mm (metak i punjenje), od kojih se 22 nalaze na karuseli (kružnom nosaču) automatskog punjača, spremne za upotrebu. Ostatak municije je uskladišten u specijalnoj sekciji na zadnjem delu koja ima dodatnu zaštitu u slučaju direktnog pogotka. Među poboljšanjima

³ IHS Jane's Defence Weekly, 18. april 2012.

tenka su i izmenjeno upravljanje i navigacija pomoću ruskog sistema GLONASS ili američkog GPS sistema.

Indijska armija je od 2001. godine nabavila 647 tenkova T-90S, što kompletiranih, što u delovima za sklapanje, i planira da uvede u svoje oružane snage još 1657 tenkova do 2020 godine. Armija planira da napravi novih 1000 tenkova T-90S na osnovu licence u državnoj fabrici teških vozila (*Heavy Vehicles Factory*) u Avadiju. To je ista fabrika koja je sklapala prethodne tenkove – T-90.



Dragan Vučković

Francuska mornarica modernizuje starije Rafale avione⁴

Francuski *Service Industriel de l'Aéronautique* SIE započeo je 23. aprila modernizaciju 10 francuskih *Dassault Rafale* F1 borbenih aviona u postrojenjima *Atelier Industriel de l'Aéronautique* AIA, u gradu *Clermont-Ferrand*. Letelica, prva koja je isporučena francuskoj mornarici na početku 2000-tih godina, biće unapređena na standard *Rafale* F3 na osnovu ugovora vrednog 300 miliona evra dodeljenog od agencije za nabavku – Generalne direkcije za naoružanje (*Direction générale de l'Armement* DGA).

Kada se modernizacija završi, letelica po F3 standardu moći će da vodi borbu protiv površinskih brodova sa MRBDA AM 39 (Block 2 Mod 2) *Exocet* protivbrodskim raketama kao i u izviđačkim misijama sa izviđačkim podveskom *Thales Reco-NG*. Povrh toga, *Rafale* F3 ima mogućnosti za isporuku nuklearnih projektila sa projektilom ASMP-A (*Air-Sol Moyenne Portée-Amélioré*). Očekuje se da će modernizovane letelice biti isporučene mornarici između 2014. i 2017. godine.

⁴ IHS Jane's Defence Weekly, 2. may 2012.



Dragan Vučković

Uspešno testiranje indijske balističke rakete srednjeg dometa Agni 5⁵

Indija je 19. aprila uspešno testirala balističku trostepenu raketu *Agni 5* do daljine od 5.000 km: test koji ju je približio Kini po sposobnosti uspešnog nuklearnog odvracanja.

Zvaničnici postrojenja za lansiranje koje se nalazi u državi *Orissa*, na istočnoj obali Indije, kao i Odbrambene organizacije za razvoj i istraživanje (*DRDO Defence Research and Development Organisation*) saopštili su da je *Agni 5* ispunila sve ciljeve misije precizno pogodivši svoj cilj. Ta raketa srednjeg dometa (*IRBM Intermediate-range ballistic missile*), duga 17,5 metara, punjena čvrstim gorivom, po karakteristikama „lansiraj po potrebi“, dostigla je visinu veću od 600 km i po planu isporučila svoj tovar. Slične projekte velikog dometa, osim Indije, poseduju jedino stalne članice Saveta bezbednosti UN – Kina, Francuska, Rusija, Velika Britanija i SAD.

Vojni zvaničnici su izjavili da je prvi probni let *Agni 5* – koji je bio odložen 12 sati zbog lošeg vremena – pokazao da je raketa sposobna da isporuči jednu bojnu glavu od 1,5 tona do udaljenih ciljeva i da će učvrstiti sposobnost Indije za nuklearno odvracanje od trenutka kada bude uvrštena u arsenal. Planirano je da se to desi do 2014, odnosno do 2015. godine. Zvaničnici odbrambene organizacije za razvoj i istraživanje (*DRDO*) izjavili su da je potrebno da se obave još tri ili četiri testa radi potvrđivanja tehničkih parametara i preciznosti rakete.

Iako je u indijskim medijima *Agni 5* klasifikovan kao interkontinentalna balistička raketa (*ICBM intercontinental ballistic missile*), njen domet je nešto manji od 5.500 km, što se smatra donjom granicom za interkontinentalne balističke rakete.

⁵ IHS Jane's Defence Weekly, 25. april 2012.

Indijska strategija odvrćanja zasnovana je na nuklearnom oružju ispaljenom iz sredstava koja se nalaze na moru, u vazduhu i na kopnu. *Agni* se lansira sa kopna i ima radijus dejstva od 700 km do 5.000 km. Dizajniran je za ispaljivanje iz specijalnog vozila, međutim raketa je prilikom testiranja ispaljena sa konvencionalne rampe za lansiranje.

Agni 5 poseduje 60 odsto delova dvostepene rakete *Agni 3*, koja ima do met od 3.500 km. Sve indijske balističke rakete srednjeg dometa izrađene su u državnim postrojenjima *Bharat Dynamics Limited* u gradu *Hyderabad*, a nalaze se pod komandom novoformirane komande strategijskih snaga *SFC (Strategic Forces Command)*.

Zvaničnici odbrambene organizacije za razvoj i istraživanje (*DRDO*) izjavili su da bi *Agni 5* mogao da nosi i višestruke nezavisno vođene „kontejnere“, koji su trenutno u fazi razvoja, a u koje bi moglo da se smesti između tri i deset nuklearnih bojnih glava.

Indija, koja je 1962. godine vodila granični rat sa Kinom, tvrdi da je njen razvoj nuklearnog oružja posledica ogromnog nuklearnog arsenala Pekinga. Zabrinutost zbog kineske sposobnosti na polju interkontinentalnih balističkih raketa i balističkih raketa srednjeg dometa takođe je ubrzala razvoj indijskih projektila dugog dometa. Međutim, indijski vojni planeri su i dalje zabrinuti kada su u pitanju nuklearne varijante *Dong Feng* balističkih raketa srednjeg dometa koje su razmeštene duž Tibeta, Kunminga i Šengdua a koje mogu da dosegnu velike gradove, uključujući i Nju Delhi.



Dragan Vučković

KBM modernizuje protivtenkovska borbeno vozila BMP-3⁶

Ruski *Kolomna* projektanski biro (KBM) razvio je tri modernizovane protivtenkovske varijante borbenog vozila pešadije BMP-3 na kojima je montiran sistem za vođenje raketa *Hrizantema-S* (AT-15). Reč je o modifikacijama na osnovnoj borbenoj platformi 9P157-2, na vozilu komandira voda 9P157-3 i na vozilu komandira baterije 9P157-4.

Modernizacija vozila 9P157-2 odnosi se na elektrooptičko-infracrveni osmatračko-nišanski sistem (zamenjuje originalni elektrooptički uređaj), koji omogućuje rad sistema danju i noću, i na bočno ugrađeni mitraljez i klima-uređaj.

