



4
2013

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK

NAUČNI ČASOPIS
MINISTARSTVA ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

4 2013



ISSN 0042-8469
COBISS.SR-ID 4423938

VOJNOTEHNIČKI
glasnik
NAUČNI ČASOPIS
MINISTARSTVA ODBRANE
REPUBLIKE SRBIJE

www.vtg.mod.gov.rs

4

UDC 623 + 355/359

GODINA LXI OKTOBAR-DECEMBAR 2013.

ISSN 0042-8469
COBISS.SR-ID 4423938

MILITARY TECHNICAL

Courier

SCIENTIFIC PERIODICAL
OF THE MINISTRY OF DEFENCE
OF THE REPUBLIC OF SERBIA

AL

www.vtg.mod.gov.rs

4

UDC 623 + 355/359

VOLUME LXI OCTOBER-DECEMBER 2013.

MINISTARSTVO ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE
UNIVERZITET ODBRANE U BEOGRADU

Rektor
prof. dr Miodrag Jevtić, general-potpukovnik
MEDIJA CENTAR „ODBRANA“

Direktor
Slavoljub M. Marković, potpukovnik

Načelnik odseka za izdavačku delatnost
Dragana Marković

UREDNIK VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA
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 Uredivačkog odbora,
- doc. dr Danko Jovanović, general-major u penziji, zamenik predsednika uređivačkog odbora,
- dr Stevan M. Berber, The University of Auckland, Department of Electrical and Computer Engineering, Auckland, New Zealand,
- pukovnik naučni saradnik dr Obrad Čabarkapa, načelnik odeljenja za naučnu i inventivnu delatnost Uprave za strategijsko planiranje Sektora za politiku odbrane Ministarstva odbrane Republike Srbije,
- prof. dr Vladimir Černov, Владимирский государственный университет, Владимир, Российская федерация (Vladimir State University, Vladimir, Russian federation),
- pukovnik vanr. prof. dr Goran Dikić, prorektor Univerziteta odbrane, Beograd,
- prof. dr Aleksandr Dorohov, Харьковский национальный экономический университет, Харьков, Украина (Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine),
- prof. dr Željko Đurović, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu,
- prof. dr Leonid Grečihin, Минский государственный высший авиационный колледж, Минск, Республика Беларусь (Minsk State Higher Aviation College, Minsk, Republic of Belarus),
- dr Jovan Isaković, Vojnotehnički institut, Beograd,
- prof. dr Slobodan Jaramaz, šef Katedre za sisteme naoružanja 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 Mirko Komatina, šef Katedre za termomehaniku Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu,
- naučni savetnik dr Ana Kostov, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor,
- general-major prof. dr Mitar Kovač, načelnik Uprave za strategijsko planiranje Sektora za politiku odbrane Ministarstva odbrane Republike Srbije,
- prof. dr Branko Kovačević, dekan Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu,
- dr Vasilije M. Manović, CanmetENERGY, Natural Resources Canada, Ottawa, Canada,
- prof. dr Momčilo Milinović, Katedra za sisteme naoružanja Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu,
- prof. dr Gradimir V. Milovanović, redovni član Srpske akademije nauka i umetnosti, Matematički institut SANU, Beograd,
- prof. dr Mitar Novaković, rektor Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina,
- naučni savetnik dr Predrag Petrović, Izvršni direktor za naučno-istraživački rad i radiokomunikacije Instituta za telekomunikacije i elektroniku IRITEL AD, Beograd,
- prof. dr Slavko Pokorni, Visoka škola za informacione tehnologije, računarski dizajn i savremeno poslovanje, Beograd,
- pukovnik doc. dr Stevan Radojčić, načelnik Vojnogeografskog instituta, Beograd,
- pukovnik doc. dr Zoran Rajić, direktor Vojnotehničkog instituta, Beograd,
- naučni savetnik dr Aleksandar Rodić, rukovodilac Centra za robotiku Instituta „Mihajlo Pupin“, Beograd,
- prof. dr Stanko Stanić, rektor Univerziteta u Banjoj Luci, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina,
- prof. dr Ionei Staretu, Transilvania University of Brasov, Romania,
- 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,
- general-major vanr. prof. dr Mladen Vuruna, načelnik Vojne akademije, Beograd,
- prof. dr Aleksa Zejak, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu,
- potpukovnik mr Nebojša Gaćeša, urednik Vojnotehničkog glasnika, sekretar Uredivačkog odbora.

Adresa redakcije:
VOJNOTEHNIČKI GLASNIK,
Braće Jugovića 19, Beograd
<http://www.vtg.mod.gov.rs>
<http://aseestant.ceon.rs/index.php/vtg/issue/current>
<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: vojna.stamparija@mod.gov.rs

MINISTRY OF DEFENCE OF THE REPUBLIC OF SERBIA
UNIVERSITY OF DEFENCE IN BELGRADE

Rector

Lt General Miodrag Jevtić, PhD, Professor

ODBRANA MEDIA CENTRE

Director

Lt Col *Slavoljub* M. Marković

Head of publishing department

Dragana Marković

EDITOR OF THE MILITARY TECHNICAL COURIER

Lt Col *Nebojša* Gačeša MSc

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

EDITORIAL BOARD

- Brigadier General Bojan Znić, PhD, Professor, Head of the Department for Defence Technologies, Material Resources Sector, Ministry of Defence, (Head of the Editorial Board)
- Assistant Professor Danko Jovanović, PhD, retired Major General, (Deputy Head of the Editorial Board)
- Stevan M. Berber, PhD, The University of Auckland, Department of Electrical and Computer Engineering, Auckland, New Zealand
- 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
- Professor Vladimir Chernov, DSc, Department of Management and Informatics in Technical and Economic Systems, Vladimir State University, Vladimir, Russia
- Colonel Goran Dikić, PhD, Associate Professor, Prorector of the University of Defence, Belgrade
- Professor Aleksandr V. Dorohov, PhD, Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine
- Professor Željko Đurović, PhD, Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade
- Professor Leonid I. Gretchihin, PhD, Minsk State Higher Aviation College, Minsk, Republic of Belarus
- Professor Jovan Isaković, PhD, Military Technical Institute, Belgrade
- Professor Slobodan Jaramaz, PhD, Head of the Weapon Systems Department 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 Egineering and Technology, Department of Engineering Technology, Angola, Indiana, USA
- 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
- Major General Mitar Kovač, PhD, Professor, Head of the Defence Policy Sector, Ministry of Defence
- Professor Branko Kovačević, PhD, Dean of the Faculty of Electrical Engineering University of Belgrade
- Vasilije M. Manović, PhD, CanmetENERGY, Natural Resources Canada, Ottawa, Canada
- Professor Mornčilo Milinović, PhD, Weapon Systems Department at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade
- Professor Gradimir V. Milovanović, PhD, Member of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Mathematical Institute of the SASA, Belgrade
- Professor Mitar Novaković, PhD, University of East Sarajevo, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina
- Scientific Advisor Predrag Petrović, PhD, Executive Director for R&D and Radio Communications, Institute of telecommunications and electronics IRITEL AD, Belgrade
- Professor Slavko Pokorni, PhD, Information Technology School, Belgrade
- Colonel Stevan Radojić, PhD, Assistant Professor, Head of the Military Geographical Institute, 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 Mihailo Pupin Institute, Belgrade
- Professor Stanko Stanić, PhD, University of Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina
- Professor Ionel Staretu, PhD, Transilvania University of Brasov, Romania
- 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
- Major General Mladen Vuruna, PhD, Associate Professor, Head of the Military Academy, Belgrade
- Professor Aleksa Zejak, PhD, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
- Lt Colonel Nebojša Gačeša, MSc, Editor of the Military Technical Courier (Secretary of the Editorial Board)

Address:

MILITARY TECHNICAL COURIER

Braće Jugovića 19, 11000 Beograd, Serbia

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

<http://aseestant.ceon.rs/index.php/vtg/issue/current>

<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: vojna.stamparija@mod.gov.rs

SADRŽAJ

ORIGINALNI NAUČNI ČLANCI

<i>Obrad T. Čabarkapa, Dalibor P. Petrović, Milan M. Bojović</i> Prijava poverljivog patenta sa primerom sastavljanja	7–25
<i>Mihailo R. Mrdak</i> Karakterizacija vakuum plazma naprskane kobalt-nikal-hrom-aluminijum-itrijum prevlake	26–47

PREGLEDNI ČLANCI

<i>Dragutin V. Jovanović</i> Mogući pravci razvoja logistike elektronskog i električnog otpada u sistemu odbrane	48–69
<i>Srećko R. Stopić, Robert Đ. Kozma, Tanja J. Pavlov</i> Naučna dijaspora kao pokretačka snaga za razvoj Srbije	70–79

PRETHODNA SAOPŠTENJA

<i>Srđan D. Ljubojević, Marko D. Andrejić, Nebojša K. Dragović</i> Prilog unapređenju menadžmenta u logistici odbrane	80–120
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------

STRUČNI ČLANCI

<i>Igor J. Epler</i> Analiza mogućnosti primene modela održavanja prema stanju na primeru tenkovskog naoružanja	121–137
<i>Vlada S. Sokolović, Marko D. Andrejić, Srđan D. Ljubojević</i> Integralni pristup proračunu troškova životnog veka sredstava naoružanja i vojne opreme	138–160
<i>Srđan Z. Rutić</i> Primena savremene obrazovne tehnologije u obuci za upravljanje u udesima sa opasnim materijama	161–179
<i>Danijela D. Protić</i> AES i ARM procesori	180–197
<i>Srđan S. Marković, Danijel V. Stojanović, Saša T. Bakrač, Marija M. Zorić</i> Uticaj tehničko-tehnoloških akcidenata usled havarija, požara i eksplozija na stanje ljudske bezbednosti	198–212

PRIKAZI

<i>Milan R. Radosavljević, Vanja M. Šušteršič</i> Ponovno korišćenje otpadnih voda	213–232
<i>Veselin L. Mrdak, Veljko P. Petrović, Branka R. Luković</i> Savremeni pristup strategijskom upavljanju u sistemu odbrane konceptom metodologije U. S.	233–255
<i>Slavko J. Pokorni</i> 16. međunarodna konferencija ICDQM-2013 (prikaz zbornika radova)	256–270
<i>Nebojša N. Gaćeša</i> Prikaz knjige "Energetski kompleksi u transportu" autora L. I. Grečihina i N. G. Kuca	271–275

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA

<i>Dragan M. Vučković, Mladen R. Tišma, Nikola M. Ostojić</i>	276–356
ISPRAVKE	357–358
POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA	359–368
OBAVEŠTENJE SARADNICIMA I ČITAOCIMA	369–370

CONTENTS

ORIGINAL SCIENTIFIC PAPERS

<i>Obrad T. Čabarkapa, Dalibor P. Petrović, Milan M. Bojović</i> Confidential patent application with an example of preparation	7–25
<i>Mihailo R. Mrdak</i> Characterization of vacuum plasma sprayed cobalt – nickel - chromium – aluminum - yttrium coatings	26–47

REVIEW PAPERS

<i>Dragutin V. Jovanović</i> The possibilities to develop the logistics of electrical and electronic waste in the military defence system of the Republic of Serbia	48–69
<i>Srećko R. Stopić, Robert Đ. Kozma, Tanja J. Pavlov</i> Scientific diaspora as a driving force for development in Serbia	70–79

PRELIMINARY REPORTS

<i>Srđan D. Ljubojević, Marko D. Andrejić, Nebojša K. Dragović</i> Contribution to the improvement of management in defense logistics	80–120
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------

PROFESSIONAL PAPERS

<i>Igor J. Epler</i> Analysis of the possibility of applying a condition-based maintenance model on an example of tank weapons	121–137
<i>Vlada S. Sokolović, Marko D. Andrejić, Srđan D. Ljubojević</i> An integrated approach to calculate life cycle costs of arms and military equipment .	138–160
<i>Srđan Z. Rutić</i> Application of modern educational technologies in the training for the management of accidents with chemical hazards	161–176
<i>Danijela D. Protić</i> AES and ARM processors	180–197
<i>Srđan S. Marković, Danijel V. Stojanović, Saša T. Bakrač, Marija M. Zorić</i> Influence of technical and technological accidents caused by breakdowns, fires and explosions on human security	198–212

REVIEWS

<i>Milan R. Radosavljević, Vanja M. Šušteršič</i> Wastewater reuse	213–232
<i>Veselin L. Mrdak, Veljko P. Petrović, Branka R. Luković</i> Contemporary strategic management approach in the defense system by U.S. methodology concept	233–255
<i>Slavko J. Pokorni</i> 16 th international conference on dependability and quality management icdqm-2013 (proceedings review)	256–270
<i>Nebojša N. Gaćeša</i> Review of the book „Energy systems in transportation“ by Leonid Ivanovich Gretchihin and N. G. Kuch (Леонид Иванович Гречихин и Н. Г. Куць)	271–275
MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT	276–356
<i>Dragan M. Vučković, Mladen R. Tišma, Nikola M. Ostojić</i> ERRATA	357–358
CALL FOR PAPERS AND INSTRUCTIONS FOR AUTHORS	359–368
INFORMATION FOR CONTRIBUTORS AND READERS	369–370

ORIGINALNI NAUČNI ČLANCI ORIGINAL SCIENTIFIC PAPERS

PRIJAVA POVERLJIVOG PATENTA SA PRIMEROM SASTAVLJANJA

Obrad T. Čabarkapa ^a, Dalibor P. Petrovic ^a, Milan M. Bojović ^b

^a Ministarstvo odbrane Republike Srbije,
Uprava za strategijsko planiranje, Beograd

^b Udruženje menadžera Balkana, Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg61-2048

OBLAST: autorsko i patentno pravo

VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak

Sažetak:

Da bi bilo koji pronalazak kojim se rešava neki tehnički problem nastao kao rezultat stvaralačkog rada i ostvario zaštitu u obliku patenta neophodno je podneti patentnu prijavu.

Za zaštitu poverljivih pronalazaka koji su od značaja za odbranu i bezbednost zemlje potrebno je podneti prijavu poverljivog patenta.¹ Ova prijava je veoma važan i složen dokument koji se sastoji od određenih delova, koji se načelno izlažu po utvrđenom redosledu. Za sastavljanje patentne prijave neophodno je angažovanje stručnih lica sa visokim obrazovanjem, prvenstveno iz oblasti tehnike na koju se pronalazak odnosi. Na osnovu uvida u sadržaj prijave sprovode se određene faze postupka ispitivanja, tražeći, pre svega, odgovor na ispunjenost uslova patentibilnosti i ostvarivanja prava na patentnu zaštitu.

U članku je, uporedo sa teoretskim razmatranjima koja se odnose na sadržaj prijave poverljivog patenta, data „skraćena verzija“ primera prijave koja se odnosi na jedan zaštićen poverljiv pronalazak.

Ključne reči: patentni zahtevi; nacrt pronalaska; apstrakt; opis pronalaska; sadržaj prijave poverljivog pronalaska; prijava poverljivog pronalaska; patenti.

¹ Struktura i sadržaj prijave poverljivog patenta je identična i po sadržaju i formi prijave patenta koja se podnosi Zavodu za intelektualnu svojinu – kao nadležnoj državnoj instituciji za zaštitu intelektualne svojine.

Uvod

Osnovni uslov za ostvarivanje patentne zaštite je podnošenje Zahteva za priznavanje patenta, odnosno prijave patenta, realizacija predviđenog postupka ispitivanja i na kraju, u zavisnosti od rezultata ispitivanja – priznavanje patenta ili odbacivanje.

Za sistem odbrane i bezbednosti su od posebnog značaja „poverljivi pronalasci“, za koje je postupak patentne zaštite posebno regulisan.² U postupku ispitivanja uslova patentibilnosti poverljivog pronalaska realizuju se određene faze (formalno ispitivanje, suštinsko ispitivanje, razmatranje prijave na nadležnom savetu, itd). Za sve faze ispitivanja osnovni dokument je prijava poverljivog patenta (prijava), koja mora biti uredno sastavljena i treba da sadrži određene delove navedene tačno predviđenim redosledom (Čabarkapa, 2008, 2010).

Ispitivanje „urednosti“³ prijave vrši se nakon samog prijema prijave i u fazi suštinskog ispitivanja od strane stručnih lica u nadležnoj unutrašnjoj jedinici MO za poslove patentne zaštite poverljivih pronalazaka. U fazi suštinskog ispitivanja, kao težišnoj fazi postupka ispitivanja, može se zahtevati dorada prijave u pogledu otklanjanja uočenih nedostataka, ali se nikako kroz doradu prijave ne sme proširivati predmet zaštite koji je naveden u prvobitnoj prijavi. U određenom trenutku postupka ispitivanja može se zatražiti (ako se proceni da je to neophodno) i stručno mišljenje⁴ o prijavi od nadležnog organa za zaštitu intelektualne svojine.⁵

U članku je dat opis svih delova prijave uz uporedan prikaz delova prijave na primeru poverljivog pronalaska⁶ za koji je priznat poverljivi patent (Prijava poverljivog patenta pod oznakom: P-178).

² Nacionalnim propisima je regulisano da se postupak ispitivanja i patentne zaštite poverljivih pronalazaka vrši u Unutrašnjoj jedinici Ministarstva odbrane nadležnoj za poslove naučne i inventivne delatnosti.

³ Pod urednošću prijave podrazumeva se, pre svega, sprovođenje provere da li prijava sadrži sve predviđene delove.

⁴ Obaveza davanja stručnog mišljenja, kao i sadržaj stručnog mišljenja je zakonski normativno-pravno regulisana.

⁵ Nadležni organ za zaštitu intelektualne svojine je Zavod za intelektualnu svojinu.

⁶ Primer se odnosi na prijavu poverljivog patenta pod oznakom: P-178: „*Puška dalekometna u kalibrima 12,7x108 mm i 12,7x99 mm*“ za koji je od strane nadležnog organa MO za poslove patentne zaštite poverljivih pronalazaka priznat poverljivi patent. Radi se o vrsti oružja – snajperskoj pušci, koja je poznatija pod nazivom „*CRNA STRELA*“

Radi se o *pronalasku iz radnog odnosa*, koji je nastao kao rezultat rada grupe autora, za koji je podnosilac prijave „ZASTAVA ORUŽJE“ d. p. iz Kragujevca.

Prvobitno podneta prijava je od strane zaposlenih lica iz nadležnog organa MO za poslove inventivne delatnosti i od strane stručnih lica iz Zavoda za intelektualnu svojinu u više navrata doradivana da bi dobila konačan izgled i bila dovedena u uredno stanje.

Zbog opširnosti razmatrane prijave, u članku se navode samo određeni njeni delovi koji se odnose na kompletno sredstvo i cev kao jedan od njegovih sastavnih delova.

Sadržaj prijave poverljivog patenta

Prijava poverljivog patenta za zaštitu poverljivog pronalaska mora da sadrži određene delove koji treba da budu izloženi po tačno definisanom redosledu.

Delovi prijave pronalaska su:

1. Zahtev za priznanje patenta;
2. Opis pronalaska;
3. Patentni zahtevi (naznačenje šta je u pronalasku novo i šta se zahteva da se zaštiti patentom);
4. Apstrakt (kratak sadržaj suštine pronalaska) i
5. Nacrt pronalaska (na koji se poziva opis i patentni zahtevi).

Zahtev za priznanje patenta

Zahtev za priznanje patenta podnosi se na obrascu P-1, a zahtev za priznanje malog patenta na obrascu MP-1.⁷ U obrazac se unose sledeći podaci:

1. izričito naznačenje da se zahteva priznanje patenta, odnosno malog patenta;
2. podaci o podnosiocu prijave (ime, prezime i adresa, ako je u pitanju fizičko lice, odnosno firma i sedište, ako je u pitanju pravno lice);
3. podaci o zastupniku (ime, prezime i adresa ako je u pitanju fizičko lice, odnosno firma i sedište ako je u pitanju pravno lice);
4. naziv pronalaska na srpskom i engleskom jeziku;
5. podaci o pronalazaču odnosno pronalazačima ako ih ima više (ime, prezime i adresa, ili naznačenje da pronalazač ne želi da bude naveden u prijavi);
6. podaci o pravu prvenstva prijave;
7. broj osnovne prijave, odnosno osnovnog patenta, u slučaju podnošenja dopunske prijave;
8. broj prvobitne prijave, u slučaju podnošenja izdvojene prijave;
9. podaci o priložima uz prijavu;
10. podaci o ostalim delovima prijave (broj stranica opisa pronalaska, broj patentnih zahteva i broj slika nacrtu, apstrakt);
11. potpis podnosioca zahteva ili njegovog zastupnika i
12. podaci koje se upisuju nakon prijema prijave od strane nadležnog organa (datum prijema, priznati datum podnošenja, broj prijave, potpis i pečat).

⁷ Do ovih obrazaca se može doći preko sajta Zavoda ili neposredno kod nadležnog organa MO za poslove naučne i inventivne delatnosti.

Opis pronalaska

Opis pronalaska ima za cilj da pruži dovoljno tehničkih podataka, odnosno da dodatno razjasni i opiše sve detalje pronalaska za koje se traži zaštita u patentnim zahtevima. Opis treba da omogući prosečnom stručnjaku iz konkretne oblasti tehnike da pronalazak ostvari i izvede, odnosno da sprovede postupak ispitivanja po prijavi i utvrdi da li su ispunjeni uslovi patentibilnosti (novost pronalaska, inventivnost i industrijska primenljivost). Takođe, opis treba da pruži podatke koji omogućavaju praktičnu primenu pronalaska, kao i da čitaocu pruži uvid u doprinos stanju tehnike koji je pronalazač ostvario, tako da može da proceni vrednost pronalaska.

Opis sadrži određene celine koje se izlažu predviđenim redosledom i koje treba da doprinesu potpunom ispitivanju prijave. Radi se o sledećim celinama:

- naziv pronalaska;
- oblast tehnike;
- tehnički problem;
- stanje tehnike;
- kratko izlaganje suštine pronalaska;
- kratak opis slika nacрта;
- detaljan opis pronalaska i
- način industrijske i druge primene pronalaska.

Naziv pronalaska mora da bude isti kao i u zahtevu za priznanje patenta i navodi se na sredini gornjeg dela prve strane opisa. Sam naziv treba da upućuje na tehničku suštinu pronalaska i da jasno i sažeto odslikava predmetni pronalazak i ne sme da sadrži izmišljene i komercijalne nazive: skraćenice uobičajene za pojedine proizvode, reč „patent“, žigove, imena, šifre i slično.

*U primeru koji se obrađuje potpun naziv pronalaska je: „Puška dalekometna u kalibrima 12,7x108 mm i 12,7x99 mm“.*⁸

Oblast tehnike na koju se pronalazak odnosi navodi se na početku opisa, uz navođenje oznake po Međunarodnoj klasifikaciji патената (MKP),⁹ ako je podnosiocu prijave poznata¹⁰ (www.zis.gov.rs, 2012).

⁸ U prvobitnoj prijavi koju dostavlja podnosilac, naziv pronalaska je sadržavao pojam „Crna strela“. Kasnijom doradom prijave ovaj pojam je izbačen, jer se radi o komercijalnom terminu (prepoznatljivom nazivu za ovo oružje), koji se kao takav ne može koristiti u prijavi za zaštitu patentom.

⁹ Pod MKP – Međunarodnom klasifikacijom патената podrazumeva se zbirka propisa u izdanju Svetske organizacije za intelektualnu svojinu – WIPO (World Intellectual Property Organisation), gde je uz hijerarhijsku strukturu jezički nezavisnih simbola dat prikaz svih poznatih oblasti tehnike, pomoću kojih je olakšano pretraživanje patentne dokumentacije. U nekoj od tih oblasti tehnike nalazi se i svaki prijavljeni pronalazak za koji je potrebno unapred ili uz pomoć patentnih inženjera odrediti pripadajuću oznaku po MKP, koja sadrži sledeće sekcije: A – Tekuće životne potrebe; B – Obrada i prerada, Saobraćaj i transport; C – Hemija, Metalurgija; D – Tekstil i papir; E – Građevinarstvo, Rudarstvo; F – Mašinstvo, Osvetljenje, Grejanje, Naoružanje i miriranje; G – Fizika; i H – Elektrotehnika.

Međunarodna klasifikacija патенata sadrži hijerarhijsku strukturu jezički nezavisnih simbola sa kojima su kroz određene sekcije obuhvaćene sve oblasti tehnike (Vermeesch, 2007).

Primer koji se obrađuje pripada sekciji F – Mašinstvo, Osvetljenje, Grejanje, Naoružanje i miniranje; klasa 41 – oružje; potklase: F41A, F41C i F41G. Ovde se analizira primer sledeće oznake: F41G1/16; F41 – Oružje, F41G – Nišanske sprave; Nišanje; F41G1/16 – Zadnji nišani – Mehanizmi za njihovo podešavanje; Postavljanje. Na sličan način se navode i ostale oznake po MKP.¹¹

Tehnički problem potrebno je precizno definisati, jer se za njegovo rešenje traži patentna zaštita. On podrazumeva bilo koji problem čije je rešenje tehnički izvodljivo ili primenljivo u industrijskoj ili drugoj delatnosti putem ponovljene reprodukcije. Treba da proizilazi iz stanja tehnike i analize nedostataka poznatih rešenja u vidu upitne rečenice.

Tehnički problem u razmatranom primeru definiše se na sledeći način: kako konstrukcijski rešiti pušku dalekometnu, koja koristi mitraljesku municiju u kalibrima 12,7x108 mm i 12,7x99 mm, kako bi se ostvarilo gađanje sa ramena strelca uz upotrebu mehaničkog i optičkog nišana, da bude pogodna za prenošenje, da ima moćnost lakog montiranja i demontiranja optičkog nišana, da ima mehaničke nišane koji se mogu preklapati, pri čemu se puška oslanja na preklapajuće nožice i ima gasnu kočnicu koja se lako montira i demontira?

U stanju tehnike daje se prikaz i analiza poznatih rešenja kojima je tehnički problem rešavan, a koja su poznata podnosiocu prijave, pri čemu treba izneti i nedostatke tih rešenja, koji se otklanjaju predloženim pronalaskom. Poželjno je citiranje patentnih dokumenata i drugih izvora koji se odnose na opisano stanje tehnike.

U prijavi su, kao poznato stanje tehnike, navedene puške slične namene, koje su poznate u svetu, kao npr. BARETT M82A1 (USA); RAI M500¹²; OSV 96 (Rusija); TASKO (Ukrajina). U poređenju sa dalekometnom puškom koja je predmet prijave, navedene puške imaju slične karakteristike koje se odnose na efikasni domet i dejstvo na cilju. Prednosti dalekometne puške u odnosu na pušku BARETT M82A1 su: odvojivi nosač optičkog nišana; kočnica obarače smeštena u braniku obarače; gasna kočnica je demontažnog tipa; primenjen je zatvarač s dve bradavice koji daje bolju sliku pogodaka u odnosu na zatvarač sa tri bradavice. Prednosti dalekometne puške koja je predmet prijave u odnosu na pušku RAI 500 odnose se na: kundak sa opružnim amortizerom koji smanjuje prenošenje sile trzanja na rame strelca i odvojivi magacin kapaciteta pet metaka.

¹⁰ Videti link na sajtu Zavoda za intelektualnu svojinu: <http://www.zis.gov.rs/baze-podataka/baze-podataka-za-patente.355.html>

¹¹ Za ovaj pronalazak je u konačnoj prijavi navedeno dvanaest oznaka po MKP.

¹² Za puške BARETT M82A1 i RAI M500, se navode podaci na osnovu dokumentacije koja je objavljena u britanskom časopisu JANE'S DEFENCE, koji daje prikaz naoružanja i vojne opreme koja se proizvodi u svetu.

Izlaganje suštine pronalaska treba ukratko (u opštim crtama) da sadrži suštinu pronalaska na način da se tehnički problem i njegovo rešenje mogu razumeti, uz naglašavanje u čemu je novost pronalaska u odnosu na rešenja sadržana u stanju tehnike.

U kratkom izlaganju suštine pronalaska u razmatranom primeru ističe se: Puška dalekometna u kalibrima 12,7x108 mm i 12,7x99 mm, predstavlja konstruktivno rešenje kojim je rešeno korišćenje municije teškog mitraljeza 12,7x108 mm i 12,7x99 mm i omogućeno gađanje sa ramena strelca, smanjenjem sile trzanja gasnom kočnicom ugrađenom na ustima cevi puške i opružnog amortizera smeštenog u kundaku puške. Što se tiče cevi puške, konstrukcijski je rešeno da se zadnji deo cevi (ležište metka) čvrsto vezuje za sanduk, a na prednji deo cevi čvrsto se vezuje gasna kočnica. Spoljni oblik je cilindričan na mestu na kome je obuhvaćen oblogom, a deo cevi u delu između obloge i gasne kočnice je konusan i ožlebljen uzdužnim žlebovima. Sa gornje strane cevi nalaze se, napred i pozadi, ožlebljenja za postavljanje prednjeg i zadnjeg nišana. Unutrašnja trasa cevi ožlebljena je u kalibru 12,7 mm, a ležište metka je tako projektovano da pruža zaštitu strelca od eventualne greške pri ubacivanju metka kalibra 12,7x99 mm u ležište metka 12,7x108 mm.

U ovom delu prijave na sličan način izlaže se suština pronalaska koja se odnosi na: bravljenje cevi, udarnu iglu i vezu sa zapinjačom, kundak puške, gasnu kočnicu, nišane (mehanički i optički sa nosačem optičkog nišana), ručicu za nošenje, magacin i hranjenje puške, povezivanje sanduka puške sa branikom obarače, rukohvatom i kundakom.

Kratak opis slika nacрта treba da sadrži opis slika koje čine nacrt, tj. treba kratko i jasno da ukažu da li se radi o: šemi, poprečnom preseku, pogledu odozgo, uređaju itd.

Iz primera se daje kratak opis slika nacрта¹³ za deo slika koje se odnose na kompletno sredstvo i cev, i to:

- *slika 1a prikazuje bočni pogled sa desne strane na pušku dalekometnu;*
- *slika 1b prikazuje delimični uzdužni presek kroz pušku dalekometnu sa slike 1a;*
- *slika 2a prikazuje pogled odozgo na cev puške;*
- *slika 2b prikazuje presek „A-A“, ležište metka, sa slike 2a;*
- *slika 2c prikazuje presek „B-B“, vodišta metka, sa slike 2a.*

Detaljan opis pronalaska treba da sadrži kompletan opis pronalaska uz otkrivanje svih pojedinosti, međusobnu konstrukcionu povezanost svih elemenata i funkcionisanje uređaja sa svim pozivnim oznakama (bez zagrada) elemenata sa nacрта. U ovom delu opisa izlaže se detaljan opis bar jednog načina ostvarivanja pronalaska i podrazumeva se da to treba da bude najbolji način za izvođenje pronalaska, poznat podnosiocu prijave.

¹³ *Kompletna prijava sadrži oko pedeset slika.*

Opis mora otkriti svaku karakteristiku neophodnu za primenu pronalaska sa svim potrebnim detaljima, tako da je svakom prosečnom stručnjaku u određenoj oblasti tehnike očigledno kako se taj pronalazak može uspešno primeniti u praksi. U mnogim slučajevima jedan jedini primer izvođenja je dovoljan. Ali, tamo gde patentni zahtevi pokrivaju široku oblast treba dati niz primera ili opisati ostala varijantna rešenja koja pokrivaju čitavu oblast obuhvaćenu patentnim zahtevima.

Rešenje tehničkog problema izloženo u opisu pronalaska mora biti potpuno određeno, tako da ga stručnjak iz odgovarajuće oblasti može izvesti. Sve bitne karakteristike pronalaska moraju biti izložene tako da isključuju proizvoljnost i pretpostavke (bez komercijalnih efekata).

Detaljno opisivanje tehničkog rešenja vrši se pozivanjem na oznake sa nacrtu. Kada je u opisu neophodno pozvati se na elemente sa nacrtu, treba se pozvati na naziv elementa, kao i na njegov broj. Pozivne oznake koje se ne nalaze u opisu i zahtevima ne smeju se pojaviti na nacrtu i obrnuto. Iste karakteristike pronalaska moraju u celoj prijavi biti označene istim pozivnim oznakama.

Ako se pronalazak odnosi na postupak, u opisu se moraju navesti sve njegove bitne karakteristike (faze postupka, njihov redosled i uslovi pod kojima se izvodi svaka faza), tako da se izvodljivost pronalaska može sačledati u celini, a dokazuje se primerima izvođenja.

Ako se pronalazak odnosi na konstrukciju (uređaj, električna šema), nakon detaljnog opisa konstrukcijskog rešenja sa pozivom na nacrt, kao dokaz izvodljivosti opisuje se i način funkcionisanja bitnih elemenata i konstrukcije u celini.

Ako se pronalazak odnosi na supstancu, kompoziciju ili biološki materijal, u opisu pronalaska moraju se navesti njihova fizičko-hemijska ili biološka svojstva, odnosno karakteristike.

Podnosilac prijave je dužan da u opisu obezbedi detaljno otkrivanje pronalaska, jer nijednom izmenom ili dopunom prijave ne može da otkrije više od onoga što je otkriveno u prijavi prilikom njenog podnošenja. Podnosilac prijave ima pravo da dopuni ili izmeni, po sopstvenoj inicijativi, opis, patentne zahteve i eventualno nacrt, pod uslovom da ne proširi predmet zaštite, samo do isteka roka za odgovor na prvi rezultat ispitivanja Zavoda u pogledu suštine pronalaska. Dalje dopune i izmene mogu da se vrše samo na traženje Zavoda.

Na razmatranom primeru pozivanje ne sme da bude u formi „... Time je ostvarena čvrsta veza 1, 7 i 3“, već „...Time je ostvarena čvrsta veza sanduka 1, rukohvata 7 i kundaka 3“. U pogledu pozivnih oznaka (slovnih ili brojnih) opis, patentni zahtev i nacrt moraju biti usaglašeni.

Detaljan opis pronalaska izgleda ovako: Puška dalekometna (sl. 1b) sastoji se od sanduka 1 na čijem je prednjem delu čvrsto vezana cev 2. Sa prednje strane cevi 2 navučena je obloga 13 (sl. 15)¹⁴ do oslanjanja

¹⁴ U članku se ne daju sve slike nacrtu, zbog velikog broja slika koje sadrži primer prijave koja se obrađuje. U zgradama se navode oznake slika iz prijave iz nacrtu koje sadrži potpuno uredna prijava.

na prednju površinu A (sl. 12b) sanduka 1. Kroz oblogu 13 provučen je utvrđivač 23 (sl. 6b), a kroz sanduk 1 provučen je oslonac 24 da bi se vijkom 25 ostvarila čvrsta veza između obloge 13 i sanduka 1. Sa leve i desne strane obloge 13 (sl. 6a) postavljene su nožice 8 pomoću zajedničkog nosača 22. U sanduk 1 u otvoru B (sl. 12b) sa donje strane umetnut je magacin 6 (sl. 1b i sl. 8) kapaciteta pet metaka u dva reda naizmenično. Magacin 6 je utvrđivačem 15 magacina obezbeđen od ispadanja. U donji deo sanduka 1 (sl. 12b) u rupu T su umetnuti (sl. 10a) zapinjača 34 sa obaračem 50 i podesivim umetkom 35 kao i podsklop branika 5 sa kočnicom 40 koji je ugrađen u žleb C rupe T. U rupi F (sl. 12b) za sanduk 1 vijkom 33 stegnuti su rukohvat 7 (sl. 9a) i gornja vođica 16 kundaka 3. Donja vođica 16' kundaka 3 je čvrsto vezana za rukohvat 7 donjim vijkom 33. Time je ostvarena čvrsta veza sanduka 1, rukohvata 7 i kundaka 3. U otvor K sanduka 1 (sl. 12b) ubacuje se zatvarač 4. Na sanduk 1 sa gornje strane (sl. 1b i sl. 5a) postavljen je pomoću nosača 20 optički nišan 9 i učvršćen graničnikom 47. Na ustima cevi 2 je navijena (sl. 7b) gasna kočnica 14 koja ublažava trzaj a učvršćena je osiguračem 31. Na prednjem delu cevi 2 postavljen je (sl. 13) preklapajući mehanički nišan 1, a na zadnjem (sl. 14) zadnji preklapajući mehanički nišan 10. Puška je prenosiva ručicom 12 (sl. 6c) koja je vezana na zajednički nosač 22.

Detaljan opis cevi izgleda ovako: Cev 2 (sl. 2a) na svom spoljnjem zadnjem delu ima izveden navoj kojim se čvrsto vezuje za sanduk 1 (sl. 1c). Unutrašnja trasa h cevi 2 (sl. 2b) ožlebljena je u kalibru 12,7 mm, a ležište g metka dužine f izvedeno je u zadnjem delu cevi 2 i pruža zaštitu strelca od eventualne greške pri ubacivanju metka kalibra 12,7x99 mm u ležište g metka 12,7x108 mm. Na prednjem spoljnjem delu cevi 2 izveden je navoj x sa centrirajućim površinama a i b na koje se navija gasna kočnica 14. Spoljni oblik cevi 2 je cilindričan na delovima gde je obuhvaćen oblogom 13 gasnom kočnicom 14 i preklapajućim mehaničkim prednjim nišanom 11. U delu između prednjeg nišana 11 i zadnjeg nišana 10 cev 2 je konusna i ožlebljena sa osam uzdužnih žlebova (sl. 2c) čija je dubina paralelna sa konusom. Žlebovi omogućavaju bolje hlađenje cevi 2. Na zadnjem cilindričnom delu cevi 2 sa gornje strane izveden je poprečni kanal d za preklapajući mehanički zadnji nišan 10, a na prednjem cilindričnom delu izveden je poprečni kanal c za preklapajući mehanički prednji nišan 11.

Na sličan način u prijavi je iznet detaljan opis pronalaska koji se odnosi na ostale sklopove, a pre svega na: bravljenje cevi, sanduk, povezivanje sanduka puške sa oblogom, branikom obarače rukohvatom i kundakom, vezu sa nožicama, vezu nišana, gasnu kočnicu, hranjenje puške i dr.

Način industrijske ili druge primene pronalaska podrazumeva da u opisu pronalaska treba navesti jedan od načina na koji se pronalazak „može primeniti u industrijskoj ili drugoj delatnosti“ i navesti u kojim granama industrije, ako to nije očigledno iz opisa ili iz prirode pronalaska.

Opis pronalaska mora biti sastavljen prema gore iznetom načinu i redosledu, osim ako zbog prirode samog pronalaska drugačiji način i redosled omogućavaju bolje razumevanje i racionalniji prikaz pronalaska. Takođe, svaka strana opisa treba da bude numerisana.

Za poverljive prijave patenta ne zahteva se navođenje bar jednog od načina primene. Imajući u vidu da se u primeru koji se obrađuje radi o oružju, iz datog opisa za dalekometnu pušku očigledan je način njene primene.

Patentni zahtevi

Patentni zahtevi su *najvažniji deo prijave* i svi ostali delovi prijave su u funkciji patentnih zahteva.

Patentni zahtevi moraju biti sastavljeni tako da definišu pronalazak isključivo njegovim tehničkim karakteristikama. Dostavljaju se na posebnom listu iza opisa pronalaska sa naslovom „Patentni zahtevi“. Zavisno od zaštite koja se traži može biti postavljen jedan ili više zahteva. Ako se prijavom traži zaštita pronalaska malim patentom, postavlja se samo jedan nezavisan zahtev, koji može biti praćen sa najviše četiri zavisna zahteva.

Zahtevi moraju biti jasni, pojedinačno i u celini, i podržani tekstem opisa. Sadržina zahteva se ne sme ponavljati.

Svaki zahtev mora biti sastavljen samo od jedne rečenice (ne može biti pisan u paragrafima ili stavovima) koja predstavlja celinu. Zahtev počinje nazivom pronalaska, koji mora biti isti kao u zahtevu za priznanje prava i u opisu, a zatim se navode one tehničke karakteristike pronalaska koje u međusobnoj kombinaciji pripadaju poznatom (prethodnom) stanju tehnike, a neophodne su za definisanje karakteristika pronalaska za koje se traži zaštita. Zatim se, između zareza, stavlja izraz „naznačen time“ ili „karakterisan time“, posle koga se navode tehničke karakteristike pronalaska za koje se u kombinaciji sa tehničkim karakteristikama prethodnog stanja tehnike traži patentna zaštita.

Uvodni deo počinje rednim brojem patentnog zahteva, nakon kojeg se navodi naziv pronalaska koji je isti u prijavi i opisu. Ispred izraza „naznačen time“ je deo koji se odnosi na poznato stanje tehnike i elemente koji se koriste u pronalasku, gde su pozivne oznake svih elemenata bez zagrada. Nakon izraza „naznačen time“ pozivne oznake svih elemenata pišu se u zagradama, gde se navode sve nove karakteristike pronalaska, njihova međusobna konstrukciona povezanost za koje se zahteva zaštita. Iza izraza „naznačen time“, ne mogu se unositi matematičke formule kao predmet zaštite, kao ni funkcionisanje uređaja ni odlike koje se odnose na način izrade ili nameću. Primenljivost pronalaska se dokazuje u opisu, dok se novost pronalaska dokazuje kroz patentne zahteve. Ne može se ostvariti zaštita kroz negaciju već se štiti konstrukcijsko rešenje koje daje neki rezultat.

Postoje nezavisni i zavisni patentni zahtevi. Uz svaki nezavisni patentni zahtev (navedene bitne karakteristike pronalaska) može se postaviti jedan ili više zavisnih zahteva koji se odnose na specifična obeležja pronalaska. Zavisan zahtev uvek na početku sadrži upućivanje na drugi patentni zahtev (obuhvatajući sve karakteristike nekog drugog zavisnog ili nezavisnog zahteva), nakon čega se navode dodatne karakteristike za koje se traži zaštita. Svi zavisni patentni zahtevi koji se pozivaju na jedan ili više prethodnih patentnih zahteva moraju biti grupisani tako da se lako odredi veza zahteva koji su u sprezi i da se njihovo značenje u toj vezi može jasno protumačiti. Broj postavljenih zahteva mora da odgovara prirodi pronalaska za koji se traži zaštita. Ako postoji više zahteva, oni se moraju označiti po redosledu, arapskim brojevima.

Zahtevi se u pogledu tehničkih karakteristika pronalaska ne mogu pozivati na delove opisa ili nacрта (na primer: „kao što je opisano u delu ... opisa“ ili „kao što je ilustrovano na slici ... nacrt“).

Kada prijava sadrži nacrt, tehničke karakteristike pronalaska navedene u zahtevima, ako se razumljivost zahteva time povećava, označavaju se pozivnim oznakama identičnim oznakama na nacrtu, smeštenim u zagrade.

U zahtev se ne mogu unositi nedovoljno precizni, nejasni ili dvoznačni izrazi, koji ne formulišu precizno bitne karakteristike pronalaska, na primer „usko“, „jako“, „oko“, „približno“. Međutim, takav izraz je prihvatljiv ako ima precizno i dobro poznato značenje u stanju tehnike (npr. „pojačalo visoke frekvencije“) ili ako se koristi uz neku posebnu vrednost npr. „oko 200°C“.

Ono što je predmet zaštite nalazi se u delu iza izraza „naznačen time“ i pred sudom predstavlja ključni faktor u dokazivanju činjenica.