Vozilo 9P157-3 ima sve karakteristike modernizovanog 9P157-2, sa dodatkom taktičkog radija za komunikaciju sa vozilom komandira baterije.

U međuvremenu, 9P157-4 opremljen je radarom, elektrooptičko-infracrvenim osmatračko-nišanskim sistemom, vizirom sa mogućnošću osmatranja od 360 stepeni, mitraljezom, sistemom za komunikaciju i za ometanje i drugim navedenim sistemima.

Trenutno se radi na automatskoj dodeli ciljeva i slanju podataka iz vozila komandira baterije do borbenih platformi, čime bi trebalo da se smanji vreme angažovanja.

Dragan Vučković

Modernizacije flote i ekspanzija norveških vozila CV90⁷

Norveško ministarstvo odbrane izjavilo je da je flota borbenih vozila pešadije BVP CV90 norveške armije, proizvedena u *BAE systems*, na putu da bude proširena i modernizovana. Naime, planira se nabavka 43 nova CV9030 i modernizacija 103 vozila koja se nalaze u službi radi povećanja broja norveških CV9030 na 146 vozila. Na taj način bi se rešio manjak oklopnjaka srednje mase u dve primarne norveške jedinice: bataljonu *Telemark* i oklopnom bataljonu.

Na taj način Norveška bi dobila 146 CV90 različite konfiguracije: neke bi imale MkI, a neke MkIII konfiguraciji. Predviđena vrednost projekta iznosi nešto manje od deset milijardi norveških kruna (oko 1,74 milijarde američkih dolara), a isporuka bi počela tokom 2013. i bila završena do 2018. godine.

Osnovu modernizacije čini unapređenje C4I mogućnosti flote, a norveško ministarstvo odbrane je saopštilo da će projekat „uključiti nabavku bespilotnih letelih i suvozemnih vozila, daljinskih zemaljskih senzora i sistema C4ISR“. Norveški CV90 dobiće i gumene gusenice, koje je norveška armija isprobala na jednom delu CV90 razmeštenih kod Međunarodnih snaga za bezbednosnu pomoć u Avganistanu. Ispitivanja su potvrdila da gumene gusenice, iako su osjetljivije na borbeno oštećenja i teže za montiranje na terenu, umanjuju buku i vibracije u okviru vozila i smanjuju zvučnu sliku. Takođe, pošto su lakše za tonu, omogućuju veću uštedu goriva i umanjuju oštećenja na putu. Norveški CV90 dobiće i dodatnu zaštitu protiv mina i *Kongsberg Protector* daljinski upravljane oružne stanice.

⁶ IHS Jane's Defence Weekly, 18. april 2012.

⁷ IHS Jane's Defence Weekly, 2. may 2012



Veliki deo posla na norveškim CV90 biće urađen u novoj fabrici u okviru BAE systems postrojenja u Örnsköldsviku, na istočnoj obali Norveške, iako će norveška industrija biti značajno uključena u taj program.

Dragan Vučković

Rafael uspešno testira ASZ za helikoptere⁸

Izraelski Rafael Advanced Defence Systems razvio je novi aktivni sistem zaštite ASZ (*active protection system APS*) za helikoptere koji uspešno presreće rakete iz ručnog bacača. Razvoj sistema *Fliker* rađen je u saradnji sa Direktoratom za istraživanje i razvoj izraelskog Ministarstva odbrane DIRIMO (*Israeli Defence Ministry's Research and Development Directorate MAFAT*), koji je takođe i finansirao projekat. DIRIMO je odlučio da zatraži ASZ za helikoptere zbog zabrinutosti Izraelskog vazduhoplovstva (*Israel Air Force IAF*) da bi njene letelice mogle da budu ugrožene ručnim protivavionskim raketama tokom mogućeg budućeg sukoba u Libanu ili u pojasu Gaze.

Fliker će služiti kao drugi prsten odbrane za helikoptere i projektovan je tako da se aktivira samo ukoliko defanzivni sistemi (elektronske protivmere i mamci) budu neuspešni u zaustavljanju pretnje (RRB, na primer, nema vođeni projektil i ne može da se ometa pomoću mamaca ili radarskih deflektora).

Flikerov direkcion lanseer ispaljuje presretača koji uništava dolazeći projektil dovoljno daleko od helikoptera, tako da svodi na minimum kolateralnu štetu. Jednom ispaljen, presretač razvija određen broj eksplozivnih šipki, koje se izbacuju iz glavnog kontejnera i eksplodiraju u blizini projektila.

Izraelsko vazduhoplovstvo IAF prethodno je razmatralo Rafaelov ASZ *Trofej* (*Trophy*), koji je instaliran na tenkove Izraelskih odbrambenih snaga (*IDF Israel Defence Force*) *Merkava Mk 4*. Odluka za razvoj drugačijeg sistema doneta je zbog zabrinutosti Izraelskog vazduhoplovstva da bi ubojiti oblak koji lansira sistem *Trofej* mogao da ošteti helikopter ili rotore.

Dragan Vučković

⁸ IHS Jane's Defence, 2. may 2012.

Rusija raspoređuje jedinicu sistema protivvazdušne odbrane S-400 u Kalinjingradu⁹

Rusija je razmestila sistem S-400 *Triumf* (*Triumf*), SA-21 „Growler“ u okviru sistema protivvazdušne odbrane u bazi Baltičke flote, u svojoj zapadnoj enklavi Kalinjingradu. Razmeštanjem treba da se poboljša razvijanje Ruskog nacionalnog sistema odbrane od balističkih projektila (*BMD ballistic missile defence*) i smanji sve veća infrastruktura sistema odbrane od balističkih projektila SAD i njihovih saveznica članica NATO-a u Evropi.

To je samo jedno od tri nova razmeštanja sistema S-400 u toku 2012. godine koje je najavio načelnik Generalštaba vazdušnih snaga Rusije general Viktor Bondarev. Ostali sistemi su razmešteni u Nakhotki, na dalekom istoku Rusije, a jedan će biti u nadležnosti vazduhoplovstva.

Prethodna dva sistema S-400 razmeštena su u regionu Moskve, blizu gradova Elektrostal i Dmitrov.

Do 2020. godine Rusija bi trebalo da ima ukupno 28 pukova S-400, a svaki od njih po dva bataljona, opremljena sa po četiri sistema. Oni će biti razmešteni uglavnom po morskim i graničnim područjima. Do 2015. godine rusko Ministarstvo odbrane planira da uvede u naoružanje sledeću generaciju protivvazdušnog sistema – S-500.

Postoji konsenzus u okviru ruske vojno-političke elite o tome da je potrebno da se izgradi nacionalna protivraketna mreža. Dostokorašnji predsednik Rusije Dimitri Medvedev, naredio je značajnije opremanje snaga radi adekvatnog odgovora Rusije na uspostavljanje američkog sistema odbrane od balističkih projektila u Evropi.

Neki ruski stručnjaci za odbranu od balističkih projektila zastupaju ideju da bi Rusija morala da ima sopstvenu raketnu odbranu – sličnu američkom AEGIS sistemu, na nekim svojim raketnim krstaricama i razaračima.

Moskva namerava da izgradi dodatna postrojenja radi bržeg sastavljanja sistema S-400 i S-500. Prema najavama zvaničnika, ruski proizvođač projektila *Almaz Antei* trebalo bi da do 2015. godine izgradi dva nova postrojenja za proizvodnju sistema. Prva fabrika biće izgrađena u regionu Nižnjeg Novgoroda, a druga u Kirovu. Rusko Ministarstvo odbrane saopštilo je da zasad nema planove za izvoz sistema S-400, te da će se proizvoditi samo za ruske oružane snage.



Dragan Vučković

⁹ IHS Jane's Defence Weekly, 18. april 2012.

Seul razmešta krstareće rakete dometa 1.000 km¹⁰

Južna Koreja je razvila novi krstareći projektil sa dometom većim od 1.000 km. Iako je retko javno govorila o svojim programima krstarećih i balističkih projektila, nakon neuspelog lansiranja severnokorejskog satelita *Unha-3*, 13. aprila, došlo je do promene u politici ministarstva za nacionalnu odbranu. Reč je o *Hyunmu-3C* (ili *Hyon Mu 3*), krstarećoj raketi zemlja–zemlja sličnoj raketi (RGM/UGM 109), odnosno *Tomahavku*.

Hyunmu-3C dug je 6,15 m, promer tela rakete iznosi 0,52 m i ima lansirnu masu 1.500 kg. Pretpostavlja se da je nosivost 315 ili 450 kg razornog eksploziva, odnosno kombinacije razornog eksploziva i probojne bojne glave, a domet verzije C iznosi 1.500 kilometara.

Dragan Vučković

Kineski Norinco iznosi detalje o izvoznoj verziji modela VT2 MBT¹¹



China North Industries Corporation Norinco objavila je detalje svog najnovijeg modela – izvozne verzije tenka VT2 (označava se i kao *Type 96A*). Tenk je nastavak razvoja tenka *Type 85*, koji je Kina, osim što se nalazi u Oslobođilačkoj narodnoj armiji Kine (*People's Liberation Army PLA*), izvozila u određeni broj država, uključujući Pakistan i Sudan.

Tenk VT2 opremljen je novim kompjuterizovanim sistemom za upravljanje vatrom koji obezbeđuje nišandžiji dnevno-noćnu nišansku spravu, stabilizovanu u dve ravni, sa ugrađenim laserskim daljinomerom i automatskim tragačem za ciljevima. Zvaničnici *Norinco*a tvrde da nišanska sprava omogućava veoma veliku verovatnoću pogotka prvim zrnom u nepokretne i pokretne mete, i to dok je VT2 u pokretu.

¹⁰ IHS Jane's Defence Weekly, 25. april 2012.

¹¹ IHS Jane's Defence, 2. may 2012.

U osnovnom naoružanju VT2 nalazi se top sa glatkom cevi od 125 mm, od tenka *Type 85*, koji se puni pomoću automatskog punjača. Kapacitet ukrcanih granata je 40, a pretpostavlja se da VT2 može da ispaljuje 125 mm laserski vođene projekte, koji su takođe iz *Norincoa*. Mitraljez od 7,62 mm montiran je koaksijalno sa glavnim naoružanjem. Na krovu kupole nalaze se mitraljez od 12,7 mm i red sa šest bacača granata na svakoj strani kupole.

Nivo zaštite tenka VT2 veći je nego za *Type 85*. Šasija i kupola su od live-nog čeličnog oklopa, na koji je dodat sloj kompozitnog ili eksplozivno-reaktivnog oklopa.

Najnoviji tenk koji je uvršten u kineske oružane snage jeste *Type 99*, koji se još ne nalazi na tržištu.

Dragan Vučković

*DARPA proučava operacije u okeanskim dubinama*¹²

Američka agencija za napredne istraživačke projekte iz domena odbrane (*Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA*) i korporacija *Applied Physical Sciences*, koja se bavi rešavanjem najizazovnijih savremenih inženjerskih problema objedinjavanjem vrhunske tehnologije i fundamentalne nauke, započeli su realizaciju Druge faze tehnološko-sistemskeg razvojnog programa Operacije u dubokom moru (*Deep Sea Operations – DSOP*).

Cilj programa Operacije u dubokom moru je da se u operativnu upotrebu američke mornarice uvede revolucionarno tehnološki unapređen sistem nadzora, koji funkcioniše u ambijentu ekstremnih okeanskih dubina, radi zaštite nosača aviona i njihovih pratećih plovni objekata od napada neprijateljskih tihih podmornica.¹³

Tokom Prve faze programa analizirana je arhitektura sistema, definisan je opseg ključnih performansi, tehnološki su opisani podsistemi i identifikovani razvojni rizici. Takođe, detaljno su opisani: senzori i način procesiranja; način komunikacije između sistemskih senzorskih čvorišta, kao i između čvorišta i aviona, podmornica, brodova i kopnenih baza; izazovi u vezi sa pokretljivošću; korišćenje energije, njeno dopunjavanje i skladištenje.

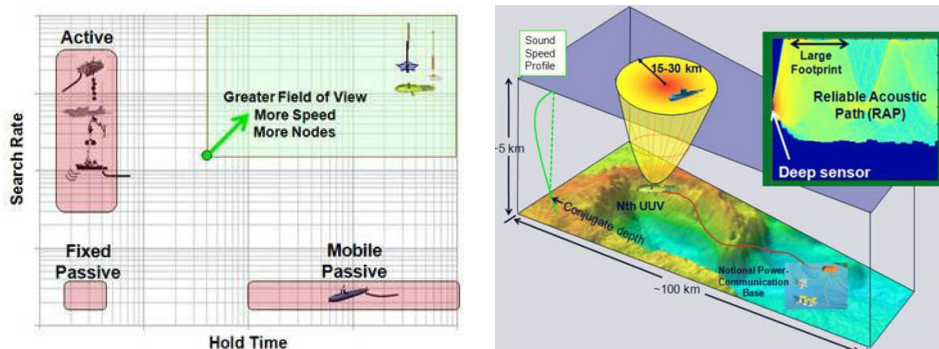
U Drugoj fazi programa obe pomenute organizacije obavezale su se ugovorom vrednim 13,5 miliona američkih dolara da u roku od 13 meseci unaprede sposobnost nadzora protivpodmorničkih borbenih dejstava u dubokim vodama.

Naučnicima DARPA pogoduje oblast dubokog mora zbog činjenice da brzina prostiranja zvuka kroz vodu opada sa povećanjem dubine, pa u okeanskim dubinama većim od oko 1.000 m brzina zvuka dostiže svoje najmanje vrednosti i stvara se efekat dubinskog zvučnog kanala, a uz to u tim oblastima voda je hladna, mirna i gusta. Takvi uslovi omogućavaju da se niskofrekventni zvučni talasi prostiru u daljinu i do nekoliko hiljada kilometara. DARPA želi da razvije senzore koji će

¹² *Jane's International Defence Review*, Vol 45, May 2012.