Nezavisni patentni zahtev za razmatrani primer prijave izgleda ovako:

1. Puška dalekometna u kalibru 12,7x108mm i kalibru 12,7x99mm, naznačena time, što je na prednji kraj sanduka (1) čvrsto vezana cev (2), što je obloga (13) čvrsto vezana za sanduk (1), tako što je kroz sanduk (1) provučen oslonac (24), a kroz oblogu (13) utvrđivač (23) koji su spojeni međusobno vijkom (25), što je u otvor (B) sanduka (1) sa donje strane umetnut magacin (6) koji je bočno osiguran osiguračem (15), što je u rupu (T) sanduka (1) umetnuta zapinjača (34) sa obaračem (50) i podesivim umetkom (35) koji se svojom gornjom površinom (V) oslanja na površinu (D) rupe (T), a donjom na obaraču (50), što je u žleb (C) rupe (T) umetnut podsklop branika (5) sa kočnicom (40), što je sa gornjom vođicom (16) u rukohvatu (7) i vijcima (33) pričvršćen kundak (3), što je rukohvat (7) u uležištenju (E) sanduka (1) čvrsto vezan vijkom (33) pri čemu je sa rukohvatom (7) za sanduk (1) vezan i podsklop branika (5) sa kočnicom (40), što je u cilindrični otvor (K) sanduka (1) klizno umetnut zatvarač (4), što je na sanduk (1) sa gornje strane na cev (2) nosačem (20) vezan optički nišan (9) koji je smešten u dve na rastojanju postavljene ekscentrične čaure (21) nosača (20) pri čemu je nosač učvršćen graničnikom (47) u kanalu (H) za sanduk (1) a ekscen-

trične čaure (21) utvrđivačima (32) za nosač (20) optičkog nišana (9), što su nožice (8) preko cilindričnih spojnica (26), ekscentričnih čaura (28) i zajedničkog nosača (22) vijcima (29) vezane za utvrđivač (23) obloge (13), što je ručica (12) za nošenje zakretna po površini (q) oko čivije (30) učvršćena sa gornje strane na zajednički nosač (22), što je na prednjoj strani cevi (2) na navoj (x) preko centrirajućih površina (a, b) navijena gasna kočnica (14) i osigurana osiguračem (31) gasne kočnice, što je preklapajući mehanički prednji nišan (11) čvrsto vezan za cev (2) u kanalu (c) i što je preklapajući mehanički zadnji nišan (10) čvrsto vezan za cev (2) u kanalu (d).

Jedan od zavisnih patentni zahteva,¹⁵ koji se odnosi na cev, izgleda ovako:

2. Puška dalekometna u kalibru 12,7x108 mm i kalibru 12,7x99 mm, prema zahtevu 1, naznačena time što je cev (2) na spoljnjem delu između obloge (13) i preklapajućeg mehaničkog prednjeg nišana (11) izvedena u obliku konusa sa osam uzdužnih i po obimu izvedenih žlebova (i) čija je dubina paralelna sa spoljnom konusnom površinom cevi (2) pri čemu je na prednjem delu cevi (2) izveden navoj (x) sa centrirajućim površinama (a i b), a na spoljnjem cilindričnom delu cevi (2) izveden poprečni kanal (c), dok je na spoljnjem zadnjem cilindričnom delu cevi (2) izveden poprečni kanal (d,) a u zadnjem unutrašnjem delu cevi (2) izvedeno ležište (g) metka dužine (f).

Apstrakt

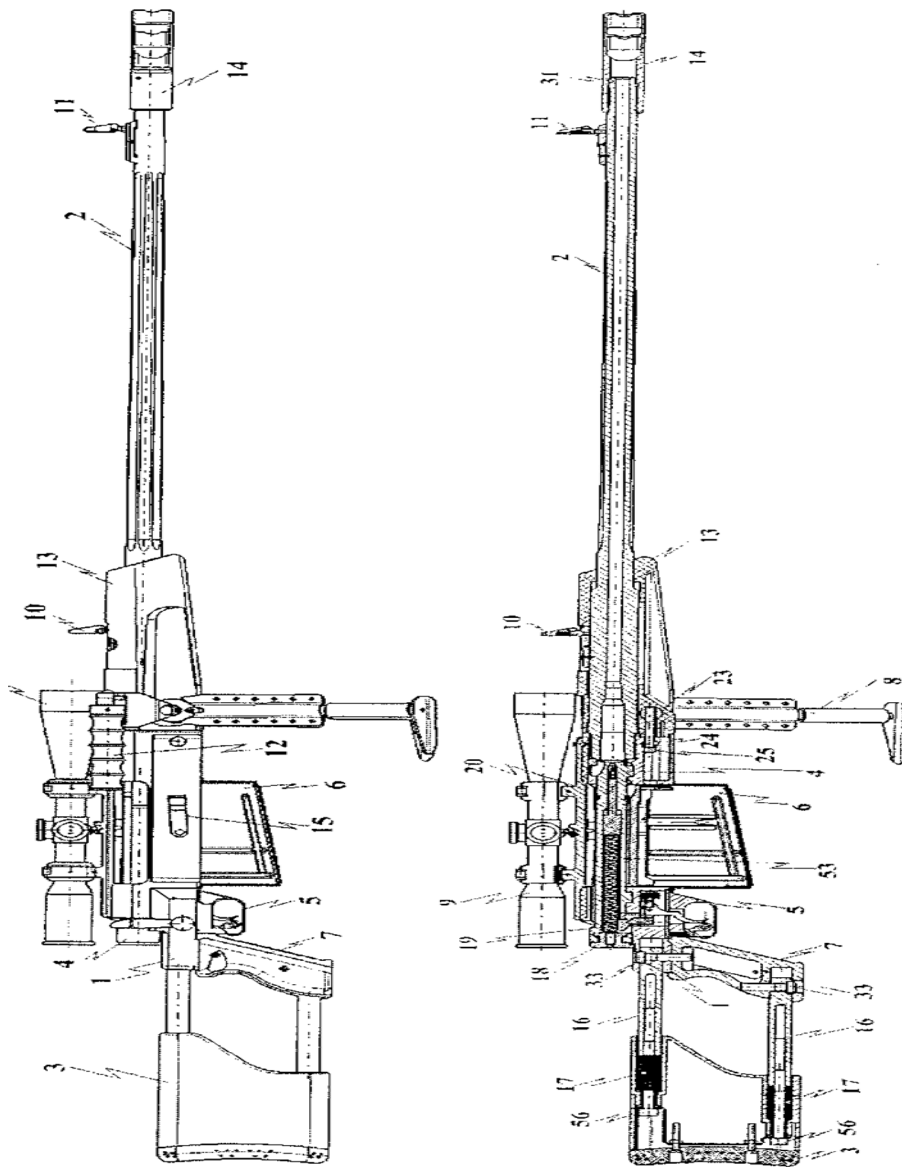
Apstrakt se u prijavi nalazi na posebnom listu i služi da se u njemu navede naziv pronalaska i kratak sadržaj (rezime) suštine pronalaska koji je prikazan u opisu, zahtevima i na nacrtu. Kratak pregled mora da ukaže na oblast tehnike na koju se odnosi pronalazak i mora biti urađen tako da omogućiti jasno razumevanje tehničkog problema, suštine rešenja tog problema i osnovni način (načine) upotrebe pronalaska. Ako je potrebno, u apstraktu se može navesti i hemijska formula koja, od svih formula sadržanih u prijavi, najbolje karakteriše pronalazak. Apstrakt ne može sadržati crtež.

Počinje nazivom pronalaska, zatim izrazom „ima za novost“, a zatim delom koji se odnosi na najvažnije tehničke karakteristike predmetnog pronalaska, koje su podržane pozivnim oznakama (u zagradi) svih elemenata koji se navode, a vidljivi su na nacrtu.

Apstrakt ne sme sadržavati navode u vezi sa proizvoljnim osobinama i vrednostima pronalaska, kao ni navode u vezi sa teoretskim mogućnostima primene. Apstrakt je prvi kontakt sa bilo kojom prijavom i mora biti sastavljen tako da može efikasno poslužiti kao instrument za pretraživanje u određenoj oblasti tehnike, a posebno da se na osnovu njega oceni potreba za uvidom u kompletnu prijavu pronalaska.

¹⁵ Kompletna prijava, pored jednog nezavisnog, sadrži i jedanaest zavisnih zahteva.

Puška dalekometna u kalibrima 12,7x108 mm i 12,7x99 mm
A long-range rifle in calibers 12.7x108 mm and 12.7x99 mm



Slika 1a – Bočni pogled sa desne strane na pušku dalekometnu
Slika 1b – Delimični uzdužni presek kroz pušku dalekometnu sa slike 1a
Figure 1a – Side view of the right side of the long-range rifle
Figure 1b – Partial longitudinal section through the long-range rifle in Figure 1a

Ako prijava pronalaska sadrži nacrt, podnosilac prijave treba da naznači sliku ili, izuzetno, više slika koje predlaže za objavljivanje uz apstrakt.

Apstrakt sadrži najviše 150 reči i neophodno je da bude preveden na engleski, zbog umanjenja troškova. Ispod tekstualnog dela apstrakta potreban je potpis podnosioca prijave.

Apstrakt za primer koji se obrađuje izgleda ovako:

Puška dalekometna u kalibru 12,7x108 mm i kalibru 12,7x99 mm je repetirka koja omogućava efikasno korišćenje municije teškog mitraljeza kalibra 12,7x108 mm i 12,7x99 mm gađanjem sa ramena strelca. Sastoji se iz sanduka (1) na koji je sa njegove prednje strane čvrsto vezana cev (2). Na cev (2) do oslanjanja na sanduk (1) navučena je obloga (13) koja je čvrsto vezana za sanduk (1). Sa donje strane sanduka (1) u njegov otvor (B) umetnut je magacin (6) kapaciteta po pet metaka u dva reda, a magacin (6) je utvrđivačem (15) obezbeđen od ispadanja. U donji deo sanduka (1) u rupu (T) su umetnuti zapinjača (34) sa obaračom (50) i podesivim umetkom (35), kao i podsklop branika (5) sa kočnicom (40). U rupu (F) sanduka (1) i rukohvat (7) stegnut je kundak (3) sa vodicama (16) i vijcima (33). U cilindrični otvor (K) sanduka (1) ubačen je zatvarač (4). Na sanduk (1) sa gornje strane postavljen je pomoću nosača (20) optički nišan (9) i utvrđen graničnikom (47). Na ustima cevi (2) navijena je gasna kočnica (14) i učvršćena osiguračem (31). Na prednjem delu cevi (2) postavljen je preklapajući zadnji mehanički nišan (11), a na zadnjem delu preklapajući prednji mehanički nišan (10). Puška je prenosiva ručicom (12) koja je vezana na zajednički nosač (22) na koji su vezane sklopive nožice (8).

Uz apstrakt slika 1b.

Nacrt pronalaska

Nacrt pronalaska prilaže se na posebnim listovima, zajedno sa nazivom pronalaska na svakoj strani.

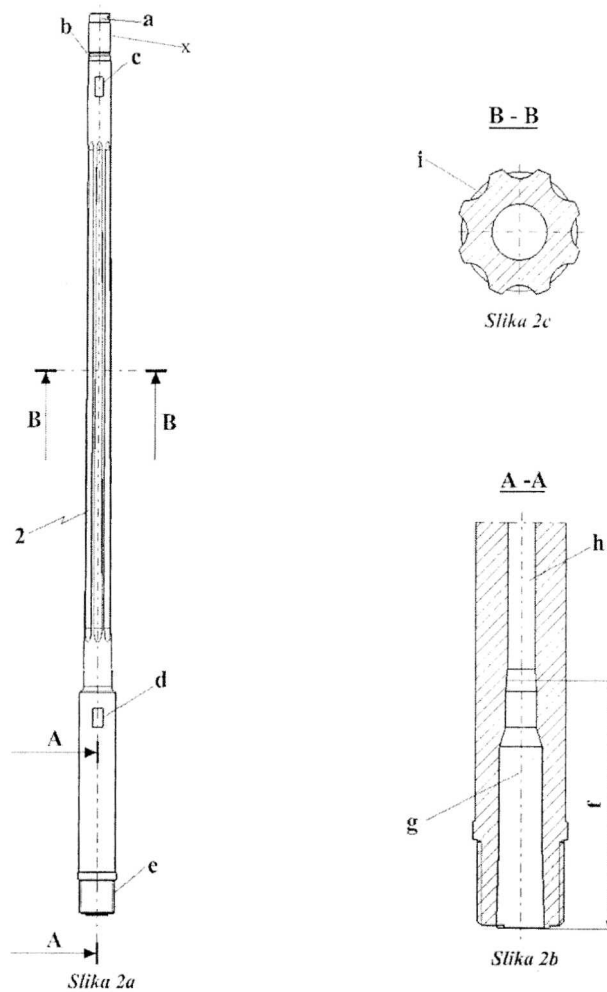
Pozivne oznake koje se nalaze u opisu i zahtevima moraju postojati i u nacrtu i moraju biti iste u celoj prijavi.

Nacrt se, po pravilu, izrađuje prema pravilima tehničkog crtanja, u ortogonalnoj projekciji sa posebnim brojem preseka, a izuzetno ako je to neophodno, u aksonometriji, izometriji i sl. Nacrt pronalaska može se izraditi i u vidu šema, uz korišćenje standardnih simbola za odgovarajuću oblast tehnike uz numerisanje svake slike. Važno je napomenuti da se u nacrtu pronalaska grafikoni i dijagrami toka takođe smatraju slikama.

Nacrt ne sme da sadrži dimenzije, kotne linije, vrednosti parametara, tekstualne delove (osim preseka A-A, i sl.), uokvirene strane ili slike u boji, kao ni fotografije.

Ovde se navode slike nacrti koji se odnose na kompletno sredstvo i cev

Puška dalekometna u kalibrima 12,7x108 mm i 12,7x99 mm
A long-range rifle in calibers 12.7x108 mm and 12.7x99 mm



Slika 2a – Pogled odozgo na cev puške

Slika 2b – Presek „A-A“, ležište metka, sa slike 2a

Slika 2b – Presek „B-B“, vodišta metka, sa slike 2a

Figure 2a – Top view of a rifle barrel

Figure 2b – The intersection of „A-A“, gun chamber, in Figure 2a

Figure 2c – The intersection of „B-B“, grooves in the barrel, in Figure 2a

Ostala dokumenta uz prijavu

Pored navedenih delova, poređanih po određenom redosledu, uz prijavu za zaštitu pronalaska podnosi se:

- punomoćje, ako je prijava podnesena preko zastupnika;
- potvrda o izlaganju pronalaska na međunarodnoj izložbi, ako je pronalazak izlagan. Potvrdu da je u pitanju zvanično priznata izložba (sajam) međunarodnog karaktera izdaje nadležni organ zemlje članice Međunarodne unije za zaštitu industrijske svojine. Potvrdu da je zvanično priznata izložba (sajam) međunarodnog karaktera, održana u Srbiji, izdaje Privredna komora Srbije. Podnosilac prijave je dužan da potvrdu dostavi u određenom roku od dana podnošenja prijave, kako ne bi izgubila svojstvo novosti. Potvrda sadrži podatke o mestu i vremenu održavanja izložbe, izjavu da je taj pronalazak bio izlagan na izložbi i da je izložba međunarodnog karaktera. Potvrda se podnosi ako od dana zatvaranja izložbe do dana podnošenja prijave nije prošlo više od 6 meseci;
- overen prepis prve prijave, odnosno ranijih prijava, ako je zatraženo pravo prvenstva, što je regulisano određenim članovima Zakona. Overen prepis prve prijave, odnosno ranijih prijava, mora se dostaviti Zavodu u roku od 3 meseca od dana podnošenja zahteva za priznanje prava prvenstva;
- izjava o osnovu sticanja prava na podnošenje prijave, ako podnosilac prijave nije pronalazač ili nije jedini pronalazač;
- izjava pronalazača, ako ne želi da bude naveden u prijavi;
- dokaz o uplati takse za prijavu (primerak uplatnice, samo za prijave koje se podnose Zavodu). Za prijave koje se podnose nadležnom organu MO se ne plaća taksa i
- izjava o zajedničkom predstavniku, ako postoji više podnosilaca prijave.

Neke opšte napomene o prijavi koje se odnose na: izgled listova (format, margine, numerisanje, ...), mogućnost umnožavanja, sadržaj teksta (izgled i veličina slova, prored, grafičke oznake simbola, formule,...), prikaz vrednosti fizičkih veličina i simbola, dimenzije radne površine listova, kao i ostali uslovi koje mora da sadrži nacrt pronalaska detaljno su propisani Uputstvom o načinu sastavljanja prijave za zaštitu pronalaska, do kog se, takođe, može doći putem sajta Zavoda.

Svi bitni sastojci prijave (zahtev za priznanje prava, opis, patentni zahtev, apstrakt i nacrt), kao i podnesci koji se naknadno dostavljaju, moraju biti potpisani od podnosioca prijave.

Zaključak

Poverljivi pronalasci nastaju kao rezultat naučnoistraživačkog rada i sadrže tehničke karakteristike koje nude rešenje određenog tehničkog problema. Da bi ovi pronalasci dobili patentnu zaštitu u vidu patenta ili malog patenta, unutrašnjoj jedinici MO nadležnoj za patentnu zaštitu poverljivih pronalazaka potrebno je podneti prijavu poverljivog patenta.

Prijava poverljivog patenta je veoma sadržajan dokument koji se sastoji od određenih delova. Pored zahteva za priznanje poverljivog patenta, potrebno je da prijava sadrži i sledeće delove: opis pronalaska, patentne zahteve, apstrakt i nacrt pronalaska. Ovi delovi izlažu se određenim redosledom. Samo sastavljanje prijave zahteva određena stručna saznanja iz oblasti na koju se pronalazak odnosi i u njenom pisanju neophodna su uskospecijalizovana znanja stručnih lica sa visokim obrazovanjem, kako iz oblasti tehnike na koju se prijava odnosi, tako i iz oblasti zaštite intelektualne svojine. Uredno sastavljena prijava jeste osnov za sprovođenje određenih faza postupka ispitivanja, gde je potrebno doći do saznanja da li prijava ispunjava uslove patentibilnosti, da bi se ostvarilo pravo na patentnu zaštitu.

U radu je nastojano da se spoje teoretska saznanja o sadržaju prijave poverljivog patenta sa konkretnim primerom. Prikazan način sadržaja prijave poverljivog patenta može veoma korisno da posluži svim inventivnim stvaraocima u pokušaju da samostalno sastave prijavu patenta.

Literatura

Čabarkapa, O., 2008, Zaštita inovacija u funkciji jačanja sistema odbrane, doktorska disertacija, Fakultet bezbednosti Univerziteta u Beogradu, Beograd.

Čabarkapa, O., 2010, Zaštita poverljivih inovacija, VIZ – Redakcija „Vojna knjiga“, Beograd.

Vermeesch, P. (konsultant ovlašćen od strane Evropskog zavoda za patente), 2007, Metodologija Zavoda za postupanje u oblasti rešenja i ispitivanja prijave patenta, Finalna verzija – decembar 2007, Nacionalni projekat CARDS 2004, Srbija, Beograd.

Prijava poverljivog patenta pod oznakom: P-178 „Puška dalekometna u kalibrima 12,7x108 mm i 12,7x99 mm“.

www.zis.gov.rs, 2012, Zavod za intelektualnu svojinu, Priručnik za pronalazače, Beograd (sajt korišćen 15. 05. 2012. godine).

www.zis.gov.rs, 2012, Zavod za intelektualnu svojinu, Priručnik za nastavu o patentima, elektronska verzija, Beograd (sajt korišćen 16. 05. 2012. godine).

CONFIDENTIAL PATENT APPLICATION WITH AN EXAMPLE OF PREPARATION

FIELD: Copyright and Patent Law
ARTICLE TYPE: Original Scientific Paper

Summary:

In order that the invention solving a technical problem receives a patent protection, it is necessary to file a patent application.

For the protection of confidential inventions which are important for defense and national security, a confidential patent application¹⁶ must be filed. A confidential patent application is an important and complex document, the parts of which are, in principle, exposed in an established order. For the preparation of patent applications, it is necessary to engage experts with higher education, primarily in the technical field the invention relates to. The contents of the patent application is a basis for examining whether the application meets the requirements for patentability and whether the right to patent protection is achieved.

Besides theoretical discussions on patent application, the paper gives a short version of an example of an application regarding a protected confidential invention.

Introduction

The basic condition for the exercise of patent protection is filing a patent application, the test procedure and, eventually, depending on the test results - the recognition or rejection of the patent. The paper gives a description of all parts of the patent application on an example of a confidential invention already patented.

The content of the confidential patent application

The confidential patent application for confidential invention protection consists of the following parts: The application for a patent; description of the invention; the claims (indication of what is new and what is required to be protected by patenting); abstract (short summary of the invention) and a draft of the invention (to which the description and the claims are referred).

The application for a patent

The application for patent is filed on Form P-1 and a request for the petty patent on Form MP-1. The data entered in the file is, for example: the applicant; the lawyer; the name of the invention in Serbian and English; the inventor; the rest of the patent application, etc..

¹⁶ The structure and the content of a confidential patent application is identical to the content and the form of a patent application submitted to the Intellectual Property Office, a competent state institution for the protection of intellectual property.

Description of the invention

The description of the invention aims to provide sufficient technical data and to further clarify and describe all the details of the invention for which protection is sought in the claims. The description should enable the average expert in the specific field of technology to perform or to conduct a procedure on the application and determine whether it meets the requirements for patentability.

The description contains the following units: title of the invention; technology field; technical problem; state of technology; brief summary of the invention; a brief description of the figures of the draft; detailed invention description and the methods of industrial and other applications of the invention.

The claims

The claims are the most important part of the patent application and all other elements of the patent application are in a function of patent claims. The claims must define the invention solely by its technical characteristics. They are submitted on a separate sheet after the description of the invention under the title „The claims“. Depending on the protection sought, one or more claims can be placed.

Abstract

The abstract contains the title of the invention and a brief summary of the invention as shown in the description, the requirements and the draft. A brief review must indicate the technical field to which the invention relates and must allow a clear understanding of the technical problem, the essence of the problem and the basic way (ways) of using the invention.

The abstract contains a maximum of 150 words.

Draft of the invention

A draft of the invention is submitted on separate sheets, along with the title of the invention on each side. The reference signs given in the description, requirements and the draft must be the same throughout the application.

Other documents with the patent application

In addition to the above mentioned sections of the patent application, the following is submitted: power of attorney; confirmation on presenting the invention at an international exhibition; certified copy of the first patent application; statement on the basis of entitlement to file an application; statement by the inventor if he does not want to be mentioned in the patent application; proof of the payment of the patent application fee; statement of a joint representative if there are more applicants.

Conclusion

In order that a confidential invention receive patent or petty patent protection, it is necessary to file a patent application. A confidential patent application is a very comprehensive document which has to be compiled with expert knowledge from both the technical field to which the application relates and the field of intellectual property protection.

The shown content of the confidential patent application with an example can be useful for inventors in their attempts to draw up their own patent applications.

Keywords: patents claim; draft of the invention; abstract; description of the invention; contents of the confidential patent application; confidential patent application; patents.

Datum prijema članka/Paper received on: 28. 05. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
08. 07. 2012.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:
10. 07. 2012.

CHARACTERIZATION OF VACUUM PLASMA SPRAYED COBALT - NICKEL - CHROMIUM - ALUMINUM - YTTRIUM COATINGS

Mihailo R. Mrdak

Research and development center IMTEL, Belgrade

DOI: 10.5937/vojtehg61-2495

FIELD: Chemical Technology

ARTICLE TYPE: Original Scientific Paper

Summary:

This paper analyzes the influence of the plasma spray distance on the microstructure and the mechanical properties of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coatings deposited with the vacuum plasma spraying (VPS) procedure. The microstructure and the mechanical properties of the plasma spray coatings were determined by the interaction of the Ar/H₂ plasma ions with the powder particles when the transfer of the speed and temperature of ions on the powder particles occurs. The effect of interaction directly depends on the time of the interaction between ions and powder particles, which is defined by the plasma spraying distance. The powder is deposited by the plasma gun F4 at three substrate distances: 270, 295 and 320 mm. The coating with the best structural and mechanical properties was tested on the oxidation in a furnace for heat treatment without protective atmosphere at 1100°C in a period of 240 hours. The morphology of the powder particles was examined on the SEM. The microstructure of the layers in the deposited condition was tested by light microscopy. The coating with the best mechanical properties was electrolytically etched with 10% oxalic acid solution H₂C₂O₄·2H₂O. The analysis of the microstructure of the etched coating was performed by light microscopy and on the SEM, before and after testing the coating on oxidation. The microstructural analysis of the deposited layers was performed in accordance with the 'Pratt-Whitney' standard. The mechanical properties of the layers were assessed through the examination of microhardness by the HV_{0.3} method and through bond strength tensile testing.

Key words: yttrium; vacuum; powders; plasmas; particles; microstructures; mechanize; mechanical properties; deposits; coatings.

* 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).

Introduction

Systems of CoNiCrAlY coatings have been developed based on the systems of NiCrAl, FeCrAlY, NiCrAlY and CoCrAlY coatings (Mrdak, 2010, pp.5-16), (Mrdak, 2012, pp.182-201), (Driver, 2004), (Feuerstein, et al., 2008, pp.199-213). The CoNiCrAlY coatings are used in different applications for the protection of gas turbines against high temperature oxidation and hot corrosion. Since the properties and the behavior of coatings are closely related to the microstructure, it is necessary to examine the structure of coatings after deposition and oxidation at elevated temperatures (Gudmundsson, Jacobson, 1988, pp.207-217). In order to understand the performance of Co-based CoNiCrAlY coatings better, it is necessary to understand the role of each element in the coating. With the increase of the Al content, its effect in the coating increases. The Al content should be high enough to form and maintain the α - Al_2O_3 oxide layer which prevents subsequent oxidation (Prescott, Graham, 1992, pp.233-254). For this type of coatings, a typical content of Al is 10 -12 wt%. Aluminum in CoNiCrAlY alloys, forms the β (Co, Ni) Al phase which serves as a reservoir for the renewal of the protective α - Al_2O_3 oxide. Co-based alloys with Al produce the β - CoAl phase which improves the resistance of these alloys to sulphidation, they also produce the β - NiAl phase which improves the resistance of these alloys to high temperature oxidation. It is also certain that the addition of Nickel to a Co-Cr-Al alloy reduces the process of interaction between the coating and the superalloy (Tamarin, 2002). The presence of Y improves the bonding of the α - Al_2O_3 oxide with the coating (Bose, 2007), (Brandl, Tamarin, et al., 1998, pp.10-15). Peng et al. found that the presence of Y prevents the forming of cavities at the interface with the substrate (Peng, et al., 2003, pp.2293-2306). Moreover, the Y content is of crucial importance for the growth of the TGO oxide on the coating surface (Toscano, et al., 2006, pp.3906-3910). A high content of Y leads to a high rate of the TGO growth, which is unfavorable and harmful for the coating.

CoNiCrAlY coatings are often deposited by the plasma spraying process in the vacuum (VPS). The development of the VPS technology has led to a significant improvement of the quality in coatings in comparison with the coatings produced at the atmospheric pressure. The main difference is that the process is performed in the vacuum in the absence of air at low pressure under the conditions of a high level of cleanliness and with the use of the transferred arc for cleaning the surface of the substrate. In its deposited condition, the microstructure of the CoNiCrAlY coating consists of two phases, γ and β . The γ phase is a solid solution of Co, Ni and Cr. The β (Co, Ni) Al phase is formed from

the β - CoAl phase and the β - NiAl phase. The present β phase and its share in the structure are essential for the protection of CoNiCrAlY coatings. The service life of the CoNiCrAlY coating in oxidation conditions is directly related to the amount of the β -phase which occurs in a variety of morphologies associated with different degrees of cooling related to different sizes of powder particles during spraying (Poza, Grant, 2006, pp.2887-2896). The elongated morphology of the β phase within γ grains and small β grains located on the border between the γ grains were associated with rapid cooling of melted small powder particles. Larger β grains were associated with larger particles and slower cooling (Poza, Grant, 2006, pp.2887-2896). In the Co-based CoNiCrAlY alloy there is no γ' phase present (Tamarin, 2002). The reason for the absence of the γ' phase in this alloy has been explained by some researchers (Achar, et al., 2004, pp.272-283), (Czech, et al., 1995, pp.28-33), who claim that Co tends to decrease the γ' phase. The stability of the β (Co, Ni) Al phase is reduced at high temperatures due to the diffusion of Al. Cheruvu and Mobarra with associates (Cheruvu, et al., 2000, pp.50 - 54), (Mobarra, et al., 2006, pp. 2202-2207) have found that, at high temperatures, Al from the β phase fills the oxide layer on the coating surface and takes Al out of the β phase. By exposing the CoNiCrAlY alloy to 1100°C the TGO zone with a protective α - Al₂O₃ oxide layer is formed on the surface. In the zone near the protective α - Al₂O₃oxide layer, there is no β -(Ni, Co) Al phase because the surface layer is Al depleted (Nicholls, Bennett, 2000, pp.413-428). Only a small amount of Al remains in the regions rich in (Ni, Co) (Leea, 2005, pp.239 - 242). In this area, there is the Al-depleted β - zone which is below the upper TGO oxide layer. The thickness of the depleted β - zone increases with a longer exposure of the alloy to high temperatures due to aluminum consumption and the growth of the TGO layer (Nicholls, Bennett, 2000, pp.413-428). During the oxidation, protective oxide cracks and peels off from the surface and the aluminum from inner coating layers diffuses to the surface and restores a protective surface oxide layer (Nicholls, Bennett, 2000, pp.413 - 428), (Wang, et al., 2002, pp.70 - 75), (Gurrappa, Sambasiva, 2006, pp.3016-3029). In the TGO zone, besides the α - Al₂O₃oxide, there are spinel compounds such as CoAl₂O₃ and NiAl₂O₃ or (Ni, Co)(Al, Cr)₂O₄ (Tang, et al., 2004, pp.228-233). Aluminum depletion near the surface leads to the transformation of the β (Ni, Co) Al phase into the γ' - Ni₃Al phase. The extending of oxidation causes the growth of this area and the transformation of the γ' - Ni₃Al phase into the γ -solid solution. As a result, the coating degrades (Jiang, et al., 2010, pp.2316-2322), (Mobarra, et al., 2006, pp.2202-2207). The oxidation of the γ phase in the depleted β - zone occurs with a faster formation of a protective oxide shell. CoNiCrAlY coatings in the deposited condition

have a high bond strength of 55 - 62MPa and micro hardness of 558 ± 43 $HV_{0.3}$ for the average value of porosity of 4.2% (Material Product Data Sheet, 2011, DSMTS-0092.1, Sulzer Metco). In addition to good mechanical properties, the coatings have a low coefficient of friction of 0.85 - 0.9 and are resistant to wear (Gudmundsson, Jacobso, 1988, pp.207-217). The recommendation of the powder manufacturer for the CoNiCrAlY coating operating temperature is $\leq 1050^{\circ}\text{C}$ (Material Product Data Sheet, 2011, DSMTS-0092.1, Sulzer Metco).

The paper presents the results of experimental investigations of the impact of spray distances at low pressure on the mechanical properties and the microstructure of Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating layers. Three groups of samples were made with three different distances of plasma guns: 270, 295 and 320mm. The coating with the best properties was tested on oxidation in a heat treatment furnace without protective atmosphere at 1100°C for a period of 240 hours. The main aim of this study was to make Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating layers homologous and to apply them on aeronautical parts exposed to a combination of high temperature oxidation and hot corrosion. The microstructure and mechanical properties of the coating layers were analyzed and the coating with the best quality was selected.

Materials for testing and samples

The powder produced by the 'Sulzer Metco' (Sulzer Metco) company, marked AMDRY 9951, was used for the experiment. The Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y powder was developed for the production of coatings used to protect the base metal from high temperature oxidation and hot corrosion at temperatures $T \leq 1050^{\circ}\text{C}$ (Material Product Data Sheet, 2011, DSMTS-0092.1, Sulzer Metco). The metal powder was produced by the atomization of liquid melted Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y alloy with the inert gas of Argon. The produced particles of a spherical shape have a good flow in the jet plasma. Figure 1 shows the scanning electron microphotography (SEM) of the morphology of Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y powder particles. The range of the granulation of powder particles used in the experiment was from 5 to 37 μm .

The basis for deposited coatings for testing microhardness and evaluating the microstructure in the deposited condition was made of Č.4171 (X15Cr13 EN10027) steel in thermally unprocessed condition with the dimensions: 70x20x1.5mm (Turbojet Engine - Standard Practices Manual (PN 582005), 2002, Pratt & Whitney, East Hartford, USA). The samples for testing the coating microstructure on oxidation at 1100°C were made of alloy NIMONIC 80A with the dimensions: 70x20x1.5mm (Turbojet Engine - Standard Practices Manual (PN 582005), 2002, Pratt & Whitney, East Hartford, USA).

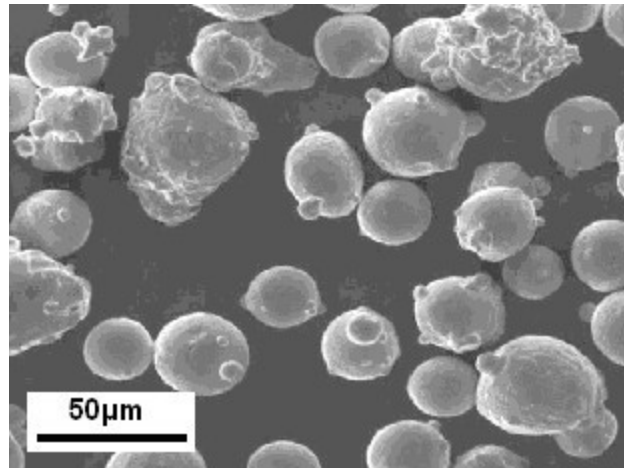


Figure 1 – (SEM) Scanning electron micrography of Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y powder particles
 Slika 1 – (SEM) Skening elektronska mikrografija čestica praha Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y

The substrate for testing the bond strength was also made of Č.4171 (X15Cr13EN10027) steel in thermally unprocessed condition with the dimensions: Ø25x50 mm (Turbojet Engine - Standard Practices Manual (PN 582005), 2002, Pratt & Whitney, East Hartford, USA).

Examination of microhardness, bond strength, and microstructure

The evaluation of the mechanical properties of layers was done by examining the layer microhardness with the HV_{0.3} method and by examining the bond strength by tensile testing. The microhardness was measured along lamellae, in the middle and at the ends of the samples. Five readings were performed and their values averaged.

The method of testing bond strength is the tensile testing method. The testing was done at room temperature with a tensile speed of 1cm/60s. Three test tubes were tested for each group of samples.

The morphology of powder particles was examined by the SEM method. The microstructure of layers in the deposited condition, after etching, was examined by light microscopy. The coating with the best mechanical properties, thermally treated to the oxidation at 1100°C for a period of 240 hours, was tested with a scanning electron microscope (SEM). The etching of the coating was done electrolytically with 10% of oxalic acid - H₂C₂O₄·2H₂O.

Powder deposition

The powder was deposited at low pressure in the vacuum with a mixture of plasma gases Ar-H₂. Figure 2 shows the vacuum plasma spray (VPS) system by the company 'Plasma Technik AG', designed for the protection of aeronautical parts exposed to a combination of excessive oxidation and hot corrosion. In the vacuum chamber there is a rotary table, a planetary system with 48 tools, a six-axis robot and an artificial arm. The handling system is designed in such a way that the tool and the substrates simultaneously rotate around their axes. Such complex movement allows even cleaning with the transferred arc and depositing powder evenly on the entire surface of the substrate. Table 1 shows the VPS parameters of the deposition of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y powder on the samples. The deposition of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating on the substrates of the samples was performed in the following way. The substrates were mounted into the supporting tools that were on the planetary system rotating around its axis. After the substrate mounting, the vacuum chamber was closed. The entire system is automated and programmed on the robot microprocessor unit. All parameters are given in the program. The process of vacuuming the chamber, the flow of plasma gas, cleaning of the substrate, the flow of powder, the deposition, the cooling of the substrate and the ventilation of the vacuum chamber are completely time-synchronized.

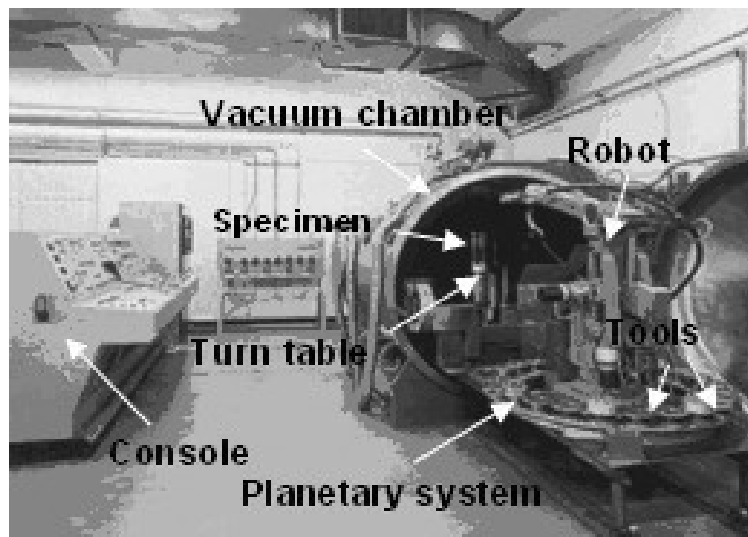


Figure 2 – Vacuum plasma spray system
Slika 2 – Vakuum plazma sprej sistem

Table 1 – Plasma spray parameters
 Tabela 1 – Plazma sprej parametri

Parameters	Values	
	Cleaning arc	Spraying
Plasma current, I (A)	500	700
Plasma Voltage, U (V)	65	60
Primary plasma gas flow rate Ar (l/min)	50	50
Secondary plasma gas flow rate He ⁽¹⁾ , H ₂ ⁽²⁾ (l/min)	10 ⁽¹⁾	9 ⁽²⁾
Carrier gas flow rate (l/min)	--	3
Powder feed rate (g/min)	--	40
Stand-off distance (mm)	270	270 / 295 / 320
Chamber pressure (mbar)	25	120
Nozzle diameter (mm)	8	8
Speed of the gun (mm /s)	15	15

In the sealed chamber, the artificial hand that accepts the tool with the substrate from the planetary system and sets it on the rotary table is on the other side of the chamber opening and cannot be seen in Figure 2. After the mounting of the tool with the substrate, the chamber was vacuumised and a pressure of 10^{-3} mbar was reached in 5 minutes. Ar was then injected into the vacuum chamber through the plasma gun anode to the level of pressure of 25 mbar. At this pressure, all surfaces of the substrate were cleaned using the transferred arc. The distance of the plasma guns from the the surface of all the substrates was 270 mm. The plasma gun was set on (+) pole, and the substrate on (-) pole. This relation, called direct polarity, allows the oriented ions of the secondary gas He to clean the substrate surface from the impurities with a high speed and energy, making the substrate surface reactive. After the substrate cleaning, the powder was deposited on the substrates. The secondary plasma gas H₂ was added to the primary gas Ar. The pressure in the chamber was increased to the level of the operating pressure of 120 mbar. The constant pressure during deposition is provided by the vacuum pump. When the working pressure of 120 mbar was reached, the powder was injected into the plasma gun. The deposition rate is constant and does not change during the deposition. A layer of 0.1 mm is deposited in approximately one minute. When the deposition process was completed, the substrate was cooled in the chamber at a temperature of 300°C with Argon which flows from the plasma gun anode opening. The cooled substrate with the tool is taken by the artificial arm and returned to its original position. The planetary system turns for one step, so that the artificial hand can accept another

tool with the substrate. The cycle of the powder deposition was repeated until the powder was not deposited on all the substrates. In this study, three groups of samples were made, with three distances of the powder deposition: 270, 295 and 320 mm. The coatings with thicknesses of 0.15 to 0.20 mm were formed. The other parameters were constant. The coating with the best structural and mechanical properties was tested on oxidation in the heat treatment furnace without protective atmosphere at 1100°C for a period of 240 hours.

Results and discussion

The measured values of the microhardness and the bond strength for deposited $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ coatings depending on the plasma spray distance from the substrate are shown in Figures 3 and 4. The values of layer microhardness are directly related to the distance of the powder deposition. The plasma spray distances in the vacuum significantly influenced the values of microhardness and bond strength of the deposited layers. The highest value of microhardness of 615 $\text{HV}_{0.3}$ was found in the layers deposited on the substrate with the lowest plasma spraying distance of 270 mm and with the lowest proportion of pores. The coating layers deposited with the highest distance of 320 mm had the lowest value of microhardness - 490 $\text{HV}_{0.3}$. The large distance from the substrate influenced the speed reduction and the subcooling of melted powder particles.

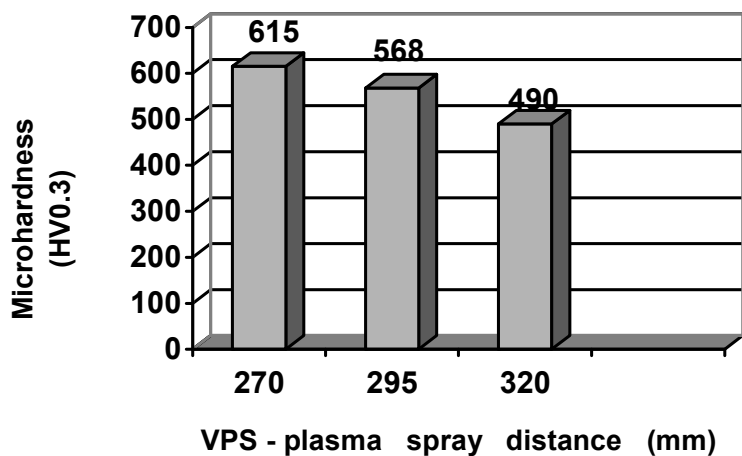


Figure 3 – Microhardness of $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ layers
Slika 3 – Mikrotvrdoća $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ slojeva

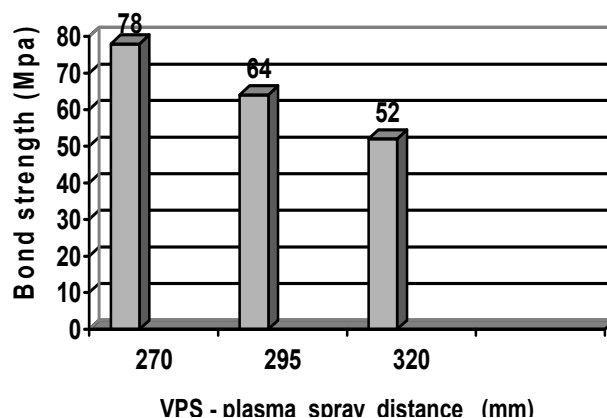


Figure 4 – Bond strength of Co32Ni21Cr8Al0.5Y layers
Slika 4 – Čvrstoća spoja Co32Ni21Cr8Al0.5Y slojeva

The result of a larger distance is reduced sagging of one particle to another and the formation of pores throughout the coating layers. These values were confirmed by the analysis of the coating microstructure by using light microscopy.