¹³ <http://www.militaryaerospace.com/articles/2010/01/deep-sea-sonar-technology-for-advanced-anti-submarine-warfare-is-aim-of-darpa-dsop-program.html>

biti postavljeni na dnu okeana i suštinski gledati gore, kroz akustički mirno okruženje, da bi detektovali niskofrekventne zvuke koje proizvode neprijateljske podmornice, nasuprot mirnoj pozadini. Međutim, pored dosadašnjih rešenja u vidu sonara (za manje domete) u obzir će se uzeti i razvijati i neakustična rešenja.



(Izvor: <http://www.darpa.mil>)

Da bi se zadovoljile potrebe nadzora protivpodmorničkih dejstava u velikim operativnim oblastima okeanskih dubina, program će razviti sisteme konfiguracione tehnologije. Sistem, ili sistemi, koji će nastati tokom realizacije ovog projekta funkcionisaće sa senzorima ili izvorima u blizini okeanskog dna, koristiće pogodnosti distribuiranih čvorišta, konfigurisaće se u skladu sa operacijama, okruženjem ili vremenskim skalama i prilagođavati se pokretljivosti površinskih plovih objekata ili novonastalim pretnjama.

Pored toga, program će omogućiti dalekometnu detekciju i klasifikaciju, razviti sredstva za podvodnu komunikaciju na velikim udaljenostima i unaprediti namensko korišćenje električne energije pri ekstremnim operativnim uslovima u okeanskim dubinama.

Milan Babić

Komunikacija iz Zemljine orbite sa batiskaфом u Tihom okeanu¹⁴

Kina je 16. juna 2012. godine uspešno lansirala svemirsku letelicu Šenžu 9 (Božanski brod) sa tročlanom posadom, u kojoj je i prva Kineskinja-kosmonaut, tridesettrogodišnja Liu Jang – major kineske vojske i pilot borbene avijacije. Osnovni zadatak misije je da se izvrši spajanje kapsule sa eksperimentalnim orbitalnim modulom Tiangong 1 (Nebeska palata), koji se nalazi u Zemljinoj orbiti na visini od 340 km, automatskim upravljanjem sa Zemlje, a nakon toga tu istu radnju obaviti, ali ručnim upravljanjem iz kapsule.

¹⁴ <http://www.glasamerike.net/content/china-space-manual-docking/1252959.html>

Tokom te dvonedeljne misije realizovan je još jedan važan događaj – uspostavljanje audio-kontakta sa posadom jednog batiskafa u Tihom okeanu. Posada iz orbitalnog modula Tiangong 1 uspešno je obavila radiotelefonski razgovor sa posadom kineskog batiskafa Ćiaolong, koji se nalazio 7 km pod vodom u Marijanskom rovu u Tihom okeanu. Marijanski rov, sa dubinom od oko 11 km, najveća je dubina u svetskom okeanu i najdublje mesto na površini Zemljine kore.

Kina planira da do 2020. godine u orbitu postavi svemirsku stanicu, sa masom od oko 60 tona i stalnom ljudskom posadom.

Milan Babić

Izrael je zabrinut zbog poboljšanja sirijske protivvazduhoplovne odbrane¹⁵

Zamenik načelnika Generalštaba izraelskih odbrambenih snaga general-major Jahir Naveh izjavio je na jednoj konferenciji o bezbednosti, održanoj 22. maja 2012. godine, da je Sirija u proteklih nekoliko godina utrošila oko 3 milijarde dolara za ojačavanje svoje protivvazduhoplovne odbrane.

Nakon izraelskog vazdušnog udara po ciljevima u Siriji, septembra 2007. godine, te uništenja tajnog nuklearnog reaktora u izgradnji, Sirija je od Rusije kupila protivvazduhoplovni sistem srednjeg dometa Buk-2M (SA-17 „Grizzly“) i kratkog dometa Pantsir-S1 (SA-22 „Greyhound“). Veruje se da Pantsir-S1 ima efektivni domet između 12 i 20 km, u zavisnosti od tipa projektila koji se koristi, dok Buk-2M ima domet od 45 km na maksimalnoj visini od 25 km.



Na sirijskoj televiziji početkom godine prikazan je sistem Buk-2M na jednoj vojnoj vežbi

¹⁵ Jane's Defence Weekly, Vol 49, Issue 22, 30 May 2012.

Zamenik komandanta izraelskog vazduhoplovstva brigadni general Hagi Topolanski izjavio je da je Sirija svesna da joj najveća pretnja dolazi od sukoba sa izraelskom borbenom avijacijom i da ojačanje sirijske protivvazduhoplovne odbrane u blizini granice sa Izraelom i Libanom predstavlja izazov izraelskoj superiornosti u vazdušnom prostoru. Zbog toga će izraelska avijacija morati da koriguje svoje letačke procedure iznad severnog Izraela i unapredi svoja dejstva protiv projektila zemlja–vazduh.

General Naveh kaže da će izraelsko vazduhoplovstvo morati da utroši „prvih nekoliko sati“ nekog budućeg hipotetičkog rata protiv Sirije za neutralisanje sirijske PVO, pre nego što nastavi sa drugim misijama. Takođe, naglasio je svoju zabrinutost da bi Sirija mogla navedenim sistemima da naoruža libansku militantnu grupu Hezbolah, koja predstavlja stalnu pretnju bezbednosti u severnoj oblasti Izraela.

U poslednje vreme raste opasnost od udara izraelske avijacije po nuklearnim postrojenjima u Iranu, a jedan od mogućih pravaca naleta izraelskih aviona prema Iranu ide preko teritorije Sirije.

Milan Babić

POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA O NAČINU PRIPREME ČLANKA

Uputstvo autorima o načinu pripreme članka za objavljivanje u *Vojnotehničkom glasniku* urađeno je na osnovu Akta o uređivanju naučnih časopisa, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, evidencioni broj 110-00-17/2009-01, od 09. 07. 2009. godine. Primena ovog Akta prvenstveno služi unapređenju kvaliteta domaćih časopisa i njihovog potpunijeg uključivanja u međunarodni sistem razmene naučnih informacija. Zasnovano je na međunarodnim standardima ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 i ISO 5122, odnosno odgovarajućim domaćim standardima.

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK (www.vtg.mod.gov.rs, ISSN 0042-8469 – štampano izdanje, ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) jeste multidisciplinarni naučni časopis Ministarstva odbrane Republike Srbije, koji objavljuje naučne i stručne članke, kao i tehničke informacije o savremenim sistemima naoružanja i savremenim vojnim tehnologijama. Časopis prati jedinstvenu intervidovsku tehničku podršku Vojske na principu logističke systemske podrške, oblasti osnovnih, primenjenih i razvojnih istraživanja, kao i proizvodnju i upotrebu sredstava naoružanja i vojne opreme, i ostala teorijska i praktična dostignuća koja doprinose usavršavanju pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije.

Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije, saglasno odluci iz člana 27. stav 1. tačka 4), a po pribavljenom mišljenju iz člana 25. stav 1. tačka 5) Zakona o naučnoistraživačkoj delatnosti („Službeni glasnik RS“, br. 110/05, 50/06-ispr. i 18/10), utvrdilo je kategorizaciju Vojnotehničkog glasnika, za 2011. godinu:

za oblast **osnovna istraživanja**:

– na listi časopisa za matematiku, računarske nauke i mehaniku: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M₅₂),

– na listi časopisa za geonauke i astronomiju: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M₅₂),

za oblast **tehnološki razvoj**:

– na listi časopisa za elektroniku i telekomunikacije: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M₅₂),

– na listi časopisa za mašinstvo: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M₅₂),

– na listi časopisa za materijale i hemijske tehnologije: kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M₅₂),

– na listi časopisa za industrijski softver i informatiku: kategorija naučni časopis (M₅₃).

Usvojene liste domaćih časopisa za 2011. godinu mogu se videti na adresi:

http://147.91.185.80/predlog_sajta/index.php?option=com_content&view=article&id=1336%3Ausvojene-liste-domacih-naucnih-casopisa-za-2011-godinu&catid=23&Itemid=109.

Podaci o kategorizaciji mogu se pratiti i na sajtu KOBSON-a (Konzorcijum biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku):

<http://nainfo.nb.rs/kobson.82.html> ili <http://nainfo.nb.rs/kategorizacija>.

Pristup ovoj stranici dopušten je samo ovlašćenim korisnicima Akademske mreže Srbije (AMRES).

Kategorizacija časopisa izvršena je prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, koji je propisao Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj (Službeni glasnik RS, broj 38/2008). Detaljnije informacije mogu se pronaći na sajtu Ministarstva za nauku: http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=621&Itemid=37.

U skladu sa ovim pravilnikom i tabelom o vrsti i kvantifikaciji individualnih naučnoistraživačkih rezultata (u sastavu Pravilnika), objavljeni rad u *Vojnotehničkom glasniku* vrednuje se sa 1,5 bod (kategorija M₅₂) i 1 bod (kategorija M₅₃).

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.

Radovi se predaju putem onlajn sistema e-Ur: Elektronsko uređivanje, koji je razvio Centar za evaluaciju u obrazovanju i nauci (CEON).

Pristup i registracija za servis vrše se na sajtu Vojnotehničkog glasnika www.vtg.mod.gov.rs, preko stranice SCIndeks, opcija e-Ur (scindeks-eur.ceon.rs/index.php/vtg). Detaljno uputstvo o registraciji i prijavi za servis nalazi se na sajtu www.vtg.mod.gov.rs, stranica Uputstvo za e-Ur: Elektronsko uređivanje.

Vojnotehnički glasnik objavljuje članke na srpskom, engleskom, ruskom, nemačkom ili francuskom jeziku (arial, srpska latinica, veličina slova 11 pt, prored exactly).

Članak treba da sadrži sažetak sa ključnim rečima, uvod, razradu, zaključak, literaturu i rezime sa ključnim rečima na engleskom jeziku (bez numeracije naslova i podnaslova). Obim članka treba da bude oko 24 stranice formata A4.

Obrazac za pisanje članka u elektronskoj formi može se preuzeti na adresi <http://www.vtg.mod.gov.rs>, sa stranice OBRAZAC ZA PISANJE ČLANAKA.

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 kolicaciju (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. Prezimeni i imena domaćih autora uvek se ispisuju u originalnom obliku (sa srpskim dijakritičkim znakovima), nezavisno od jezika na kojem je napisan rad.

Naziv ustanove autora (afilijacija)

Navodi se pun (zvanični) naziv i sedište ustanove u kojoj je autor zaposlen, a eventualno i naziv ustanove u kojoj je autor obavio istraživanje. U složenim organizacijama navodi se ukupna hijerarhija (na primer, Vojna akademija, Katedra vojnih elektronskih sistema, Beograd). Bar jedna organizacija u hijerarhiji mora biti pravno lice. Ako autora ima više, a neki potiču iz iste ustanove, mora se, posebnim oznakama ili na drugi način, naznačiti iz koje od navedenih ustanova potiče svaki od navedenih autora. Afilijacija se ispisuje neposredno nakon imena autora. Funkcija i zvanje autora se ne navode.

Kontakt podaci

Adresa ili e-adresa autora daje se u napomeni pri dnu prve stranice članka. Ako autora ima više, daje se samo adresa jednog, obično prvog autora.

Kategorija (tip) članka

Kategorizacija članaka obaveza je uredništva i od posebne je važnosti. Kategoriju članka mogu predlagati recenzenti i članovi uredništva, odnosno urednici rubrika, ali odgovornost za kategorizaciju snosi isključivo glavni urednik.

Članci u časopisima se razvrstavaju u sledeće kategorije:

Naučni članci:

1. originalan naučni rad (rad u kojem se iznose prethodno neobjavljivani rezultati sopstvenih istraživanja naučnim metodom);
2. pregledni rad (rad koji sadrži originalan, detaljan i kritički prikaz istraživačkog problema ili područja u kojem je autor ostvario određeni doprinos, vidljiv na osnovu autocitata);
3. kratko ili prethodno saopštenje (originalni naučni rad punog formata, ali manjeg obima ili preliminarog karaktera);

4. naučna kritika, odnosno polemika (rasprava na određenu naučnu temu, zasnovana isključivo na naučnoj argumentaciji) i osvrti.

Izuzetno, u nekim oblastima, naučni rad u časopisu može imati oblik monografske studije, kao i kritičkog izdanja naučne građe (istorijsko-arhivske, leksikografske, bibliografske, pregleda podataka i sl.) – dotad nepoznate ili nedovoljno pristupačne za naučna istraživanja.

Radovi klasifikovani kao naučni moraju imati bar dve pozitivne recenzije.

Spisak recenzenata Vojnotehničkog glasnika može se videti na adresi <http://www.vtg.mod.gov.rs>, na stranici SPISAK RECENZENATA.

Ako se u časopisu objavljuju i prilozi vannaučnog karaktera, naučni članci treba da budu grupisani i jasno izdvojeni u prvom delu sveske.

Stručni članci:

1. stručni rad (prilog u kojem se nude iskustva korisna za unapređenje profesionalne prakse, ali koja nisu nužno zasnovana na naučnom metodu);
2. informativni prilog (uvodnik, komentar i sl.);
3. prikaz (knjige, računarskog programa, slučaja, naučnog događaja, i sl.).

Jezik rada

Jezik rada može biti srpski, engleski ili drugi jezik koji se koristi u međunarodnoj komunikaciji u određenoj naučnoj oblasti (ruski, nemački ili francuski).

Tekst mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, bez skraćenica (osim standardnih). Sve fizičke veličine moraju biti izražene u Međunarodnom sistemu mernih jedinica – SI. Redosled obrazaca (formula) označava se rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama.