The comparison of the values of tensile bond strength, showed that good values of the bond strength were obtained for all three plasma spray distances. The cleaning of the substrate surface by the transferred arc resulted in better adhesion of the deposited coating layers, which then resulted in obtaining higher values of the bond strength. The bond strength of the coatings significantly depended on the plasma spraying distance. A lower value of the tensile bond strength of 52MPa of the coating deposited with the highest plasma spraying distance of 320 mm resulted in a lower degree of fusion of powder particles in comparison with other two deposited layers. The highest value of bond strength of 78MPa was found in the layers deposited with the shortest plasma spraying distance. These layers were the thickest. The tensile testing of the bond strength showed that in all deposited coatings, the mechanism of failure took place at the interface between the substrate and the coating. Since the proportion of pores and unmelted particles is directly related to the values of the bond strength of the coatings, these measured values for the deposited coating with the lowest plasma spraying distance indicate that their share is the lowest in comparison with two other coatings. These values were confirmed by the analysis of the microstructure of the coatings by using light microscopy. For all the deposited coating layers, the mechanism of failure was adhesion at the interface between the substrate and the coating.

Figures 5, 6 and 7 show the microstructures of the deposited layers on the substrates with a plasma spray distances of 270, 295 and 320 mm. The coating microstructures are in non-etched condition.

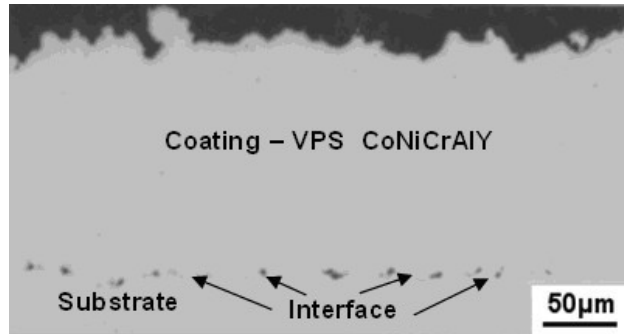


Figure 5 – Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating microstructure deposited on the sample with a substrate distance of 270 mm
 Slika 5 – Mikrostruktura Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y prevlake deponovane na uzorku sa odsto-
 janjem substrata 270 mm

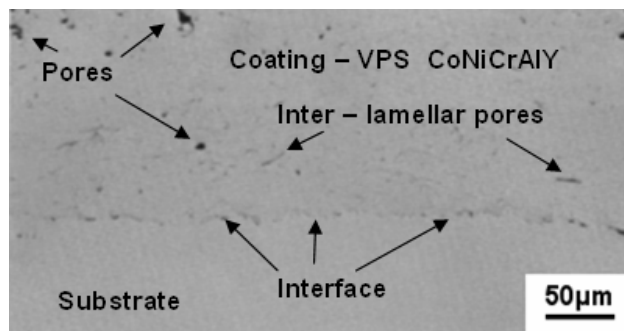


Figure 6 – Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating microstructure deposited on the sample with a substrate distance of 295 mm
 Slika 6 – Mikrostruktura Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y prevlake deponovane na uzorku sa odsto-
 janjem substrata 295 mm

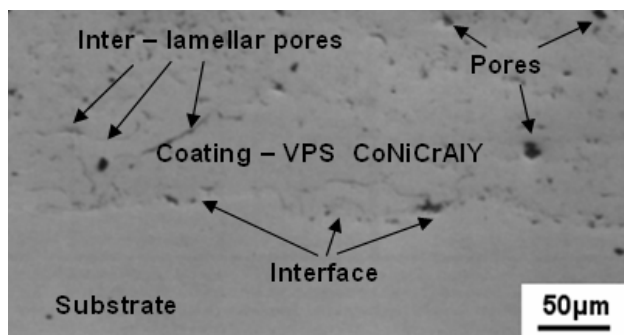


Figure 7 – Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating microstructure deposited on the sample with a substrate distance of 320mm
 Slika 7 – Mikrostruktura Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y prevlake deponovane na uzorku sa odsto-
 janjem substrata 320mm

The qualitative analysis showed that there are no defects on the interface between the substrate and the deposited coating such as discontinuity of the deposited layers on the substrate, microcracks, macrocracks and separation of the coating from the substrate. Figure 5 shows the layers of the deposited $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ coating with the best structural and mechanical properties. The coating is thick and micropores cannot be observed through the layers, which is not the case with two other coatings. These layers are deposited onto the substrate with a plasma spraying distance of 270 mm continuously without interruption and without the presence of microcracks. Unmelted particles and precipitates are not present in the layers. The coatings deposited with a higher plasma spray distance have the presence of micropores of spherical and lamellar forms in their structure. The microstructures of the $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ coating layers shown in Figures 6 and 7 show spherical and inter-lamellar pores marked with black arrows. These layers were deposited with a higher substrate distances of 295 mm and 320 mm from the plasma gun. Due to larger distances of the plasma gun, there was the subcooling of melted powder particles, which were, on impact with the substrate, less plastically deformed by forming spherical and inter-lamellar pores of black color. There are no unmelted powder particles and microcracks in the structure. Through all layers of the deposited coatings, oxide lamella cannot be noticed since the VPS - vacuum plasma spray process allows depositing of layers without the content of oxides in the coating, which is a huge advantage when compared to the APS - atmospheric plasma spray process. The largest proportion of spherical and inter-lamellar pores was found in the $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ coating layers deposited with the highest plasma spraying distance of 320 mm. Because of the highest content of pores, these layers had the minimum value of microhardness and bond strength.

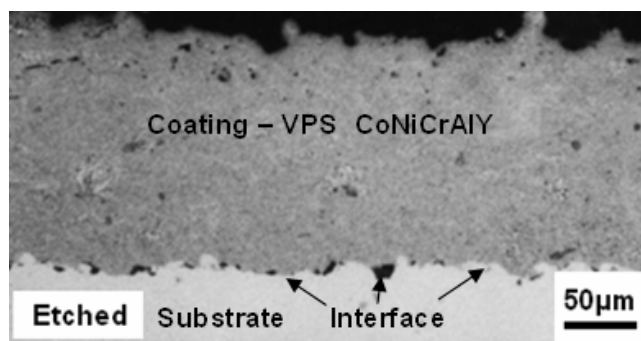


Figure 8 – Etched microstructure of the $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ coating deposited on the sample with a substrate distance of 270 mm

Slika 8 – Nagrizena mikrostruktura $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ prevlake deponovane na uzorku sa odstojanjem substrata 270 mm

The microstructures of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating deposited with a plasma spraying distance of 270 mm in etched condition with the best mechanical and structural characteristics, obtained by light microscopy, are shown in Figures 8 and 9.

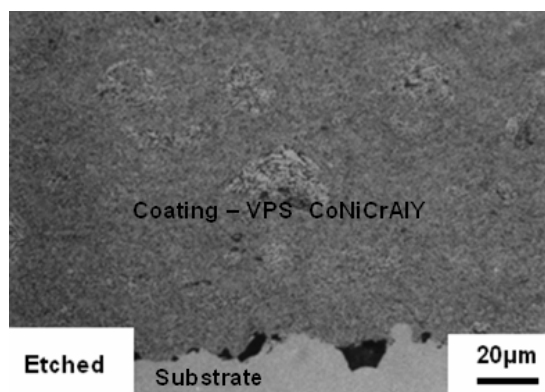


Figure 9 – Etched microstructure of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating deposited on the sample with a substrate distance of 270mm (higher magnification)
 Slika 9 – Nagrizena mikrostruktura Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5} Y prevlake deponovane na uzorku sa odstojanjem substrata 270mm (više uvećanje)

In the microstructure of the coating there are two phases $\gamma + \beta$ which differ in color (Poza, Grant, 2006, pp.2887-2896), (Achar, et al., 2004, pp.272-283). The γ phase is light gray and the β phase is dark gray. The distribution of the phases in the microstructure is better seen in an SEM microphotography in Figure 10 where the coating is deposited with a plasma spraying distance of 270 mm.

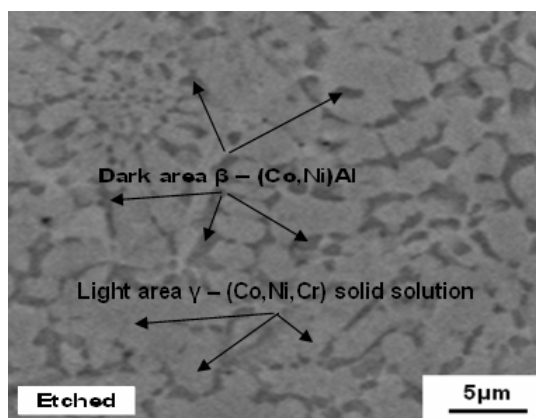


Figure 10 – (SEM) Etched microstructure of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating deposited on the sample with a substrate distance of 270 mm
 Slika 10 – (SEM) Nagrizena mikrostruktura Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y prvlake deponovane na uzorku sa odstojanjem substrata 270 mm

The SEM microphotography clearly shows two different phases that are marked with black arrows. The microstructure of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating layers consists of the basic γ solid solution of Co, Ni and Cr (light gray) in which the β (Co, Ni) Al phase (dark gray) is uniformly dispersed. The β phase rich in Al is formed from the β - CoAl and the β - NiAl phase (Poza, Grant, 2006, pp.2887-2896), (Achar, et al., 2004, pp.272-283), (Czech, et al., 1995, pp.28-33). Unmelted powder particles and precipitates are not present in the structure of the coating, which indicates rather uniform distribution of powder particles in the vacuum with respect to the atmospheric pressure.

Figure 11 shows the (SEM) microstructure of the coating tested on oxidation in a heat treatment furnace without protective atmosphere at 1100°C for a period of 240 hours. The anticipated changes occurred in the microstructure of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating in comparison with the coating microstructure in the deposited condition. The exposition of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating to 1100°C decreased the stability of the β (Co, Ni) Al phase because of Al diffusion.

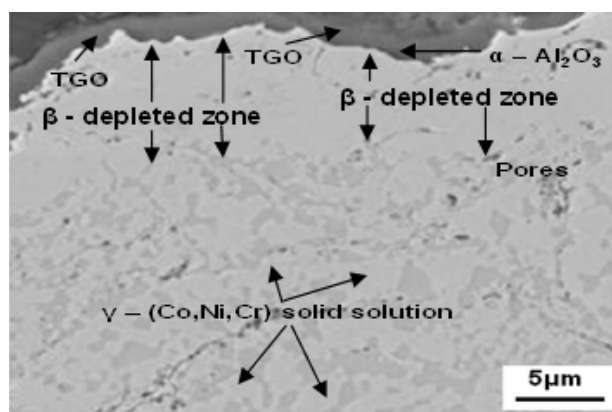


Figure 11 – SEM microphotography of the Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y coating : oxidation at 1100°C/240 hours

Slika 11 – SEM mikrofotografija Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y prevlake : oksidacija na 1100°C/240 sati.

Aluminium from the β phase filled the oxide layer on the coating surface and increased the thickness of the Al-depleted β – zone (light gray) marked with black arrows in Fig.11 (Cheruvu, et al., 2000, pp.50-54), (Mobarra, et al., 2006, pp.2202-2207). Besides α -Al₂O₃oxide, the TGO zone was formed on the coating surface. In the TGO zone, besides the protective α - Al₂O₃ oxide, there are spinel compounds such as CoAl₂O₃ and NiAl₂O₃ or (Ni, Co) (Al, Cr)₂O₄ (Tang, et al., 2004, pp.228-

233). In the zone near the protective α - Al_2O_3 oxide layer and the TGO zone, there is no β (Ni, Co) Al phase, because the surface layer is Al-depleted (Nicholls, Bennett, 2000, pp.413-428). Only a small quantity of Al remained in the regions rich in (Ni, Co) (Leea, 2005, pp.239-242). In the area below the TGO zone there is the Al-depleted β –zone. The thickness of the depleted β – zone is from 5 to 8 μm , because of the long exposure of the coating to high temperature and due to the consumption of aluminum and the growth the TGO layer (Nicholls, Bennett, 2000, pp.413-428). In the lower layers of the coating, the untransformed light gray phase of the solid solution of γ - (Co, Ni and Cr) and the dark gray β (Co,Ni) Al phase are clearly evident. This indicates that the $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ coating did not degrade during 240 hours.

Conclusion

In this paper, the vacuum plasma spraying (VPS) process was used to deposit $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ coatings from the plasma gun at three distances of 270, 295 and 320 mm from the substrate. The structure and mechanical properties of the coatings were studied and analyzed in deposited condition as well as the influence of oxidation at 1100°C for a period of 240 hours on the microstructure of the deposited layers with the best characteristics, which led to the following conclusions.

The mechanical properties of the hardness and the bond strength of the coatings were directly related to the distance between the substrate and the plasma gun. Smaller distances of the substrate (270 mm) from the plasma gun gave the layers of coatings with higher microhardness and bond strength. Larger distances caused a formation of spherical and inter-lamellar pores through the coating layers; these pores resulted in lower values of the microhardness and the bond strength of these coatings. The mechanical properties of the coatings were in correlation with their microstructures.

The best microstructures were found in the layers deposited at a distance of 270 mm. These layers are dense and without the presence of micropores. The microstructure of the $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ layers of all deposited coatings is two-phase and consists of γ + β phases. The structure of the $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ coatings consists of the basic γ - (Co, Ni, Cr) solid solution (light gray), with the uniformly distributed β (Co, Ni) Al phase (dark gray).

After the heat treatment at 1100°C for a period of 240 hours, there was a change in the microstructure of the $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ coating in comparison with the coating in the deposited condition. Due to diffusion and oxidation of the elements at 1100°C, the structure of the primary β (Co, Ni) Al phase rich in Al becomes Al-depleted at the coating surface. Besides the α - Al_2O_3 oxide, the TGO zone is also formed at the coating

surface. Besides the protective α - Al_2O_3 oxide, the TGO zone contains spinel compounds such as CoAl_2O_3 and NiAl_2O_3 or $(\text{Ni}, \text{Co}) (\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_4$ as a result of the diffusion of Co, Ni and Cr from the Y - solid solution. Below the TGO zone there is the Al-depleted β -zone in light gray. Lower coating layers still contain the untransformed γ - (Co, Ni and Cr) phase of the solid solution and the β (Co, Ni) Al phase. This indicates that, after 240 hours, the $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_8\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ coating proved to be resistant to high temperature oxidation at 1100°C for a period of 240 hours since it did not degrade.

Literature

Achar, D.R.G., Munoz-Arroyo, R., Singheiser, L. and Quadackers, W.J., 2004, Modelling of phase equilibria in MCrAlY coating systems, *Surface and Coatings Technology*, 187(2-3), pp.272-283.

Bose, S., 2007, *High temperature coatings*, Elsevier, Amsterdam.

Brandl, W., Toma, D. and Grabke, H.J., 1998, The characteristics of alumina scales formed on HVOF-sprayed MCrAlY coatings, *Surface and Coatings Technology*, 108 -109 (1-3), pp.10-15.

Czech, N., Schmitz, F. and Stamm, W., 1995, Microstructural analysis of the role of rhenium in advanced MCrAlY coatings, *Surface & Coatings Technology*, 76-77, pp.28-33.

Cheruvu, N.S., Chan, K.S. and Leverant, G.R., 2000, Cyclic Oxidation Behavior of Aluminide, Platinum Modified Aluminide, and MCrAlY Coatings on GTD-111, *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 122, pp. 50 – 54.

Driver, L.C., 2004, HVOF spraying of WC-Co & MCrAlY coatings for aero-engine components, PhD thesis, Department of Mechanical, Materials and Manufacturing Engineering.

Feuerstein, A., Knapp, J., Taylor, T., Ashary, A., Bolcavage, A. and Hitchman, N., 2008, Technical and economical aspects of current thermal barrier coating systems for gas turbine engines by thermal spray and EBPVD: A review, *Journal of Thermal Spray Technology*, 17(2), pp.199 -213.

Gudmundsson, B., Jacobso, B.E., 1988, Structure formation and interdiffusion in vacuum plasma sprayed CoNiCrAlY coatings on IN738LC, *Materials Science and Engineering*, 100, pp.207-217.

Gurrappa, I., Sambasiva, A., 2006, *Surface & Coatings Technology*, 201, pp. 3016-3029.

Jiang, S.M., Li, H.Q., Ma, J., Xu, C.Z., Gong, J., Sun, C., 2010, *Corrosion Science*, 52, pp. 2316-2322.

Leea, D.B., 2005, High-temperature oxidation of NiCrAlY/(ZrO_2 - Y_2O_3) and ZrO_2 - CeO_2 - Y_2O_3) composite coatings, Changhee Leeb a Center for Advanced Plasma Surface Technology, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, South Korea bDivision of Materials Science and Engineering, Hanyang University, Seoul 133 -791, South Korea Available online 21 September 2004, *Surface & Coatings Technology* 193, pp.239 - 242.

Material Product Data Sheet, 2011, Cobalt Nickel Chromium Aluminum Yttrium (CoNiCrAlY) Thermal Spray Powders, DSMTS – 0092.1, Sulzer Metco.

Mobarra, R., Jafari, A.H. and Karaminezhad, M., 2006, Hot corrosion behavior of MCrAlY coatings on IN738LC, Surface and Coatings Technology, 201(6), pp. 2202-2207.

Mrdak, M., 2010, Uticaj brzine depozicije praha na mehaničke karakteristike i strukturu APS – NiCr/Al prevlake, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, 58(4), pp.5 -16.

Mrdak, M., 2012, Plasma deposited layers of nickel-chrome-aluminum-yttrium coatings resistant to oxidation and hot corrosion, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, 60(2), pp.182-201.

Nicholls, J.R., and Bennett, M.J., 2000, Material at High Temperature, 17(3), pp 413-428.

Peng, X., and Wang, F., 2003, Morphologic investigation and growth of the alumina scale on magnetron-sputtered CoCrAlNCs with and without yttrium, Corrosion Science, 45(10), pp.2293-2306.

Poza, P. and Grant, P.S., 2006, Microstructure evolution of vacuum plasma sprayed CoNiCrAlY coatings after heat treatment and isothermal oxidation, Surface and Coatings Technology, 201(6), pp.2887-2896.

Prescott, R. and Graham, M.J., 1992, The formation of alumina oxide scales on high-temperature alloys, Oxidation of Metals, 38 (3 - 4), pp.233-254.

Tamarin, Y., 2002, Protective coatings for turbine blades, ASM International, Ohio.

Tang, F., Ajdelsztajn, L., Kim, G.E., Provenzano, V. and Schoenung, J.M., 2004, Effects of surface oxidation during HVOF processing on the primary stage oxidation of a CoNiCrAlY coating, Surface and Coatings Technology, 185 (2-3), pp.228-233.

Toscano, J., Vaen, R., Gil, A., Subanovic, M., Naumenko, D., Singheiser, L. and Quadackers, W.J., 2006, Parameters affecting TGO growth and adherence on MCrAlY-bond coats for TBC's, Surface and Coatings Technology, 201(7), pp. 3906-3910.

Turbojet Engine – Standard Practices Manual (PN 582005)(2002), Pratt & Whitney, East Hartford, USA.

Wang, B. et al, 2002, Surface & Coatings Technology, 149, pp.70-75.

KARAKTERIZACIJA VAKUUM PLAZMA NAPRSKANE KOBALT-NIKAL-HROM-ALUMINIJUM-ITRIJUM PREVLAKE

OBLAST: hemijske tehnologije
VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak

Sažetak:

U ovome radu je analiziran uticaj plazma sprej odstojanja na mikrostrukturu i mehaničke karakteristike Co₃₂Ni₂₁Cr₈Al_{0.5}Y prevlaka depnovanih vacuum plazma sprej postupkom (VPS). Mikrostruktura i meha-

ničke osobine plazma sprej prevlaka su određene interakcijom jona plazme Ar/H₂ sa česticama praha pri čemu nastaje prenos brzine i temperature jona na čestice praha. Efekat interakcije je u direktnoj zavisnosti od vremena interakcije jona i čestica praha koji je definisan plazma sprej odstojanjem. Prah je deponovan sa plazma pištoljem F4 sa tri odstojanja substrata 270, 295 i 320 mm. Prevlaka najboljih strukturnih i mehaničkih karakteristika je testirana na oksidaciju u peći za termičku obradu bez zaštitne atmosfere na 1100°C u trajanju od 240 sati. Morfologija čestica praha je ispitana na SEM-u. Mikrostruktura slojeva u deponovanom stanju je ispitana tehnikom svetlosne mikroskopije. Prevlaka najboljih mehaničkih karakteristikama je nagrizena elektrolitički sa 10% oksalne kiseline H₂C₂O₄·2H₂O. Analiza mikrostrukture nagrizene prevlake je izvršena na svetlosnom mikroskopu i na SEM-u pre i posle testiranja prevlake na oksidaciju. Mikrostrukturna analiza deponovanih slojevima je urađena u skladu sa standardom Pratt-Whitney. Procena mehaničkih karakteristika slojeva je urađena ispitivanjem mikrotvrdoće metodom HV_{0,3} i čvrstoće spoja ispitivanjem na zatezanje.

Uvod

Sistemi prevlaka CoNiCrAlY su razvijeni na osnovu sistema prevlaka NiCrAl, FeCrAlY, NiCrAlY i CoCrAlY (Mrdak, 2010, pp.5-16), (Mrdak, 2012, pp.182-201), (Driver, 2004), (Feuerstein, et al., 2008, pp.199-213). CoNiCrAlY su prevlake tipa koje se koriste u različitim aplikacijama gasnih turbina za zaštiti od visoko temperaturene oksidacije i tople korozije. Budući da su osobine i ponašanje prevlaka usko povezane sa mikrostrukturom, neophodno je da se ispitaju strukture prevlaka posle depozicije i oksidacije na povišenim temperaturama (Gudmundsson, Jacobson, 1988, pp.207-217). Aluminijum u legurama CoNiCrAlY formira β(Co,Ni)Al fazu koja služi kao rezervoar za obnavljanje zaštitnog oksida α - Al₂O₃. Legure na bazi Co sa aluminijumom proizvode β - CoAl fazu koja poboljšava otpornost legure na sulfidizaciju i β - NiAl fazu koja poboljšava otpornost legure na visoko temperaturnu oksidacionu.

Prevlake CoNiCrAlY često se deponuju plazma sprej postupkom u vakuumu (VPS). Glavna razlika je što se proces izvodi u vakuumu bez prisustva vazduha uz nizak pritisak u veoma čistim uslovima i uz primenu transferovanog luka za čišćenje površine substrata. U deponovanom stanju mikrostruktura CoNiCrAlY prevlake se sastoji od dve faze γ i β. γ faza je čvrst rastvor Co, Ni i Cr. β (Co,Ni)Al faza je formirana od β - CoAl faze i β - NiAl faze. Prisutna β faza i njen udeo u strukturi je od suštinskog značaja za zaštitu CoNiCrAlY prevlake. Radni vek CoNiCrAlY prevlake u uslovima oksidacije je u direktnoj vezi sa količinom β faze. Stabilnost β(Co,Ni)Al faze se smanjuje na visokim temperaturama zbog difuzije Al. Cheruvu i Mobarra sa saradnicima (Cheruvu, et al., 2000, pp.50 - 54), (Mobarra, et al., 2006, pp.2202-2207) su ustanovili da na visokim temperaturama Al iz β faze popunjava oksidni sloj na površini prevlake i siromaši β fazu sa Al. Izlaganjem CoNiCrAlY legure na 1100°C se na površini formira TGO zona sa zaštitnim oksid-

nim slojem α - Al_2O_3 . U zoni blizu zaštitnog oksidnog sloja α - Al_2O_3 nije prisutna β -(Ni,Co)Al faza jer je površinski sloj osiromašio sa Al (Nicholls, Bennett, 2000, pp.413-428). Samo mala količina Al ostaje u regionima bogatim (Ni,Co) (Leea, 2005, pp.239 - 242). U ovom području egzistira β - zona iscrpljena sa Al, koja se nalazi ispod gornjeg oksidnog TGO sloja. Debljina β - iscrpljene zone se povećava dužim izlaganjem legure na visokoj temperaturi zbog potrošnje aluminijuma i rasta TGO sloja (Nicholls, Bennett, 2000, pp.413-428). U TGO zoni, pored oksida α - Al_2O_3 , su prisutna i spinel jedinjenja kao što su CoAl_2O_3 i NiAl_2O_3 ili (Ni,Co)(Al,Cr) $_2\text{O}_4$ (Tang, et al., 2004, pp.228-233). Prevlake CoNiCrAlY u deponovanom stanju imaju visoku čvrstoću spoja od 55 - 62MPa (Material Product Data Sheet, 2011, DSMTS-0092.1, Sulzer Metco) i mikrotvrdoću $558 \pm 43 \text{ HV}_{0,3}$ za prosečnu vrednost poroznosti od 4.2%. Pored dobrih mehaničkih karakteristika, prevlake imaju nizak koeficijent trenja od 0.85 - 0,9 i otporne su na habanje (Gudmundsson, Jacobson, 1988, pp.207-217). Po preporuci proizvođača praha radna temperatura prevlaka CoNiCrAlY je $\leq 1050^\circ\text{C}$ (Material Product Data Sheet, 2011, DSMTS-0092.1, Sulzer Metco).

U radu su predstavljeni rezultati eksperimentalnih istraživanja uticaja sprej odstojanja na niskom pritisku na mehanička svojstva i mikrostrukturu slojeva Co32Ni21Cr8Al0.5Y prevlake. Urađene su tri grupe uzoraka sa tri različita odstojanja plazma pištolja 270, 295 i 320mm. Prevlaka sa najboljim karakteristikama je testirana na oksidaciju u peći za termičku obradu bez zaštitne atmosfere na 1100°C u trajanju od 240 sati. Glavni cilj rada je bio da se homologuju slojevi Co32Ni21Cr8Al0.5Y prevlake i primene na vazduhoplovnim delovima izloženim kombinaciji visoko temperaturne oksidacije i vrele korozije. Analizirane su mikrostrukture i mehaničke karakteristike slojeva prevlaka na osnovu čega se odabrala prevlaka najboljeg kvaliteta i homologovali vakuum plazma sprej parametri.

Materijali za ispitivanje i uzorci

Za eksperiment se koristio prah firme Sulzer Metco (Sulzer Metco) sa oznakom AMDRY 9951. Prah Co32Ni21Cr8Al0.5Y je razvijen za izradu prevlaka koje se koriste za zaštitu metalne osnove od visoko temperaturna oksidacije i vrele korozije na temperaturama $t \leq 1050^\circ\text{C}$ (Material Product Data Sheet, 2011, DSMTS-0092.1, Sulzer Metco). Metalni prah proizveden je atomizacijom tečnog rastopa legure Co32Ni21Cr8Al0.5Y inertnim gasnom argonom. Raspon granulacije čestica praha koji se koristio u eksperimentu bio je od 5 - $37\mu\text{m}$.

Osnove na koje su deponovane prevlake za ispitivanje mikrotvrdoće i za procenu mikrostrukture u deponovanom stanju su napravljene od čelika Č.4171 (X15Cr13 EN10027) u termički neobrađenom stanju dimenzija 70x20x1,5mm (Turbojet Engine - Standard Practices Manual (PN 582005), 2002, Pratt & Whitney, East Hartford, USA). Uzorci za ispitivanje mikrostrukture prevlake na oksidaciju na 1100°C su napravljani od legure NIMONIC 80A dimenzija 70x20x1,5mm (Turbojet Engine - Standard Practices Manual (PN 582005), 2002, Pratt & Whitney, East

Hartford, USA). Osnove za ispitivanje čvrstoće spoja su takođe napravljene od čelika Č.4171(X15Cr13EN10027) u termički neobrađenom stanju dimenzija $\varnothing 25 \times 50$ mm (Turbojet Engine - Standard Practices Manual (PN 582005), 2002, Pratt & Whitney, East Hartford, USA).

Ispitivanje mikrotvrdoće, čvrstoće spoja i mikrostrukture

Procena mehaničkih osobina slojeva je urađena ispitivanjem mikrotvrdoće metodom $HV_{0,3}$ i čvrstoće spoja ispitivanjem na zatezanje. Merenje mikrotvrdoće je izvršeno u pravcu duž lamela, u sredini i na krajevima uzoraka. Izvršeno je pet očitavanja vrednosti, koje su usrednjene.

Metoda ispitivanja čvrstoće spoja je metoda ispitivanja na zatezanje. Ispitivanje je urađeno na sobnoj temperaturi sa brzinom zatezanja 1cm/60s. Za svaku grupu uzoraka su ispitane po tri epruvete.

Morfologija čestica praha urađena je metodom SEM. Mikrostruktura slojeva u deponovanom stanju posle nagrivanja je ispitana tehnikom svetlosne mikroskopije. Prevlaka najboljih mehaničkih karakteristika, koja je termički tretirana na oksidaciju na 1100°C u trajanju od 240 sati ispitana je na skenirajućem elektronskom mikroskopu (SEM). Nagrivanje prevlake je rađeno elektrolitički sa 10% oksalne kiseline $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$.

Depozicija praha

Depozicija praha izvršena je na niskom pritisku u vakuumu sa mešavinom plazma-gasova Ar- H_2 . Vakuum plazma sprej (VPS) sistem firme Plasma Technik AG je projektovan za zaštitu vazduhoplovnih delova izloženih kombinaciji prekomerne oksidacije i vrela korozije. U vakuum komori nalazi se: obrtni sto, planetarni sistem sa 48 alata, šestoosni robot i veštačka ruka. Sistem manipulacije projektovan je tako da istovremeno rotiraju alat i substrati oko svoje ose. Ovako složeno kretanje omogućava ravnomerno čišćenje transferovanim lukom i ravnomerno deponovanje praha po celoj površini substrata. U ovom istraživanju su urađene tri grupe uzoraka sa tri odstojanja depozicije praha 270, 295 i 320 mm. Prevlake su formirane sa debljinama od 0,15 do 0,20 mm. Ostali parametri bili su konstantni. Prevlaka najboljih strukturnih i mehaničkih karakteristika je testirana na oksidaciju u peći za termičku obradu bez zaštitne atmosfere na 1100°C u trajanju od 240 sati.

Rezultati i diskusija

Vrednosti mikrotvrdoće slojeva su u direktnoj vezi sa odstojanjem depozicije praha. Najveću vrednost mikrotvrdoće od $615 HV_{0,3}$ su imali slojevi sa najmanjim udelom pora koji su deponovani na supstratu sa najmanjim plazma sprej odstojanjem od 270mm. Slojevi prevlake deponovani sa najvećim odstojanjem od 320 mm imaju najnižu vrednost mikrotvrdoće od $490 HV_{0,3}$. Veliko odstojanje supstrata je uticalo na pothlađenje i smanjenje brzine istopljenih čestica praha.

Poređenjem vrednosti zatezne čvrstoće spoja, ustanovljeno je da su se za sva tri plazma sprej odstojanja dobile dobre vrednosti čvrstoće spoja. Čvrstoća spoja prevlaka je bitno zavisila od plazma sprej odstojanja. Niža vrednost zatezne čvrstoće spoja od 52MPa, prevlake deponovane sa najvećim plazma sprej odstojanjem od 320mm uticala je na manji stepen stapanja čestica praha u odnosu na druga dva deponovana sloja. Najveću vrednost čvrstoće spoja od 78MPa su imali slojevi, koji su deponovani sa najmanjim plazma sprej odstojanjem. Ti slojevi su se pokazali najgušćim. Ispitivanje zatezne čvrstoće spoja je pokazalo da se za sve deponovane prevlake mehanizam razaranja odvijao na interfejsu između substrata i prevlake. Pošto je udeo pora i neistopljenih čestica u direktnoj vezi sa vrednostima čvrstoće spoja prevlaka, to izmerene vrednosti za prevlaku deponovanu sa najmanjim plazma sprej odstojanjem ukazuje da je njihov udeo najmanji u odnosu na druge dve prevlake. Ove vrednosti su potvrđene analizom mikrostrukture prevlaka na svetlosnom mikroskopu.

Kvalitativna analiza je pokazala da na interfejsu između substrata i deponovanih prevlaka nisu prisutni defekti kao što je diskontinuitet deponovanih slojeva na supstratima, mikropukotine, makropukotine i odvajanje prevlaka od osnove. Na slici 5. su prikazani slojevi $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ prevlake deponovane sa najboljom strukturnim i mehaničkim karakteristikama. Prevlaka je gusta i kroz slojeve se ne uočavaju mikropore, što nije slučaj za druge dve prevlake. Ti slojevi su deponovani na supstrat sa plazma sprej odstojanjem od 270mm kontinualno bez prekida i bez prisustva mikropukotina. U slojevima nisu prisutne nestopljene čestice i precipitati. Prevlake deponovane sa većim plazma sprej odstojanjem u strukturi pokazuju prisustvo mikropora sfernog i lamelnog oblika.

Na slikama 8 i 9 su prikazane, sa svetlosnog mikroskopa, mikrostrukture $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ prevlake, deponovane sa plazma sprej odstojanjem od 270mm u nagriženom stanju sa najboljim mehaničkim i strukturnim karakteristikama. U mikrostrukтури prevlake se uočavaju dve faze $\gamma + \beta$ koje se razlikuju po boji (Poza, Grant, 2006, pp.2887-2896) (Achar, et al., 2004, pp.272-283). γ faza je svetlo sive boje a β faza tamno sive boje.

Na SEM mikrofotografiji jasno se uočavaju dve različite faze koje su obeležene crnim strelicama. Mikrostrukтуру slojeva $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ prevlake čini osnovni γ čvrst rastvor Co, Ni i Cr svetlo sive boje u kome je ravnomerno raspoređena β (Co, Ni) Al faza tamno sive boje. β faza bogata Al je formirana iz β - CoAl i β - NiAl faza (Poza, Grant, 2006, pp.2887-2896) (Achar, et al., 2004, pp.272-283), (Czech, et al., 1995, pp.28-33). U strukturi prevlake nisu prisutne neistopljene čestice praha i precipitati, što ukazuje na pravilnije razlivanje čestica praha u vakuumu u odnosu na atmosferski pritisak.

Na slici 11. je prikazana (SEM) mikrostrukтура prevlake testirane na oksidaciju u peći za termičku obradu bez zaštitne atmosfere na 1100°C u trajanju od 240 sati. U mikrostrukтури $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{0.5}\text{Y}$ prevlake došlo je do očekivajuće promene u poređenju sa mikrostrukturom prevlake u de-

ponovnom stanju. Izlaganjem $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ prevlake na 1100°C smanjila se stabilnost $\beta(\text{Co,Ni})\text{Al}$ faze zbog difuzije Al. Aluminijum je iz β faze popunio oksidni sloj na površini prevlake i povećao debljinu β - zone iscrpljene sa Al svetlo sive boje označene crnim strelicama na sl.11 (Cheruvu, et al., 2000, pp.50 - 54), (Mobarra, et al., 2006, pp.2202-2207). Na površini prevlake pored oksida $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, formirala se i TGO zona. U TGO zoni, pored zaštitnog oksida $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, prisutna su i spinel jedinjenja kao što su CoAl_2O_3 i NiAl_2O_3 ili $(\text{Ni,Co})(\text{Al, Cr})_2\text{O}_4$ (Tang, et al., 2004, pp.228-233). U zoni blizu zaštitnog oksidnog sloja $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ i TGO zone nije prisutna $\beta(\text{Ni,Co})\text{Al}$ faza jer je površinski sloj iscrpljen sa Al (Nicholls, Bennett, 2000, pp.413-428). Samo je mala količina Al ostala u regionima bogatim (Ni,Co) (Leea, 2005, pp.239-242). U području ispod TGO zone egzistira β - iscrpljena zona sa Al. Debljina β - iscrpljene zone je od 5 - $8\mu\text{m}$ zbog dugog izlaganja prevlake na visokoj temperaturi i zbog potrošnje aluminijuma i rasta TGO sloja (Nicholls, Bennett, 2000, pp.413-428). U donjim slojevima prevlake jasno se uočava netransformisana svetlo siva faza čvrstog rastvora γ - (Co,Ni i Cr) rastvora i tamno siva $\beta(\text{Co,Ni})\text{Al}$ faza. To ukazuje da se za 240 sati $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ prevlaka nije degradirala.

Zaključak

U ovom radu, vakuum plazma sprej postupkom (VPS) su deponovane $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ prevlake sa tri odstojanja 270, 295 i 320mm supstrata od plazma pištolja. Proučavane su i analizirane strukture i mehaničke karakteristike prevlaka u deponovanom stanju i uticaj oksidacije na 1100°C u trajanju od 240 sati na mikrostrukturu deponovanih slojeva sa najboljim karakteristikama, na osnovu čega se došlo do sledećih zaključaka.

Mehaničke osobine tvrdoće i čvrstoće spoja prevlaka su bile u direktnoj vezi sa odstojanjima supstrata od plazma pištolja. Sa manjim odstojanjem substrata 270mm od plazma pištolja dobili su se slojevi prevlaka sa većom mikrotvrdoćom i čvrstoćom spoja. Veća odstojanja su uticala na formiranje sfernih i inter-lamelarnih pora kroz slojeve prevlaka, koje su uticale da se za te prevlake dobiju niže vrednosti mikrotvrdoće i čvrstoće spoja. Mehaničke karakteristike prevlaka su bile u korelaciji sa njihovim mikrostrukturama.

Najbolju mikrostrukturu su imali slojevi deponovani sa odstojanjem od 270mm. Ti slojevi su gusti i bez prisustva mikropora. Mikrostruktura $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ slojeva svih deponovanih prevlaka je dvofazna i sastoji se od $\gamma + \beta$ faza. Strukturu $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ prevlaka čini osnovni γ - (Co,Ni,Cr) čvrst rastvor svetlo sive boje u kome je ravnomerno raspoređena $\beta(\text{Co,Ni})\text{Al}$ faza tamno sive boje.

U mikrostrukturi $\text{Co}_{32}\text{Ni}_{21}\text{Cr}_{8}\text{Al}_{10.5}\text{Y}$ prevlaka posle temperaturnog tretmana na 1100°C u trajanju od 240 sata došlo je do promene mikrostrukture u poređenju sa prevlakom u deponovanom stanju. Zbog difuzije i oksidacije elemenata na 1100°C , struktura primarne $\beta(\text{Co,Ni})\text{Al}$ faze bogate Al je na površini prevlake iscrpljena sa Al. Na površini prevlaka se pored oksida $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ formirala i TGO zona. U

TGO zoni, pored zaštitnog oksida α - Al_2O_3 , prisutna su i spinel jedinjenja kao što su $CoAl_2O_3$ i $NiAl_2O_3$ ili $(Ni,Co)(Al,Cr)_2O_4$ kao posledica difuzije Co, Ni i Cr iz Y čvrstog rastvora. Ispod TGO zone prisutna je β – iscrpljena zona sa Al svetlo sive boje. U donjim slojevima prevlake i dalje je prisutna netransformisana γ -(Co, Ni i Cr) faza čvrstog rastvora i β (Co, Ni)Al faza. To ukazuje da se za 240 sati $Co_{32}Ni_{21}Cr_8Al_{10.5}Y$ prevlaka pokazala otpornom na visokotemperaturnu oksidaciju na $1100^\circ C$ u trajanju od 240 sata jer se nije degradirala.

Ključne reči: *itrijum; vakuum; praškovi; plazma; čestice; mikrostruktura; automatizovati; mehaničke osobine; depoziti; prevlake.*

Datum prijema članka/Paper received on: 03. 09. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
17. 03. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:
19. 03. 2013.

PREGLEDNI ČLANCI REVIEW PAPERS

MOGUĆI PRAVCI RAZVOJA LOGISTIKE ELEKTRONSKOG I ELEKTRIČNOG OTPADA U SISTEMU ODBRANE

Dragutin V. Jovanović

Visoka škola strukovnih studija – Beogradska politehnika,
Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg61-3171

OBLAST: logistika

VRSTA ČLANKA: pregledni članak

Sažetak:

Sistem odbrane (Ministarstvo i Vojska Srbije), kao složeni organizacioni a u pojedinim segmentima i tehničko-tehnološki sistem, po prirodi svoga funkcionisanja opremljen je znatnom količinom elektronske i električne opreme i uređaja. Takva oprema i uređaju tokom eksploatacije, nakon određenog vremena, gube svoje projektovane funkcije, postaju neupotrebljivi i prelaze u kategoriju električnog i elektronskog otpada, sa kojim treba pravilno postupati.

U radu se sagledavaju problemi i mogući pravci razvoja i realizacije logistike električnog i elektronskog otpada nastalog u sistemu odbrane, kao logistike otpadnih materijala, odnosno povratne logistike otpada, koja je posmatrano u užem smislu, deo sistema upravljanja otpadnim materijalima. Pod logistikom električnog i elektronskog otpada u sistemu odbrane, za potrebe ovog rada, posmatra se proces planiranja, organizacije, kontrole i realizacije tokova, procesa i aktivnosti električnih i elektronskih otpadnih materijala od mesta njihovog nastanka do mesta smeštaja, preko sakupljanja i transporta do krajnjeg odredišta (mesta: tretmana, reupotrebe, deponovanja i uništenja) sa ciljem zadovoljenja zahteva svih zainteresovanih strana uz minimalne troškove.

Ključne reči: sistem odbrane, električni i elektronski otpad, logistika.

Uvod

Sistem odbrane je deo društvenog sistema koji je ujedno korisnik izuzetno velike količine električnih i elektronskih proizvoda (uređaja i opreme). Takvi proizvodi nalaze se u svim segmentima sistema od upravnih struktura do jedinica Vojske. Električni i elektronski uređaji i oprema su oni proizvodi kojima je za rad potrebna električna energija ili elektromagnetsko polje, kao i oprema za proizvodnju, prenos i merenje struje ili jačine elektromagnetskog polja. Pripadaju kategorijama uređaja i opreme za energetska obezbeđenje, administrativno poslovanje, informatičko i komunikaciono obezbeđenje, naoružanje jedinica i slično.

Tokom upotrebe električnih i elektronskih uređaja i opreme eksploatacioni resursi se troše, pojedine tehničke karakteristike se degradiraju, oprema gubi svoju funkciju i upotrebnu vrednost. Vremenom sistem uvodi novu električnu i elektronsku opremu i uređaje, stvarajući time određenu količinu opreme koja, u konkretnim uslovima, postaje neupotrebijiva odnosno postaje otpad. U klasičnom smislu elektronskim i električnim otpadom (E-otpada) smatraju se električni i elektronski uređaji i oprema koji su izgubili svoju upotrebnu vrednost i koje vlasnik želi da odbaci. Specifičnost elektronskog otpada je njegova složenost i brzina kojom elektro proizvodi zastarevaju i bivaju zamenjeni novim. Većina tog otpada spada u opasan otpad zbog karakteristika komponenti koje sadrži. Proizvođač ili uvoznik električnih ili elektronskih proizvoda dužan je da identifikuje reciklabilne komponente tih proizvoda.

U cilju pravilnog postupanja sa E-otpadom koji se generiše u sistemu odbrane potrebno je uspostaviti efikasne logističke povratne sisteme.

Zakonska regulativa i evropske inicijative u oblasti upravljanja elektronskim i električnim otpadom

Količina i brzina nastajanja E-otpada, kao i njegova štetnost po okolinu inicirali su donošenje odgovarajuće pravilske regulative, koja treba da doprinese što pravilnijem postupanju sa njime. S tim ciljem Evropska unija je tokom 2003. godine usvojila dve direktive:

– Direktiva 2002/96/EZ Evropskog parlamenta i Saveta Evrope od 27.01.2003. godine o upravljanju električnim i elektronskim otpadom (WEEE - Waste from Electrical and Electronic Equipment) i

– Direktiva 2002/95/EZ Evropskog parlamenta i Saveta Evrope od 27.01.2003. godine o ograničenjima upotrebe opasnih supstanci u elek-

tronskim i električnim uređajima (RoHS – Restriction of the use of hazardous substances).

Te dve direktive su postale važeće u EU od 1.7.2006. godine i bilo je predviđeno da od tog datuma bilo koji proizvod koji ne zadovoljava kriterijume ovih direktiva neće moći biti prodat u zemljama EU. Kao krajnji datum do kog su se sve kompanije, koje žele da prodaju svoje proizvode na tržištu EU, morale registrovati u svakoj od zemalja članica kao snabdevači elektronskom opremom, bio je 13.8.2005. godine. Ova registracija je obuhvatala detaljan plan o tome da se svaka kompanija povinuje zahtevima Direktive WEEE.

Direktiva WEEE je tako koncipirana da teži da poboljša upravljanje E-otpadom i da podstakne proizvođače da proizvode uređaje imajući u planu njihovu reciklažu. Svrha ove Direktive u prvom redu jeste preventiva u postupanju sa E-otpadom, usmerena na dodatnu ponovnu upotrebu, reciklažu i ostale oblike obnavljanja kako bi se smanjilo odlaganje ovakve vrste otpada. Takođe, ona nastoji da poboljša ekološke performanse svih učesnika angažovanih u životnom ciklusu proizvoda (proizvođača, distributera, potrošača i ostalih koji su direktno uključeni u tretman E-otpada). Ključni deo te Direktive jeste da su proizvođači odgovorni u vezi sa troškovima sakupljanja, obnavljanja, reciklaže i sveukupnog tretmana E-otpada.

Direktiva RoHS dopunjuje Direktivu WEEE ograničenjem količina potencijalno opasnih materijala sadržanih u elektronskim i električnim aparatima.

Direktiva WEEE teži da poboljša postupke upravljanja E-otpadom kroz:

- selektivno prikupljanje E-otpada pomoću odgovarajućih sistema, koji čuvaju integritet uređaja i njihove potencijale za obnavljanje;
- stopu sakupljanja koju mora dostići svaka članica, a koja iznosi četiri kilograma E-otpada po stanovniku godišnje;
- individualnu odgovornost proizvođača;
- stope ponovne upotrebe, reciklaže i obnove koje se kreću od 50% do 80%, u zavisnosti od razmatrane kategorije uređaja, i moraju biti zadovoljene od strane proizvođača elektronskih uređaja;
- odredbu pružanja informacija krajnjim korisnicima čije je učešće ključno za postizanje visoke stope sakupljanja i reciklaže;
- obeležavanje pakovanja, kao i pružanje informacija postrojenjima za tretman (uvažavajući sastav i strukturu električnih i elektronskih proizvoda).

Direktiva WEEE definiše 10 kategorija električne i elektronske opreme koje su obuhvaćene Aneksom I, tabela 1.

Tabela 1 – Kategorije i vrste električnih i elektronskih uređaja obuhvaćenih direktivom WEEE
 Table 1 – Categories and types of electrical and electronic devices encompassed by the WEEE directive

Redni broj	Kategorija električnih uređaja	Lista proizvoda obuhvaćenih kategorijom
1.	Veliki kućni aparati (bela tehnika)	Veliki uređaji za hlađenje; frižideri; zamrzivači; mašine za veš, sušenje veša, sudove; mikrotalasne rerne; ostali uređaji za pripremu hrane; električni grejni uređaji, radijatori; ventilatori; klima uređaji; ostala oprema za klimatizaciju i ventilaciju.
2.	Mali kućni aparati	Usisivači; oprema za čišćenje, šivenje, pletenje, tkanje; pegle; aparati za održavanje odeće; tosteri; električni noževi; aparati za šišanje, brijanje, sušenje kose, pranje zuba, masažu i ostali aparati za negu tela; ručni i zidni satovi; druga oprema za merenje, pokazivanje i obeležavanje vremena; vage; brusilice, friteze.
3.	IT i telekomunikaciona oprema	RS računari; laptop računari; štampači; oprema za kopiranje; el. mašine za pisanje; ručni i stoni digitrone; ostala oprema za sakupljanje, čuvanje, obradu, prezentaciju ili komunikaciju elektronskim sredstvima; teleksi; telefoni; telefonske garniture i ostala sredstva za prenos zvuka, slika i ostalih informacija preko telekomunikacionih uređaja.
4.	Potrošački elektronički uređaji	TV aparati; radio aparati; kamere; muzički instrumenti; Hi-Fi uređaji i ostali proizvodi za snimanje i reprodukciju zvuka, slike, uključujući signale i ostale tehnologije za distribuciju zvuka i slike, a ne pripadaju telekomunikacionim tehnologijama.
5.	Uređaji za osvetljenje	Fluoroscentne lampe sa izuzetkom opreme za osvetljenje u domaćinstvima i ostali uređaji za kontrolu rasipanja svetlosti izuzev običnih sijalica.
6.	Električni alati sa izuzetkom velike stacionarne industrijske opreme	Bušilice; testere; uređaji za obrtanje, mlevenje, šivenje, sečenje, bušenje, brušenje, savijanje i slične procese obrade drveta, metala i ostalih materijala; alati za zakucavanje, zakivanje, odvrtnje pokretnih zakivaka, eksera, vijaka i slično; alati za lemljenje, zavarivanje; oprema za prskanje i ostale tretmane tečnim i gasovitim materijalima; ostali baštenski uređaji.
7.	Igračke, sportska i rekreativna oprema za zabavu	Električni vozovi; kola; video igre; računari za biciklizam, ronjenje, trčanje; poker aparati.
8.	Medicinski aparati	Oprema za radioterapiju, kardiologiju, dijalizu; plućni ventilatori; zamrzivači; oprema u nuklearnoj medicini; ostali uređaji za detektovanje, sprečavanje, praćenje bolesti, povrede ili invaliditeta.
9.	Kontrolni i merni instrumenti	Detektori dima; termostati; uređaji za merenje težine ili uređaji za podešavanje u laboratorijama.
10.	Automatski aparati široke namene	Aparati za tople napitke; tople-hladne limenke ili boce; bankomati; svi uređaji koji automatski isporučuju bilo koju vrstu proizvoda.

Pre stupanja na snagu Direktive WEEE, nekoliko zemalja je definisalo nacionalne zakone i organizovalo sisteme upravljanja E-otpadom.

Neka svetska iskustva u postupanju sa električnim i elektronskim otpadom

Sistemi upravljanja E-otpadom organizovani u razvijenijim zemljama Evrope i sveta razlikuju se s obzirom na različite situacije i nacionalne filozofije u pogledu E-otpada (American Society for testing and Materials, 1981). Kao što je navedeno, WEEE direktiva ostavlja prostora zemljama članicama da same projektuju načine upravljanja E-otpadom. Nacionalna iskustva pružaju spektar mogućnosti, a pogotovo je značajna podela odgovornosti unutar logističkih operacija i finansiranje upravljanja E-otpadom. Tako su Braun GmbH (Nemačka), Electrolux AB (Švedska), Hewlett Packard Co (SAD) i Sony (Japan) osnovali u decembru 2002. godine ERP (European Recycling Platform) kako bi se prilagodili Direktivi WEEE koja definiše panevropski sistem sakupljanja i reciklaže na najefikasniji način za potrošače, industriju i životnu sredinu. Takođe je u maju 2005. godine osnovana i EARN (European Advanced Recycling Network) koju čine pet najvećih reciklažnih kompanija Evrope: Colrec, STENA Technoworld, Indumetal, Electrocyling i Ecotronics.

Ono što je zajedničko ovim sistemima upravljanja E-otpadom je da postoje tri primarna kanala za skupljanje E-otpada:

- komunalna mesta za sakupljanje,
- maloprodajni objekti i
- direktan povratak proizvođaču.

Većina sistema je organizovana oko već postojećih komunalnih mesta za sakupljanje otpada. Postoji velika raznolikost u količini prikupljenog i tretiranog električnog i elektronskog otpada iako su u obzir uzete različite kategorije uređaja i veličina populacije.

Što se tiče ukupne količine prikupljenog i tretiranog električnog i elektronskog otpada, kompanija El Kresten (Švedska) je opslužila najveću količinu u 2002. godini (75.000 tona) što je jednako 8,4 kg po glavi stanovnika. Kompanija ICT Milieu (Holandija), koja radi samo sa određenim kategorijama proizvoda, sama je sakupila 9.462 tona, što iznosi 0,6 kg po stanovniku. Švedska sakuplja najveću količinu otpada, skoro 11 kg po stanovniku, slede je Norveška i Švajcarska koje su uspele da sakupe 8 kg po stanovniku, zatim Belgija, Danska i Holandija koje trenutno skupljaju od 4 kg do 5 kg E-otpada po stanovniku godišnje.

Prosečni direktni troškovi sakupljanja i tretmana E-otpada se kreću od 0,35 €/kg u Holandiji do 0,64 €/kg u Švajcarskoj. Ove razlike u ceni oslikavaju različite troškove rada, područja proizvoda, standarde reciklaže i geografske karakteristike.

Pored kvantitativnih mera definisane su i različite kvalitativne mere za upravljanje E-otpadom:

- ekološki prihvatljiv tretman (Danska),

- adekvatna obrada u skladu sa propisima (Norveška),
- pre prethodnog tretmana otpada nema odlaganja na deponije (Švedska, Švajcarska),
- minimum standarda za tretman, obnovu metala i insineracije hemikalija koje ne mogu biti obnovljene (Švajcarska),
- razdvajanje aparata na one koji mogu biti ponovo upotrebljeni i one koji ne mogu (Belgija).

Većina zemalja je razvila mešane WEEE menadžment sisteme zasnovane na postojećim komunalnim sistemima upravljanja otpadom, u kojima komunalne vlasti organizuju sakupljanje E-otpada iz domaćinstava kao i upravljanje kontejnerskim parkovima i ostalim mestima sakupljanja, dok ih proizvođači recikliraju i obrađuju.

Uloga maloprodajnih objekata i distributera varira u širokom spektru od zemlje do zemlje. Lanac trgovine je, na primer, glavni lanac (kanal) za povratak E-otpada u Švajcarskoj, gde su maloprodajni objekti identifikovani kao glavne tačke za pristup vraćenoj opremi u zavisnosti od njene mogućnosti za reciklažu i ponovnu upotrebu. U Norveškoj je pri sakupljanju E-otpada zakonom dodeljena veoma važna uloga distributerima i maloprodajnim objektima.

U Belgiji 80% tačaka sakupljanja su mesta prodaje proizvoda, ali ona uspeju da prihvate 25% od ukupne količine sakupljenog E-otpada, dok komunalna mesta za sakupljanje otpada (20%) preuzimaju 75% E-otpada. U Holandiji kanali distribucije (maloprodajni objekti i distributivni centri) sakupe oko 13% od ukupne količine sakupljenog E-otpada. Maloprodajni objekti imaju pristup reciklažnim parkovima i RTS (Regional Transfer Station) za male količine E-otpada.

Izuzev Švajcarske, ovi sistemi su finansirani od:

- poreza lokalnih vlasti na komunalnu infrastrukturu i
- potrošača sve dok se u obzir uzimaju troškovi sortiranja, reciklaže i odlaganja.

Tabela 2. pokazuje podelu odgovornosti između proizvođača i javnih preduzeća u pojedinim zemljama EU.

Tabela 2 – Podela odgovornosti između komunalnih organa i proizvođača
Table 2 – Distribution of responsibility among utility services and producers

Zemlja	Sakupljanje i sortiranje do mesta za sakupljanje		Reciklaža	
	Upravljanje	Finansiranje	Upravljanje	Reciklaža
Danska	Komunalne vlasti	Komunalne vlasti	Komunalne vlasti	Komunalne vlasti
Belgija, Holandija, Švedska	Komunalne vlasti	Komunalne vlasti/proizvođači	Proizvođači	Proizvođači

Zemlja	Sakupljanje i sortiranje do mesta za sakupljanje		Reciklaža	
	Upravljanje	Finansiranje	Upravljanje	Reciklaža
Norveška	Komunalne vlasti/ maloprodajni objekti/ distribucija	Komunalne vlasti/ maloprodajni objekti/ distribucija	Proizvođači	Proizvođači
Švajcarska	Proizvođači – maloprodajni objekti	Proizvođači – maloprodajni objekti	Proizvođači	Proizvođači

U Belgiji, Švedskoj i Holandiji troškovi sakupljanja pokrivaju se različitim ugovorima proizvođača i komunalnih vlasti. Proizvođači pokrivaju deo troškova transporta od komunalnih mesta sakupljanja do RTS ili finansiraju rad komunalnih postrojenja (npr. obezbeđenje specijalnih kontejnera)

Tabelom 3. data su dostignuća izabranih sistema sakupljanja u pet evropskih zemalja u zavisnosti od porekla sakupljenog E-otpada. Sistemi upravljanja u Švedskoj, Švajcarskoj, Danskoj i Norveškoj su zajednički za sve kategorije E-otpada, bez obzira da li on potiče iz domaćinstava ili iz drugih izvora.

Tabela 3 – Dostignuća postojećih sistema
Table 3 – Results of the existing systems

	Belgija	Holandija	Norveška	Švedska	Švajcarska
Stopa sakupljanja (masa po stanovniku)	3,5 kg 2002. god.	4,13 kg 2000. god.	7,9 kg 2001. god.	7 kg 2001. god.	8 kg 2002. god.
Poreklo sakupljenog otpada	domaćinstvo	domaćinstvo	domaćinstvo i ostalo	domaćinstvo i ostalo	domaćinstvo i ostalo

Poređenje različitih sistema upravljanja E-otpadom zavisi od mnogih faktora, a pre svega od:

- starosti sistema,
- vrste E-otpada koji se sakuplja,
- pokrivenosti geografskog područja sistemima i slično.

Kod nas nadležno ministarstvo bliže propisuje listu električnih i elektronskih proizvoda, mere zabrane i ograničenja korišćenja električne i elektronske opreme koja sadrži opasne materije. Pri stavljanju u promet može se zabraniti ili ograničiti korišćenje nove električne i elektronske opreme koja sadrži olovo, živu, kadmijum, šestovalentni hrom, polibromovane bifenile (PBB) i polibromovane difenil etre (PBDE).

Osnovne logističke karakteristike elektronskog i električnog otpada

Elektronski i električni otpad prema Katalogu otpada razvrstan je u grupu sa indeksnim brojem otpada 16 02 00 i 20 01 00.

Elektronski i električni otpad je postao problem velikih razmera zbog dve glavne karakteristike:

- E-otpad je opasan, jer sadrži preko hiljadu različitih supstanci, od kojih su mnoge otrovne i stvaraju ozbiljno zagađenje prilikom odlaganja i
- E-otpad se stvara velikom brzinom u izuzetno velikim količinama.

E-otpad je jedan od najvećih globalnih svetskih problema, posmatrano sa stanovišta ekologije i očuvanja životnog prostora. Specifičnost E-otpada je njegova složenost i brzina kojom elektro proizvodi zastarevaju i bivaju zamenjeni novim. Brz razvoj tehnologije doprineo je da potrošači retko kad odnose neispravne aparate na popravku, već ih jednostavno zamenjuju novim, jer je to jednostavnije i vrlo često jeftinije. Prosečni životni vek računara se smanjio sa šest godina na samo dve.

Većina korisnika mobilnih telefona kupuje nove aparate svake dve godine. Pri tome veliki broj starih aparata završi kao otpad, a čak 90% mase materijala može se iskoristiti i ponovo upotrebiti. Takođe, baterije koje predstavljaju 15% do 30% mase telefona mogu značajno naškoditi životnoj sredini. Posledice su dvostruke: bacanje mobilnog telefona znači i bacanje vrednih metala (paladijuma i zlata), a ovakav otpad zagađuje okolinu, jer se oslobađaju pomenute toksične materije. Brojni istrošeni elektro proizvodi predstavljaju deo komunalnog otpada i ukoliko se sa njima nepravilno postupa postaju opasni zbog svoje toksičnosti.

Međutim, zbog načina funkcionisanja postojećih sistema sakupljanja otpada, skoro 90% E-otpada završava na deponijama ili postrojenjima za insineraciju. Uticaj E-otpada na okolinu nastaje njegovom upotrebom, dizajnom (količinom materijala i korišćenjem energije) kao i načinom njegovog odlaganja na kraju upotrebog veka. U krajnjem slučaju, kada proizvod uđe u tok otpada njegov uticaj na okolinu ne samo da zavisi od osobina proizvoda, već i od načina postupanja sa njime.

E-otpad sadrži više od 1000 različitih supstanci, od kojih su mnoge toksične kao što su: olovo, živa, arsen, kadmijum, selen i slično. Kada se govori o opasnosti koja postoji od odbačenog računara, misli se, pre svega, na toksičnost supstanci koje se nalaze u njemu.

Opasne supstance u E-otpadu su:

- Olovo – uzrokuje oštećenje centralnog i perifernog nervnog sistema, kardio-vaskularnog sistema, bubrega i reproduktivnih organa. Nalazi se u monitorima (od 1,5 kg do 4,0 kg po monitoru) i matičnim pločama.

- Kadmijum – uzrokuje nepovratne posledice na ljudsko telo, jer se taloži na bubrežima. Može se naći u raznim čipovima, a takođe je i stabilizator za plastiku.

– Živa – može uzrokovati oštećenja raznih organa uključujući mozak i bubrege, kao i fetus. Najopasnije je zagađenje vode živom koja se lako taloži u živim organizmima kroz lanac ishrane, najčešće preko ribe. Procenjuje se da se 22% svetske potrošnje žive koristi u električnoj i elektronskoj opremi. Koristi se u termostatima, senzorima, relejima, mobilnim uređajima, baterijama i LCD ekranima.

– Heksovalentni hrom – koristi se u zaštiti od korozije i kao ukras ili učvršćivač kućišta. Lako se apsorbuje u ćelijama i može uzrokovati oštećenja DNK.

– Plastika uključujući PVC – u prosečnom računaru je ima oko 7 kg. Najviše korišćeni oblik plastike je PVC (poli-vinil-hlorid). Prilikom gorenja može stvarati ugljen-dioksid.

– Bromirani inhibitori gorenja (BFR) – koriste se u plastičnim kućištima radi sprečavanja zapaljivosti.

– Barijum – je mekani srebrno-beli metal koji se koristi u CRT monitorima da bi zaštitio korisnike od zračenja. Studije su pokazale da kratka izloženost barijumu uzrokuje oticanje mozga, slabljenje mišića, oštećenje srca, jetre i slezine.

– Berilijum – je vrlo lagani metal, tvrd i nemagnetičan. Zbog ovih svojstava koristi se u matičnim pločama. Nedavno je klasifikovan kao kancerogen, jer uzrokuje rak pluća.

– Toneri - Glavni sastojak crnog tonera je pigment. Udisanje je primarni način izlaganja što može dovesti do iritacije disajnih puteva. Klasifikovan je kao kancerogen.

– Fosfor – se koristi kao premaz na CRT monitorima radi rezolucije slike. Otrovan je, pa nakon dolaska u dodir sa njim trebalo bi potražiti lekarsku pomoć.

Pored svoje štetnosti E-otpad je vredan izvor sekundarnih sirovina. Smatra se da današnji računari sadrže oko jedan gram zlata, dok se u jednoj toni E-otpada može naći i do 200 kg bakra.

U poslednjih dvadeset godina razvijene zemlje su uspostavile različite kontrolne mehanizme za upravljanje otpadnim materijalima, pri čemu je prednost data strategiji sprečavanja stvaranja otpada. Pri tome, prevenciji se daje prednost u odnosu na reciklažu, koja je bolja od spaljivanja, dok je odlaganje na deponije najmanje poželjan način.

Nastajanje elektronskog i električnog otpada u sistemu odbrane

Razvojem i tehničko-tehnološkim osavremenjavanjem kako vojske tako i sistema odbrane u celini znatan deo električne i elektronske opreme i uređaja dolazi u stanje kada biva zamenjen novijim, odnosno biva odbačenim. Većina takve opreme i uređaja prelaze u kategoriju E-otpada.

Specifičnost E-otpada generisanog u sistemu odbrane je njegova složenost i brzina kojom elektro proizvodi zastarevaju i bivaju zamenjeni novim. Brz razvoj tehnologije doprineo je da se neispravni uređaji i oprema ređe daju na popravku, već se zamenjuju novim, jer je to jednostavnije i vrlo često finansijski isplativije. Prosečni životni vek računara se smanjio sa šest godina na samo dve. Slično je stanje i sa drugom informatičkom i telekomunikacionom opremom.

Trenutno, najveći deo E-otpada u zemlji završava na deponijama ili u spalionicama. Postoji inicijativa da se pređe sa spalionica na recikliranje, ali reciklaža često predstavlja nešto sasvim drugo - rastavljanje, drobljenje, paljenje, izvoz i slično. To je u većini slučajeva nekontrolisano i stvara dodatnu opasnost.

Količina E-otpada generisanog u sistemu odbrane naglo raste, a sadržaj opasnih materija u električnoj i elektronskoj opremi predstavlja glavnu brigu tokom upravljanja E-otpadom i njegove reciklaže koja se ne realizuje u dovoljnom obimu.

Problem E-otpada će se još pogoršati, jer se očekuje veliki porast u količini računara i druge slične opreme koji će biti bačeni u narednih pet godina. S obzirom da će CRT monitori biti zamenjeni LCD monitorima doći će i do masovnog odbacivanja CRT monitora.

Pri razmatranju pitanja nastajanja E-otpada u sistemu odbrane treba imati u vidu i analize koje su proveli stručnjaci evropskih država, a koje pokazuju kako je početkom devedesetih godina prošlog veka udeo E-otpada u ukupnom evropskom kućnom otpadu iznosio oko 2%, odnosno 4 miliona tona. Krajem devedesetih godina količina E-otpada se povećala na 6 miliona odnosno na 4% u kućnom otpadu. Procenjuje se da će rast količine E-otpada u Evropi biti po stopi od 5% godišnje, tako da će do kraja ove dekade količina otpada biti udvostručena. Poređenja radi, rast količine E-otpada danas je veći tri puta od porasta komunalnog otpada. Nivo reciklaže u zemljama u razvoju raste, ali ne drži korak sa rastom proizvodnje otpada.

Količina elektronskog i električnog otpada generisanog u sistemu odbrane

U sistemu odbrane kao i u R. Srbiji ne postoje tačni podaci o količinama E-otpada koji se generiše tokom jedne godine. Procenjuje se da godišnje u Srbiji nastaje oko 30.000 tona, dok se oko 40.000 tona zastalog otpada nalazi na smetlištima, raznim skladištima i divljim deponijama. U Srbiji se godišnje uveze i stavi na tržište oko 85.600 tona novih električnih i elektronskih proizvoda. Jedan deo tih proizvoda sasvim sigurno završava u sistemu odbrane. Uvoz polovnih računara i električne i elektronske opreme je zabranjen, osim za sopstvene potrebe.

Utvrđivanje potpuno pouzdane količine E-otpada je vrlo otežano zbog izvesnih poteškoća u utvrđivanju količinskih parametara u vezi sa proizvodnjom i potrošnjom električnih i elektronskih uređaja. Pored toga utvrđivanje količine E-otpada u sistemu odbrane zavisi i od toga koliko otpada nastaje u jedinicama vojske kao, koliko u organizacionim celinama ministarstva (sektori i uprave), koliko stare opreme i uređaja se nalazi po skladištima i sl.

Za utvrđivanje potencijalne količine E-otpada generisanog u sistemu odbrane mogu se koristiti različiti pristupi, odnosno metode, u zavisnosti od dostupnosti potrebnih podataka. Evropska agencija za zaštitu životne sredine predložila je korišćenje sledećih metoda (Ratković, 2010):

- vremenski postupna metoda (Time Step),
- metoda ponude tržišta,
- Carnegie–Mellon metoda i
- Aproksimativna metoda I i II.

Izbor pogodne metode za izračunavanje potencijalne količine E-otpada zavisi od odgovora na sledeća pitanja:

- Da li je tržište zasićeno ili dinamičko i da li se javljaju radikalne promene i rast u prodaji ili ne?
- Koja vrsta ponašanja prevladava kod korisnika nakon prve upotrebe (ponovna upotreba, skladištenje, reciklaža, bacanje)?
- Do kog stepena su podaci o proizvodu koji se analizira dostupni i kakav je kvalitet tih podataka?

Tačnost utvrđenih količina E-otpada zavisi od pouzdanosti i potpunosti baze podataka. Radi dobijanja što pouzdanijih procena potencijalne količine E-otpada uputno je paralelno koristiti više mogućih metoda i uporediti dobijene rezultate.

Imajući u vidu prirodu sistema odbrane, za utvrđivanje potencijalne količine E-otpada koji se generiše u njemu, moguće je koristiti Vremenski postupnu metodu i Aproksimativne metode I i II

Vremenski postupna metoda bazira se na podacima o zalihama, tj. količini elektronske i električne opreme i uređaja, kako u jedinicama Vojske tako i u ustanovama sistema odbrane, kao i na podacima o broju nabavljenih uređaja i opreme. Potencijalna količina E-otpada u posmatranom vremenskom periodu dobija se kao zbir njegove količine u jedinicama Vojske i ustanovama, nabavljenih uređaja i opreme u tom periodu, umanjene za broj neupotrebljivih uređaja i opreme koji su praktično već postali otpad u posmatranom periodu (Jovanović, Mihajlović, 2011).

Tako se potencijalna količina E-otpada utvrđuje izrazom:

$$P_o = Q_{vj} + Q_{us} + Q_n - N_o(t)$$

gde je:

P_o – potencijalna količina otpada u posmatranom periodu (t),

Q_{vj} – količina E-opreme u jedinicama Vojske (t),

Q_{us} – količina E-opreme u ustanovama sistema odbrane(t),

Q_n – količina nabavljene E-opreme u posmatranom periodu (t),

N_o – broj, odnosno količina E-uređaja koji se već smatraju otpadom u posmatranom periodu (t).

Podaci o količini E-opreme po jedinicama Vojske i ustanovama sistema odbrane su praktično dostupni, što se može utvrditi iz materijalnog knjigovodstva.

Podaci o broju nabavljenih E-uređaja, za ovaj proračun, mogu biti izvedeni iz podataka o opremanju jedinica i ustanova ovim uređajima. Tačnije, broj nabavljenih E-uređaja predstavlja sumu nabavke iz domaće proizvodnje (uz uslov da ona postoji) i uvoza.

Ova metoda pogodna je za izračunavanje potencijalne količine neupotrebljivih računara uz uslov da su svi podaci potrebni za proračun dostupni.

Aproksimativna metoda I, drugačije nazvana metoda potrošnje i upotrebe, za proračun potencijalne količine E-otpada zasniva se na podacima o broju-zalihama E-opreme i njihovom prosečnom upotrebnom veku. Potencijalna količina E-otpada u posmatranom periodu može se izračunati izrazom:

$$P_o = (Q_{vj} + Q_{us})/d \text{ (komada)}$$

gde je:

P_o – potencijalna količina E-otpada u posmatranom periodu (komada),

Q_{vj} – količina E-opreme u jedinicama Vojske (komada),

Q_{us} – količina E-opreme u ustanovama sistema odbrane(komada),

d – prosečni radni vek proizvoda (godina).

Ova metoda bazirana je na pretpostavci konstantnog prosečnog upotrebnoeg veka opreme pa je zato pogodna za primenu na široko zasićenim tržištima, gde nema velikih odstupanja od prosečnog radnog veka proizvoda, koji je subjektivnog karaktera.

Aproksimativna metoda II kod proračuna potencijalne količine E-otpada uvažava pretpostavku da sa nabavkom novih uređaja stari uređaji moraju biti odbačeni. Potencijalna količina E-otpada izračunava se izrazom:

$$P_o = P(t) \text{ (komada)}$$

gde je:

P_o – potencijalna količina E-otpada u posmatranom periodu (komada), i

$P(t)$ – broj nabavljenih E-uređaja u posmatranom vremenskom periodu (komada),

Jedna od prednosti ove metode je ograničen spektar ulaznih podataka koji su potrebni, odnosno potrebni su samo podaci o nabavci za određeni vremenski period što ovu metodu čini pogodnom.

Aktivnosti logistike elektronskog i električnog otpada

Da bi se ispunili zahtevi Direktive o električnom i elektronskom otpadu neophodno je uspostavljanje efikasnih organizacionih i logističkih povratnih sistema (Vidović, 2010), (Kilibarda, Zečević, 2008). Sakupljanje i transport moraju biti izvedeni tako da optimiziraju ponovnu upotrebu i reciklažu onih komponenti ili celih uređaja pogodnih za reciklažu, odnosno ponovnu upotrebu. Očuvanje uređaja za ponovnu upotrebu zahteva pravilnu organizaciju i vrstu logističkih operacija sakupljanja, transporta, sortiranja, odlaganja-skladištenja, a sve u cilju očuvanja ponovne upotrebljivosti proizvoda, slika 1.



Slika 1 – Logistika E-otpada (Jovanović, i dr, 2012)
Figure 1 – E-waste logistics (Jovanovic et al, 2012)

Postojeća logistička infrastruktura bi trebalo da bude osnova sistema za sakupljanje, transportovanje, sortiranje i rastavljanje električnog otpada. Pravi izazov za upravne organe leži u obezbeđenju da E-otpad bude sakupljan odvojeno od ostalog otpada, uređaji za ponovnu upotrebu odvojeni od onih koji nisu i da budu poslani u adekvatna postrojenja za dalji tretman, što će za rezultat imati:

- prilagođavanje većeg dela infrastrukture,
- posebne kontejnere za E-otpad na dostupnim mestima za korisnike opreme,

– razvoj ostalih sistema dopreme za manje proizvode itd.

Jedna od teškoća upravljanja E-otpadom je nepostojanje veze između količine opreme na upotrebi i tokova otpada zato:

- što je vek upotrebe E-uređaja obično kraći nego što je procenjeno i
- što postoje poteškoće u skladištenju (čuvanju starih E-uređaja), ponovnoj upotrebi ili otuđivanju.

Transport, rukovanje, ali i skladištenje i sortiranje su presudne logističke aktivnosti za očuvanje potencijala za ponovno korišćenje i za izbegavanje oštećenja ili lomova komponenti koje sadrže opasne materije. Dobra praksa podrazumeva procedure koje obezbeđuju da se sve obavlja na bezbedan i efikasan način. Da bi se smanjio rizik po okolinu i ljude, sistem bi trebalo da obezbedi minimalna kretanja opreme i uređaja i da minimizira ručno rukovanje njima. Takođe bi trebalo težiti otklanjanju opasnih supstanci i odvajanju uređaja za ponovnu upotrebu što je ranije moguće u toku procesa. Način sakupljanja će varirati u zavisnosti od rastojanja, lokacije korisnika i veličine sakupljenih uređaja (Parasuraman, et al, 1985).

Sakupljanje elektronskog i električnog otpada

Sakupljanje E-otpada predstavlja značajnu aktivnost kojom se obezbeđuje njegovo koncentrisanje na određenom mestu radi preduzimanja drugih aktivnosti iz domena daljeg postupanja sa takvim otpadom. Vrlo značajnu ulogu u sistemu sakupljanja E-otpada imaju krajnji korisnici E-uređaja i opreme. Od posebne važnosti je uspostavljanje funkcionalnih sistema sakupljanja E-otpada (Službeni glasnik RS, 2009, 2010ab).

Korisnici moraju odgovarajućim merama biti motivisani za sakupljanje E-otpada. Komande i uprave treba da definišu broj, kapacitet, lokaciju i organizaciju unutar mesta sakupljanja. Korisnike elektronskih i električnih uređaja i opreme treba konstantno informisati o:

- zahtevima za posebno sakupljanje i sortiranje E-otpada (ne odlagati takav otpad zajedno sa ostalim komunalnim otpadom),
- dostupnim sistemima sakupljanja i povratka iskorišćenih elektronskih uređaja,

- njihovoj ulozi u doprinosu ponovne upotrebe, reciklaže i ostalih oblika obnove E-otpada,
- potencijalnim štetnim efektima E-otpada na životnu sredinu,
- značenju simbola koji su proizvođači obavezni da štampaju na pakovanjima, uputstvima za korišćenje ili garantnim listovima (Službeni glasnik RS, 2009, 2010ab).

Simbol koji označava sakupljanje E-otpada odvojeno od ostalog otpada sastoji se od precrtane kante za smeće, slika 2. On mora biti jasan, čitljiv i neizbrisiv. Znak je propisan odgovarajućom Evropskom direktivom i upozorava korisnika da se proizvod, kada postane otpad, ne sme odlagati u kante ili druge sudove zajedno sa komunalnim otpadom. To ujedno znači i da su proizvođači električnih i elektronskih proizvoda na području EU, kao i svi koji žele izvoziti na područje EU, obavezni da obeleže svoje proizvode tim znakom. Znak mora biti otisnut na pakovanju (ambalaži), u uputstvima za upotrebu i na garantnom listu.



Slika 2 – Obeležavanje sakupljanja elektronskog otpada
Figure 2 – E-waste collection labelling

Efikasan sistem organizovanog sakupljanja E-otpada zavisi od:

- dostupnih i efikasnih lokacija(objekata) za sakupljanje i
- adekvatnih i doslednih informacija za korisnike.

Lica koja preuzimaju otpad od električnih ili elektronskih proizvoda posle njihove upotrebe, izuzev delova tih proizvoda, izdaju i čuvaju potvrde o preuzimanju, kao i potvrde o njihovom upućivanju na tretman i odlaganje. Sva lica, odnosno subjekti koji vrši sakupljanje, tretman ili odlaganje otpada od električnih i elektronskih proizvoda moraju da:

- poseduju dozvolu,
- vode evidenciju o količini i vrsti preuzetih električnih ili elektronskih proizvoda i
- podatke o sakupljenom, tretiranom ili odloženom E-otpadu dostavljaju Agenciji.

Fluorescentne cevi, zbog svog obima upotrebe i prisustva žive u njima, predstavljaju problem nakon odbacivanja. One se odvojeno sakupljaju, a njihovo odlaganje je zabranjeno bez prethodnog tretmana. Vlasnik otpadnih fluorescentnih cevi koje sadrže živu dužan je da ih radi tretmana preda licu koje za to ima dozvolu.

Identifikacija i sortiranje elektronskog i električnog otpada

Posle inicijalnog testa selekcije u cilju identifikacije ponovne upotrebljivosti proizvoda, uređaji se sortiraju po tipu i uslovima i obeležavaju zajedno sa njihovom destinacijom:

- ponovna upotreba celog uređaja,
- ponovna upotreba komponenti,
- reciklaža i
- obnavljanje/odlaganje.

Na komunalnim mestima za sakupljanje E-otpada poput reciklažnih parkova, veliki i mali aparati mogu biti razdvojeni trenutno. Razdvajanje na uređaje za ponovnu upotrebu i na one koji to nisu, takođe može biti urađeno na mestu za sakupljanje (Službeni glasnik RS, 2009, 2010ab).

Regionalne stanice za prebacivanje RTS (Regional Transfer Station) optimiziraju meru sakupljanja i transporta do objekata za obradu. Ukoliko prethodno nije urađena nijedna selekcija za ponovnu upotrebu, regionalne stanice su zadužene da to obave. Moguće je tretirati neke grupe proizvoda tokom njihovog boravka u regionalnim stanicama, na primer TV aparati mogu biti rastavljeni delimično radi transporta različitih delova u objekte za preradu na različitim lokacijama.

Transportovanje elektronskog i električnog otpada

Posebno sakupljen E-otpad bi trebalo da bude transportovan u odabrane objekte za preradu, osim ako se uređaji ponovo ne upotrebljavaju kao celina (Službeni glasnik RS, 2009, 2010ab).

Prema WEEE Direktivi krajnji vlasnik trebalo bi da se oslobodi svojih starih E-uređaja besplatno (bez ikakve nadoknade), ali posebno sakupljanje E-otpada će neophodno zahtevati neke investicije: kontejneri, boks palete, specifične vage, registracione i informativne kampanje.

Troškovi transporta i sakupljanja zavise od:

- vrste usluge, tj. da li se radi o sakupljanju ili isporuci,

- vrste sakupljenih proizvoda (neophodni kontejneri, specijalno rukovanje uređajima koji sadrže CFC itd.),
- transportnih rastojanja i opsluživanog područja i
- postojeće infrastrukture.

Transportni troškovi će se vremenom smanjivati kada se:

- obave potrebna ulaganja u osnovnu infrastrukturu,
- optimizira logistika i
- razvije svest korisnika tako da se omogući stalno povećavanje stope sakupljanja.

Da bi se obezbedilo da rukovanje i utovar ne utiču na sposobnost ponovne upotrebe, treba:

- osposobiti osoblje da poštuje sve aspekte rukovanja (na primer, frižideri i zamrzivači bi trebalo da budu transportovani uspravno);
- pravilno organizovati transport;
- koristiti odgovarajuća vozila sa liftovima za uređaje velike mase;
- koristiti opremu za pričvršćivanje uređaja prilikom transporta kako bi se izbegla oštećenja i ispuštanje opasnih supstanci itd.

Sakupljanje i transport moraju biti izvedeni tako da optimiziraju ponovnu upotrebu i reciklažu onih komponenti ili celih uređaja pogodnih za reciklažu, odnosno ponovnu upotrebu. Ispitivanje potencijala za ponovnu upotrebu bi trebalo da bude što zastupljenije kako bi se proizvodi za ponovnu upotrebu poslali adekvatnim kanalima ponovne upotrebe bez ikakvih oštećenja. Modalitete logističkih i organizacionih povratnih načina treba prilagoditi konkretnim lokacijskim uslovima onih jedinica i ustanova koje stvaraju različite tokova E-otpada.

Skladištenje elektronskog i električnog otpada

Skladištenje E-otpada je logistička aktivnost njegovog smeštaja i čuvanja do naredne tehnološke operacije. Skladištenje E-otpada na komunalnim mestima za sakupljanje zahteva:

- dovoljan skladišni kapacitet (prostor i oprema) i
- adekvatne skladišne objekte (natkrivene i otvorene).

Skladišni objekti treba da budu opremljeni odgovarajućom opremom koja će da obezbedi:

- očuvanje potencijala ponovne upotrebe,
- lakšu demontažu uređaja,
- sprečavanje krađe uređaja i delova koji imaju komercijalnu vrednost,
- sprečavanje isticanja opasnih supstanci i zagađenja okoline i
- ograničeno vreme skladištenja.

Odlaganje-deponovanje elektronskog i električnog otpada

Odlaganje E-otpada predstavlja najmanje poželjno rešenje i predstavlja posebnu opasnost, pošto nijedno tlo nije potpuno nepropusno. Može doći do curenja, isticanja opasnih materija: živa iz štampanih ploča, polihlorovani bifenili (PCB) iz kondenzatora i kadmijum iz specifičnih plastika mogu iscureti u zemljište i podzemne vode. Značajne količine olova mogu biti rastvorene iz stakla CRT-a (katodne cevi) pomoću podzemnih voda koje sadrže razne kiseline, a nalaze se na deponijama. Poseban problem predstavlja isparavanje žive iz E-otpada. Dodatno, nekontrolisani požari mogu povećati emisiju veoma toksičnih dioksina i furana usled prisustva širokog spektra opasnih materija na deponijama.

Odlaganje otpada od električnih i elektronskih proizvoda bez prethodnog tretmana je zabranjeno. Odlaganje E-otpada obavlja se odvojeno od drugih vrsta otpada.

Otpadne tečnosti od E-otpada moraju biti odvojene i tretirane na odgovarajući način. Ukoliko komponente E-otpada sadrže polihlorovane bifenile obavezno se odvajaju i obezbeđuje se njihovo adekvatno odlaganje.

Zaključak

Da bi se logistika E-otpada generisanog u sistemu odbrane što uspešnije odvijala, potrebno je neprekidno raditi na projektovanju, planiranju i preduzimanju određenih organizacionih mera. Projektovane mere treba preduzimati tokom realizacije celokupnog procesa logistike E-otpada, od aktivnosti sakupljanja na mestu nastanka pa sve do aktivnosti konačnog odlaganja, bilo u postrojenjima za preradu ili na deponijama.

Za E-otpad generisan u sistemu odbrane kao i za sve otpadne materijale mogu se istaći zajedničke mere za poboljšanje logističke usluge i to: racionalizacija sakupljanja i privremenog skladištenja otpadnih materijala; motivacija pripadnika sistema na povećanje efikasnosti u postupanju sa otpadnim materijalom i štednji resursa; optimizacija broja, strukture i rasporeda sredstava, za prikupljanje i smeštaj otpadnih materijala; racionalizacija tokova transporta otpadnih materijala u pogledu iskorišćenja transportnih sredstava; optimizacija tokova transporta otpadnih materijala, sa stanovišta izbora najkraćih puteva-ruta kretanja,

Pojedine performanse kvaliteta logističke usluge E-otpada mogu se poboljšati. Pri tome treba imati u vidu: potrebu razvoja primerenih sistema za selektivno prikupljanje E-otpada; potrebu podele odgovornosti unutar logističkih operacija i finansiranja upravljanja E-otpadom; mogućnosti uspostavljanja različitih kontrolnih mehanizama za upravljanje ot-

padnim materijama, uz nastojanje razvoja metoda za sprečavanje stvaranja E-otpada; razvoj mera za sprečavanje upućivanja E-otpada na deponije ili postrojena za insineraciju; otežano utvrđivanje potpuno pouzdane količine E-otpada zbog izvesnih neodređenosti u vezi proizvodnje i potrošnje električnih i elektronskih uređaja; potrebu uspostavljanja efikasnih organizacionih i logističkih povratnih sistema; mogućnosti i potrebu sistema da definiše broj, kapacitet, lokaciju i organizaciju unutar mesta sakupljanja; osposobljavanje lica za pravilno rukovanje, utovar, pretovar i istovar E-otpada, kako bi se očuvala sposobnost ponovne upotrebe.

Literatura

American Society for Testing and Materials, 1981, *Thesaurus on Resource Recovery Terminology*, Philadelphia.

Jovanović, D., Mihajlović, M., 2011, Kvalitet logističke usluge otpadnih materijala, *Zbornik radova I naučno-stručnog skupa POLITEHNIKA – 2011*, str. 339–343, decembar 02, Beograd.

Jovanović, D., Petrović, Lj., Vujanović, D., 2012, *Logistika otpadnih materijala*, Visoka škola strukovnih studija – Beogradska politehnika, Beograd.

Kilibarda, J. M., Zečević, M. S., 2008, *Upravljanje kvalitetom u logistici*, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu.

Parasuraman, A., Zeithamal, V. A., Berry, L., 1985, *A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research*, *Journal of Marketing*, fall.

Ratković, B., 2010, *Logistika otpadnih materijala i povratnih sredstava – vežbe*, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu.

Službeni glasnik RS, 2009, Zakon o upravljanju otpadom, br. 36.

Službeni glasnik RS, 2010a, Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada, br. 56.

Službeni glasnik RS, 2010b, Pravilnik o načinu skladištenja, pakovanja i obeležavanja opasnog otpada, br. 92.

Vidović, M., 2010, *Povratna logistika, predavanja*, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu.

THE POSSIBILITIES TO DEVELOP THE LOGISTICS OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC WASTE IN THE MILITARY DEFENCE SYSTEM OF THE REPUBLIC OF SERBIA

FIELD: Logistics

ARTICLE TYPE: Review Paper

Summary

The military defence system of the Republic of Serbia (the Ministry of Defence and the Serbian Army) represents a complex organisational and technical-technological system. The nature of its

operations imposes it to be equipped with a considerable amount of electrical and electronic equipment and devices. Such equipment and devices during operation, over time, lose their primary function, become useless and turn into electrical and electronic equipment waste; therefore, they must be handled properly.