Sažetak (apstrakt) i rezime

Sažetak (apstrakt) jeste kratak informativan prikaz sadržaja članka koji čitaocu omogućava da brzo i tačno oceni njegovu relevantnost. U interesu je uredništava i autora da sažetak sadrži termine koji se često koriste za indeksiranje i pretragu članaka. Sastavni delovi sažetka su cilj istraživanja, metodi, rezultati i zaključak. Sažetak treba da ima od 100 do 250 reči i treba da se nalazi između zaglavlja (naslov, imena autora i dr.) i ključnih reči, nakon kojih sledi tekst članka. Ako je rad napisan na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom) jeziku poželjno je da se, pored sažetka na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom), daje i sažetak u proširenom obliku na engleskom jeziku – kao tzv. rezime (summary). Ovakav rezime treba da bude na kraju članka, nakon odeljka Literatura. Važno je da rezime bude u strukturiranom obliku, a njegova dužina može biti do 1/10 dužine članka (opširniji je od sažetka sa početka članka). Početak ovog rezimea može biti prevedeni sažetak (sa početka članka), a zatim treba da slede prevedeni glavni naslovi, podnaslovi i osnove zaključka članka (literatura se ne prevodi). Potrebno je da se u strukturiranom rezimeu prevede i deo teksta ispod naslova i podnaslova, vodeći računa da on bude proporcionalan njihovoj veličini, a da odražava suštinu. Nakon rezimea na engleskom jeziku (proširenog sažetka) dodaje se njegov prevod na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom), da bi redakcija izvršila proveru i lekturu.

Ključne reči

Ključne reči su termini ili fraze koje adekvatno predstavljaju sadržaj članka za potrebe indeksiranja i pretraživanja. Treba ih dodeljivati oslanjajući se na neki međunarodni izvor (popis, rečnik ili tezaurus) koji je najšire prihvaćen ili unutar date naučne oblasti. Za npr. nauku uopšte, to je lista ključnih reči Web of Science. Broj ključnih reči ne može biti veći od 10, a u interesu je uredništva i autora da učestalost njihove upotrebe bude što veća. Ključne reči daju se na jeziku na kojem je napisan članak (sažetak) i na engleskom jeziku. U članku se pišu neposredno nakon sažetka, odnosno nakon rezimea.

Datum prihvatanja članka

Datum kada je uredništvo primilo članak, datum kada je uredništvo konačno prihvatilo članak za objavljivanje, kao i datumi kada su u međuvremenu dostavljene eventualne ispravke rukopisa navode se hronološkim redosledom, na stalnom mestu, po pravilu na kraju članka.

Zahvalnica

Naziv i broj projekta, odnosno naziv programa u okviru kojeg je članak nastao, kao i naziv institucije koja je finansirala projekat ili program, navodi se u posebnoj napomeni na stalnom mestu, po pravilu pri dnu prve strane članka.

Prethodne verzije rada

Ako je članak u prethodnoj verziji bio izložen na skupu u vidu usmenog saopštenja (pod istim ili sličnim naslovom), podatak o tome treba da bude naveden u posebnoj napomeni, po pravilu pri dnu prve strane članka. Rad koji je već objavljen u nekom časopisu ne može se objaviti u *Vojnotehničkom glasniku* (preštampati), ni pod sličnim naslovom i izmenjenom obliku.

Tabelarni i grafički prikazi

Poželjno je da naslovi svih prikaza, a po mogućstvu i tekstualni sadržaj, budu dati dvojezično, na jeziku rada i na engleskom jeziku.

Tabele se pišu na isti način kao i tekst, a označavaju se rednim brojevima sa gornje strane. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Crteže treba raditi u programu word ili corel. Fotografije i crteže treba postaviti na željeno mesto u tekstu.

Navođenje (citiranje) u tekstu

Način pozivanja na izvore u okviru članka mora biti jednoobrazan. U samom tekstu, u uglastim zagrada, 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 zagrada. 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 zagrada). 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 Pu-

blishers.

Takođe, prihvaćeni su i formati dati u uputstvima:

1. American Chemical Society (ACS) Style Guide i
2. American Institute of Physics (AIP) Style Manual.

Nestandardno, nepotpuno ili nedosledno navođenje literature u sistemima vrednovanja časopisa smatra se dovoljnim razlogom za osporavanje naučnog statusa časopisa.

Pored članka dostavlja se propratno pismo u kojem treba istaći o kojoj vrsti članka se radi, koji su grafički prilozi (fotografije i crteži) originalni, a koji pozajmljeni.

U propratnom pismu navode se i podaci autora: ime, srednje slovo, prezime, čin, zvanje, e-mail, adresa poslodavca (VP), kućna adresa, telefon na radnom mestu i kućni (mobilni) telefon, račun i naziv banke, SO mesta stanovanja i JMB građana.

Ako je više autora članka, u propratnom pismu se navodi pojedinačni procentualni udeo radi obračuna honorara.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije honoriraju se prema važećim propisima.

Adresa redakcije: Vojnotehnički glasnik, 11000 Beograd, Braće Jugovića 19.

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

Odgovorni urednik
Nebojša Gaćeša
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: 011/3349-497,
064/8080-118

CALL FOR PAPERS AND ARTICLE FORMATTING INSTRUCTIONS

The instructions to authors about the article preparation for publication in the *Military Technical Courier* are based on the Act on scientific journal editing of the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia, No 110-00-17/2009-01 of 9th July 2009. This Act aims at improving the quality of national journals and raising the level of their compliance with the international system of scientific information exchange. It is based on international standards ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 and ISO 5122 and their national equivalents.

THE MILITARY TECHNICAL COURIER (www.vtg.mod.gov.rs, ISSN 0042-8469 – print issue, ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) is a multidisciplinary scientific journal of the Ministry of Defence of the Republic of Serbia. It publishes scientific and professional papers as well as technical data about contemporary weapon systems and modern military technologies. Offering a logistic system support, the *Courier* is a part of a unique technical support to the Army services in the field of fundamental, applied and development research. It also deals with production and use of weapons and military equipment as well as with theoretical and practical achievements leading to professional development of the personnel of the Ministry of Defence and the Army of the Republic of Serbia.

Pursuant to the decision given in Article 27, paragraph 1, point 4, and in accordance with the acquired opinion given in Article 25, paragraph 1, point 5 of the Act on Scientific and Research Activities (*Official Gazette of the Republic of Serbia*, No 110/05, 50/06-cor and 18/10), the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia classified the *Military Technological Courier* for the year 2011

in the field **fundamental research**:

– on the list of periodicals for mathematics, computer sciences and mechanics: category: scientific periodical of national interest (M₅₂),

– on the list of periodicals for earth sciences and astronomy: category: scientific periodical of national interest (M₅₂),

in the field **technological development**

– on the list of periodicals for electronics and telecommunications, category: scientific periodical of national interest (M₅₂),

– on the list of periodicals for mechanical engineering, category: scientific periodical of national interest (M₅₂),

– on the list of periodicals for materials and chemical technology, category: scientific periodical of national interest (M₅₂),

– on the list of periodicals for industrial software and IT, category: scientific periodical (M₅₃).