This article discusses the problems and possible directions of the logistics of development and implementation of electrical and electronic waste generated in the defence as the logistics of waste and reverse waste logistics, which is, in a narrower sense, a part of waste materials management. For the purpose of this paper, the logistics of electrical and electronic waste in the defence is regarded as the process of planning, implementation, control and realisation of flows, processes and activities of electrical and electronic waste materials from their place of origin to their place of disposal, through collecting and transportation to the final destination (places of treatment, reuse, disposal and destruction) in order to meet the requirements of all stakeholders at minimal cost.

The legislation and European initiatives in the area of electrical and electronic waste

In 2003, the European Union, stimulated by the rapid emergence and amount of e-waste, as well as its hazardous influence on the environment, adopted two directives: Directive 2002/96/EC of the European Parliament and the European Council on 27.01.2003 on the management of electrical and electronic waste (WEEE – Waste from Electrical and Electronic Equipment) and Directive 2002/95/EC of the European Parliament and the Council of Europe 27.01.2003 on the restrictions on the use of hazardous substances in electronic and electrical equipment (RoHS - Restriction of the use of hazardous substances). The adopted Directives should improve the management of e-waste and make its treatment safer.

Experience of developed countries in dealing with electrical and electronic waste

Most of the management of e-waste in the developed countries of Europe and the world is organized around the existing municipal waste collection points. A common thing is the existence of three primary channels for collecting e-waste: municipal collection points, retail stores and direct return to the manufacturer. There is a great diversity in the amount of collected and treated electrical and electronic waste, although different categories of devices and the size of the population were considered. In addition to quantitative measures, various qualitative measures for the management of e-waste are defined:

- Environmentally acceptable treatment (Denmark),*
- Adequate treatment in accordance with the regulations (Norway),*
- Pre-treatment of waste prior to disposal in landfills (Sweden, Switzerland),*

- *Minimum standards for the treatment, recovery of metals and incineration of chemicals that cannot be restored (Switzerland),*
- *Division of devices into reusable and non-reusable ones (Belgium).*

Production of electronic and electrical waste in the defence system

During the development and technological modernization of the military and defence system as a whole, a substantial part of electrical and electronic equipment and devices is coming into the state when it is either replaced by newer equipment or rejected. Most of such equipment and devices become e-waste.

The specificity of e-waste generated in the defence system is its complexity and speed with which electrical products become obsolete and replaced by new ones. Due to rapid technology development, faulty equipment and devices are rarely repaired, but rather replaced with new ones, because it is simpler and often more cost-effective. The average life span of computers has been reduced from six to just two years. The situation is similar with other IT and telecommunications equipment.

The amount of e-waste generated in the defence system is growing rapidly, and the content of hazardous substances in electrical and electronic equipment is a major concern of the e-waste management and its recycling that it is not implemented to a sufficient extent.

The amount of electrical and electronic waste generated in the defence system

In the Republic of Serbia as well as in its defence system there are no exact figures on the amount of e-waste generated in a year. Establishing fully reliable amounts of e-waste is very difficult because there are some difficulties in the quantitative determination of the parameters related to the production and consumption of electrical and electronic devices. Besides that, determining the amount of e-waste in the defence system depends on how much waste is generated in the Army units and in the organizational units of the Ministry (administration and sectors), quantities of old equipment and devices in warehouses, etc. To determine the potential volume of e-waste generated in the defence system, different approaches and methods can be used, depending on the availability of the required data. The European Agency for the Environment has proposed the use of the following methods:

- *Time-progressive method (Time Step),*
- *Market methods,*
- *Carnegie-Mellon methods,*
- *Approximate methods I and II.*

The accuracy of the established amount of e-waste depends on the reliability and completeness of the database. To obtain a more

reliable estimate of the potential amount of e-waste, it is advisable to simultaneously use a number of possible methods and compare the results. Given the nature of the defence system, to determine the potential volume of e-waste generated in it, it is possible to use the method of gradual time and approximate methods I and II.

Activities of electrical and electronic waste logistics

To fulfill the requirements of the Directive on e-Waste, it is necessary to establish effective organizational and logistic feedback systems. Collection and transportation must be organized to optimize the reuse and recycling of the components or whole appliances suitable for recycling or reuse. The preservation of devices for reuse requires proper organization and logistic operations of collecting, transporting, sorting, and waste-storage, all in order to preserve the re-usability of the product.

Conclusion

For successful logistics of e-waste generated in the defence system, it is necessary to continuously work on designing, planning and undertaking certain organizational measures. Designed measures should be taken during the execution of the whole process of e-waste logistics, from collection activities at the source to final disposal activities, either in processing plants or landfills.

Some quality performances of e-waste logistics services can be improved. The followingt should be considered: need for development of appropriate systems for the selective collection of e-waste; need for sharing responsibilities within the logistic operations and financial management of e-waste; possibility of establishing different control mechanisms in the management of waste materials, with efforts to the development of methods for e-waste prevention; development of measures for the prevention of sending e-waste to landfills or incineration lines; difficulties in establishing fully reliable amounts of e-waste due to some uncertainty regarding the production and consumption of electrical and electronic devices; need to establish effective organizational and logistic feedback systems; opportunity and need for the system to define number, capacity, location and organization within a collection point; and training of personnel for proper handling, loading, unloading and reloading of e-waste in order to preserve the ability to re-use it.

Keywords: *defence system, electrical and electronic waste, logistics.*

Datum prijema članka/Paper received on: 25. 12. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
09. 01. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:
11. 01. 2013.

SCIENTIFIC DIASPORA AS A DRIVING FORCE FOR DEVELOPMENT IN SERBIA

Srećko R. Stopić ^a, Robert Đ. Kozma ^b, Tanja J. Pavlov ^b

^a IME Process Metallurgy and Metal Recycling,
RWTH Aachen University, Germany

^b Group 484, Belgrade, Serbia

DOI: 10.5937/vojtehg61-3904

FIELD: Materials

ARTICLE TYPE: Review Paper

Abstract:

In the light of contemporary forms of migration and in the context of globalisation and rapid development of technology and transportation, diaspora is increasingly viewed through the transnational prism. Instead of forcedly scattered countrymen, who dream of returning to their homeland and have difficulties with the integration in the reception country, diaspora is seen as a link that connects worlds, the country of origin and the receiving country, thus enabling migration to be used for development of the community and society on the whole. Instead of return, the emphasis is on the circular exchange and transnational mobility. In this way countries of Southeast Europe are trying to transform the "brain drain", which was particularly prominent in the 1990s, into "brain circulation" and "brain gain". In Serbia, 1990s migration was triggered by saving lives, primarily from the painful and bloody civil wars waged in the former Yugoslavia, international isolation and NATO bombing, as well as the difficult economic situation. In that period, the particularly massive departure was that of young and educated people with the generally accepted slogan "to graduate, and then to emigrate". However, migration of educated people and professionals, often motivated by career development and professional advancement abroad, has continued after 2000. Many young people are enabled to go abroad with the help of foreign scholarship foundations aiming at assisting development in Serbia, such as the Alexander von Humboldt Foundation AvH, German Academic Research Service DAAD, Mummert Foundation, etc. Therefore, the main objective of this paper is to determine the possibility for connection between professionals from diaspora and young students and engineers in Serbia, in order to facilitate the transfer of knowledge and their mobility and thus prevent the irreversible loss for the country. In addition to theoretical considerations of the possibility to improve cooperation with the diaspora, the paper analyses an example of successful cooperation between professionals in the metallurgical industry from

Germany and professionals from Serbia, initiated by a representative of the professional diaspora. Finally, recommendations are made as to how to apply the lessons learned from the literature and practice for the development of sustainable cooperation among the professional diaspora and youth and professionals in Serbia.

Key words: *scientific potential; brain drain; metallurgy; diaspora.*

Introduction

The debate about the brain drain and gain has been running long in the scientific and professional circles, driven by the needs and policies of developed countries. In the 1950s and 1960s, the years of rapid economic expansion and low population growth in Europe, there was a need for immigrant labour and programmes for their recruitment were developed. During that period, the functionalists inspired by neo-classical economics of migration were spreading optimism, speaking about the role of migration in development and modernisation of society, about the "balanced growth" and the brain gain (De Haas 2008: 23). In the 1970s and 1980s, the years characterised by the oil crisis, economic recession and rising unemployment, European governments lifted the labour recruitment programmes and introduced new, more restrictive immigration policies. During that period, the structuralists, relying on the Marxist political economy and world-systems theory, offered a pessimistic picture (De Haas 2008: 28). They pointed to the increasing underdevelopment and dependency of the countries that "send" migrants and the "asymmetrical development" and the brain drain, as a consequence of migration. In the 1990s, the consolidation of Western Europe as a free internal market, more developed and cheaper means of communication and transport and the need for highly qualified labour force were accompanied by the creation of win-win concepts – transnationalism (Glick Schiller, Basch and Blanc-Szanton 1992, Morawska 2003, Portes 1997, 2001, Vertovec 2009) and "brain circulation" (Kuznetsov 2006, Saxenian 2005, Xiaonan 1996).

The first definition of transnationalism included: "the process by which transmigrants, through their daily activities, forge and sustain multi-stranded social, economic, and political relations that link together their societies of origin and settlement, and through which they create transnational social fields that cross national borders". (Basch et al. 1994: 6)

This definition and the concept as a whole have gone through a number of debates and criticism. The narrowness of the definition has been pointed to, as well as the vagueness and inadequacy of the term, the exaggeration in the scope of phenomena, the lack of novelties in this concept, etc. (Bozic 2004, Kuti and Bozic 2011, Portes 2001, 2003,

Waldinger, Fitzgerald 2004). Yet the transnational perspective is important because it has changed the perception of migration as a static phenomenon in the form of a one-way movement induced by pull and push factors, eliminated the current dichotomies and allowed observation of more complex and fluid forms of contemporary migration (Portes 2001, Morokvašić, 2011). It has also contributed to solving the brain drain-gain dilemma and the introduction of brain circulation: the mobility of HSP ('highly skilled personnel') who have marketable expertise and international experience and who tend to migrate for the short term or make temporary business visits in a country (or countries) where their skills are needed. (Xiaonan 1996: 275)

The mobility of highly qualified people and their transnational activities have become apparent in Serbia, but the question is to what extent brain circulation is achieved in terms of application of knowledge, skills and contacts acquired abroad throughout the transnational space for its economic and democratic development.

Brain Drain in Serbia: Scope of the Phenomenon and Policies

In Serbia, the migration of highly qualified people can be divided into migration before and after 2000, the year of political changes in the country (Pavlov and Rakic 2011, Pavlov 2011). In the period 1990-2000, migration was triggered by saving lives, primarily from the painful and bloody civil wars that were waged in the former Yugoslavia, international isolation and NATO bombing, as well as the difficult economic situation, e.g. in 1993, the inflation rate was 400,000,000,000,000 per cent (Belgrade Centre for Human Rights, 2000). In that period, the particularly massive departure was that of young and educated people with the generally accepted slogan "**to graduate, and then to emigrate**". It is estimated that during the 1990s 5 per cent of the total population left Serbia, which is higher than in earlier decades - 1971-2.5 per cent, 1981 - 3.6 per cent, 1991 - 3.9 per cent, and they left it for a long period, many of them permanently (Bolčić 2002: 160). After 2000, there was also migration motivated by career development and professional advancement abroad. The *Strategy of Scientific and Technological Development of Serbia 2010-2015* (2010: 15) states that 19,000 highly skilled people have left Serbia since 1990. On the other hand, Docquier and Rapoport (2011: 7) have presented data for 2000 that Serbia and Montenegro of that time, with 161,885 highly skilled immigrants was among the top 30 countries of the world, which is in line with the OECD data (2008: 87) of 11.5 per cent, or 120,060 tertiary educated out of the total of 1,044,000 foreign-born population from Serbia and Montenegro living in

OECD countries. Filipovic (2012) has developed database with 7000 Serbian scientists in diaspora. They are people in their prime working age – between 30 and 36 (Grečić, Lopušina 1994: 121), primarily from the technical-technological (information technology) and natural sciences. America, Canada and Western European countries are their most common destination countries (Beogradski centar za ljudska prava, 2001).

In spite of the severity of the brain drain phenomenon, Serbia, which in the 19th century had a strategy for creating educational elite by sending young people to education abroad in line with the needs of government services (Trgovčević 2003), now lacks a developed systemic approach to encouraging brain circulation and brain gain. Measures to improve working conditions for scientists and researchers in the country, developing cooperation with professional diaspora, encouraging mobility and return of professionals are scattered in various strategies, the realisation of which is the responsibility of different actors. They are included in seven strategies: *Strategy for Migration Management* (2009), *Strategy of Scientific and Technological Development of Serbia for the period 2010-2015*, *Strategy to Preserve and Strengthen the Relationship between the Homeland and Diaspora, as well as Homeland and the Serbs in the Region*, *National Youth Strategy*, *National Strategy for Economic Development of Serbia 2006-2012*, *National Sustainable Development Strategy 2007-2017* and *the Regional Development Strategy of Serbia 2007-2012*. Nevertheless, these strategies are generally (except for the youth strategy and the strategy for the diaspora) not applied in the part relating to highly educated migrants, due to the lack of knowledge about this type of migration and the lack of financial resources.

However, there are some good examples of brain gain activities and projects – mobility programmes, scholarships, cooperation with the diaspora and support to the return of the diaspora (Pavlov, Rakic 2011). Therefore, we will present an example of good practice – German mobility and scholarship programmes.

Example of Good Practice: German-Serbian cooperation

Good examples of activities that facilitate brain gain and brain circulation are the activities of Alexander von Humboldt Foundation (AvH) and German Academic Exchange Service (DAAD). Alexander von Humboldt Foundation is “an intermediary organization for German foreign cultural and educational policy that promotes international cultural dialogue and academic exchange”.¹ The Foundation offers research fellowships and

¹ <http://www.humboldt-foundation.de/web/about-us.html>, accessed 26/04/2013.

research awards to young postdoctoral researchers but also to experienced academics, or even world authorities in some discipline. The German Academic Exchange Service (DAAD) is „the largest funding organisation in the world supporting the international exchange of students and scholars.“² DAAD gives opportunities for research grants and exchange programmes. Through these programmes, cooperation among German and Serbian academics and researchers has been developed (Srecko Stopic 2008, 2009). AvH Foundation, besides research grants, has supported many expert meetings of Serbian and German researchers and academics (Figure 1). For example, the Foundation will support the meeting “Resources of Danubian region: the possibility of cooperation and utilization” that will be organised in June, 2013 in Belgrade.

The Project Based Personnel Exchange Programme is a bilateral research promotion programme that is a result of the agreement concluded between the German Academic Exchange Service DAAD and the Serbian Ministry for Science and Technological Development. The aim of the programme is to strengthen the collaboration between Serbian and German research groups who are working jointly on a particular scientific project.



Figure 1 – AvH fellows from Serbia at the Kolleg 2010 in Belgrade (Zoran Radakovic, Goran Vladislavljevic, Srecko Stopic, Ana Kostov, Mirko Komatina)
Slika 1 – Stipendisti Humboltove Fondacije iz Srbije tokom skupa Kolleg 2010. godine u Beogradu (Zoran Radaković, Goran Vladislavljević, Srećko Stopić, Ana Kostov, Mirko Komatina)

² <https://www.daad.de/portrait/wer-wir-sind/kurzportrait/08940.en.html>, accessed 26/04/2013.

Through this DAAD-Programme of bilateral cooperation, IME Process Metallurgy and Metal Recycling of the RWTH Aachen University, Department of Mathematics and Informatics of the University of Kragujevac and Technical and Business College, Uzice, have successfully submitted the project proposal „Artificial Neural Network modelling of silver nanoparticle formation after thermal decomposition of an aerosol” (Figure 2).

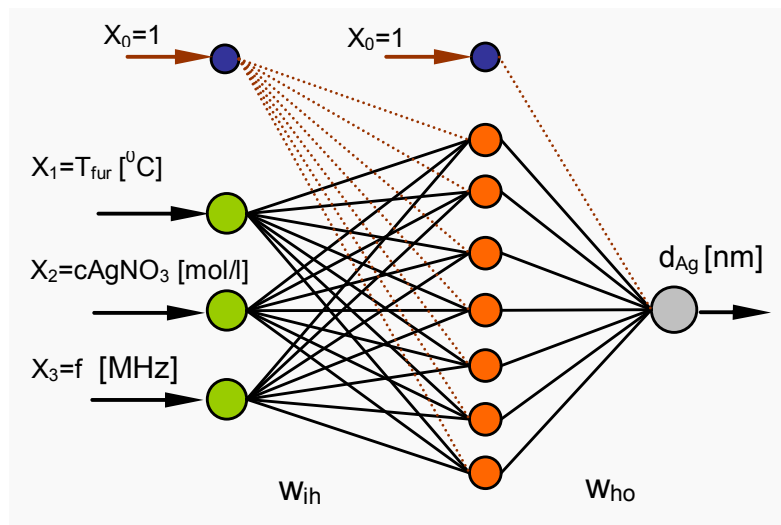


Figure 2 – Neural network modelling of USP-processes (German-Serbian Cooperation)
Slika 2 – Modeliranje USP procesa pomoću neuronske mreže (nemačko-srpska saradnja)

The planned cooperation is based on experimental work of the RWTH University (synthesis of nanosized silver by the ultrasonic spray pyrolysis method) and modelling using the regression analysis and neural network by the Institute of Mathematics and Informatics of the University of Kragujevac in Serbia and Technical and Business College, Uzice, Serbia (Optimisation of nanosized silver particles synthesis via an experimental design and an artificial neural network).

A decade of experience in nanoparticle synthesis by USP was the basis to develop a system for industrial scale production in Aachen. The main parts of the demonstration scale Ultrasonic Spray Pyrolysis equipment at the IME, RWTH Aachen University, Germany contain: A) Aerosol ultrasonic generator, B) High-temperature furnace with five wall heated reactors, C) Electrostatic filter, and D) Vacuum system. In cooperation with colleagues from Serbia, five aerosol ultrasonic generators called “Priznano” were built on new equipment. Their design is the result of the joint work between IME researchers, engineers from Eline GmbH, Germany and engineers from PRIZMA Company, Kragujevac, Serbia (Figure 3).

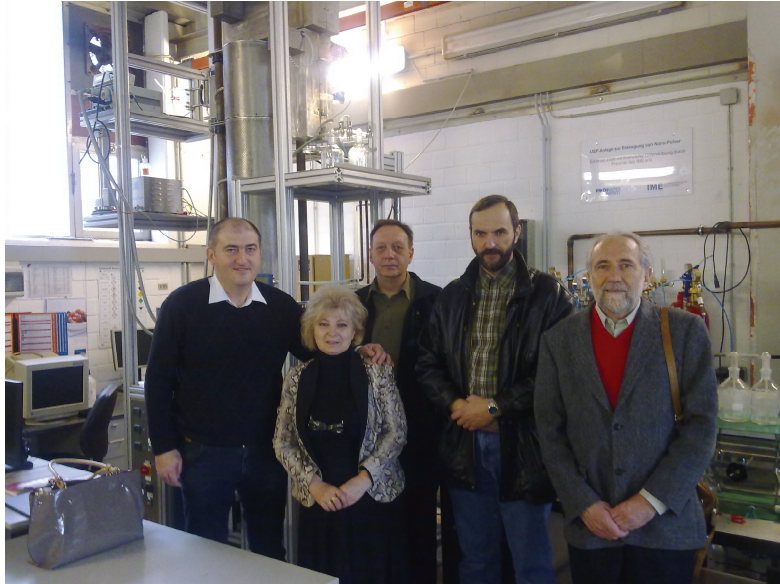


Figure 3 – Srecko Stopic (RWTH Aachen University); Olivera Milosevic (Institute of Technical Sciences of SASA, Belgrade); Sava Maksimovic, Miroslav Ravlic, Nebojsa Pejcinovic (Prizma, Kragujevac) in the laboratory of the IME Process Metallurgy and Metal Recycling of the RWTH Aachen University, Germany (March 21, 2013)

Slika 3 – Srećko Stopić (Univerzitet RWTH Ahen); Olivera Milošević (Institut tehničkih nauka SANU, Beograd); Sava Maksimović, Miroslav Ravlić, Nebojša Pejčinović (Prizma, Kragujevac) u laboratoriji Instituta za procesnu metalurgiju i recikliranje metala Univerziteta RWTH u Ahenu u Nemačkoj (21. mart 2013)

The main advantages of this system compared to other systems for aerosol production are the small droplet size, established industrial design, continual processability, high corrosion resistivity and the ability to operate with hydrogen (Matula, et al. 2013). From the beginning of this cooperation, Prof. Olivera Milosevic, Institute of Technical Sciences of SASA, Belgrade has supported the realization of this USP-project.

Generally, the key characteristics of the programmes of mobility and exchange between Serbia and Germany are:

- The existence of formal "channels" for achieving scientific mobility – a tradition of international scientific mobility programmes, public announcements for mobility programmes, clear conditions and ways of funding;
- Target groups are scientist who have already achieved something in the academic community and have the possibility to exercise a positive influence in their environment;
- Programmes provide transfer of concrete technologies and research methodologies.

It is obvious that these programmes may encourage the development of countries of origin by bringing innovation, creating new jobs, improving business operations; creating economic, cultural, social and symbolic capital through global networks; using the advantage of social capital and linguistic understanding; positively linking entrepreneurship and economic development.

Conclusion

In conclusion, in the short run, emigration of professionals is a loss for the country of origin, and it is *brain drain*. However, due to the development of telecommunication technologies and transportation, many channels of cooperation have been opened and in the long run there is a chance for *brain gain*. It should be emphasised that the gap between developing and developed countries related to demographic and economic structure, social conditions and political stability would continue to be favourable for the process of brain drain. Therefore, inclusion of highly qualified migrants into the economic and democratic changes of the home country is necessary. In that way, the achievement of brain circulation will definitely speed up the structural changes (Horvat 2004), and will consequently lead to even greater degree of brain circulation and the formation of the transnational space. In order to achieve these, there is a need for long-term planning, supportive strategic and legal framework, as well as appropriate funds for the implementation of brain gain policies and activities.

References

- Basch, L.G., Schiller, G.N., & Blanc-Szanton, C. 1994. *Nations unbound: Transnational projects, post-colonial predicaments, and deterritorialized nation states*. Langhorne, PA: Gordon and Breach.
- Beogradski centar za ljudska prava. 2001. *Ljudska prava u Jugoslaviji 2000, Pravo i praksa u Saveznoj Republici Jugoslaviji i međunarodni standardi ljudskih prava*. Beograd.
- Božić, S. 2004. 'Nacionalizam – nacija, 'transnacionalizam' – 'transnacija': mogućnosti terminološkog usklađivanja'. *Revija za sociologiju*, 35(3-4), pp. 187-203.
- Bolčić, S. 2002. Iseljavanje radne snage i "odliv mozgova" iz Srbije tokom 90-tih. In S. Bolčić & A. Milić Eds., *Srbija krajem milenijuma: Razaranje društva, promene i svakodnevni život*. Beograd: Institut za sociološka istraživanja Filozofskog fakulteta., pp. 159-168.
- Cao, X. 1996. Debating 'Brain Drain' in the Context of Globalisation. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 26(3), pp. 269-285. doi:10.1080/0305792960260303
- de Haas, H. 2008. Migration and Development, A Theoretical Perspective. In *Working paper*. Oxford: International Migration Institute.
- Docquier, F., & Rapoport, H. 2011. Globalization, Brain Drain and Development. In *Discussion Paper*. Bonn: Institute for the Study of Labor.

- Filipovic, J. 2012. *Diaspora Virtual University as a Complex Organization-Serbian Diaspora Virtual University*, Germany: Lambert Academic Publishing.
- Glick-Schiller, N., Basch, L., & Blanc-Szanton, C. 1992. Towards a Transnationalization of Migration: Race, Class, Ethnicity, and Nationalism Reconsidered. *The Annals of the New York Academy of Sciences*, 645, p. 24.
- Grečić, V., & Lopušina, M. 1994. *Svi Srbi sveta*. Beograd: Princip.
- Horvat, V. 2004. Brain Drain. Threat to Successful Transition in South East Europe. *Southeast European Politics*, 5(1), pp. 76-93.
- Kuti, S., & Božić, S. 2011. Analitičke dimenzije za istraživanje transnacionalnih aktivnosti: primjer kineskih migranata u Hrvatskoj. *Revija za sociologiju*, 41(3), pp. 315-340.
- Kuznetsov, Y. 2006. *Diaspora Networks and the International Migration of Skills: How Countries Can Draw on Their Talent Abroad*. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank.
- Matula, G., Bogovic, J., Stopic, S., & Friedrich, B. 2013. Scale up of ultrasonic spray pyrolysis process for nanopowder production- Part one. In *Heat treatment*, pp. 46-50.
- Morawska, E. 2003. Disciplinary Agendas and Analytic Strategies of Research on Immigrant Transnationalism: Challenges of Interdisciplinary Knowledge. *International Migration Review*, 37(3), pp. 611-640. doi:10.1111/j.1747-7379.2003.tb00152.x
- Morokvašić, M. 2011. Transnational Mobility of the Highly Skilled: Challenges for Serbia and the Western Balkans. In N. Polovina & T. Pavlov Eds., *Mobility and Emigration of Professionals: Personal and Social Gains and Losses*. Belgrade: Group 484., pp. 164-181.
- OECD. 2008. *A Profile of Immigrant Populations in the 21st Century*.
- Pavlov, T. 2011. The motivation for migration of highly qualified people in Serbia. In N. Polovina & T. Pavlov Eds. *Mobility and Emigration of Professionals: Personal and Social Gains and Losses*. Belgrade: Group 484., pp. 149-163.
- Pavlov, T., & Rakić, D. 2011. *Developing Brain Gain Policies in Serbia*. Belgrade: Group 484. Policy Paper.
- Portes, A. 2003. Conclusion: Theoretical Convergencies and Empirical Evidence in the Study of Immigrant Transnationalism. *International Migration Review*, 37(3), pp. 874-892. doi:10.1111/j.1747-7379.2003.tb00161.x
- Portes, A. 2001. Introduction: the debates and significance of immigrant transnationalism. *Global Networks*, 1(3), pp. 181-194. doi:10.1111/1471-0374.00012
- Portes, A. 1997. Immigration theory for a new century: some problems and opportunities. *International migration review*, 31(4), pp. 799-825. PMID:12293206. doi:10.2307/2547415
- Saxenian, A.L. 2005. From Brain Drain to Brain Circulation: Transnational Communities and Regional Upgrading in India and China. *Studies in Comparative International Development*, 40(2), pp. 35-61. doi:10.1007/BF02686293
- Stopic, S. 2008. *Ugledajte se na njih- Neobicne price o uspesnim ljudima, o kojima se malo zna i retko pise.*, p. 123.
- Stopic, S. 2009. *Prodavci znanja- Neobicne price o uspesnim ljudima dijaspore, o kojima se malo zna i retko pise.*, p. 123.

Trgovčević, Lj. 2003. *The Planned Elite, Students from Serbia in European Universities in the 19th Century*. Belgrade: The Institute of History.

Vertovec, S. 2009. *Transnationalism*. London and New York: Routledge.

Waldinger, R., & Fitzgerald, D. 2004. Transnationalism in Question. *American Journal of Sociology*, 109(5), pp. 1177-1195. doi:10.1086/381916

NAUČNA DIJASPORA KAO POKRETAČKA SNAGA ZA RAZVOJ U SRBIJI

OBLAST: materijali

VRSTA ČLANKA: pregledni članak

Sažetak:

U svetlu savremenih oblika migracija kao i globalizacije i brzog razvoja tehnologija i transporta, dijaspora se sve više posmatra kroz transnacionalnu prizmu. Umesto ne svojom voljom rasejanih zemljaka koji sanjaju o povratku u zavičaj i suočavaju se s problemima integrisanja u zemlji prijema, dijaspora se shvata kao veza između svetova, zemlje porekla i zemlje prijema, koja omogućava da se migracija iskoristi za razvoj zajednice i društva u celini. Umesto na povratku, naglasak je na kružnoj razmeni i transnacionalnoj mobilnosti. Na ovaj način zemlje jugoistočne Evrope pokušavaju da transformišu 'odliv mozgova' i 'dobitak mozgova'. Migracija je u Srbiji devedesetih godina bila izazvana pre svega bekstvom od bolnih i krvavih građanskih ratova na tlu nekadašnje Jugoslavije, međunarodnom izolacijom i NATO bombardovanjem, kao i teškom ekonomskom situacijom. U tom periodu, naročito je bio veliki odliv mladih i obrazovanih ljudi pod parolom 'da diplomiram, pa da emigriram'. Međutim, i posle 2000. godine nastavio se odlazak obrazovanih i stručnjaka, često motivisanih profesionalnim usavršavanjem i razvojem karijere u inostranstvu. Mnogi mladi dobili su priliku da odu u inostranstvo uz pomoć stipendija stranih fondacija koje su imale za cilj da pomognu razvoj u Srbiji, poput Fondacije Aleksander fon Humboldt AvH, nemačke službe za akademsku razmenu DAAD, Fondacije Mumert, i slično. Stoga je glavni cilj ovog rada da utvrdi da li je moguće povezati stručnjake iz dijaspore i mlade studente i inženjere iz Srbije da bi se olakšao transfer znanja i njihova mobilnost i tako sprečio nenadoknativ gubitak za zemlju. Pored teorijskih razmatranja mogućnosti poboljšanja saradnje s dijasporom, članak analizira jedan primer uspešne saradnje stručnjaka iz metalurške industrije Nemačke i stručnjaka u Srbiji, iniciran od strane predstavnika stručnjaka iz dijaspore. Na kraju se daju preporuke kako da se primene lekcije iz literature i prakse o razvoju održive saradnje stručnjaka iz dijaspore i mladih i stručnjaka u Srbiji.

Ključne reči: naučni potencijal; odliv mozgova; metalurgija; dijaspora.

Datum prijema članka/Paper received on: 19. 05. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 30. 07. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 02. 08. 2013.

PRETHODNA SAOPŠTENJA PRELIMINARY REPORTS

PRILOG UNAPREĐENJU MENADŽMENTA U LOGISTICI ODBRANE

Srđan D. Ljubojević^a, Marko D. Andrejić^a, Nebojša K. Dragović^b

^a Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Centar za istraživanje u oblasti logistike odbrane,

^b Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg61-2098

OBLAST: logistika

VRSTA ČLANKA: prethodno saopštenje

Sažetak:

U radu su sadržana teorijska i praktična znanja čijim ovladavanjem se stvaraju preduslovi za unapređenje menadžmenta u oblasti odbrane kao važne državne funkcije i njenom logističkom sistemu.

Reforma državne administracije – uprave, radi jačanja poverenja brojnih stejkholdera i smanjenja birokratizacije, a u cilju efikasnijeg i efektivnijeg poslovanja, odvijala se u skladu sa specifičnostima svake države i njenog istorijskog nasleđa, ali je opšti trend prelazak na decentralizovanu javnu upravu (sektor), zatim na novi javni menadžment i na aktuelni model upravljanja javnim vrednostima.

Promene u širem okruženju, pre svega globalizacija i internacionalizacija poslovanja i talas ekonomskog i socijalnog restrukturiranja firmi i uključivanje menadžera i radnika u te tokove, zahtevaju adekvatne strukturne promene u svim organizacionim sistemima, pa i u sistemu odbrane i njegovom logističkom sistemu.

Promene se sprovode da bi se sprečilo da sistem dođe u neželjeno stanje ili da što pre iz njega izađe, ukoliko je takvo stanje nastupilo.

Unapređenje menadžmenta u logistici odbrane, kao delu javnog sektora sa birokratskim modelom organizacionog dizajna, doprinosi unapređenju funkcionisanja i razvoja logistike odbrane i odbrane uopšte, unapređenju sposobnosti logističkog sistema i bržem i kvalitetnijem razvoju.

Unapređenje menadžmenta u logistici odbrane podrazumeva dobro poznavanje teorije i prakse menadžmenta, uticaja oblika vlasništva i tržišta na upravljanje, funkcionisanja javnog ali i ostalih makroekonomskih sektora, veće otvaranje prema okruženju i razmenu znanja, informacija i naučenih lekcija, sa međunarodnim okruženjem.

U cilju povećanja efektivnosti i efikasnosti upravljanja kombinuju se dostignuća različitih organizacijskih škola i formiraju se nove forme vlasništva. Jača organizaciona demokratija i participacija zaposlenih i menadžera kreće se u dva pravca: veće učešće u vlasništvu i veće učešće u donošenju odluka. Time su se interesi između najvažnijih internih stejkholdera (vlasnici, menadžeri, zaposleni) približili i delom izjednačili.

Selektuju se, obrazuju i obučavaju novi menadžeri, od ljudi sa strateškom vizijom, koji osećaju budućnost i načine da se ista ostvari.

Ključne reči: menadžment u javnom sektoru; menadžment i vlasništvo; uzroci neefikasnosti; nivoi menadžmenta; proces menadžmenta; organizacijske škole; javni sektor; menadžment; logistika odbrane.

Uvod

Menadžment je fenomen današnjeg vremena, neophodnost savremenog života, rada i njegove sveopšte složenosti, povezanosti i dinamičnosti. Kao fenomen menadžment podrazumeva više aspekata: veštinu upravljanja, teoriju upravljanja (principi, metodologija, analitički aparat)¹ i upravljačku strukturu koja upravlja (pojedinaac ili grupa).²

Menadžment misao se oblikovala pod uticajem različitih faktora, a pre svega tehnologije, ekonomije, društva, politike i globalizacije poslovanja. Zato u savremenoj teoriji i pored brojnih definicija menadžmenta ne postoji ni jedna jedina definicija koja je kompletna, jedinstvena i opšteprihvaćena.

Menadžment kao fenomen puno utiče i na funkcionisanje i na razvoj organizacionih sistema. Vezan je za različite vrste i nivoe organizacija, različite oblike vlasništva³ i različita tržišta. Podrazumeva opšte ekonomsko i političko upravljanje i upravljanje tehnološkim procesom.

Svakodnevna praksa pokazuje da menadžerskih problema ima puno a dobrih menadžera nedovoljno. Poseban problem za menadžment čine loše struktuirani problemi.⁴

Uspešan menadžment podrazumeva dijalektičko jedinstvo teorije i prakse i uvažavanje, pri obavljanju menadžerskog posla, različitih mišljenja i dostignuća različitih organizacijskih škola.

¹ Kao naučna disciplina multidisciplinarnog karaktera menadžment se bavi istraživanjem problema upravljanja poslovima, poduhvatima i društvenim sistemima.

² Starija je menadžment veština nego menadžment nauka.

³ Veliki broj autora smatra da je privatna svojina jedini zdrav temelj ekonomskog života.

⁴ Većina problema u organizacionim sistemima su loše struktuirani problemi i problemi višekriterijskog karaktera.

U sistemu odbrane kao delu javnog (državnog) sektora,⁵ sa u dobroj meri zastupljenim birokratskim modelom organizacionog dizajna, uglavnom dominiraju saznanja i praksa vezana za tradicionalnu školu organizacije i menadžmenta, podržana empirijskim (pragmatičkim) mišljenjem, dok se ostale škole manje uvažavaju.

U sistemu odbrane nema, u dovoljnoj meri, istraživačkih projekata, stručnih i naučnih radova koji tretiraju ovaj fenomen, a takođe ni dovoljno adekvatne vojno-stručne literature. Dostupna naučna saznanja i iskustva iz prakse pružaju solidnu polaznu osnovu za unapređenje menadžmenta u oblasti odbrane i njene logistike. Zato ih treba poznavati.

Cilj ovog rada jeste, da se prezentuju sistematizovana teorijska i praktična znanja iz oblasti menadžmenta, čijim ovladavanjem se stvaraju preduslovi za unapređenje menadžmenta u oblasti odbrane kao važne državne funkcije, posebno u njenom logističkom sistemu (akvizicijska i potrošačka logistika). Time se posredno daje i određeni doprinos stvaranju uslova za povećanje efikasnosti⁶ i efektivnosti odbrane kao važne državne funkcije i njene logistike i uspostavljanje pametne i logistički održive odbrane, jer je to trend u modernim sistemima odbrane.

Pojmovno određenje i suština menadžmenta

Menadžment (etimološki potiče od francusko - engleske reči *ménage* - biti sposoban tj. kadar učiniti nešto, upravljati nečim, te se najčešće prevodi kao *upravljanje* ili *rukovođenje*) u svim poslovima i organizacionim aktivnostima predstavlja rad sa ljudima radi dostizanja određenog cilja efektivnim korišćenjem dostupnih resursa. U suštini, savremeni menadžment obuhvata ciljno usmerene funkcije planiranja, organizovanja, vođenja i kontrolisanja u organizaciji, pri čemu neki autori identifikuju i funkciju kadrovanja.

S obzirom na kompleksnost oblasti koju obuhvata i na brojne uticajne faktore, nije lako dati preciznu, valjanu i sveobuhvatnu definiciju menadžmenta.

Pojam menadžmenta danas se posmatra trojako: kao *veština* upravljanja i rukovođenja organizacionim sistemima, kao *socijalna kategorija* – upravljačka struktura ili menadžeri kao nosioci funkcije upravljanja i kao *teorija* – naučna disciplina koja izučava ovaj fenomen i doprinosi njegovom usavršavanju.

Uvažavajući istorijski aspekt razvoja, pri analizi fenomena menadžmenta neophodno je napraviti razliku između:

- menadžmenta kao naučne discipline i
- menadžmenta kao prakse.

⁵ Javni sektor ima više celina (direktnu administraciju koja se finansira iz poreza, javne korporacije /preduzeća/ koja imaju veće komercijalne slobode mada njihove ciljeve može da postavlja vlada, specifične, celine koje se razlikuju od napred navedenih: npr, preduzeća – firme koje rade IT usluge itd.

⁶ Savremena ekonomska teorija kaže da su, teorijski, državna i privatna svojina jednako efikasne ukoliko su zadovoljene pretpostavke o savršenom tržištu, potpunim informacijama vlasnika o poslovima kojima se upravlja i potpunim ugovorima između vlasnika i menadžmenta, što je u praksi nemoguće.

Proučavanje menadžmenta kao naučne discipline, u poređenju sa većinom drugih naučnih disciplina, relativno je mlado i zasniva se na radovima Frederika Tejlora, koji se smatra osnivačem naučnog menadžmenta. Za godinu nastanka menadžmenta kao nauke uzima se 1911. godina, kada je Taylor izdao knjigu *Principles of Scientific Management* (Principi naučnog menadžmenta), u kojoj je teorija naučnog menadžmenta opisana kao korišćenje naučnih metoda s ciljem definisanja „najboljeg načina” za obavljanje posla.

Naučni pristup menadžmentu Tejlora zasniva na četiri principa:

- usavršavanju menadžmenta kao nauke,
- naučnoj selekciji potrebnih osobina radnika za svaki posao,
- obrazovanje i usavršavanje radnika i
- saradnja između menadžmenta i radnika.

Danas je menadžment i atraktivna naučna disciplina multidisciplinarnog karaktera i bavi se istraživanjem problema upravljanja poslovima, poduhvatima i sistemima. Proučava upravljanje kao složeni proces sa nizom potprocesa, ali i kao grupu ljudi koja upravlja procesima i sistemima. Sa aspekta primene u praksi, takođe, proučava i sve pojedinačne upravljačke probleme i fenomene vezane za efikasno izvršavanje određenih zadataka i poslova.

U tom, pragmatičnom smislu, funkciju menadžmenta u organizacionim sistemima čine aktivnosti usmerene na efikasno obezbeđivanje, raspoređivanje i korišćenje ljudskih, materijalnih, informacionih, energetskih i svih drugih resursa, radi dostizanja datog cilja.

Obuhvata, u suštini, planiranje, organizovanje, vođenje, kontrolisanje organizacije da se postigne određeni cilj. Nosioci navedenih poslova su ljudi posebno osposobljeni za obavljanje funkcija menadžmenta – menadžeri.

Pod menadžmentom u širem smislu, podrazumeva se odlučivanje o:

- ciljevima organizacionog sistema,
- načinu i sredstvima kojim se ti ciljevi mogu ostvariti,
- korišćenju rezultata poslovanja sistema i dr.

U načelu menadžment je orijentisan ka formulisanju ciljeva i usmeravanju organizacija ka njihovom ostvarivanju, analizi eksternog okruženja, internih mogućnosti organizacionog sistema, uvažavanju interesa steikholdera, tehničko-koordinacionoj funkciji usklađivanja svih faktora osnovnog procesa u sistemu i vaspitno – moralnom delovanju u svrhu učvršćivanja vladajućih društvenih odnosa.

Suština menadžmenta jeste u generisanju pravih ideja, motivisanju zaposlenih, kvalitetnom odlučivanju i nalaženju takvih suptilnih načina za vršenje pritiska na podređene koji će izazvati najmanje suprotnosti i konflikata između podređenih i nadređenih, između proizvodnih snaga i proizvodnih odnosa, između ostvarenih rezultata rada i raspodele dobiti i očuvati postojeće odnose, način funkcionisanja i postojeću raspodelu statusnih pozicija.⁷

⁷ Još je Marks ukazivao da s masom istovremeno upotrebljenih radnika raste i njihov otpor, a s njim nužno i pritisak kapitala radi svladavanja tog otpora što ukazuje na odnos između veličine grupe i intenziteta potrebe za rukovođenjem.

Vrši se da bi se održala postojeća kohezija sistema, tehnološka disciplina i stabilnost odnosa među elementima sistema i da bi se sprečilo neopravdano razbijanje postojećih ekonomskih i tehnoloških celina u sistemu.

Odnos nauke o organizaciji i menadžmenta

Menadžment je, i u teoriji i u praksi, povezan sa dostignućima niza drugih naučnih oblasti. Jedna od najbližih oblasti je naučna oblast organizacije.

Domen organizacione naučne oblasti generalno se može klasifikovati na četiri osnovna područja: organizacione teorije i dizajn, organizaciono ponašanje, menadžment ljudskih resursa i organizacione promene i razvoj.

Imajući u vidu podelu menadžmenta na funkcije, i navedena područja organizacione teorije, evidentno je da oblast organizacije obuhvata dve centralne faze procesa menadžmenta: **organizovanje** i **vođenje**. U skladu sa tim, i menadžment i organizacija su nauke sa veoma izraženim interdisciplinarnim karakterom.

Za potpuno razumevanje odnosa organizacije i menadžmenta neophodno je poznavati hronologiju njihovog razvoja kroz istoriju. Kako je menadžment, u današnjem smislu i obimu, nastao relativno kasno, može se reći da se on razvio iz organizacione teorije, ali ju je vremenom preraštavao. Takvo shvatanje menadžmenta je u skladu sa percepcijom statičkog i dinamičkog aspekta organizacije. Ako, pojednostavljeno rečeno, statički aspekt organizacije obuhvata organizacionu strukturu, a dinamički aspekt postupke i propise po kojim organizacija funkcioniše, onda se menadžment može poistovetiti sa dinamičkim aspektom organizacije.

Danas i u teoriji menadžmenta i u teoriji organizacije prevladavaju stavovi da su ove dve oblasti nerazdvojive i da su to dva koncepta koja su usmerena na rasvetljavanje istih fenomena, sa istom težnjom da unaprede efikasnost i razvoj sistema različite namene.

Shodno tome, ne treba da čudi bliskost definicija u organizaciji i menadžmentu, kao ni blizak istorijski nastanak i isti teoretičari u ovim oblastima.

Ne postoji jasna granica između organizacije i menadžmenta, kako sa teorijskog, tako i sa praktičnog aspekta.

Dostignuća i nedostaci pojedinih organizacijskih škola

Usled rešavanja brojnih problema u realnim sistemima u praksi su se vremenom razvila brojna mišljenja i različite organizacijske škole koje su međusobno komplementarne⁸ jer su sve usmerene ka istom cilju, ali

⁸ U praksi se najčešće forsiraju pojedine škole i organizacijska usmerenja, što je u skladu sa trenutnim interesima njihovih protagonista koji ih tumače kao trenutnu i nezaobilaznu potrebu prakse. Ipak vreme

probleme u organizaciji izučavaju sa svog specifičnog aspekta, uz manje ili veće korišćenje iskustva⁹ ili naučnog pristupa.

Te škole su nastale kao proizvod razvoja nauke, ali i potrebe za rešavanjem brojnih problema realnih sistema.

Uopšteno posmatrano, u mnoštvu pristupa ističu se kao dominantne škole mišljenja: škola empirijskog, škola kvalitativnog i škola kvantitativnog mišljenja.

Empirijsko (pragmatičko) mišljenje sebe smatra samostalnom i izvornom naukom organizacije zasnovanom isključivo na praktičnom iskustvu. Ovu školu zanima samo kvalitativna strana organizacije: organigrami, manuelni postupci, ciljevi, pravila rukovođenja, politika organizacije. Ovo mišljenje često zastupaju ljudi koji su samouki i koji su činjenice i stavove usvajali kroz vlastitu praksu. Kao takvo, ono odstupa od akademske misli.

Iskustvo, stečeno višegodišnjom praksom upravljanja u organizacijama koje su negovale ovaj način mišljenja, dozvoljava da se formulišu stavovi i tvrdnje, koje vrede za organizacije male i srednje veličine. Ipak, pragmatičko mišljenje je uvek valjano, kao komplement ostalim pristupima problemima, ali je sve manje dostupno, s obzirom na evoluciju okruženja organizacije, tako da je u određenim situacijama ono u opasnoj meri nedostajuće.

Kvalitativno (psihosociološko) mišljenje obuhvata školu međuljudskih odnosa i psihosociologije organizacija. Predmet ovog pristupa su područja i problemi koji su vrlo malo formalizovani, a takav je najveći broj problema sa kojima se čovek susreće u radu.

Kvantitativno (matematičko) mišljenje zasnovano je na metoda-ma operacionih istraživanja, teoriji verovatnoće i statistike i teoriji informacija. Bavi se područjima koja su u značajnoj meri formalizovana i koja se mogu opisati raznim matematičkim modelima.

Mada je svaka dublja klasifikacija ovih škola arbitrarna, može se zaključiti da postoji nekoliko komplementarnih pravaca mišljenja:

– Klasična škola Taylora i Fajola, ali i doprinosi drugih autora čije se učenje može podvesti pod ovu školu (Maks Veber, Mooney i Reiley; Parker, Follett i dr.);

– Škola međuljudskih odnosa (škola nauke o čoveku – behaviorizam) koja se razvijala pod uticajem grupne dinamike i psihologije (R.J.Roethlisberger, Elton Mayo i Hovtorne, J.Lobstein i G.Friedmann, Robert J.Blake, Jane S. Mouton, Sheldon);

je najbolji sudija, a ono je pokazalo da sva ta učenja ipak samo jedan pristup rešavanju složenih organizacionih problema i da imaju i svojih nedostataka koji se moraju respektovati.

⁹ Iskustvo nema nikakve etičke vrednosti: ono je naprosto, pitanje životnog instikta. Iskustvo je zapravo ime koje ljudi daju svojim zabludama. U iskustvu nema nikakve pokretačke snage. kao ni sama savest, tako ni iskustvo ne pretstavlja nikakav aktivan uzrok. Ono nam, stvarno, samo pokazuje da će naša budućnost biti ista kao i naša prošlost i da ćemo grehe, koje smo jednom počinili, i to sa gnušanjem, počinili još mnogo puta, i to s radošću /Vajld, O. Aforizmi i parabole, Ateneum, Beograd, 1999.

- Matematička ili kvantitativna škola (škola nauke o menadžmentu) koja se razvijala pod uticajem operacionih istraživanja, statistike i verovatnoće i teorije informacija;
- Škola društvenih sistema (Psihosociološka škola) koja je inspirisana sociologijom, a suprotstavlja se matematičkoj apstraktnosti (H. Simon, Selznick, V. March, Chester I. Barnard);
- Neoklasična škola koja je usmerena na konkretne probleme organizacije (Alfred P. Sloan, Ernest Dale, Chandler, Peter F. Drucker...);
- Opšta teorija sistema (Johnson, Kast, Rosenzweig, Kenneth Boulding, Jaye Forrester);
- Situacioni pristup (kontigentni pristup);
- Deskriptivna organizacija.

Pri klasifikaciji škola mišljenja treba imati u vidu da različiti autori pojedine škole različito nazivaju.¹⁰

U literaturi se može naći mnogo radova koji govore o prednostima i dobrim stranama pojedinih učenja, kao i o njihovim nedostacima. Bez pretenzija da se umanjuje značaj pojedinih učenja, što je i nemoguće jer su izdržali probu vremena, ili pak namera da se neka učenja favorizuju, ovde su u najkraćem prikazane njihove osnovne karakteristike.

Klasična škola

Najstarija je i obuhvata sve koncepcije koje prihvataju nasleđenu empirijsku organizacionu strukturu i stavljaju akcenat na formalnu stranu organizacije. Klasična škola menadžmenta predstavlja prvi sistemski pristup izučavanju problema upravljanja.

Klasična škola obuhvata tri teorije, čije su temelje postavili Tejlor, Fajol i Veber u svojim naučnim istraživanjima, a produbili njihovi sledbenici:

- teoriju naučnog menadžmenta,
- administrativnu teoriju ili teoriju procesa menadžmenta i
- birokratsku teoriju menadžmenta.

Teorija naučnog menadžmenta potiče od rezultata istraživanja čuvenog američkog inženjera Tejlora. Tejlor je nastojao, da koristeći saznanja iz prakse, formira menadžment kao nauku koja se zasniva na čvrstim, dobro postavljenim principima.

Administrativnu teoriju ili teoriju procesa u okviru klasične škole menadžmenta, razvio je Fajol. Glavni cilj njegovih istraživanja bio je sistemsko razumevanje celokupnog menadžerskog procesa.

¹⁰ U praksi se može sresti i sledeća klasifikacija organizacijskih škola - teorija: rane teorije, post-rane teorije, klasične naučne teorije, biheviorističke teorije, kvantitativne i sistemske teorije, situacione teorije, inovativne teorije, teorije zasnovane na kulturi, teorije zasnovane na etici.

Birokratsku teoriju menadžmenta razvio je Maks Veber. Oslanjajući se na principe čvrste hijerarhije, kakvi se mogu sresti u organizacijama kao što su crkva ili vojska, ova teorija imala je veliki uticaj na razvoj menadžmenta kao naučne discipline, ali i na njenu primenu u praksi. Neke postavke birokratske teorije menadžmenta još uvek se koriste prilikom uspostavljanja menadžerskog sistema u određenim organizacijama.

Bez obzira na sve nedostatke koji im se pripisuju, učenje predstavnika klasične škole, a posebno Fayola, predstavlja značajni referentni okvir za sve kasnije škole. Pregled najvećih doprinosa i nedostataka ove škole prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1
Table 1

Klasična škola menadžmenta – doprinosi i nedostaci
Classic management school – merits and shortcomings

Pozitivna rešenja klasične škole	Nedostaci klasične škole
<p>Principi (načela) upravljanja:</p> <ul style="list-style-type: none"> – hijerarhijsko načelo, jedinstvenost izdavanja naređenja; – načelo izuzetaka; – lepeza podređenih, funkcionalna specijalizacija; – primena eksperimentalne metode C. Bernarda i naučne metode R. Dekarta; – načelo koordinacije, koje se odnosi na jedinstvo akcije; – neophodnost hijerarhijske podele vlasti; – specijalizacija i grupisanje zadataka u tačno određene službe; – razlikovanje između proizvodnih i savetodavnih delatnosti; – identifikacija funkcija organizacije (administracije, rukovodstva, organizacije i koordinacije rada ljudi i sredstava za proizvodnju); – pravila delovanja trebaju težiti povećanju opšteg blagostanja; – rukovodstvo predstavlja psihološku i moralnu emancipaciju zajednice koju čini privredna organizacija; – neophodnost koordinacije posredstvom direktnog i međuljudskog kontakta; – osigurati koordinaciju još od pokretanja bilo kakvog projekta; – vršiti koordinaciju vodeći računa o svim činiocima prisutnim u određenoj situaciji, uključujući i psihološke činioce; – koordinaciju vršiti stalno. 	<p>Nedostaci prema March i Simon (1958.)</p> <ul style="list-style-type: none"> – slabost hipoteza koje se odnose na interakcije; – potcenjivanje važnosti sukoba; – potcenjivanje složenosti pojedinaca koji se posmatraju kao centri obrade podataka; – nepriznavanje sazajnih stvaralačkih mehanizama; – neuspeh kod primene svojih dostignuća na ponašanje pojedinaca u grupama. <p>Nedostaci prema O. Shaughnessy (1968)</p> <ul style="list-style-type: none"> – relativna naivnost njenih načela; – sumnjiv karakter njenih hipoteza; – postojanje protivrečnih tvrdnji. <p>Ovoj školi zameraju i:</p> <ul style="list-style-type: none"> – zanemarivanje ljudskog faktora organizacije, – stav da zaposlene interesuje samo plata, kao i da se zaposleni uvek ponašaju racionalno (što je praksa demantovala), – nerešeni problemi kao što su: vođstvo, motivacija, komunikacije, međuljudski odnosi.

Škola međuljudskih odnosa – biheviorizam

Začetnik škole međuljudskih odnosa (škola nauke o čoveku) bio je Elton Mayo koji je prvi uočio važnost ljudskog faktora u organizaciji. Predstavnici ove škole smatrali su da su motivacija za rad, moral u radu i učinak (produktivnost) veoma usko vezani sa socijalnim odnosima među radnicima i odnosima između radnika i menadžera.

Smatralo se da su ljudi zavisni od međuljudskih odnosa, a ne od fizičkih uslova rada.

Osnivači ove škole su svoja istraživanja fokusirali, uglavnom, na proučavanje uloge čoveka i njegovog ponašanja u jednom organizacionom sistemu. Pri tome su na ponašanje gledali kao da je uzrokovano (potrebom, očekivanjem, pobudom iz sistema), usmereno (ciljno orijentisano) i motivisano, te da na njega u velikoj meri utiču nasleđe (genetske, fizičke i mentalne osobine, iskustvo i učenje), sredina (sa njom je čovek u interakciji i ona se dinamično menja u vremenu) i trenutni motivi (nastaju kao rezultat unutrašnjih procesa ili kao reakcija čoveka na organizaciono okruženje). Ponašanje ljudi može se predvideti, kontrolisati, usmeravati, prilagođavati i menjati adekvatnim postupcima menadžera.

Doprinosi i mane bihevioralne škole prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2
Table 2

Škola međuljudskih odnosa – doprinosi i nedostaci
Behavioral management school – merits and shortcomings

Pozitivna rešenja škole međuljudskih odnosa	Nedostaci škole međuljudskih odnosa
<ul style="list-style-type: none"> – Višestruka motivacija koju obezbeđuje prilagođavanje grupa ciljevima, koje treba dostići i rezultatima koje treba ostvariti. – Istraživanje pojava vezanih za pojmove saradnje, napetosti, sukoba i komunikacija, uz otkrivanje prepreka dobrom komuniciranju. – Ukazivanje na nedostatke klasične škole, čiju adekvatnu nadopunu, u tom smislu, i predstavlja. 	<ul style="list-style-type: none"> – Insistira na izgradnji socijalnih veza (organizaciju posmatra kao prijateljsko društvo, insistiranje na velikom broju komisija); – Zapoostavljanje efikasnosti organizacije.

Matematička ili kvantitativna škola i operaciona istraživanja

Matematička škola je prema nekim autorima jedan od najstarijih pravaca mišljenja, ali svoj puni zamah doživljava tek sa intenziviranjem nastojanja da se menadžment pretvori u nauku, a naročito u periodu Dru-

gog svetskog rata. Tada su menadžeri vladinih institucija i naučnici nastojali da uspostave red i strogu racionalnost u radu pozadinskih službi koje su bile angažovane u ratnim operacijama.

Bazirajući se na strategijskim i logističkim potrebama, koje su zahtevale rešavanje veoma kompleksnih problema, ovaj obiman i slabo definisan pravac mišljenja obuhvatao je više disciplina:

- operaciona istraživanja,
- kibernetiku,
- teoriju sistema,
- statističku teoriju,
- elektronsku obradu podataka,
- ekonometriju,
- računovodstvo i
- ekonomiku privredne organizacije.

S obzirom na širinu obuhvata, teško je dati jednostavnu definiciju brojnih pristupa koji pripadaju ovom mišljenju, ali definicija operacionih istraživanja možda najbolje određuje kvantitativnu školu.

Operaciona istraživanja predstavljaju naučni pristup složenim problemima koji se javljaju u upravljanju i rukovođenju velikim sistemima koje sačinjavaju ljudi, mašine, materijal i novčana sredstva u industriji, trgovini, raznim vidovima vlasti i u odbrani.

Odlikuju se razvijanjem naučnih modela sistema, koji obuhvataju merenje činilaca kao što su slučaj i rizik, što omogućava predviđanje i upoređivanje posledica varijanti u donošenju odluka, strategiji ili kontroli, a cilj je da se rukovodstvu pomogne da odredi šta treba činiti i kakvu politiku treba provoditi.

Ograničava se na one oblasti organizacije koje se mogu u potpunosti formalizovati.

Kao sve druge škole i ova nije bila sveobuhvatna i prirodno je imala svoje oponente. Može se razlikovati nekoliko grupa argumenata protiv matematičke škole, u celini:

- kritika škole društvenih sistema koja govori o nepoznavanju neformalizovanih i psihosocioloških činilaca;
- reakcija neoklasične škole protiv hermetičnosti matematičkog žargona i ravnodušnosti tog pravca prema konkretnoj stvarnosti organizacije;
- reakcija škole teorije sistema protiv hotimičnog ograničavanja područja posmatranja i protiv izrazito specijalističkog karaktera metoda (generalnost i snaga) koje se koriste i
- suviše apstraktno učenje o organizaciji shvaćeno je na suviše jednostavan način.

Doprinosi i mane ove škole menadžmenta prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3
Table 3Kvantitativna škola menadžmenta – doprinosi i nedostaci
Quantitative management school – merits and shortcomings

Pozitivna rešenja kvantitativne škole	Nedostaci kvantitativne škole
– Kvantifikacijom odluka doprinosi analitičnosti, objektivnosti i unapređenju kvaliteta odlučivanja.	<ul style="list-style-type: none"> – Sve pojave teži da kvantifikuje i podvede pod matematičke formule; – ne sadrže ni načela, ni pravila primere na nameri menadžera, da izvrši sintezu događaja o kojima mora voditi računa; – pažnju koncentrišu isključivo na diskontinuirane i brojčane informacije; – ciljeve i stepene vrednosti prepušta rukovodiocima pa dolazi do „opuštanja“ koje u znatnoj meri protivreči strogoj preciznosti elektronske obrade podataka; – izričite odluke i donosilac odluke nalaze se van sistema; – sistemska analiza se zadovoljava pripremanjem odluke; – psihološki činioци u organizaciji isključuju se iz razmatranja ili se minimiziraju; – značajno zanemaruje vrednosti empirijskog iskustva; – ne daje odgovor na pitanje zašto se problem pojavio?

Škola društvenih sistema (Psihosociološka škola)

Pojam sistema s geštalt teorijom dao je novo značenje menadžmentu. Geštalt teorija stavlja naglasak na strukturu (suprotstavljajući se kartezijskoj metodi analize i sinteze) i naglašava da pojave treba posmatrati kao složene celine u kojoj su odnosi koji čine celinu isto toliko važni kao i njeni sastavni delovi.

Po učenju ove škole, celina nije prosti zbir delova koji je sačinjavaju. Celina zavisi i od delova i njihovog međusobnog odnosa, odnosno od strukture prema kojoj su raspoređeni. Geštalt je upravo sjedinjenje celokupnosti delova, strukture i odnosa.

Pojam sistema razvio se s kibernetikom i danas nadahnjuje tri različita učenja o organizaciji: školu operacionih istraživanja, školu društvenih sistema i školu teorije sistema.

Značajan doprinos koncepciji škole društvenih sistema dao je i osnivač moderne teorije odlučivanja – Herbert Simon.

Prema ovoj teoriji, menadžment je proces donošenja odluka, a ne proces obavljanja menadžerskih funkcija. Učinak svih menadžerskih

funkcija podrazumeva donošenje odgovarajućih odluka, tako da se celokupna problematika menadžmenta može svesti na posmatranje i proučavanje procesa donošenja odluka.

Ova škola svoje proučavanje usmerava na posmatranje: odluka, donosilaca odluka, socijalnog i psihološkog ambijenta donosilaca odluke i sl. Njeni doprinosi i mane prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4
Table 4

Škola društvenih sistema – doprinosi i nedostaci
Social systems school – merits and shortcomings

Pozitivna rešenja škole socijalnih sistema	Nedostaci škole socijalnih sistema
<ul style="list-style-type: none"> – Pokazala je da se odlučivanje odvija u funkciji racionalnih kriterijuma izbora, na osnovu stanja motivacije i percepcije okoline, koja biva iskrivljena prirodom motivacije u trenutku odlučivanja, ulogom koju vrši donosilac odluke i mestom koje on zauzima u strukturi. 	<ul style="list-style-type: none"> – Ne uvažava dostignuća psihologije pojedinca i semantike koje su dovele do dubokih promena u klasičnom poimanju komunikacija; – Ne vodi dovoljno računa o industrijskom inženjeringu.

Neoklasična ili empirička škola

Neoklasična ili empirička škola predstavlja nastavak učenja klasične škole, koje se razvijalo uz uticaj škole međuljudskih odnosa i škole društvenih sistema. Ovo učenje je usmereno na konkretne probleme organizacije, a u prvi plan ističe čovekovo ponašanje, tj. psihosociološki aspekt i ulogu čoveka u organizaciji, kao protivtežu obezličavanja i preterivanja sa formalnom stranom organizacije.

Neoklasični pristup razmatra ulogu čoveka u radnoj sredini i značaj koji za organizaciju imaju sukobi.

Doprinosi i mane ove škole menadžmenta prikazani su u tabeli 5.

Tabela 5
Table 5

Neoklasična škola menadžmenta – doprinosi i nedostaci
Neoclassical management school – merits and shortcomings

Pozitivna rešenja neoklasične škole menadžmenta	Nedostaci neoklasične škole menadžmenta
<ul style="list-style-type: none"> – Kao osnovne postavke organizacije promoviše: – maksimalizacija dobiti; – decentralizacija vlasti i odlučivanja; – rukovođenje prema ciljevima; – samokontrola samostalnih jedinica ili kontrola u izuzetnim slučajevima; – proširenje lepeze podređenih; – motivisanje putem takmičenja i liderstava. 	<ul style="list-style-type: none"> – Oslikava tipično američki duh koji veliča osećaj pripadnosti grupi, individualne ambicije i napredovanje koje je ostvareno isključivo na rezultatima (cilj opravdava sredstvo); – Usled velike napetosti, zbog čestog procenjivanja rezultata, pojedinac brzo gubi psihičku i fizičku snagu i smanjuje stvaralačke mogućnosti; – Zapostavljanje duhovnog nivoa organizacije i protežiranje pojedinačne efikasnosti.

Škola teorije sistema

Škola teorije sistema nastala je šezdesetih godina dvadesetog veka i rezultat je razvoja opšte teorije sistema. Opšta teorija sistema pojavila se kao posledica istraživanja u oblasti upravljanja složenim dinamičkim sistemima, kao i istraživanja koja su se odnosila na razvoj matematičkih modela optimizacije. To je rezultiralo novim naučnim saznanjima, kao i novim metodologijama.

Glavna odlika škole teorije sistema jeste tretiranje organizacije kao organskog, otvorenog sistema, čiji su delovi (podsistemi) međusobno povezani i isprepleteni. S obzirom na veliki broj pristalica, može se reći da je ova škola za relativno kratak vremenski period postala preovlađujuća u literaturi o menadžmentu.

Teorija sistema (naziva se i moderna teorija) omogućava da dođu do izražaja pozitivna svojstva svih drugih teorija, osiguravajući efikasnije delovanje organizacije kao integralne celine.

Pored neospornog doprinosa, i ovoj školi se pripisuju određeni nedostaci (tabela 6).

Tabela 6
Table 6

Škola teorije sistema – doprinosi i nedostaci
System theory school – merits and shortcomings

Pozitivna rešenja škole teorije sistema	Nedostaci škole teorije sistema
<ul style="list-style-type: none"> – Izvršena je sinteza klasičnih principa, psihosocijalnih i tehničkih; – Razvijeno je načelo koordinacije; – Iskustvo je dovedeno u vezu sa sredinom iz koje je poteklo; – Istovremeno se posmatraju elementi sistema i njihova struktura i ukazuje se na propuste delimičnih istraživanja; – Uvedeni su pojmovi povratne veze i integrisanja finansijskih i fizičkih kretanja i transporta od nastanka proizvoda do njegove prodaje na tržištu; – Više je opisna teorija, nego normativna; – Doprinela je razvoju univerzalnih modela za analizu stvarnosti; – Pristupačnost jezika i nelinearnost. 	<ul style="list-style-type: none"> – Iako odražava funkcionalne veze, ne odražava unutrašnju strukturu pojave; – Ostavlja nerešenim jaz između kontinuiranih tokova i konkretne diskontinuirane stvarnosti; – Postoje teškoće u razlikovanju pojedinih tokova, nemogućnost određivanja eksplicitnih odluka; – Prisutno je i zanemarivanje psiholoških tokova.

Situacioni (kontigentni) pristup

Prema situacionom konceptu, nije moguće izgraditi jedan opšti menadžerski princip, niti pristup, već menadžer treba da projektuje organizaciju, da definiše njene ciljeve, strategiju, politiku i planove saglasno konkretnim uslovima u okruženju.

Stil menadžmenta i organizaciono ponašanje moraju biti usklađeni sa konkretnom situacijom i trenutno opredeljujućim uslovima, ako se želi postići optimalan učinak.

Teškoće u predviđanju delotvornosti učinka pojedinih stilova menadžmenta uslovile su odustajanje od traženja superiornog stila menadžmenta i traženje konkretnih situacijskih uslova pod kojima će stilovi menadžmenta uvek biti efikasni. U tom smislu, demokratski (kooperativni i participativni) stil menadžmenta primenjiv je u situacijama kada treba rešavati složene i kreativne probleme. S druge strane, autoritativni stil menadžmenta delotvorniji je kod rutinskih zadataka, itd.

Faktori situacije mogu se podeliti na četiri grupe:

- karakteristike organizacione strukture i celokupnog sistema (obim podele rada, vrsta zadataka, tehnologija, sankcije, komunikaciona sredstva, politika organizacije i sl.);

- lične karakteristike podređenih – zaposlenih (starost, pol, socijalni status, dužina trajanja radnog odnosa u organizaciji, stavovi, vrednosne predstave i dr.);

- karakteristike radne grupe (veličina grupe, kohezijska sila u grupi, homogenost ili heterogenost sastava, interna hijerarhija, podela uloga, itd.);

- faktori okoline (položaj na tržištu, pravna regulativa, ekonomski porijek, preovlađujuće vrednosne predstave, itd.).

Najpoznatiji među situacionim uporištima efikasnosti menadžmenta jeste Fiedlerov model kontigencije (1972). Ovaj model uzima u obzir tri faktora situacije: vrstu zadatka, položajnu moć menadžera (kao izraz formalne strukture autoriteta u organizaciji) i kvalitet međuljudskih odnosa između menadžera i njegovih podređenih, odnosno u radnoj grupi.

Ove tri varijable, prema načinu ispoljavanja, gradiraju se kao povoljne (pozitivne) i nepovoljne (negativne) za menadžera i kombinuju se u osam mogućih tipova.

Primer radi, za povoljne situacije i vrlo nepovoljne situacije, shodno izraženim vrednostima varijabli, a u smislu očekivanih poteškoća u realizaciji menadžerskih zamisli, autoritativni stil rukovođenja je stil koji se preporučuje i koji će dovesti do povećanja učinka. U srednje povoljnim situacijama, na primer, kooperativniji stil menadžmenta više doprinosi učinku.

Radi uspešne praktične primene navedenog modela Fiedler predlaže da se menadžeri biraju i postavljaju prema situaciji, odnosno da se izabere stil menadžmenta i situacija usklade. U protivnom, preporučuje se modifikacija situacije, dok se god situacija i stil menadžmenta ne usaglase.

Novi metod koji puno obećava usmerio je svoja očekivanja i motivaciju na radnika, a ne na pretpostavljenog. Ponašanje menadžera deluje motivišuće na radnika, u meri u kojoj utiče na ostvarenje njegovih ciljeva, odnosno zadovoljenje njegovih potreba.

Zadatak menadžera je da stvori takvu organizacionu klimu koja omogućava da podređeni svoje lične ciljeve može postići samo uz visoki učinak.

Da bi situaciju „oblikovao” na potreban način, menadžer mora imati jasnu sliku o potrebama i očekivanjima radnika i odgovarajuća ovlaštenja da situaciju može menjati.

Upućivanje na situacione uslove je takvo da se njime mogu opravdati svi oblici ponašanja menadžera i prikazati se nužnim, jer se uvek mogu pronaći situacioni faktori kojima će se moći uverljivo pokazati da su ponašanje i odluke menadžera bili ispravni i primereni situaciji.

To u krajnjoj liniji znači odbacivanje mogućnosti postavljanja idealnih pretpostavki i njihovog proveravanja, što bi ujedno bio i kraj ideje o optimizaciji, koja je od samog početka vladala literaturom o stilovima menadžmenta.

Noviji rezultati organizacionih teorija

Generalno, tradicionalnim organizacionim teorijama uglavnom se zamera:

- da nisu usklađene sa savremenim znanjima o ljudskom ponašanju;
- da pretpostavljaju postojanje jedinstva ciljeva među članovima organizacije, što je pogrešno;
- da pretpostavljaju da ljudi nastoje „racionalno” maksimizirati svoju dobit i da žele najbolje rešenje problema, što je takođe pogrešno, jer ljudi traže zadovoljavajuće, a ne optimalno rešenje. Pri tome, problem se posmatra kroz prizmu sopstvenih potreba, što uslovljava niz pojednostavljenja i iskrivljavanje problema;
- da daju isuviše pojednostavljen model ljudskog ponašanja i organizacione sredine, smatrajući da se ljudi ponašaju na standardan, jednostavan i racionalan način;
- da pretpostavljaju poznavanje problema i mogućih rešenja, a posao menadžera svodi se samo na njihovo rešavanje, a ne i na njihovo otkrivanje;
- da ne daju pravi odgovor i uopšte da imaju neprimeren prilaz rešavanju nestruktuiranih problema - problema koji se ne mogu kvalitetno opisati.

Tradicionalne organizacione teorije ne daju najbolje modele za pojave koje se mogu uočiti u organizacijama. One nose nerealne i implicitne pretpostavke o motivaciji čoveka, njegovoj racionalnosti, jedinstvu ciljeva i prirodi problema menadžmenta.

Tamo gde se te teorije oslanjaju na ograničenu ili kontrolisanu percepciju stvarnog ponašanja u organizaciji, zasnovane su na percepciji onih pojava i problema koji se mogu programirati.

Danas ne postoji zadovoljavajuća teorija organizacije ili teorija tehnologije donošenja odluka.

Ne postoji sasvim izgrađena nova organizaciona teorija, ali ima mnogo korisnih mišljenja o organizaciji, koja su razvijena u različitim područjima (individualna psihologija, sociologija, socijalna psihologija, ekonomija, matematika, statistika, verovatnoća, inženjerstvo i dr.) i koja se me-

đusobno i prema tradicionalnim teorijama nalaze u različitim odnosima. Zajedno se svi ti pravci čine (nazivaju se) deskriptivnu organizacionu teoriju, sa jakim sinergijskim efektima.

U praksi, ova teorija treba da bude praćena nizom promena u realnim organizacijama.

Autoritet i odgovornost neće biti glavni sastavni delovi nove organizacione teorije, već će se fokus sa njih preneti na procese donošenja odluka.

Organizacionim šemama, kao statičnim prikazima hijerarhije organizacija, neće se više pridavati prevelika pažnja. One će morati pokazivati sisteme uloga menadžera i zaposlenih, u međusobnom komuniciranju.

O ljudima se neće misliti kao o racionalnim ili iracionalnim bićima, već kao delimično psihološki racionalnim subjektima. Pažnja će se više usmeriti na različite vrste poslovnih problema – kao determinante organizacije, a mnogo manje na razvijanje opšte strukture koja bi se primenjivala na probleme svih vrsta.

Ima zamisli i da se razvije koncept organizacionog ponašanja prema kome se organizacija vidi kao organizam koji traga za zadovoljavajućim rešenjem i u kome se ne pretpostavlja da su sva moguća rešenja već vidljiva i da je sve samo pitanje izbora najboljeg.

Organizacija će se razvijati u dva prividno suprotna, ali u suštini sasvim konzistentna, pristupa: više će se zanimati ljudima i više će se zanimati brojevima (biće i analitički i psihološki pristup zastupljen). Uzimaće u obzir složenu prirodu ljudi a i dostignuća teorije grupe dinamike primenjenu na ponašanje ljudi pri rešavanju složenih problema.

Proces i nivoi menadžmenta

U današnje vreme, većina autora o menadžmentu i dalje se bavi njegovim funkcijama, pri čemu ih uglavnom klasifikuju u četiri osnovne – najvažnije funkcije: planiranje, organizaciju, vođenje i kontrolu (Robbins, Colulter, 2005). Neki autori ovim funkcijama dodaju i funkciju kadrovanja.

Istovremeno, svi oni menadžment posmatraju i u zavisnosti od problema koje treba da reši i odluka koje treba da donese. U tom smislu, najčešće se diferenciraju dva osnovna nivoa menadžmenta:

- strategijski i
- operativni menadžment.

Prama nekim autorima, koji posmatraju stepen nadležnosti u procesu odlučivanja i odgovornosti za ostvarivanje ciljeva preduzeća, u teoriji i praksi menadžmenta razlikuju se tri nivoa upravljačkih aktivnosti:

- strategijski menadžment,
- operativni menadžment i
- menadžment poslovnih područja (funkcija).

Drugi, pak, pored strategijskog i operativnog, treći nivo prepoznaju kao taktički nivo menadžmenta. Ovde treba imati na umu da ovi nivoi menadžmenta (strategijski, taktički i operativni), kada se posmatraju u sistemima odbrane, odgovaraju strategijskom, operativnim i taktičkom nivou (sukcesivno), u skladu sa shvatanjem hijerarhije u tim sistemima. Razlika je samo pojmovnog karaktera, dok su sadržaji i suština menadžmenta na percipiranim nivoima istovetni.

Na prostorima bivše SFRJ se, sve do pred kraj dvadesetog veka, za strategijski menadžment uglavnom koristio pojam upravljanje, dok je pojam rukovođenja uglavnom odgovarao operativnom menadžmentu.

Operativni menadžment je orijentisan ka rešavanju različitih operativnih i taktičkih problema i poslova koje menadžeri obavljaju u okviru uobičajenih poslovnih aktivnosti, u skoro svim segmentima i područjima funkcionisanja organizacije. Menadžeri svakodnevno donose veliki broj odluka operativnog karaktera (odluke o nabavci sirovina, obezbeđenju energije i materijala, održavanju tehnike i tehnoloških procesa, obezbeđenju radne snage, zaštita organizacije, administrativni poslovi, proizvodna, prodaja, kontrola zaposlenih, finansijska kontrola itd.). U direktnoj je vezi sa nesmetanim odvijanjem transformacionih procesa u organizaciji.

Rešavanje svakodnevnih operativnih problema često menadžerima uzurpira neopravdano mnogo vremena i energije. Ukoliko se menadžer dominantno fokusira na rešavanje trivijalnih problema, u velikoj meri će smanjiti svoju efikasnost i neće opravdati svoju ulogu i mesto u funkcionisanju organizacije.

Suština menadžerskog rada na operativnom nivou upravo jeste u radu i komunikaciji sa ljudima tj. u nalaženju suptilnih načina za vršenje pritisaka na zaposlene,¹¹ koji će izazvati najmanje suprotnosti i konflikata između podređenih i nadređenih, između proizvodnih snaga i proizvodnih odnosa, između ostvarenih rezultata rada i raspodele dobiti i očuvati postojeće odnose, način funkcionisanja i postojeću raspodelu statusnih pozicija.

Operativni menadžment održava postojeću koheziju sistema, tehnološku disciplinu i stabilnost odnosa među elementima sistema i sprečava neopravdano razbijanje postojećih ekonomskih i tehnoloških celina u sistemu.

Izražava kategoriju socijalne moći, dominantnu u fazi realizacije akcionog ciklusa (sprovođenje odluke, kontrola, valorizacija), kojoj prethode faza pripreme akcije (zamisao, informisanje, predlaganje) i faza odlučivanja. Podrazumeva posao koji se bavi ostvarivanjem donetih odluka, gde se s jedne strane kontroliše, organizuje i diriguje tehnološki proces, a s druge strane organizuju i koordiniraju odnosi među saradnicima ili njihovim grupama i motivišu ljudi.

¹¹ Radom u sistemu zaposleni podmiruju potrebe vlasnika i društva, a kroz to ostvaruju svoju zaradu i ostvaruju višak za unapređivanje organizacije (preduzeća) i za podmirivanje zajedničkih potreba višeg sistema.

U različitim društveno – ekonomskim i političkim sistemima¹² i pri postojanju različitih oblika vlasništva protivurečnosti su se rešavale na različite načine: primenom gole fizičke sile, preciznom podelom rada i strogom kontrolom, društvenim planiranjem i principom reda, principom autoriteta, svesne odgovornosti, organizacije i discipline, te samoupravom proizvođača. Neki autori, između ostalog, operativni menadžment smatraju i mehanizmom kontrole ovih protivurečnosti.

Za razliku od operativnih problema i adekvatnih odluka, koje su više orijentisane ka organizaciji, **strategijski problemi i odluke** potpuno su drugačijeg tipa. Oni predstavljaju kombinaciju interne i eksterne orijentisanosti (Erić, 2005).

Menadžeri na strategijskom nivou moraju da uzimaju u obzir mnogo veći broj faktora, elemenata i uticaja iz eksternog okruženja, nego što je to slučaj sa menadžerima na operativnom nivou. Tako na primer, mora se voditi računa o dejstvu političkih, pravnih, ekonomskih, tehnoloških, socijalnih, tržišnih, konkurentskih i drugih faktora, i to kako na nacionalnom, tako i na međunarodnom nivou.

Strategijske odluke dotiču se pitanja opstanka, rasta, razvoja i budućnosti poslovanja organizacije.

Strategijski menadžment diferencira se kao specifičan tokom 60-ih i početkom 70-ih godina dvadesetog veka, paralelno sa krupnim promenama u poslovnom okruženju. Zbog toga ga neki autori definišu kao proces „upravljanja u uslovima promena”. Ipak, ne postoji opšta saglasnost u pogledu definisanja strategijskog menadžmenta. Pre se može govoriti o velikom broju pristupa i viđenja strategijskog upravljanja. Sve pristupe definisanju strategijskog menadžmenta grubo je moguće sistematizovati u tri velike grupe (Erić, 2005).

1. *Pristupi okruženja* – Suština ovih pristupa je u definisanju strategijskog menadžmenta kao odnosa organizacije i njenog okruženja.

2. *Pristupi „ciljeva i značenja“* gde se strategijski menadžment posmatra kao set odluka (ciljeva, strategija, programa, planova) i akcija koje ih slede. Suština ovog aspekta sastoji se u formulisanju strategija kojima se na najbolji način realizuju željeni ciljevi organizacije.

3. *Akcioni pristupi* – Ovoj grupi pripadaju oni autori koji pri definisanju strategijskog menadžmenta povezuju strategijsko razmišljanje sa operativnim odlučivanjem i implementacijom, tj. preduzimanjem neophodnih akcija. Akcije slede proces formulisanja strategija i drugih odluka, a završavaju se procesom kontrole.

Klasično poimanje menadžmenta orjentisano je ka formulisanju ciljeva i usmeravanju organizacija ka njihovom ostvarivanju. Strategijsko poimanje menadžmenta predstavlja korak dalje u njegovom razvoju (prilago-

¹² U svakom slučaju, menadžment uopšte ne može se posmatrati izdvojeno iz društvenog konteksta, društvenog sistema, unutar kojeg žive i rade menadžeri i oni kojima se rukovodi.

đeno novim okolnostima) i uključuje analizu eksternog okruženja, internih mogućnosti preduzeća, uvažavanje interesa većeg broja stejkholdera itd.

Faktori, elementi, pojedinci, institucije ili događaji izvan organizacije čine njeno okruženje.

Okruženje organizacije najčešće nije pod direktnom kontrolom menadžera. Međutim, mnogi od faktora kao što su politički, ekonomski, društveni, socijalni, tehnološki ili faktori iz međunarodnog okruženja, konkurencija ili potrošači, itekako utiču na opstanak, rast i razvoj svake organizacije. Suština strategijskog menadžmenta se otuda sastoji u njihovom praćenju i uspostavljanju adekvatnih odnosa organizacije i njenog okruženja (Erić, 2005).

Strategijski menadžment jedna je od funkcija organizacija s izrazito klasičnim karakterom. Pod njim se u organizacionom smislu (često) podrazumeva kolektivni način donošenja odluka. Predstavlja upotrebu socijalne moći u procesu odlučivanja, sa ključnim uticajem na sve one akcije koje imaju strategijsko značenje za funkcionisanje, opstanak i razvoj organizacije.

S obzirom da strategijski menadžment obuhvata donošenje odluka koje su od bitnog značaja za funkcionisanje celokupnog organizacionog sistema, njihova sadržina je:

- odlučivanje o delatnosti preduzeća i o društvenom rezultatu koji iz te delatnosti treba da se ostvari,
- odlučivanje o zadacima sistema tj. o tome šta treba raditi da bi se cilj postigao, što predstavlja postavljanje plana ostvarivanja ciljeva,
- odlučivanje o uslovima pod kojima će se ostvariti cilj (način korišćenja elemenata proizvodnje odnosno usluga – radne snage i sredstava preduzeća),
- odlučivanje o upotrebi odnosno raspodeli ostvarenih rezultata.

Strategijski menadžment preduzeća predstavlja deo strukture preduzeća koji je u osnovi odgovoran za obezbeđenje misije preduzeća, ostvarivanje ciljeva preduzeća, sprovođenje politika preduzeća i obezbeđenje kompetitivne saradnje u okolini – na tržištu. U datom smislu funkcija upravljanja preduzećem obuhvata:

- Istraživanje uslova okoline u funkciji potreba tržišta, potencijala i kapaciteta preduzeća u okviru projektovane privredne politike zemlje;
- Utvrđivanje misije i ciljeva preduzeća, oblikovanje strategije opstanka i razvoja u vremenu, utvrđivanje poslovne politike i izučavanje ograničenja;
- Održavanje veza sa okolinom i nadređenim strukturama preduzeća;
- Projektovanje i podešavanje organizacione strukture na osnovama studije funkcija, funkcionalnih međuzavisnosti i zahteva – karakteristika procesa rada;
- Koordinaciju funkcija preduzeća;
- Sprovođenje utvrđene strategije razvoja i poslovnih politika u datom vremenu i datim uslovima okoline;

- Koordinaciju programa obezbeđenja kvaliteta u smislu zadovoljenja uslova prema aktuelnim standardima;

- Koordinaciju i kontrolu postupaka ostvarivanja postavljenih ciljeva u realnom vremenu, kontrolu promena na tržištu, globalnu kontrolu procesa rada, kontrolu postupaka upravljanja ekonomsko – finansijskim tokovima, pripremu razvojnih projekata, investiciono odlučivanje, kontrolu rokova investicija i obezbeđenje uslova za investicioni razvoj, kontrolu uslova rada i zadovoljenja potreba učesnika u procesima rada;

- Analizu, dijagnozu i kontrolu konkurentske sposobnosti preduzeća;

- Analizu ostvarivanja projektovanih izlaznih veličina preduzeća.

Strategijski menadžment, između ostalog, podrazumeva i definisanje poslovne politike, organizovanje procesa proizvodnje i usluga i ostvarivanje viška rada i profita.

Poslovna politika obuhvata ciljeve, uslove za ostvarenje ciljeva, tehnika korištenja uslova radi ostvarenja ciljeva i metoda organizovanja aktivnosti radi dostizanja ciljeva, principi raspodele ostvarene dobiti odnosno raspodele stimulativnih mera i sredstava za ostvarene ciljeve.

Dakle, pod strategijskim menadžmentom najčešće se podrazumeva opšte ekonomsko i političko upravljanje, a pod operativnim upravljanje tehnološkim procesom (u smislu administrativne funkcije, kako ju je Henri Fajol video).

Strategijski i operativni menadžment nisu strogo mehanički odvojeni. Oni su međusobno usko povezani. Njihov osnovni i zajednički zadatak jeste da neprestano usklađuju i povezuju delovanje i rad svih funkcija i elemenata u sistemu u jedinstvenu celinu, usmerenu na izvršenje određenih zadataka, potrebnih za opstanak i razvoj šireg sistema – sistema višeg nivoa.

Strategijskim i operativnim menadžmentom se usklađuju stvarni i lični činoci rada.

Strategijski menadžment je širi pojam od operativnog menadžmenta, koji se može nazvati sredstvom strategijskog menadžmenta, odnosno mehanizmom preko kojeg se provodi i ostvaruje upravljanje. Operativni menadžment je dakle, instrument upravljanja, kojim se obavlja tehničko-koodinaciona funkcija usklađivanja svih faktora osnovnog procesa u sistemu (obuka, proizvodnja, usluge...), kao i vaspitno – moralno delovanje u svrhu učvršćivanja vladajućih društvenih odnosa.

Ne postoje jedinstveni stavovi autora ni u pogledu veze između operativnog rukovođenja i strategijskog upravljanja. Veliki broj autora o strategijskom menadžmentu smatra da strategijsko upravljanje obuhvata i operativno upravljanje, to jest da ono predstavlja zbir upravljačkih aktivnosti koje se ostvaruju kroz hijerarhiju. Prisutna su i nešto drugačija, ali ne potpuno suprotna shvatanja, prema kojima treba napraviti vrlo jasno razliku između tri nivoa upravljanja:

1. Upravljanje firmom – *Corporate Management* – koje predstavlja skup različitih menadžmenta u okviru postojeće organizacione hijerarhije,

2. Strategijski menadžment – *Strategic Management* – koji se odnosi na upravljanje celokupnom organizacijom i koji je orijentisan na buduće odluke i pravce akcije. Osnova je za operativni menadžment.

3. Operativni menadžment – *Operational Management* – koji se odnosi na upravljanje pojedinim poslovnim funkcijama i operacijama (proizvodnja, istraživanje i razvoj, marketing, finansije, kadrovi i slično).