The approved lists of national periodicals for the year 2010 can be viewed at: http://147.91.185.80/predlog_sajta/index.php?option=com_content&view=article&id=1336%3Ausvojene-liste-domacih-naucnih-casopisa-za-2011-godinu&catid=23&Itemid=109.

The information on the categorization can be also found on the website of KOBSON (Consortium of Libraries of Serbia for Unified Acquisition), <http://nainfo.nb.rs/kobson.82.html> or <http://nainfo.nb.rs/kategorizacija>. The access to this web page is possible only from computers linked to the Internet via the Academic computer network.

The periodical is categorized in compliance with the Regulations on the procedure and method of evaluation and quantitative formulation of scientific and research results of researchers, stipulated by the National Council for Scientific and Technological Development (*Official Gazette of RS*, No 38/2008). More detailed information can be found on the website of the Ministry of Science:

http://www.nauka.gov.rs/cir/index.php?option=com_content&task=view&id=621&Itemid=37.

In accordance with the Regulations and the table about types and quantification of individual scientific and research results (as a part of the Regulations), a paper published in the *Military Technical Courier* scores 1,5 (one and a half) point (category M₅₂) and 1 (one) point (category M₅₃).

The journal is in the Serbian Citation Index – SC index (data base of national scientific journals – details available at <http://scindeks.nb.rs>) and is constantly monitored depending on the impact within the base itself and on the international (Thompson-ISI) citation indexes.

Manuscripts are submitted online, through the e-Ur (Electronic editing) system, developed by the Center for Evaluation in Education and Science – CEON.

The access and the registration are through the Military Technical Courier site <http://www.vtg.mod.gov.rs/index-e.html>, on the page SCIndex, option e-Ur (scindeks-eur.ceon.rs/index.php/vtg).

The detailed instructions about the registration for the service are on the website <http://www.vtg.mod.gov.rs/index-e.html>, on the page Instructions for e-Ur: Electronic Editing.

The Military Technical Courier publishes articles in Serbian, English, Russian, German or French, using Arial and a font size of 11pt with Exact Spacing.

The article should contain the abstract with keywords, introduction, body, conclusion, references and the summary in English language (without heading and subheading enumeration). The article length should not exceed 24 pages of A4 paper format.

The article should be formatted following the instructions in the Article Form which can be downloaded from:

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

Title

The title should be informative. It is in both Journal's and author's best interest to use terms suitable for indexing and word search. If there are no such terms in the title, the author is strongly advised to add a subtitle. The title should be given in English as well.

The titles precede the abstract and the summary in an appropriate language.

Letterhead title

The letterhead title is given at a top of each page for easier identification of article copies in an electronic form in particular. It contains the author's surname and first name initial (for multiple authors add "et al"), article title, journal title and collation (year, volume, issue, first and last page). The journal and article titles can be given in a shortened form.

Author's name

Full name(s) of author(s) should be used. It is advisable to give the middle initial. Names are given in their original form (with diacritic signs if in Serbian).

Author's affiliation

The full official name and seat of the author's affiliation is given, possibly with the name of the institution where the research was carried out. For organizations with complex structures, give the whole hierarchy (for example, Military Academy, Department for Military Electronic Systems, Belgrade). At least one organization in the hierarchy must be a legal entity. When some of multiple authors have the same affiliation, it must be clearly stated, by special signs or in other way, which department exactly they are affiliated with. The affiliation follows the author's name. The function and title are not given.

Contact details

The postal address or the e-mail address of the author (usually of the first one if there are more authors) is given in the footnote at the bottom of the first page.

Type of articles

Classification of articles is a duty of the editorial staff and is of special importance. Referees and the members of the editorial staff, or section editors, can propose a category, but the editor-in-chief has the sole responsibility for their classification.

Journal articles are classified as follows:

Scientific articles:

1. Original scientific paper (giving the previously unpublished results of the author's own research based on scientific methods);

2. Survey paper (giving an original, detailed and critical view of a research problem or an area to which the author has made a contribution visible through his self-citation);

3. Short or preliminary communication (original scientific paper of full format but of a smaller extent or of a preliminary character);

4. Scientific critique or forum (discussion on a particular scientific topic, based exclusively on scientific argumentation) and commentaries.

Exceptionally, in particular areas, a scientific paper in the Journal can be in a form of a monograph or a critical edition of scientific data (historical, archival, lexicographic, bibliographic, data survey, etc.) which were unknown or hardly accessible for scientific research.

Papers classified as scientific must have at least two positive reviews.

The list of referees of the Military Technical Courier can be viewed at:

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

If the journal contains non-scientific contributions as well, the section with scientific papers should be clearly denoted in the first part of the Journal.

Professional articles:

1. Professional paper (contribution offering experience useful for improvement of professional practice but not necessarily based on scientific methods);

2. Informative contribution (editorial, commentary, etc.);

3. Review (of a book, software, case study, scientific event, etc.).

Language

The article can be in Serbian, English or other language used in international communication in a particular scientific field (Russian, German or French).

The grammar and style of the article should be of good quality. The systematized text should be without abbreviations (except standard ones). All measurements must be in SI units. The sequence of formulae is denoted in Arabic numerals in parentheses on the right-hand side.

Abstract and summary

An abstract is a concise informative presentation of the article content for fast and accurate evaluation of its relevance. It is both in the Editorial Office's and the author's best interest for an abstract to contain terms often used for indexing and article search. The abstract describes the purpose of the study and the methods, outlines the findings and state the conclusions. A 100- to 250- word abstract should be placed between the title and the keywords with the body text to follow. Besides an abstract in Serbian (Russian, German or French), articles in Serbian (Russian, German or French) are advised to have a summary in English, at the end of the article, after the Reference list. The summary should be structured and long up to 1/10 of the article length (it is more extensive than the abstract). It can start with the translated Serbian (Russian, German or French) abstract from the beginning of the article with translated main headings, subheadings and major conclusions to follow (Reference list is not translated). The structured summary should also contain the proportional informative parts of the text below the headings and subheadings. The summary in English is followed by its Serbian (Russian, German or French) version for the Editorial Office to perform checking and proofreading.

Keywords

Keywords are terms or phrases showing adequately the article content for indexing and search purposes. They should be allocated heaving in mind widely accepted international sources (index, dictionary or thesaurus), such as the Web of Science keyword list for science in general. The higher their usage frequency is, the better. Up to 10 keywords immediately follow the abstract and the summary, in respective languages.

Article acceptance date

The date of the reception of the article, the dates of submitted corrections in the manuscript (optional) and the date when the Editorial Board accepted the article for publication are all given in a chronological order at the end of the article.

Acknowledgements

The name and the number of the project or programme within which the article was realised is given in a separate note at the bottom of the first page together with the name of the institution which financially supported the project or programme.

Article preliminary version

If an article preliminary version has appeared previously at a meeting in a form of an oral presentation (under the same or similar title), this should be stated in a separate note at the bottom of the first page. An article published previously cannot be published in the *Military Technical Courier* even under a similar title or in a changed form.