Iz ove podele menadžmenta može se zaključiti da je strategijsko upravljanje šire od „običnog” operativnog upravljanja. Ova dva tipa upravljanja imaju različite uloge u preduzeću. Često se pojam strategija i strategijsko vezuju za važna i bitna pitanja u organizaciji. Ovo automatski ne znači da je operativno upravljanje manje važno. Pre bi mogli reći da se radi o odnosu dva tipa odluka koje rezultiraju iz strategijskog i operativnog menadžmenta.

Kao rezultat strategijskog upravljanja nastaju strategijske odluke, dok kao rezultat operativnog upravljanja nastaju odluke operativnog ili taktičkog karaktera, putem kojih se ostvaruju strategijske odluke (pojmovi strategije i taktike su preuzeti iz vojne terminologije, taktika je konkretizacija strategije, tj. to je način za ostvarivanje strategije).

Pored pomenutog, razlika strategijskog i operativnog upravljanja je i u tome što se strategijsko upravljanje vezuje za dugi rok (strategija je jedna od planskih odluka koja ima dugoročne implikacije), dok se operativno vezuje za kratak rok.

Strategijsko upravljanje se bavi kompleksnim pitanjima vezanim za celokupnu organizaciju, kao što su: osvajanje novih tržišta, kapitalna ulaganja, ulaz na nova proizvodna ili poslovna područja, itd. Operativno upravljanje je više orijentisano na pitanja operativnog, pa čak i rutinskog karaktera, kao što su: efikasnost proizvodnje, smanjenje troškova, povećanje proizvodnje i slično.

Strategijski menadžment bavi se spoljašnjim odnosima preduzeća, a operativni menadžment zahvata odnose unutar organizacije, između i unutar grupa u organizaciji, između i unutar organizacionih jedinica.

Nastanak i pojava strategijskog upravljanja imali su veliki uticaj na dalji razvoj operativnog upravljanja. Smatra se da je strategijsko upravljanje na dva načina uticalo na operativno:

- povećalo je nivo analize pojedinih detalja, o čemu se ranije nije dovoljno vodilo računa i

- uticalo je na razvoj svesti o važnosti kompleksnog sagledavanja svih faktora koji utiču na poslovanje.

Shodno svemu ovome, nije moguće provući neku strogu granicu između pojma rukovodioca i pojma menadžera, te reći da jedni rukovode a drugi upravljaju, ako se pođe s aspekta subjekta koji vrši dotičnu funkciju. Međutim, ako se gleda na funkciju koju u datom času vrši subjekt, jasno se uočava kada je to funkcija upravljanja, a kada funkcija rukovođenja.

S obzirom na različite probleme i različite pristupe njihovom rešavanju, i profili menadžera na različitim nivoima hijerarhije međusobno se razlikuju po nekoliko osnova:

- po količini vremena koje upotrebe za obavljanje pojedinih menadžerskih funkcija (planiranje, organizovanje, vođenje i kontrola);
- po ciljevima koje utvrđuju na pojedinim nivoima menadžmenta;¹³
- po odlukama koje donose (rutinske i nerutinske odluke) i učestalosti donošenja odluka;
- po složenosti (strukturnosti) problemima koje rešavaju;
- po orjentisanosti u delovanju (interna orjentisanost, kombinacija interne i eksterne orjentisanosti) i
- po obimu angažovanja u iniciranju i sprovođenju promena i dr.

Menadžeri strategijskog nivoa (generalni ili top menadžeri) moraju imati strategijsku viziju za svaki posao. Prisustvo vizije predstavlja značajnu osobinu lidera. Pod njom se podrazumeva osećanje budućnosti i shvatanje potrebnih akcija da se ona ostvari.

Principi vizionarskog liderstva su:

- izazvati proces – podsticati inovacije i podržavati ljude sa idejama,
- biti entuzijasta – inspirisati druge, kroz lični entuzijazam, da učestvuju u zajedničkoj viziji,
- pomagati druge da deluju – biti idol tima i podržati napor i talente drugih,
- dati primer – obezbediti konzistentan model uloge, kako drugi mogu i treba da rade,
- proslaviti uspeh – unositi emociju u radno mesto i raditi srcem koliko i glavom.

Vlasništvo i menadžment

Moć i instrumenti upravljanja oduvek su bili u rukama vlasnika kapitala. Oni su čak učestvovali i u izvršnim poslovima. Danas je to slučaj uglavnom u malim preduzećima, preduzećima „plitke” organizacione strukture i u uslovima relativno jednostavnih delatnosti. Razvojem privrede i društvenog života uopšte, došlo je do delegiranja upravljačkih nadležnosti i odgovornosti sa vlasnika kapitala na profesionalne menadžere.

Vlasništvo je u tim uslovima zadržalo moć i instrumente kontrole na najvišem nivou i podrazumeva korišćenje imovine na način koji nije u suptnosti sa zakonom, običajima, navikama ili na način kojim se nanosi šteta drugima.

¹³ Tako je vrhovni menadžmenta zadužen za donošenje korporacijskih ciljeva, menadžment srednjeg nivoa utvrđuje ciljeve pojedinih poslovnih funkcija, dok najniži nivo menadžmenta utvrđuje ciljeve i zadatke pojedinih radnih grupa.

Fundamentalna veza između vlasništva i upravljanja ispoljava se u tome da karakter vlasništva nad organizacionim kapitalom određuje način upravljanja njime. S obzirom na odnos vlasništva i menadžmenta, i pored postojanja razlika u zakonskoj regulativi različitih država, postoje tri osnovne vlasničke forme u organizacijama:

- inokosna preduzeća,
- partnerska (ortačka) društva i
- korporacije (akcionarska, deoničarska društva).

Vlasnička forma organizovanja organizacije produkuje niz značajnih implikacija za menadžere: definisanje osnovnih ciljeva, način donošenja odluka, održanje kontrole, poreski tretman, neophodni početni kapital za osnivanje, način obezbeđenja novih resursa, troškovi osnivanja itd.

Savremena ekonomska teorija nudi saznanje da su, teorijski, državna i privatna svojina jednako efikasne, ukoliko su zadovoljene pretpostavke o savršenom tržištu, potpunim informacijama vlasnika o poslovima kojima menadžer upravlja i potpunim ugovorima između vlasnika i menadžmenta, što je u praksi nemoguće.

Ispunjavajući svoju misiju menadžeri obavljaju širok dijapazon zadataka: angažovanje različitih inputa organizacije (materijalni, fizički, tehničko-tehnološki, kadrovski itd), alociranje resursa, koordinacija aktivnosti, donošenje odluka i sl., što jača njihovu organizacionu poziciju i moć. Usled često prisutne velike difuzije vlasništva (veliki broj vlasnika) dolazi do pojave odvajanja funkcije vlasništva i upravljanja. Vlasnici akcija nemaju stvarnu moć kontrole nad preduzećem. To umesto njih obavljaju profesionalni menadžeri, koji angažuju zaposlene i druge organizacione resurse u cilju kreiranja vrednosti za vlasnike.

Usled ovoga, u praksi ne retko dolazi do pojave tzv. *agencijskog problema* (usko vezanog sa tzv. moralnim hazardom), koji se očituje u tome da menadžeri počinju da ostvaruju određene lične interese, dajući im primat nad interesima vlasnika kapitala (nabavka luksuznih vozila, luksuznog nameštaja, česta putovanja u inostranstvo, zloupotreba službenih vozila, nelegalni postupci javnih nabavki - tenderi, povećani troškovi za reprezentacije i za ličnu korist menadžera itd.). Suzbijanje ovih pojava podrazumeva kontrolu menadžera od strane vlasnika, a troškovi te kontrole tzv. *agencijski troškovi*, ako su suviše visoki, dovode do pada efikasnosti preduzeća.

Ovakvi problemi u odnosima vlasnika i menadžera, prethodnih decenija, rezultirali su novim formama vlasništva i oblika za povećanje efektivnosti i efikasnosti funkcionisanja savremenih organizacija: deljenje profita, franšize, podsticajne sistemi nagrađivanja za zaposlene itd.

Specifičan oblik odnosa vlasništva i menadžmenta može se sresti u tzv. javnom sektoru, kao institucionalnom sistemu ekonomskog angažovanja države. S obzirom na, gotovo neizbežno, prisustvo političkih uticaja u tom sektoru, posebno su interesantni slučajevi, kada se top menadžeri

biraju i postavljaju po volji i potrebama vladajućih struktura, koje u tom trenutku vrše funkcije vlasti u jednoj zemlji. Značajno je pitanje izbora ovih ljudi, koji preuzimaju pozicije vodećih menadžera. Često je njihovo poznavanje konkretne oblasti, problematike i neposrednih zadataka u organizacijama javnog sektora krajnje diskutabilno. Time se na najdirektniji način utiče na značaj i ulogu pojedinih funkcija menadžmenta, odnosno na dalji rad i funkcionisanje datih organizacija. Česte promene vladajućih struktura, koje na ovaj način postavljaju vodeće ljude u organizacijama javnog sektora, ostavljaju neizbrisive tragove i posledice, koje je često teško sanirati i u dužem vremenskom periodu.

Posle velike recesije, početkom osamdesetih godina dvadesetog veka, došlo je do velikih promena i u strukturi vlasništva mnogih organizacija širom sveta. Došlo je do globalizacije i internacionalizacije poslovanja¹⁴ i velikog talasa ekonomskog i socijalnog restrukturiranja organizacija, kao i uključivanja menadžera i svih zaposlenih u te tokove.

Jača organizaciona demokratija i participacija menadžera i zaposlenih se kreće u dva pravca: veće učešće u vlasništvu i veće učešće u donošenju odluka. Time su se interesi između najvažnijih internih stejkholdera (vlasnici, menadžeri, zaposleni) približili i delom izjednačili.

Razvoj menadžmenta u javnom sektoru

Svaki oblik društvenog organizovanja zahteva određene upravljačke procese – poslove i strukture koje se njima bave. Kada se radi o državi, kao političkom obliku organizovanja društva, te strukture dugo su bile poznate pod nazivom državni aparat, odnosno uprava ili administracija. Način na koji državna uprava obavlja poslove iz svoje nadležnosti (tzv. upravno – administrativni poslovi) oduvek je bio predmet sporenja i želje za reformama kojima će se obezbediti njihovo efikasnije i efektivnije izvršavanje. Nekvalitetna komunikacija između korisnika državnih usluga (građana) i samog upravnog aparata, rezultirala je nepoverenjem, sa jedne strane, i birokratizacijom upravno-administrativnih struktura, sa druge strane.

Decentralizacijom političkih sistema savremenih država, organi na različitim nivoima upravljanja, tj. strukture vlasti na različitim nivoima hijerarhije, imaju sve više partnerski, a sve manje subordinirajući odnos. Partnerski odnosi zahtevaju preraspodelu nadležnosti i obaveza, ali i

¹⁴ U SAD se pojavio veliki niz netradicionalnih organizacija koje kombinuju kreativne metode japanskih, američkih i evropskih organizacija i sistema rukovođenja (veći stepen sigurnosti radnog mesta, društvenu koheziju i veća (holistička) brigu za radnike). Stvorene netradicionalne organizacije zadržavaju svoje osnovne hijerarhijske strukture i preduzimaju značajne promene koje ruše tradicionalne postupke, granice i nivoe da bi bolje odgovorile na nove humane i tehnološke probleme i burne zahteve okoline. Ove promene pomeraju tradicionalne američke birokratske organizacije prema participativnim sistemima.

novčanih sredstava i svih drugih resursa, među svim akterima u upravljanju poslovima od opšteg značaja i uopšte upravljanju zajedničkim dobrima. Otuda je termin *državna administracija – uprava* zamenjen terminom *javna administracija – uprava (javni sektor¹⁵)*, ukazujući na širi krug subjekata uključenih u kreiranje politike i realizaciju poslova iz domena javnog sektora (različiti nivoi vlasti, razne organizacije, udruženja, preduzeća i sl.), kako bi se povećala efikasnost i efektivnost poslovanja.

Shodno sopstvenim specifičnostima i istorijskom nasleđu, svaka država i svako društvo pristupalo je promenama u ovom domenu na različit način, ali se većina tih reformi može obuhvatiti izrazom *novi javni menadžment* (eng. *New Public Management*).

Ona društva koja su u promenama otišla najdublje, nastoje da koncept novog javnog menadžmenta unaprede *prihvatanjem principa upravljanja javnim vrednostima* (eng. *Public value management*).

Tradicionalni administrativni pristup (eng. *Public Administration*) upravljanju poslovima javnog sektora čvrsto se oslanja na tri institucionalne društvene kategorije: partijski sistem, političko vođstvo (liderstvo) i birokratiju, uz pretpostavku koncepta demokratije elite, tj. pretpostavku da javnost, u načelu, nije zainteresovana za šire političko angažovanje i participaciju u upravljanju (Stoker, 2006, pp.41-57). U skladu sa tim, državni organi mogu uspešno odgovoriti brojnim zahtevima i očekivanjima građana samo standardizacijom i administrativnim pristupom, naročito u oblastima kao što su školstvo, zdravstvo, ekonomski i monetarni sistem, kao i odbrana i dr.

Organizaciona efektivnost u upravljanju poslovima od opšteg interesa, prema ovom pristupu, obezbeđuje se birokratskim delovanjem, koje se ostvaruje kroz:

- strogo hijerarhijsko ustrojstvo odnosa zaposlenih,
- karijerni model u kome su kontinuitet i neminovnost unapređivanja osnovne premise,
- precizno definisane radne procese, uz naglašen značaj evidentiranja, pri čemu se ne ostavlja mnogo prostora za kreativnost,
- unapred definisane vrednosti (vrline) zaposlenih u domenu njihovih nadležnosti i dr.

Praksa je pokazala da ovakve pretpostavke u upravljanju poslovima od opšteg interesa i pružanju javnih usluga ne obezbeđuju dovoljnu ekonomsku efikasnost,¹⁶ kao što i ne odgovaraju u potpunosti potrebama i

¹⁵ Javni sektor ima više celina: direktnu administraciju koja se finansira iz poreza, javne korporacije /preduzeća/ koja imaju veće komercijalne slobode mada njihove ciljeve može da postavlja vlada, specifične, celine koje se razlikuju od napred navedenih: npr, preduzeća – firme koje rade IT usluge itd.

¹⁶ U praksi se mogu čuti tvrdnje da „budžet“ (aludiranje na budžetske korisnike) uspavljuje - radio ne radio svira radio (zagarantovana primanja bez obzira na radni učinak) i da demotivise najsposobnije i najvrednije, a da pogoduje manje vrednima i manje sposobnima.

zahtevima korisnika usluga. Fokus je više na unutrašnjim potrebama (potrebama davaoca usluge), nego na spoljašnjim (potrebama korisnika usluge). Kao odgovor i kritika monopolističkog oblika u obavljanju javnih poslova pojavili su se zahtevi za participacijom većeg broja stejkholdera u tim poslovima i zahtevi za menadžmentom koji će biti više tržišno orijentisan.

Novi javni menadžment predstavlja kompleksan skup ideja i promena usmerenih ka ovom pristupu.

Sprovode se reforme usmerene na povećanje odgovornosti proizvođača javnih usluga, s jedne strane povećanje odgovornosti prema državi koja želi da dostigne postavljene ciljeve, a s druge strane prema korisnicima (konzumentima) usluga javnog sektora koji žele da dobiju javne usluge visokog kvaliteta.

Suština reformi u konceptu javnog menadžmenta odnosi se na stvaranje uslova za učešće korisnika usluge u kreiranju konačnog oblika i performansi same usluge. Takvim uslovima odgovara „plitka i ravna”, politički relativno samostalna organizaciona struktura, u kojoj su zastupljeni svi stejkholderi (i javni i privatni sektor), a menadžment je otelotvoren u ograničenom liderskom jezgru. Politički uticaj je minimiziran i ograničen na formiranje tog liderskog jezgra, koje na politički nezavisnim, poslovnim principima treba da definiše osnovne ciljeve i da upravlja u okviru određenih budžetskih ograničenja.

Prihvaćeni model za uspostavljanje ovog koncepta bazira se na promovisanju vrednosti menadžmenta, za šta je potrebno da menadžeri imaju široku slobodu u upravljanju, iako je postavljanje globalnih ciljeva van njihovog domašaja. Iza svih regulacionih instrumenata u sistemu stoje krajnje performanse sistema i način njihovog merjenja.

Modernizacija u upravljanju u javnom sektoru, osjetljivost na potrebe korisnika usluga i prihvatanje instrumenata koji su tradicionalno pripadali tržišnom poslovanju, osnovne su karakteristike novog javnog menadžmenta. Instrumenti implementacije novog pristupa su brojni i obuhvataju nove ideje kojima se ostvaruje korenita transformacija birokratije, transparentno i fleksibilno budžetiranje i računovodstvo, timsko i kreativno upravljanje realizacijom usluga, razvoj partnerskih odnosa kroz ugovaranje realizacije javnih usluga, usmerenost ka krajnjim efektima i potrebama korisnika, široka primena informacionih tehnologija, ali i reforma regulatornih aspekata (promene u zakonima) (Đorđević, 2008, pp.133-157).

Prema (Subotić, 2010, pp.91-114), u Republici Srbiji se koncept novog javnog menadžmenta jednostrano svodi na problem reforme državne uprave, odnosno smanjenje broja činovnika, umesto da se pristupi ozbiljnim promenama i sa horizontalnog (sistemskog) aspekta, koji se odnosi na reformu celokupnog sistema, i sa vertikalnog (sektorskog) aspekta, koji se odnosi na reformu pojedinih sektora uprave.

Koncept menadžmenta javnim vrednostima svoje uporište nalazi u filozofiji pragmatično orijentisanih škola menadžmenta, uz apostrofiranje karakteristične „non-business” dimenzije menadžmenta u javnom sektoru (Smith, 2003). Prema ovom pristupu, principi menadžmenta u poslovnom svetu (realni sektor i privatna svojina), naročito u komercijalnom sektoru, nisu uvek pogodni za primenu u javnom sektoru.

Dok novi javni menadžment nastoji da ulogu politike u funkcionisanju javnog sektora ograniči na definisanje ulaznih i vrednovanje izlaznih varijabli sistema, menadžment javnim vrednostima prihvata politiku, u širem - vanstranačkom smislu, kao partnera i mehanizam socijalne koordinacije. Na taj način pospešuje se šira participacija u upravljanju, prevazilaze individualni interesi tržišnog pristupa, obezbeđuje se fleksibilnost u odlučivanju i podstiče saradnja radi opšteg dobra.

Menadžment javnim vrednostima zahteva i aktivan pristup kreiranju tih vrednosti. Uloga menadžera nije samo u dostizanju rezultata koji će biti merljivi, već i u izgradnji procesa slobodnog učešća svih stejkholdera u kreiranju javnih vrednosti, čime se obezbeđuje i opravdanost ulaganja sredstava. Menadžer treba da stvori uslove i da motiviše sve stejkholdere da se uključe u procese odlučivanja. Savremene komunikacione i informacione tehnologije u tom smislu pružaju niz mogućnosti. Ovakvim pristupom se gradi i jača poverenje između menadžmenta i korisnika usluga u javnom sektoru.

Veoma važna karakteristika ovog koncepta, pored otvorenosti za saradnju sa svim zainteresovanim subjektima društva, predstavlja i adaptivnost, zasnovana na kontinuiranom učenju, odnosno unapređenju sposobnosti i performansi usluga.

Adaptivnost zahteva stalno preispitivanje svrhe delovanja, inovativnost i eksperimentisanje, uz bliski kontakt sa okruženjem. U skladu sa tim, menadžeri u javnom sektoru moraju osim znanja i veština iz domena organizacije i menadžmenta, posedovati odgovarajuća znanja i poznavati principe funkcionisanja javne uprave, kreiranja i sprovođenja javnih politika, kao i pružanja javnih usluga.

Da bi se sagledali trendovi reformi u upravljanju u javnom sektoru, u najkraćem, treba uočiti da tradicionalni administrativni pristup (eng. *Public Administration*) teži čvrstoj administrativnoj disciplini, novi javni menadžment (eng. *New Public Management*) pretpostavlja stabilnost i ispravnu percepciju javnih vrednosti, a koncept menadžmenta javnim vrednostima (eng. *Public value management*) u prvi plan ističe svrhu, edukaciju i kontinuiranu adaptaciju.

Uporedna analiza koncepta državne administracije, novog javnog menadžmenta i menadžmenta javnim vrednostima prikazana je u tabeli 7 (Kelly, Muers, 2002).

Tabela 7
Table 7

Uporedna analiza različitih pristupa upravljanju javnim poslovima
Comparative analysis of different management approaches in public affairs

	Javna administracija (eng. <i>Public Administration</i>)	Javni menadžment (eng. <i>New Public Management</i>)	Javni menadžment prema vrednostima (eng. <i>Public value management</i>)
Glavni ciljevi	Politički definisani. Funkcionisanje birokratski nadgledano.	Ekonomski definisani. Funkcionisanje korisnički orijentisano.	Kreiranje opštih-zajedničkih vrednosti. Usmerenost ka ključnim problemima i sistemskim rešenjima kroz kreiranje procesa.
Uloga menadžera	Da obezbedi poštovanje pravila i procedura.	Da pomogne u definisanju i dostizanju definisanih ciljeva.	Da bude aktivan vođa u kreiranju i održavanju sposobnosti sistema.
Definisanje javnog interesa	Politička ili ekspertna percepcija, uz malo učešće ostalih stejkholdera.	Miks individualnih percepcija i iskustava top menadžera i političke elite, zasnovano na praćenju stavova korisnika.	Individualne i javne percepcije, koje su rezultat konsenzusa i ekonomskih analiza.
Dominantan pristup u pružanju javnih usluga	Monopol javnog sektora u pružanju javnih usluga.	Favorizovana usmerenost ka korisniku, u pružanju usluga, jer monopol javnog sektora vodi neefikasnosti i teži samovoljnosti.	Nema monopola u pružanju javnih usluga. U saradnji sa korisnicima usluga održavaju se esencijalne zajedničke vrednosti.
Preferirani način pružanja usluga	Hijerarhijske organizacione celine ili samoregulatorne delatnosti.	Privatni sektor ili javne agencije, strogo definisanog delokruga rada.	Izbor alternativa zasnovan na pragmatizmu i refleksivnim mehanizmima za dostizanje ciljeva.
Uloga demokratskih procesa	Transfer odgovornosti: izabrani lideri prenose odgovornost sa individualnog na zajednički aspekt.	Transfer ciljeva: menadžeri su ograničeni u postavljanju ciljeva i proveri performansi, ali su slobodni u izboru načina ostvarenja ciljeva.	Transfer informacija - dijalog: objedinjeni naponi svih subjekata i kontinuiran proces demokratskih promena.

Javni sektor karakterišu određene specifičnosti (razlike) ustrojstva, organizacija i tehnologija funkcionisanja u odnosu na ostale sektore (makroekonomske), koje utiču na efikasnost i efektivnost.

Te razlike su često izvor neefikasnosti menadžmenta u javnom sektoru. U tom smislu, one se generalno mogu klasifikovati u dve grupe (Stiglic, 2004):

1. Organizacione razlike:

- „Meka” budžetska ograničenja (državne subvencije, nemogućnost bankrotstva);
- Značajna uloga političkog faktora;
- Odsustvo konkurencije;
- Specifična ograničenja u vezi sa zaposlenima (neodgovarajući sistemi vrednovanja rada, nepotpuno izgrađeni motivacioni sistemi, odsustvo konkurentnosti među zaposlenima, složeni i inertni mehanizmi sankcionisanja za neadekvatne radne učinke i sl.);
- Specifičnosti u vezi sa nabavkama (kompleksne i vremenski zahtevne zakonske i organizacione procedure i postupci ali i hitne i poverljive nabavke, nabavke kao jednokriterijumski problem odlučivanja: nabavke po najnižoj ceni i dr.),
- Problemi u vezi sa budžetiranjem (izražen problem otežanog dugoročnog budžetiranja nužnog za velike kapitalne investicije) i dr.

2. Individualne razlike:

- Nemotivisanost usled neadekvatnog nagrađivanja radnog učinka,
- Težnja ka maksimiziranju veličine organizacije, usled povećane birokratizacije,
- Težnja ka minimizaciji rizika (do potpunog izbegavanja), što za posledicu ima strogo pridržavanje procedura i sl.

Za unapređenje menadžmenta u jednom takvom sistemu, gde velike i kompleksne diversifikovane organizacije pružaju javne usluge, nije dovoljno samo analizirati faktore motivacije zaposlenih, već treba shvatiti i strukturu i uslove funkcionisanja organizacije.

Određene slabosti u birokratskim sistemima su posledica zatvorenosti strukture, nepostojanja tržišta i tržišnih mehanizama selekcije.¹⁷

Birokratski model organizovanja sistema odbrane

Savremeni koncept organizacionog dizajna podrazumeva da su organizacije specifične namene (odbrana, unutrašnji poslovi, spoljna politika,...) i od posebnog značaja za državu, u većinskom državnom vlasništvu i pod kontrolom države u funkcionisanju. Sistem odbrane kao jedan od sistema specifične namene, obzirom na svoja obeležja, pripada birokratskom modelu organizacionog dizajna.

¹⁷ Ako nema tržišta nemože se proceniti ko je kvalitetan.

Birokratski model organizacije odgovara metafori mašine: organizacije ovog tipa nastoje da funkcionišu kao mašine u kojima se sve odvija po unapred utvrđenom planu i proceduri konstruktora te mašine i gde svaki deo zna svoju ulogu u njenom radu.¹⁸

U birokratskom modelu organizacionog dizajna svaki proces je regulisan standardima i formalizovan, a donošenje odluka je analitičko, složeno i sporo budući da se radi o velikim organizacijama i donošenju odluka koje su po tom osnovu izuzetno složene.

Ovaj model karakteriše i profesionalizacija ponašanja zaposlenih ispoljena u poštovanju profesionalnih standarda i etike u radu.

Birokratske organizacije poseduju sposobnost centralizovanog upravljanja (posebno kontrole) „masovnim operacijama, postupcima i procedurama“ karakterističnim za funkcionisanje velikih sistema.

Polazeći od stabilnih i standardizovanih „outputa“ birokratski model garantuje vrlo stabilne i pouzdane rezultate, koji ne zavise mnogo od personalnih promena.

Negativne strane birokratskog modela su nefleksibilnost (nesposobnost brzog i blagovremenog prilagođavanja promenama u okruženju), zamena ciljeva i sredstava (procedure se poštuju zbog njih samih, a ne zbog rezultata), koordinacioni problem (stimulacija diferencijacije upravljačkih funkcija koje samostalno razvijaju svoje ciljeve, metode rada i standarde), psihološki problemi zaposlenih, nizak radni moral i motivacija i dr.

Birokratski model je podesan za primenu u većim organizacijama u uslovima stabilnog funkcionisanja i potpuno izgrađenih demokratskih¹⁹, političkih, ekonomskih i drugih savremenih institucija sistema, jer obezbeđuje solidnu efikasnost,²⁰ pouzdanost i sposobnost upravljanja.

Razvoj i funkcionisanje sistema odbrane, kao birokratskog modela organizacije, neophodno je i moguće je unaprediti razvojem i operacionalizacijom dugoročnog koncepta unapređenja poslovanja sa ugrađenim organizacionim aspektom; permanentnim radom na racionalizaciji strukture i pravilnom tehnološkom dimenzionisanju elemenata strukture; planskim i organizovanim radom na delimičnom ekonomskom (vlasničkom) i socijalnom restrukturiranju; većom komercijalizacijom poslovanja; uvođenjem radnostimulativnog sistema gde se nagrađuje obim i kvalitet učinka; uvođenjem postupnosti i kontinuiteta u radu; jasnim isticanjem težišta i prioriteta; pove-

¹⁸ Petković M., Janićijević N., Bogičević B., Organizacija: teorije, dizajn, ponašanje, promene, prvo izdanje, Ekonomski fakultet, Beograd, 2002., str. 177.

¹⁹ „Da bi se uspešno sproveo projekat demokratizacije, u vrednosnom sistemu društva, mora postojati stabilan privredni sistem i norma da se demokratija živi kao oblik svakodnevnog života“. Uslovi za povraćaj poverenja su: sigurnost, transparentnost društvenih organizacija, odgovornost vlasti, izvršenje dužnosti i odgovornosti, priznanje i očuvanje dostojanstva, integriteta i autonomije svakog građanina.

²⁰ Efikasnost podrazumeva visoku specijalizaciju rada u kojoj zaposleni „rutiniziraju“ utvrđene procedure, postupke i pravila ponašanja i na taj način velikom brzinom i preciznošću izvršavaju poverene zadatke i dužnosti.

ćanjem stepena organizacione demokratije; većom transparentnošću u radu i odlučivanju; svođenjem diskrecionih prava na najmanju meru; objektivizacijom odlučivanja; uvođenjem konkurencije; promovisanjem znanja i učinka a ne podobnosti; kvalitetnijom selekcijom i promovisanjem ljudi od integriteta i kompetencije, ljudi od uma i savesti, od istinoljublja i odgovornosti; većom mehanizacijom poslovanja; češćim kadrovskim provetranjem organizacije; objektivnijim merenjem rezultata rada; većim stavljanjem u funkciju (aktiviranjem) raspoloživih resursa; efektivnijom zaštitom svojine; intenzivnijom razmenom znanja, informacija, materije i energije sa okruženjem; ulaskom u razne forme interesnih poslovnih partnerstava itd.

Menadžment u sistemu odbrane

S obzirom veliku širinu javnog sektora, primereni modeli menadžmenta se razlikuju od segmenta do segmenta. Jedan od posebno specifičnih segmenta predstavlja sistem odbrane, koji se definiše kao deo sistema nacionalne bezbednosti i jedinstven oblik organizovanja priprema za izvršavanje zadataka odbrane, sprovođenja mera i radnji za rad građana, državnih organa, privrednih društava i drugih pravnih lica za upotrebu Vojske Srbije i drugih snaga odbrane u ratnom i vanrednom stanju (Službeni glasnik RS, 2007).

Evidentno je da ključni subjekt sistema odbrane predstavljaju Ministarstvo odbrane, Vojska Srbije i subjekti koji su u tesnoj vezi sa njima, pa se menadžment u sistemu odbrane u ovom radu dominantno posmatra upravo kroz menadžment u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije.

Efektivnim i efikasnim menadžmentom u sistemu odbrane smatra se menadžment koji projektuje, implementira, kontroliše i na pravi način vrši evaluaciju politike i strategije, koje dovode do ostvarenja strateških rezultata, dostizanja strateških ciljeva i ispunjenja dodeljenih misija, a ne menadžment koji formalno (mandatno) zauzima pozicije u sistemu, o kojoj god funkciji da se radi i kako god se isti deklariseo (Forca, 2011, pp.196-220). Bez obzira na svest menadžmenta u sistemu odbrane o nužnosti povećanja efektivnosti i efikasnosti u upravljanju, prisutne su brojne opasnosti koje mogu onemogućiti dostizanje tih ciljeva.

Određene specifičnosti u smislu složenosti vojnih logističkih organizacionih sistema (borbeni sistem, proizvodni sistem, poslovni sistem, sistem logistike, fluktuacija kadrova i sl.), u smislu slobode i autonomnosti u odlučivanju, upravljanju ljudskim resursima, načinu funkcionisanja i dr., čine menadžment u sistemu odbrane, u nekim segmentima, znatno složenijim nego što je to slučaj sa civilnim organizacionim sistemima. Ukoliko su uspostavljeni mehanizmi regulisanja u sistemu (kadrovska politika, vrednovanje radnog učinka i dr.) destimulativnog karaktera, posledice mogu biti negativne pojave, kao što su „forsiranje osrednjosti”, primena „dvostrukih standarda” u radu, opstrukcije i izbegavanje radnih obaveza i sl.

Generalno posmatrano, u sistemu odbrane mogu se diferencirati dve kategorije menadžera: opšti menadžeri i stručni menadžeri. Porast obima zadataka i očekivanja od funkcije menadžmenta, naročito u velikim organizacionim sistemima, čini savremeni menadžment nemogućim bez stalnog kontakta i saradnje sa ekspertima. U tom smislu, preduslov ostvarenja uloge opštih menadžera je saradnja i timski rad sa stručnim menadžerima. Uobičajena forma saradnje ovih kategorija menadžera u sistemu odbrane jeste putem kolegijuma.

Sa druge strane, u sistemu odbrane je uloga srednjeg nivoa menadžera najmanje normativno definisana (zakonima, propisima, pravilima). U praksi se, usled toga, kod mlađih menadžera češće mogu javiti problemi u adaptaciji u kolektivima tj. priključivanju radnim grupama, punom ostvarenju ličnih potencijala i aktivnom i produktivnom učešću u radu, nego što je to slučaj sa pitanjima obrazovanja i stvarnog znanja menadžera.

S obzirom na delatnost, veliki problem u vrednovanju menadžmenta u sistemu odbrane predstavljaju transparentnost i merljivost rezultata uspešnosti. Krajnji rezultat svakako predstavlja određeni nivo bezbednosti – sigurnosti, koji je različit u percepciji same države i percepciji javnosti – građana. Shodno tome, reforme menadžmenta u sistemu odbrane moraju biti usmerene i prema državi (nadležnom ministarstvu), koja želi da ostvari postavljene ciljeve u konkretnoj oblasti, i prema korisnicima usluga (građanima), koji žele visok kvalitet javne usluge – bezbednosti.

Ako se posmatra unutar sistema odbrane, karakteristike i rezultati menadžmenta na području logistike predstavljaju nezaobilazne pokazatelje i prizmu kroz koju je moguće posmatrati i na određeni način evaluirati uspešnost menadžmenta celokupnog sistema.

Unapređenje menadžmenta u logistici odbrane

Logistika odbrane podrazumeva sve subjekte, sisteme, poslove, poduhvate i procese koji su u funkciji podrške odbrane kao važne državne funkcije, dok se sam proces menadžmenta u logistici odbrane može shvatiti kao proces planiranja, implementacije i kontrole materijalnih tokova (tokova sredstava), informacionih i energetskih tokova, od mesta njihovog izvora (ulaska u podržavajući sistem) do mesta izlaska iz podržavajućeg sistema (upotrebe – potrošnje), a sve u cilju podmirivanja potreba korisnika, sa što većim stepenom efikasnosti i efektivnosti.

S obzirom na globalnu ekonomsku situaciju, mnoge države nastoje da unapređenjem menadžmenta u sistemu odbrane, a naročito u njegovoj logistici,²¹ putem veće sinergije u delovanju, ostvare željenu efikasnost i efektivnost, uz što manji utrošak resursa i istovremeno održanje ili čak i

²¹ U logistici se nalaze resursi veliki po obimu i vrednosti.

proširenje sposobnosti sistema (koncept „pametne odbrane“, koncept „udruživanja i razmene“, organizacione promene u domenu logistike – formiranje združenih grupa logističke podrške i sl.). Shvatanje i sprovođenje ovakvih reformi zahteva poseban odnos prema okruženju i uslovima u kojima se donose upravljačke odluke (Andrejić, Ljubojević, 2009, pp.15-27). Logističkom, ali i nelogističkom, menadžmentu u sistemu odbrane neophodan je širi pristup problemima, koji će im obezbediti sagledavanje svih posledica koje njihove odluke mogu imati ne samo u sistemu odbrane, već i na sve stejkholdere, prvenstveno krajnje korisnike usluga sistema odbrane – društvo, odnosno građane (civile i građane u uniformi).

Neretko menadžment u sistemu odbrane ima u fokusu samo jedan aspekt krajnjeg željenog stanja, istovremeno zanemarujući njegove ostale aspekte ili uticaj na širi sistem, društveno odnosno državno okruženje. Naime, često se teži samo smanjivanju troškova odbrane, bez obzira na implikacije koje se javljaju u domenu sposobnosti sistema odbrane ili nivoa bezbednosti, naročito „na duge staze“. Pritisci za smanjenjem troškova najviše se osećaju u domenu logistike, pri čemu se menadžmentu u logistici često nameću kontradiktorni zahtevi (smanjuju se odobrena sredstva, nameću brojno stanje, a povećava se obim i intenzitet aktivnosti – logističko naprezanje) ili čak nemoguća rešenja (istovremeno brzo, jeftino i kvalitetno rešenje). Istovremeno, sam menadžment u logistici odbrane, usled nedovršenog projektovanja sistema odbrane na logističkim osnovama (Andrejić, i dr, 2010a, pp.37-62), odsustva integrisanog logističkog informacionog sistema (Andrejić, i dr, 2010b, pp.33-61) sa odzivom u realnom vremenu ili usled nedoslednosti u funkciji planiranja, ne upravlja resursima u dovoljnoj meri na efikasan i efektivan način.

Neki od osnovnih principa dobrog upravljanja (eng. good governance) u logistici odbrane bili bi:

- princip zakonitosti (podrazumeva funkcionisanje u skladu sa nacionalnim, ali i internacionalnim zakonskim propisima, s obzirom na sve intenzivnije učešće subjekata sistema odbrane u multinacionalnim aktivnostima),
- princip transparentnosti (podrazumeva dostupnost informacija o planiranju, budžetiranju i utrošku sredstava),
- princip odgovornosti (podrazumeva odgovornost menadžmenta u logistici odbrane prema pretpostavljenim nivoima menadžmenta u odbrani, ali indirektno i prema društvu),
- princip disciplinovanosti (podrazumeva sveobuhvatno disciplinovan pristup upravljanju sredstvima, naročito utrošku sredstava prema planovima),
- princip partnerstva i saradnje (podrazumeva saradnju, udruživanje snaga i sredstava sa civilnim organizacijama, agencijama i oružanim snagama drugih država) radi ostvarenja maksimalne sinergije u delovanju,
- princip kontinuiranog usavršavanja (podrazumeva primenu „najbolje prakse“, permanentno unapređivanje upravljačkih sposobnosti logi-

stičkog kadra i unapređenje logističkih aspekata obrazovanja nelogističkog osoblja) i dr (Andrejić, i dr, 2011, pp.5-26).

Sa aspekta identifikacije stejkholdera koji moraju biti uključeni u proces unapređenja menadžmenta u logistici odbrane, raznovrstan skup stejkholdera se u načelu može klasifikovati u dve grupe:

- stejkholderi koji su direktno uključeni u donošenje odluka koje se tiču ili imaju direktne implikacije na odbranu i njenu logistiku,
- stejkholderi koji nisu direktno uključeni u donošenje odluka o pitanjima odbrane, ali su zainteresovani za reforme u tom segmentu.

U sklopu planskog i organizovanog rada na unapređenju menadžmenta u logistici odbrane (analogija vredi i za sistem odbrane u celini), posebnu pažnju treba usmeriti na stvaranje koncepta koji promoviše pravilnu selekciju, izbor, obrazovanje, trening, motivaciju i razvoj menadžerskog kadra, iz redova najsposobnijih, najobrazovanijih, najiskusnijih kadrova.

Ponuđeni koncept stvara ljude visokih moralnih i kulturnih vrednosti i doprinosi stvaranju kvalitetne upravljačke elite,²² koja neće biti retrogradna i koja će uspešno da predvodi i daje doprinos napretku sistema odbrane.

Da bi menadžeri u domenu odbrane, a naročito menadžeri u logistici odbrane, mogli uspešno odgovoriti izmenjenim zahtevima vremena i okruženja, neophodno je da poseduju i odgovarajuća znanja. Prema (Majstorović, Andrejić, 2008, pp.19-26), jedna od mogućih klasifikacija znanja potrebnih menadžerima u odbrani predstavljena je u tabeli 8.

Tabela 8
Table 8

Klasifikacija znanja potrebnih menadžmentu u odbrani
Classification of essential knowledge for security sector management

Znanja prema poreklu	Znanja prema nameni
<ul style="list-style-type: none"> – Znanja stečena školovanjem; – Znanja stečena praksom; – Znanja stečena formalnim profesionalnim usavršavanjem. 	<ul style="list-style-type: none"> – Osnovna znanja; – Pomoćna znanja; – Podržavajuća znanja.
Znanja prema naučnim oblastima i područjima rešavanja problema	Znanja prema stepenu opštosti
<ul style="list-style-type: none"> – Opšta znanja iz oblasti organizacije i menadžmenta; – Specifična tehnološka znanja iz domena problema koji se rešava; – Znanja iz oblasti odnosa sa javnošću; – Znanja iz psihologije, socijalne psihologije i komunikacije; – Znanja iz oblasti metodologije; – Znanja iz oblasti ekonomije i finansija; – Znanja iz oblasti informacionih tehnologija; – Znanja iz domena analize internog i eksternog okruženja (vojnog i dr.)... 	<ul style="list-style-type: none"> – Opšta menadžerska znanja; – Specifična znanja za određenu delatnost tj. tip organizacije; – Specifična znanja za konkretne poslove.

²² Ako nema elite onda postoji samo stanovništvo i nema razvoja i napretka.

Zaključak

Promene u upravljanju u javnom sektoru su u manjoj ili većoj meri zahvatile sve njegove segmente. S obzirom da su budžetska izdvajanja za odbranu dosta visoka i da logistika odbrane zahvata znatan deo tih sredstava, promene u menadžmentu su neizbežne i u ovoj oblasti.

Specifičnost delatnosti odbrane nosi sa sobom i specifičnosti u menadžmentu, ali osnovne pretpostavke i zahtevi koji se menadžmentu postavljaju isti su kao i u drugim oblastima javnih usluga. Efektivnost, efikasnost podsistema i sistema odbrane u celini, široka participacija svih stejkholdera, merljivost rezultata, veća transparentnost i dr., pa i kreiranje krajnjih vrednosti i performansi predstavljaju ideale menadžmenta i u domenu odbrane.

Različiti su pristupi njihovom dostizanju, bilo da se radi o individualnim ili kolektivnim sistemima odbrane. U skladu sa ovim idejama, članice NATO-a koncipirale su novi pristup upravljanju odbranom i raspoloživim resursima, poznat pod nazivom „*Pametna odbrana*“ (eng. *Smart Defence*) (Rasmussen, 2011, pp.7-10). Kao njegov osnovni cilj istaknuto je da treba da osigura veću bezbednost, uz manje troškove, veću saradnju i fleksibilnost.

Članice Evropske unije prihvatile su koncept pod nazivom „*Udruživanje i razmena*“ (eng. *Pooling and Sharing*), koji je kompatibilan NATO konceptu pametne odbrane.

Uloga menadžmenta ogleda se u stvaranju uslova za udruživanje, deljenje resursa i sveukupnih mogućnosti, u definisanju težišta, prioriteta i postupnosti i u odgovarajućoj koordinaciji, kako bi se ostvarilo usklađeno postupanje i homogene akcije. S obzirom da u prethodnom periodu, u domaćim nacionalnim okvirima, nije bio prisutan ovakav pristup menadžmentu u odbrani, da bi uspešno odgovorili zahtevima vremena, potrebama prakse i savremenim trendovima, savremeni menadžeri u domenu odbrane moraju dobro poznavati područja finansijskog menadžmenta, menadžmenta ljudskih resursa, projektnog menadžmenta, kriznog menadžmenta i dr., kao što moraju raspolagati znanjima i veštinama donošenja odluka, rešavanja konflikata, komunikacije i odnosa sa javnošću i javnog izbora uopšte.