Tables and illustrations

All the captions should be in the original language as well as in English, together with the texts in illustrations if possible. Tables are typed in the same style as the text and are denoted by Arabic numerals at the top. Photographs and drawings, placed appropriately in the text, should be clear, precise and suitable for reproduction. Drawings should be created in Word or Corel.

Citation in the text

Citation in the text must be uniform. When citing references in the text, use the reference number set in square brackets from the Reference list at the end of the article.

Footnotes

Footnotes are given at the bottom of the page with the text they refer to. They can contain less relevant details, additional explanations or used sources (e.g. scientific material, manuals). They cannot replace the cited literature.

Reference list (Literature)

The cited literature encompasses bibliographic sources such as articles and monographs and is given in a separate section in a form of a reference list. References, quoted in square brackets, are not translated to the language of the article. A bibliographic entry for a book contains the author's surname and first name initial, book title, publisher, place and year of publication. A bibliographic entry for an article contains the author's surname and first name, article title, journal title, issue number, year of publication and page numbers. Titles of cited national journals are given in their full or shortened original form, but never translated. Web references are given with the retrieval date. Citations in the body of the text are necessary. Numbers in square brackets must correspond to the numbers in the Reference list at the end of the article. It is highly advisable to use full format references supported by leading international evaluation bases as well as the Serbian Citation Index. Here are the recommended style guides:

1. APA – Publication Manual of the American Psychological Association,
2. CBE – Council of Biology Editors Manual, Scientific Style and Format,
3. Chicago – The Chicago Manual of Style,
4. Harvard – Harvard Style Manual,
5. Harvard-BS – Harvard Style Manual – British Standard,
6. MLA – Modern Language Association Handbook for Writers of Research Papers and
7. NLM – The National Library of Medicine Style Guide for Authors, Editors, and Publishers.

The formatting given in the following instructions is also acceptable:

1. American Chemical Society (ACS) Style Guide and
2. American Institute of Physics (AIP) Style Manual.

In journal evaluation systems, non-standard, insufficient or inconsequent citation is considered to be a sufficient cause for denying the scientific status to a journal.

The article should be accompanied with a cover letter with the information about the author(s): surname, middle initial, first name, citizen personal number, rank, title, e-mail address, affiliation address, home address including municipality, phone number in the office and at home (or a mobile phone number), bank account and the name of the bank.

If there are more authors, their share in the article should be given in percents for honorarium calculation purposes.

The cover letter should state the type of the article and tell which illustrations are original and which are not.

All articles are peer reviewed. All authors and reviewers are paid an honorarium on publication of the article.

Address of the Editorial Office:
Vojnotehnički glasnik, 11000 Beograd,
Braće Jugovića 19.
E-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs.
Managing Editor
Nebojša Gaćeša
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: +381 11 3349 497, +381 64 80 80 118

MEDIJA CENTAR „ODBRANA“

- Braće Jugovića 19, 11000 Beograd •
- Telefoni: (011) 3201-995 i 23-995 •
- Telefaks: (011) 3241-009 •
- Tekući račun: 840-312849-56 • PIB: 102116082 •
- Broj potvrde o evidentiranju za PDV: 135328814 •

POZIV NA PRETPLATU ZA 2012. GODINU

Pretplaćujemo se na časopis:

br. primeraka

1. „Vojnotehnički glasnik“

Godišnja pretplata 1.200,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 54

.....

2. „Novi glasnik“

Godišnja pretplata 1.800,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 53

.....

3. „Vojno delo“

Godišnja pretplata 1.400,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 51

.....

Pretplatne cene važe do 31. 12. 2012. 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.

.....

Likovno-grafički urednik
mr *Nebojša Kujundžić*
e-mail: nebojsa.kujundzic@mod.gov.rs

Tehničko uređenje
Zvezda Jovanović

Lektor
Nada Dragišić, profesor

Prevod na engleski
Jasna Višnjić, profesor
e-mail: visnjicjasna@yahoo.com

Prevod na ruski
Olivera Hajduković, profesor
e-mail: oliverahajdukovic@lukoil.rs

Prevod na nemački
Gordana Bogdanović, profesor
e-mail: gordana.bogdanovic@yahoo.com

Prevod na francuski
Dragan Vučković
e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

CIP – Каталогизacija у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

623+355 / 359
355 / 359

ВОЈНОТЕХНИЧКИ гласник : научни часопис
Министарства одбране Републике Србије =
Military technical courier : scientific
periodical of the Ministry of Defence of the
Republic of Serbia / одговорни уредник
Небојша Гаћеша. - Год. 1, бр. 1 (1953) -
- Београд (Браће Југовића 19) : Министарство
одбране Републике Србије, 1953- (Београд :
Војна штампарија). - 24 cm

Доступно и на:
<http://www.vtg.mod.gov.rs>
Тромесечно. - Друго издање на другом медијуму:
Vojnotehnički glasnik (Online) = ISSN
2217-4753
ISSN 0042-8469 = Војнотехнички гласник
COBISS.SR-ID 4423938

Cena: 350,00 dinara
Tiraž: 771 primeraka

Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije,
broj 413-00-1201/2001-01 od 12. 9. 2001. godine,
časopis „Vojnotehnički glasnik“ je publikacija od posebnog interesa za nauku.

UDC: Narodna biblioteka Srbije, Beograd

Graphic design editor
Nebojša Kujundžić MA
e-mail: nebojsa.kujundzic@mod.gov.rs

Copy editing
Zvezda Jovanović

Proofreader
Nada Dragišić BA
e-mail: dobrila.miletic@mod.gov.rs

English translation and polishing
Jasna Višnjić BA
e-mail: visnjicjasna@yahoo.com

Russian translation and polishing
Olivera Hajduković BA
e-mail: oliverahajdukovic@lukoil.rs

German translation and polishing
Gordana Bogdanović BA
e-mail: gordana.bogdanovic@yahoo.com

French translation and polishing
Dragan Vučković
e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

CIP – Catalogisation in the publication
National Library of Serbia, Belgrade

623+355 / 359
355 / 359

ВОЈНОТЕХНИЧКИ гласник : научни часопис
Министарства одбране Републике Србије =
Military technical courier : scientific
periodical of the Ministry of Defence of the
Republic of Serbia / одговорни уредник
Небојша Гаћеша. - Год. 1, бр. 1 (1953) -
- Београд (Браће Југовића 19) : Министарство
одбране Републике Србије, 1953- (Београд :
Војна штампарија). - 24 cm

Доступно и на:
<http://www.vtg.mod.gov.rs>
Тромесечно. - Друго издање на другом медијуму:
Vojnotehnički glasnik (Online) = ISSN
2217-4753
ISSN 0042-8469 = Војнотехнички гласник
COBISS.SR-ID 4423938

Price: 350.00 RSD
Printed in 771 copies

According to the Opinion of the Ministry of Science and Technological Development
No 413-00-1201/2001-01 of 12th September 2001, the *Military Technological Courier* is a
publication of special interest for science.

UDC National Library of Serbia