Razvoj ovih znanja i veština podrazumeva pravilan odabir kadra koji će se baviti menadžerskim poslovima, pravilan rad na njihovom razvoju i sazrevanju i edukaciji kroz ovladavanje metodama i tehnikama menadžmenta i teorijskim znanjima iz oblasti javnih usluga ali i praktičnu razmenu iskustava, na međunacionalnom nivou – sa menadžerima u oblasti odbrane u drugim državama, i na nacionalnom nivou – sa menadžerima u različitim segmentima javnog sektora, ali i drugih makroekonomskih sektora.

Suština reformi koje se sprovode u logistici odbrane jeste povećati odgovornost prema državi (nadležnom ministarstvu), koja želi da ostvari

postavljene ciljeve u oblasti odbrane i s druge strane prema korisnicima (potrošačima), logističkih proizvoda i usluga koji žele da dobiju javne usluge i proizvode visokog kvaliteta.

Složenost menadžerskog posla i dinamične promene u okruženju logističkog sistema, zahtevaju novi pristup selektovanju, obrazovanju, treningu i razvoju karijere menadžera, permanentno praćenje naučnih dostignuća i praktičnih iskustava u oblasti menadžmenta te konstantan rad na sticanju novih znanja i ovladavanju metodama, tehnikama i veštinama menadžerskog rada.

Literatura

Andrejić, M., Ljubojević, S., 2009, *Operaciona istraživanja u funkciji podrške odlučivanju u sistemu odbrane/Operational researches as a support to decision-making processes in defence systems*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 57, No. 3, pp.15-27,

Andrejić, M., Milenkov, M., Sokolović, V., 2010a, *Koncept razvoja službi logistike*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 58, No. 4, pp.37-62,

Andrejić, M., Milenkov, M., Sokolović, V., 2010b, *Logistički informacioni sistem*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 58, No. 1, pp.33-61,

Andrejić, M., Radosavljević, R., Arsić, S., 2011, *Logističko obrazovanje i obučavanje nelogističkog osoblja*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 1, pp.5-26,

Đorđević, S., 2008, *Preduzetnički instrumenti savremene vlasti (države i lokalnih vlasti)*, Godišnjak Fakulteta političkih nauka, Vol. 2, No 2, pp.133-157,

Erić, D., 2005, *Uvod u menadžment*, Čigoja štampa, Beograd,

Forca, B., 2011, *Strateški menadžment u sistemu odbrane*, Vojno delo, Vol. 63, br. 4, pp.196-220.

Kelly, G., Muers, S., 2002, *Creating public value: An analytical framework for public service reform*, Cabinet Office Strategy Unit, London,

Majstorović, A., Andrejić, M., 2008, *Savremeni menadžment u sistemu odbrane*, Management - časopis za teoriju i praksu menadžmenta, Vol. 13, br. 47-48, pp.19-26.

Rasmussen, A. F., 2011, *Smart Defence can help nations to build greater security with fewer resources but more coordination and coherence*, European Security and Defence, 1, pp.7-10.

Robbins, P. S., Coulter, M., 2005, *Management*, Data status, Beograd,

Službeni glasnik RS, 2007, *Zakon o odbrani*, br. 116.

Smith, R., 2003, *Focusing on public value: Something old and something new*, Monash University, Victoria, Australia,

Stiglic, E. Dž., 2004, *Ekonomija javnog sektora*, Ekonomski fakultet, Beograd,

Stoker, G., 2006, *Public Value Management: A New Narrative for Networked Governance?*, American Review of Public Administration, Vol. 36, No. 1, pp.41-57.

Subotić, D., 2010, *Novi javni menadžment u političkom sistemu Srbije*, Politička revija, Vol. 23, No. 1, pp.91-114.

CONTRIBUTION TO THE IMPROVEMENT OF MANAGEMENT IN DEFENSE LOGISTICS

FIELD: Logistics

ARTICLE TYPE: Preliminary Report

Introduction

Changes in social environment require adequate answers of all organizational systems, including defense systems and their logistic systems. Improvement of management in defense logistics involves good knowledge of management theory and practice, knowledge of the impact of ownership and market on management, knowledge of public and other macroeconomic sectors functioning, broader opening towards environment and the exchange of knowledge, information and lessons learned with international environment. The paper presents theoretical and practical knowledge that is prerequisite for improving the management of defense and the management of defense logistic systems.

Definition and the essence of management

Regarding its complexity and a lack of a comprehensive definition, the concept of management is nowadays considered in three ways: as a skill, as social categories - structure of management, as well as a theory - a scientific discipline.

When we analyze the phenomenon of management, with respect to the historical aspect of its development, there is a necessity to distinguish between management as a scientific discipline and management practice.

Relation between organizational science and management

In theory and practice, management is associated with the achievements of many other scientific fields. One of the areas closest to management is organizational science. Today, in the management theory and organization theory, the prevailing attitudes state that these two areas are non-separable and that they are focused on the explanation of the same phenomenon, with the same desire to improve effectivity and development of different purpose systems. There is no clear boundary between organizational science and management, both from theoretical and practical aspects.

Achievements and shortcomings of organizational schools

As a result of solving problems in real systems, a number of opinions and different organizational schools has developed in practice over time. The dominant schools were empirical, qualitative and quantitative approaches.

Without intending to diminish the importance of particular approaches or to favor some of them, the paper briefly shows their characteristics.

Current trends indicate that organizational schools will develop in two seemingly opposite, but in fact quite consistent approaches: one that will be more interested in people and the other that will be more interested in numbers (psychological and analytical approach).

Management processes and levels

Most of the management theorists emphasize its four functions: planning, organizing, leading and controlling. At the same time, they all observe the management depending on the problems which have to be solved and the appropriate decisions which have to be made. In this sense, the most frequently differentiated are two basic levels of management: strategic and operational.

Operational management maintains the existing system's cohesion, technological discipline and relations stability among the elements of the system and prevents undue breaking of existing economic and technological entities in the system.

Strategic management is a combination of internal and external orientation and the use of social power in the decision-making process. It has the key influence on those actions that have strategic importance for the organization.

Strategic and operational management are not strictly separated. Their main and common task is to continually adjust and associate activities and functioning of all functions and elements in the system into a single unit, aimed at performing the tasks necessary for survival and development of a wider system.

Ownership forms and management

Power and management instruments have always been in the hands of shareholders. The development of economy and social life in general resulted in delegating management authority and responsibility from shareholders to professional managers. In these conditions, ownership retained the power and control instruments at the highest level. The specific form of relations of ownership and management can be found in the so-called public sector as an institutional system of state economic engagement.

Stronger organizational democracy and managers and employees participation are moving in two directions: greater participation in the ownership and greater participation in decision making. This implies closer and partly equalized interests between important internal stakeholders (owners, managers, employees).

Development of management in public sector

The way in which public administration performs its duties (so-called administrative work) has always been a matter of dispute and the desire for reform. Poor quality of communication between users (citizens) and the

administrative system has resulted in distrust, on the one hand, and bureaucratization on the other hand. Due to decentralization of political systems, government subjects at various levels of hierarchy have relationships closer to partnership than to subordination. Partnerships require a redistribution of responsibilities, obligations, and funds and other resources among all stakeholders in the management of the affairs of general - common importance. Hence, the term public administration replaced the term government administration, indicating a wider range of entities involved in policy making and implementation of activities.

Traditional administrative approach (Public Administration), assuming the concept of elite democracy, relies on three institutional social categories: the party system, the political leadership and the bureaucracy. Accordingly, the authorities can successfully respond to numerous demands and expectations of citizens only by a standardized and administrative approach, particularly in areas such as education, health, economic and monetary system, defense and others.

In accordance with its own peculiarities and historical heritage, every country and every society has approached changes in this domain in different ways, but most of these reforms may include the term New Public Management. The societies that have gone deeply in change seek to improve the New Public Management concept by accepting the principle of Public Value Management.

Management in the defense system

Regarding the public sector width, appropriate management models are different from segment to segment. One of the most specific segments of public sector is the defense system. Regardless of awareness of management in the defense system of the necessity of increasing the effectiveness and efficiency in management, there are numerous risks that may prevent achievement of these goals.

Certain specifics in terms of organizational complexity of military systems, in the sense of freedom and autonomy in decision making, human resource management, way of functioning, etc., make defense management, in some areas, considerably more complex than this is the case with civil organization systems. If mechanisms established to regulate the system have a demotivating character, the consequences can be very negative.

Generally, there are two categories of managers in defense systems: general managers and professional managers. A large problem in the management of defense systems is transparency and measurability of results. Accordingly, management reforms in the defense must be directed to the state (the relevant Ministry) which seeks to achieve the set goals in specific areas, and to service users (citizens) who also want high quality of this public service.

The characteristics and the results of the management in defense system logistics are direct indicators and a prism through which the management of the overall system can be viewed and its performance evaluated.

Improving the management of defense logistics

Given the global economic situation, many states are trying to achieve the desired efficiency and effectiveness by improving management in the defense, especially in its logistics, through greater synergy in action, with the least consumption of resources while maintaining or even expanding the system capability („Smart defense” concept, „Pool and share” concept, organizational changes in the field of logistics - the set up Joint Logistic Support Groups, etc.). Understanding and implementing these reforms require a special attitude towards the environment and circumstances in which management decisions are made. Logistical and „nonlogistical” management in the defense needs a broader approach to problems, which will provide them consideration of all the consequences that their decisions can have, not only in the defense, but to all stakeholders, especially end-users of services of the defense system - a society or citizens (civilians and citizens in uniform).

Management in the defense system often focuses only on one aspect of the final desired state while ignoring its other aspects or impacts on the wider system, the social environment or the state. In fact, it often tends to minimize the costs of defense, regardless of the implications that arise in the field of defense capabilities and levels of security, particularly „in the long run”.

Some of the basic principles of good governance in the defense logistics would be: legality, transparency, responsibility, discipline, cooperation and partnership, continuous improvement and others.

As a part of planned and organized work to improve management in defense logistics (analogy applies to the defense system as a whole), special attention should be focused on creating a concept that promotes proper selection, choice, education, training, motivation and development of managers among the most competent, the most educated and the most experienced personnel.

Conclusion

Changes in governance in the public sector, more or less, affect all its segments. Given that the budget allocation for defense is rather high and the defense logistics operations are substantial portion of these funds, changes in management are inevitable in this field.

Specific defense activities bring specifics in management, but basic assumptions and requirements from management are the same as in all other areas of public services. The effectiveness, efficiency of subsystems and the defense system as a whole, the broad participation of all stakeholders, measurable results, greater transparency, etc, and even the creation of final values and performances, are the management ideals in the domain of defense.

The role of management is reflected in the creation of conditions for pooling and sharing resources and overall capabilities, in defining the

focus, priorities and gradation in proper coordination so as to achieve coordinated and homogeneous actions. Contemporary managers in the field of defense must understand the areas of financial management, human resource management, project management, crisis management, etc., and must have the knowledge and skills of decision making, conflict solving, communication and public relations and public choice in general.

The essence of the reforms undertaken in defense logistics is to increase responsibility towards the government (the relevant Ministry) which seeks to achieve the defense objectives, and, on the other hand, to increase responsibility towards logistic product and service users (consumers) who wish to obtain public service and high quality products.

The complexity of managerial work and the dynamic changes in the logistic system environment require a new approach to selecting, education, training and career development of managers, constantly keeping up with scientific advances and practical experience in management and constant work on acquiring new knowledge and mastery of management methods, techniques and skills.

Key words: management in the public sector; management and property; causes of inefficiency; levels of management; management process; organizational schools; public sector; management; defense logistics

Datum prijema članka/Paper received on: 08. 06. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
11. 08. 2012.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:
13. 08. 2012.

ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMENE MODELA ODRŽAVANJA PREMA STANJU NA PRIMERU TENKOVSKOG NAORUŽANJA

Igor J. Epler
Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Katedra logistike, Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg61-2018

OBLAST: mašinsko inženjerstvo (organizacija,
ekonomika i menadžment u mašinstvu)
VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

Za svaku savremenu armiju veoma je bitno da se kontinuirano održava visok stepen operativne (borbene) gotovosti (raspoloživosti), kako bi se povećala efektivnost upotrebe tehničkih sistema. Održavanje tehničkih sistema je značajno i sa ekonomskog stanovišta, imajući u vidu da se znatna novčana sredstva troše na održavanje tehničkih sistema. Postoje indicije da postojeći sistem održavanja sistema tenkovskog naoružanja u Vojsci Srbije može da se usavrši. Pošto je utvrđivanje i predviđanje tehničkog stanja i samog otkaza kod tehničkih sistema u mašinstvu, a pogotovo kod sredstava naoružanja, otežano zbog nemogućnosti kontinuiranog praćenja stanja adekvatnom mernom opremom, potrebno je razmišljati o modelu održavanja koji bi najviše pomogao u pravovremenom preduzimanju akcija održavanja. Formiranje modela predstavlja izvestan problem, jer je dokumentacija koja prati promene na tehničkom sistemu u procesu održavanja orijentisana prema događaju, a ne prema projektovanju tehnoloških procesa.

U ovom radu predmet istraživanja jeste model održavanja sistema naoružanja na tenku M-84. Prikupljanjem i obradom podataka iz realne jedinice za održavanje tenkovskog naoružanja u određenom intervalu, uočena je mogućnost primene modela održavanja prema stanju,

sa praćenjem nivoa pouzdanosti, koji se zasniva na statističkom praćenju karaktera promene pouzdanosti sastavnog dela ili sklopa u nekom vremenu eksploatacije. Implementacijom predloženih mera u postojeći model održavanja odgodio bi se trenutak pojave otkaza, koji bi možda izazvao veći zastoj u radu tehničkog sistema, a samim tim se borbena gotovost tenkovske jedinice drži na zadatom nivou.

Ključne reči: tenkovsko naoružanje; dijagnostika; sastavni deo; tehnički sistem; održavanje prema stanju; model.

Uvod

Sistemi naoružanja predstavljaju tehničke sisteme (TS). Tehnički sistem se u svom životnom ciklusu može naći u mnogo stanja, među kojima su osnovna – stanje u radu i stanje u otkazu. Koliko vremena će TS provesti u otkazu zavisi od niza faktora koji se definišu u projektovanju i razvoju TS i njegovoj proizvodnji, ali zavisi i od aktivnosti u sistemu održavanja, koje se preduzimaju na TS u toku eksploatacije. U tom sistemu veoma je bitna koncepcija održavanja TS, zatim organizaciona struktura sistema održavanja TS, organizacioni postupci koji se preduzimaju u procesu održavanja i organizaciona sredstva.

Za svaku savremenu armiju veoma je bitno da se kontinuirano održava visok stepen operativne (borbene) gotovosti (raspoloživosti), kako bi se povećala efektivnost upotrebe TS. To je moguće ostvariti samo dobrom organizacijom i tehnologijom održavanja. Održavanje TS je značajno i sa ekonomskog stanovišta, imajući u vidu da se znatna novčana sredstva troše na održavanje TS. Teoretski, za održavanje se kaže da predstavlja jedan od izvora snabdevanja iz domena osnovnih sredstava.

Postoje indicije da postojeći sistem održavanja sistema naoružanja može da se usavrši. Pošto je utvrđivanje i predviđanje tehničkog stanja i samog otkaza kod TS u mašinstvu, a pogotovo kod sredstava naoružanja otežano, zbog nemogućnosti kontinuiranog praćenja stanja adekvatnom mernom opremom, potrebno je razmišljati o modelu održavanja koji bi najviše pomogao u pravovremenom preduzimanju akcija održavanja. Formiranje modela predstavlja izvestan problem, jer je dokumentacija koja prati promene na TS u procesu održavanja orijentisana prema događaju, a ne prema projektovanju tehnoloških procesa.

Predmet istraživanja u ovom radu jeste model održavanja sistema naoružanja na tenku M-84 (Tehnička uprava, 1971, 1984, 1988, 1991, 1995).

Tenk M-84 predstavlja jedno od najperspektivnijih TS u Vojsci Srbije. Odlikuje se dobrim taktičko-tehničkim karakteristikama, a njegova primena i modifikacije predviđaju se u narednih desetak godina. Na tenku se nalazi snažan top kalibra 125 mm, spregnuti mitraljez kalibra 7,62 mm i protivavionski mitraljez kalibra 12,7 mm. Tenk poseduje automatski pu-

njač i sistem za upravljanje vatrom koji omogućava brzo praćenje cilja i stabilizaciju topovske cevi, što je preduslov za pravovremen i povoljan efekat tenkovskog naoružanja na cilju.

U postojećem modelu održavanja tenkovskog naoružanja postoje i određene nedorečenosti.

Na primeru streljačkog naoružanja na tenku M-84 uočena je mogućnost primene modela održavanja prema stanju, sa praćenjem nivoa pouzdanosti, koji se zasniva na statističkom praćenju karaktera promene pouzdanosti sastavnog dela (SD) ili sklopa u nekom vremenu eksploatacije. Čim intenzitet otkaza počne da raste, odnosno pouzdanost SD ili sklopa počne da pada, preduzima se preventivna zamena SD ili sklopa. Na taj način odgađa se trenutak pojave otkaza, koji će izazvati veći zastoje u radu, a borbena gotovost se održava na potrebnom nivou.

Tehnička dijagnostika

Tehnička dijagnostika, kao sastavni deo procesa održavanja prema stanju, treba da utvrdi tehničko stanje SD ili TS sa određenom tačnošću, u određenom trenutku.

Razvijanje sistema utvrđivanja tehničkog stanja SD ili TS podrazumeva (Petković, Kokanović, Ćirović, 1988):

- utvrditi zakonitosti promene parametara stanja TS i njegove pogodnosti za kontrolu,
- izabrati dijagnostičke parametre,
- odrediti karakteristike promene dijagnostičkih parametara i veza sa parametrima stanja TS,
- utvrditi normative značenja dijagnostičkih parametara,
- utvrditi mogućnosti postavljanja dijagnoze,
- izabrati i tehničko-ekonomski obrazložiti odgovarajuće metode i merna sredstva,
- odrediti optimalnu proceduru ili algoritam dijagnostike, odnosno utvrditi tehničko stanje.

Ocena tehničkog stanja svakog SD ili TS $\varepsilon(t)$ može se odrediti dijagnostičkim parametrima $\rho(t)$, odnosno može se napisati:

$$\varepsilon(t) = f(\rho)$$

Da bi parametar izlaznog procesa mogao postati „parametar dijagnostike“, tj. da se može primeniti kod dijagnostike, on mora zadovoljiti određene zahteve:

- jednoznačnost,
- širinu polja primene,
- dostupnost merenja parametara.

Strategije održavanja

Strategija održavanja je unapred definisan način i postupak kojim se može postići cilj sistema održavanja. Ona se definiše kako za delove TS, pojedinačni TS, tako i za sistem održavanja (SOD) kao celinu (Stanojević, 1997).

Osnovne strategije održavanja u primeni danas su:

- korektivno održavanje,
- preventivno održavanje,
- kombinovano održavanje.

Korektivno održavanje predstavlja skup postupaka koji se preduzimaju nakon nastanka otkaza radi vraćanja eksploatacionih karakteristika u definisane granice. Ovaj način primenjuje se kod slučajnih otkaza. Planiranje održavanja je u slučaju korektivnog održavanja otežano, ali je iskorišćenje radnog veka elemenata TS potpunije.

Preventivno održavanje predstavlja skup postupaka održavanja koji se preduzimaju pre otkaza TS radi sprečavanja njegovog nastanka zbog narušavanja eksploatacionih karakteristika ili starenja delova.

Održavanje prema stanju je oblik preventivnog održavanja kod kojeg je donošenje odluke o intervencijama održavanja zasnovano na periodičnoj ili neprekidnoj kontroli tehničkog stanja i pouzdanosti SD i TS u procesu eksploatacije. Prema rezultatima kontrole donose se odluke o neophodnom roku i obimu planskih aktivnosti održavanja (Adamović, 1986), (Turk, 1989).

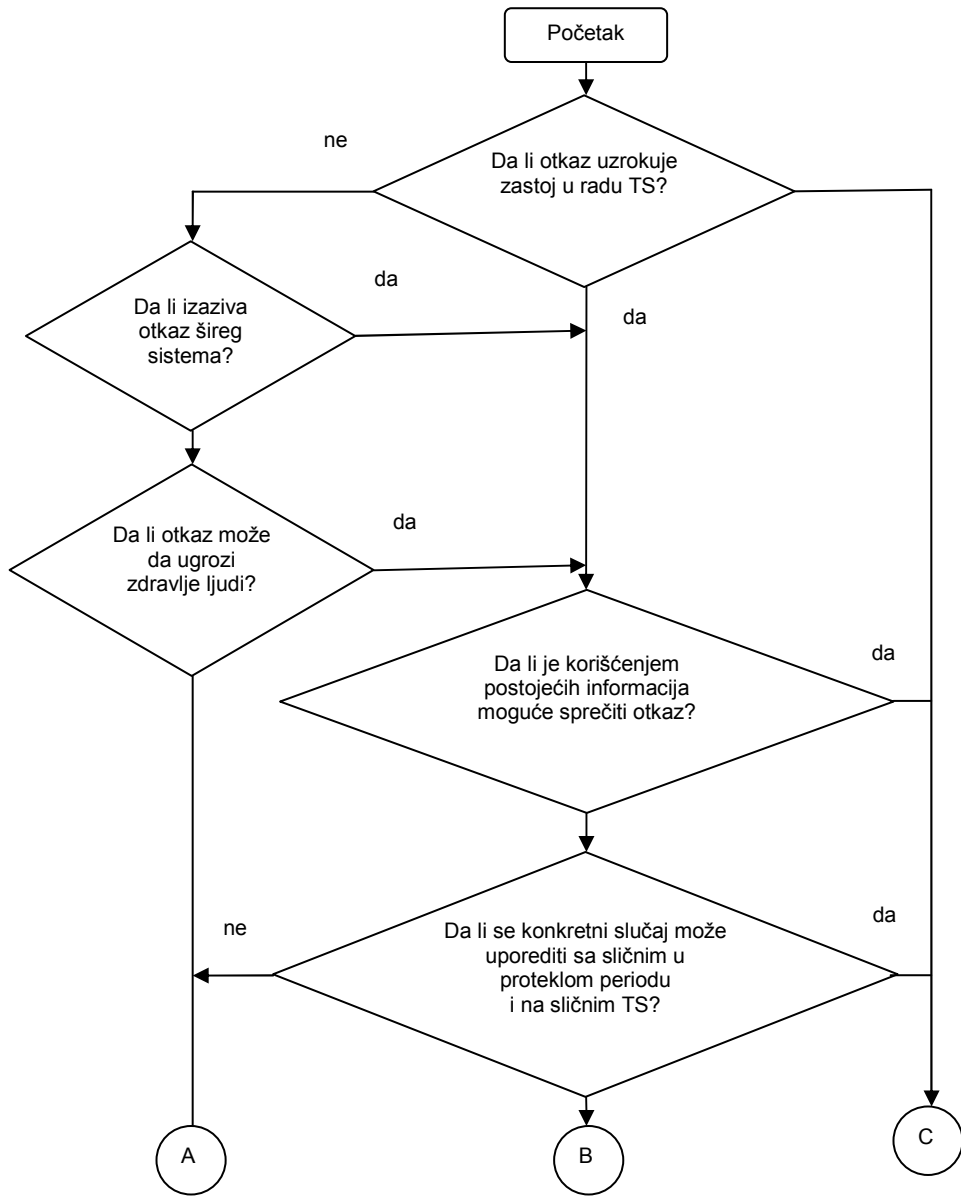
Održavanje prema stanju nastalo je kao posledica tehničko-tehnološkog razvoja opreme i metoda za tehničku dijagnostiku.

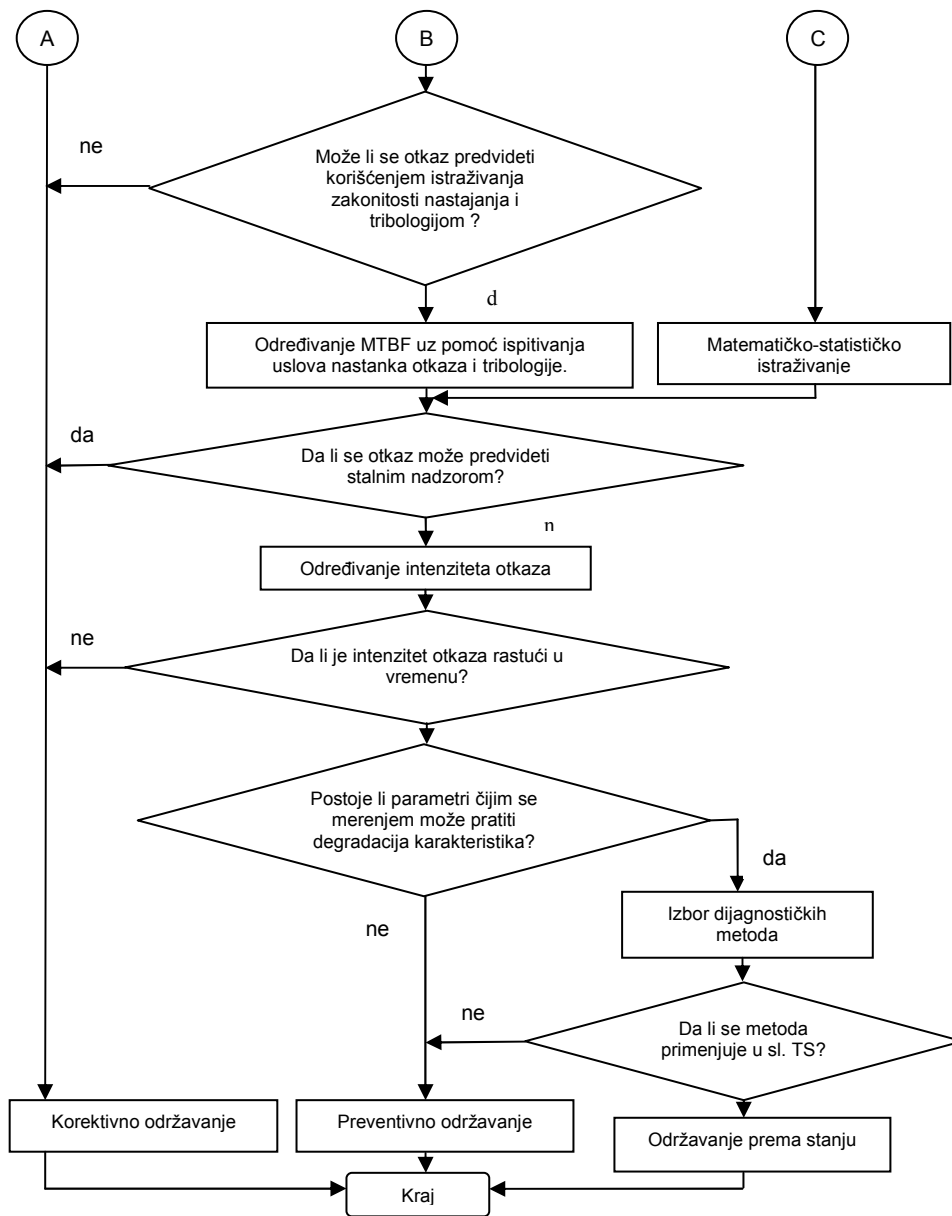
Primena strategije održavanja prema stanju može bitno umanjiti troškove održavanja preko potpunog korišćenja „rezerve pouzdanosti“ i trebalo bi je primenjivati gde god je to moguće.

Politika preventivnog održavanja podrazumeva sledeće oblike: preventivne zamene po vremenskom resursu; preventivno održavanje prema stanju kao dijagnostički proces koji omogućava određivanje tehničkog stanja SD i TS i ima za cilj da obezbedi izvođenje akcija održavanja isključivo na osnovu stvarnog tehničkog stanja SD i TS, kako bi se što više iskoristila njegova „rezerva pouzdanosti“; preventivna kontrola po vremenskom resursu i zamena sastavnih delova SD, zavisno od njihovog stanja i prognoze tog stanja; preventivna zamena po eksploatacionom resursu, bez obzira na stanje sastavnih delova; preventivna kontrola po eksploatacionom resursu i zamena SD zavisno od njihovog stanja i prognoze tog stanja.

Kombinovano održavanje podrazumeva eksploataciju TS do nastanka otkaza. Tada se preduzimaju zahvati korektivnog održavanja na dovođenju otkazalog dela u stanje u radu, a preduzimaju se i zahvati preventivnog održavanja koji odgovaraju ostvarenom vremenskom ili eksploatacionom resursu.

Na slici 1 (Stanojević, 1997) prikazan je algoritam izbora strategija održavanja, koji može poslužiti u analizi mogućnosti primene modela održavanja prema stanju, na primeru tenkovskog naoružanja.





Slika 1 – Algoritam izbora strategije održavanja tehničkih sistema
 Figure 1 – Algorithm of the strategy selection in the maintenance of technical systems

Ovaj algoritam omogućava permanentnu adaptaciju strategije održavanja TS.

Neki razvijeni modeli održavanja prema stanju

Modeli održavanja prema stanju mogu se svrstati u dve grupe i to kao:

- modeli trenutne promene tehničkog stanja (uz primenu inspekcije stanja),

- modeli promene tehničkog stanja (uz primenu dijagnostike stanja).

Inspekcija, kao proces utvrđivanja tehničkog stanja TS, ima zadatak da ustanovi u kojem se od dva stanja (stanje „u radu“ i stanje „u otkazu“) nalazi TS u trenutku korišćenja.

Dijagnostika, kao proces utvrđivanja tehničkog stanja TS ima zadatak da merenjem parametara tehničkog stanja kvantitativno definiše stanje TS i na taj način utvrdi u kojoj se fazi TS nalazi između dva ekstremna stanja. Ovako dobijeni rezultati koriste se za predviđanje ponašanja stanja TS u budućnosti.

Inspekcija samo konstatuje stanje TS, a dijagnostika ga potpuno definiše.

U literaturi postoji više razvijenih modela održavanja prema stanju. Neki od njih su:

- model Barlowa-Prochana-Huntera, koji danas ima široku primenu u industriji,

- model Baldina, koji je pogodan za razmatranje slučajnih otkaza i otkaza usled trošenja SD tehničkog sistema,

- model za slučajne otkaze, koji se zasniva na pretpostavci da je vreme između dijagnostičkih kontrola konstanta,

- model za pozne otkaze, čiji intervali između dijagnostičkih kontrola, u principu, nisu konstantni.

Novi modeli održavanja prema stanju

Modeli održavanja prema stanju, o kojima je do sada bilo reči, uglavnom su prilagođeni za široku primenu u industriji, na TS gde je intenzitet eksploatacije, SD i samog TS visok. Pored toga, za njihovu primenu potrebno je koristiti istraživanja zakonitosti nastajanja otkaza SD i tribologije. Svaki od njih zasniva se na određenim pretpostavkama, koje im sužavaju polje primene. Na primeru naoružanja na tenku M-84 nisu našli svoju primenu, jer se o zakonitostima nastajanja otkaza SD tenkovskog naoružanja vrlo malo zna, a sam proces dobijanja funkcionalne zavisnosti između intenziteta promene parametara tehničkog stanja do pojave otkaza i perioda rada tenkovskog naoružanja je skup. Na primeru tenkovskog topa i tenkovskog mitraljeza 7,62 mm uočena je mogućnost primene modela održavanja prema stanju koji su u literaturi (Adamović, 1986) svrstani u nove modele održavanja prema stanju.

U nove modele održavanja prema stanju ubrajamo:

- model održavanja prema stanju sa kontrolom parametara,

- model održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti.

Model održavanja prema stanju sa kontrolom parametara

Model održavanja prema stanju sa kontrolom parametara može biti sa:

- periodičnim dijagnostičkim kontrolama („po konstantnom datum“),
- ekonomskim postavljanjem intervala dijagnostičkih kontrola,
- kontrolom gotovosti, uz praćenje parametara,
- kontinualnim dijagnostičkim kontrolama.

„Konstantni datum“ podrazumeva unapred određen period kada se vrše dijagnostičke kontrole. Prilikom svake dijagnostičke kontrole tehničkog stanja treba obavezno odlučiti da li je SD tehničkog sistema za ponovnu ugradnju, za opravku ili mora biti izbačen iz dalje upotrebe. Iz toga sledi da za SD tehničkog sistema, koji se mogu održavati, treba da postoji više karakterističnih vrednosti parametara stanja TS.

Poznavanje maksimalno dozvoljene granične vrednosti parametara stanja (ε_2) jedan je od preduslova za kvalitetno i ekonomično izvođenje aktivnosti održavanja, a takođe i preduslov za primenu održavanja prema stanju sa kontrolom parametara. Druga karakteristična vrednost je pretkritična (predotkazna) vrednost stanja (ε_1).

Održavanje prema stanju sa kontrolom parametara ima plansko-predupredni karakter. Određuju se i planiraju periodičnost i obim radova za tehničku dijagnostiku, dok se predupredni karakter obezbeđuje stalnom kontrolom tehničkog stanja TS, radi otkrivanja predotkaznog stanja (ε_1) i maksimalno dozvoljenog graničnog stanja.

Otkaz TS nastaje onog trenutka kada parametar stanja TS dostigne maksimalno dozvoljenu graničnu vrednost.

Ako parametar stanja dostigne vrednost ε_1 , to znači da treba izvršiti neke aktivnosti održavanja, kako bi se izbegao otkaz TS (zamenu ili opravku SD tehničkog sistema vršiti u momentu dijagnostičke kontrole kod $\varepsilon \geq \varepsilon_1$). Ako je $\varepsilon > \varepsilon_2$ TS se nalazi u neispravnom stanju, pa proces eksploatacije mora biti prekinut ili će se i dalje izvoditi pod posebnom kontrolom.

Važno mesto u sistemu dijagnostike TS zauzima dijagnostička kontrola „kritičnih parametara“. Radi toga se za svaki SD i TS izrađuje posebna tabela koja mora da sadrži:

- kontrolisane tehničke parametre,
- instrumente i metode za dijagnostiku stanja i dr.

Izbor parametara dijagnostičke kontrole tehničkog stanja i traženje otkaza svakog SD i TS vrši se na osnovu:

- izučavanja njihovih funkcija, načina i uslova rada,
- analiza nivoa njihovog funkcionisanja,
- sastavljanja logičkih šema uzročno-zavisnih veza parametara i faktora koji utiču na radnu sposobnost TS,
- analize otkaza i dr.

Izabrani parametri tehničkog stanja treba u potpunosti da definišu stanje SD i TS. Pri izboru parametara treba voditi računa da njihov broj bude najmanji mogući (najpovoljnije je imati jedan, dva ili tri parametra).

Jedna od bitnih karakteristika TS sa monotonom promenom tehničkog stanja jeste da se za nju može odrediti funkcionalna zavisnost između intenziteta promene parametara tehničkog stanja i perioda rada, tj. $\varepsilon = f(t)$, gde su:

- ε – intenzitet promene parametara stanja SD i TS,
- t – vreme korišćenja SD i TS.

Na osnovu iznetog, može se formirati model održavanja prema stanju sa kontrolom parametara, koji predviđa primenu metoda za definisanje:

- zakonitosti promene tehničkog stanja (ocena stanja u datom trenutku),
- sistema anticipacije stanja (dobijanje predstave o tehničkom stanju u budućnosti ili prognoziranje „rezerve upotrebljivosti“).

Model održavanja prema stanju sa kontrolom parametara ne predviđa diskretan proces prelaza SD i TS iz stanja u stanje.

Model održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti

Sušтина modela održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti jeste da se SD i TS koriste bez ograničenja međuremontnog resursa, uz izvršenje neophodnih aktivnosti održavanja pri otklanjanju nastalih otkaza, dok se stvarni nivo pouzdanosti nalazi u granicama utvrđenih (dozvoljenih) normi. Ako dođe do odstupanja tih normi, obavlja se analiza uzroka odstupanja i preduzimaju se mere za povišenje nivoa pouzdanosti pojedinih SD i TS (Adamović, 1986).

Kod ovog modela održavanja, kao kriterijum tehničkog stanja, usvaja se nivo pouzdanosti, koji se izražava pokazateljima pouzdanosti. Takav pokazatelj mora posedovati maksimum informacija o tehničkom stanju sistema, mora biti pogodan za obavljanje uporedne analize, a isto tako mora biti kritičan prema promenama tehničke eksploatacije sistema u celini. Tim zahtevima najpotpunije može odgovoriti kretanje intenziteta otkaza $\lambda(t)$.

Posebno mesto kod ovog modela održavanja zauzima izbor dozvoljenog nivoa pouzdanosti R_d , koji se utvrđuje za svaki SD i TS, uz analizu troškova održavanja. Za početak primene održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti moguće je utvrđivanje dozvoljenog nivoa pouzdanosti na osnovu iskustva u eksploataciji TS u prethodnih 3 do 5 godina. Tako se može preporučiti primena periodičnosti kontrole: dnevna, nedeljna, mesečna, kvartalna i godišnja, u zavisnosti od vrste i uloge TS.

Primena održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti, koje se zasniva na obradi statističkih podataka u toku celog perioda eksploatacije, pretpostavlja široku primenu računara. Pri tome se računar ne koristi samo kao sredstvo operativne obrade podataka, nego i kao aktivna karika, koja upravlja tehničkim stanjem i eksploatacijom TS, uz optimalne troškove.

Uvođenje održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti za TS predviđa rešavanje niza organizacionih i tehničkih zadataka, od kojih su najvažniji: organizacija sistema stalnog operativnog sakupljanja i obrade podataka o nivou pouzdanosti, razrada metoda utvrđivanja gornjeg dozvoljenog nivoa pouzdanosti, organizacija operativnog upoređivanja stvarnog nivoa pouzdanosti sa dozvoljenim i analiza posledica uz obavezno korišćenje računara, formiranje pouzdanih kriterijuma za dalju eksploataciju TS u slučaju pojave predotkznog stanja, shodno istraživanju zakonitosti promene karakteristika pouzdanosti.

Model održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti primenljiv je na složene SD i TS sa diskretnom i postepenom promenom tehničkog stanja.

Mogućnosti primene modela održavanja prema stanju na primeru tenkovskog naoružanja

Analizom prikupljenih podataka o naoružanju na tenku M-84, iz realne jedinice za održavanje, može se doći do zaključka da tenkovsko naoružanje, u principu, slabo otkazuje. To je, uglavnom, zbog toga što je nivo eksploatacije tenkovskog naoružanja veoma nizak, pa nema intenzivnog trošenja SD i TS.

Na naoružanju tenka M-84 i njegovom automatu za punjenje topa mogu se, u toku eksploatacije, pojaviti neispravnosti koje su navedene u literaturi (Epler, 1997). Većina rezultata obrade podataka ne mogu poslužiti za analizu i zaključke, jer je njihova struktura slučajna, pa stvarna funkcija raspodele ne odgovara nijednoj teorijskoj funkciji raspodele.

U realnoj jedinici, u posmatranom periodu, imali smo pojavu nekih karakterističnih neispravnosti. Neispravnosti i njihovi intenziteti prikazani su u tabeli 1, po godinama posmatranja.

Tabela 1
Table 1

Karakteristične neispravnosti na tenkovskom naoružanju i njihovi intenziteti
Typical defects on tank weapons and their intensities

neispr.	Godina	2008.	2009.	2010.	2011.
Oslabljen ili oštećen magnet za električno okidanje na tenkovskom mitraljezu 7,62 mm		10	11	23	19
Nepodešen stabilizator tenkovskog topa		2	2	1	9
Oštećena termoizol. obloga tenk. topa		-	21	-	-
Oštećena ili nepodešena sajla za okidanje na tenkovskom mitr. 7,62 mm		-	3	-	-
Neispravan automat za punjenje tenkovskog topa		5	9	6	5
Isticanje tečnosti i azota kod hidraulične kočnice i povratnika usled kojih se kočnica i povratnik zamenjuju		-	-	12	-

Naoružanje na tenku M-84 i naoružanje uopšte karakteristični su po tome da na sebi nemaju ugrađenu kontrolno-mernu opremu, koja bi nam omogućavala da kontinuirano pratimo određene parametre tehničkog stanja i da na osnovu toga dobijemo predstavu o tehničkom stanju u budućnosti ili prognoziramo „rezervu pouzdanosti“ SD ili TS. Jedina kontrolno-merna oprema, za kontinuirano praćenje jednog od parametara tehničkog stanja, jeste lenjir sa klizačem za kontrolu dužine trajanja trzajućih delova tenkovskog topa. Podatak o dužini trzanja govori samo o stanju protivtrzajućeg uređaja i količini hidraulične tečnosti i azota u njemu.

Za merenje parametara dijagnostičke kontrole tehničkog stanja ostalih SD tenkovskog topa i mitraljeza mogu se koristiti postupci, instrumenti i metode tehničke dijagnostike prikazani u tabeli 2.

Tabela 2
Table 2

Postupci, objekti, instrumenti i metode tehničke dijagnostike
Procedures, facilities, instruments, and methods of technical diagnostics

Red. br.	Postupci i objekti dijagnostike	Instrumenti i metode
1.	Vizuelna i optička kontrola topovske cevi	endoskop, baroskop
2.	Merenje pritiska azota u hidropneumatskom povratniku	manometar sa trojnikom
3.	Merenje sile i momenta na točkovima sprava za navođenje	dinamometar
4.	Merenje dimenzija	Granična – uporedna merila, granična merila – kalibarnici (merni listići), univerzalni instrumenti – pokazna merila (lenjiri, merila, komparatori)
5.	Merenje uglova	Granična merila (uporedna metoda), merila (apsolutna metoda), trigonometrijska metoda
6.	Merenje oblika i položaja	granična merila za kontrolu profilisanih žlebova, osovina, rupa, razmaka osa rupa (kalibarnici), kontrolnici radijusa, kontrolnici profila, komparatori
7.	Merenje i kontrola navoja	univerzalna merila, komparatori, granična merila
8.	Merenje i kontrola zupčanika nazubljenog sektora sprave za davanje elevacije topovskoj cevi	pravougaona pomična merila, mikrometar sa tanjirastim osloncima, merne kuglice i valjčići
9.	Merenje površinskih oštećenja, proboja i naprslina	mikrometri, dubinometri, minijaturni otkrivač naprslina
10.	Mesta curenja	sapunica i voda, halogen
11.	Jačina sile na oprugama	uređaj za merenje sile na oprugama
12.	Preciznost oružja	„bok“ sprave, kolimatori, durbini, table, mete
13.	Merenje kalibra topovske cevi	mikrometarska zvezda, kontrolnik sa klizačem

Red. br.	Postupci i objekti dijagnostike	Instrumenti i metode
14.	Merenje produženja barutne komore topovskih cevi	kontrolnik za merenje produženja barutne komore
15.	Kontrola savijenosti topovske cevi	kontrolnik za kontrolu savijenosti topovske cevi
16.	Određivanje spuštenosti zatvarača i ekscentričnosti udarne igle	prazna čaura čije je ležište kapisle zaliveno olovom (kontrolna čaura)
17.	Merenje parametara tehničkog stanja tenkovskog mitraljeza 7,62 mm	komplet kontrolno-mernog alata za oružja 7,62 mm
18.	Merenje deformacije (jediničnog) izduženja u materijalu cevi tenkovskog topa, merenjem promene otpora	električni ekstenzometri (merne trake)
19.	Merenje veličine prskotina u materijalu cevi tenkovskog topa	defektoskop i gumene kasete sa foto-filmom, tzv. industrijskim rentgen-filmom

Postupci, metode i instrumenti, prikazani u tabeli 2, omogućavaju da se povremeno prate parametri tehničkog stanja tenkovskog naoružanja. Podatak o veličini bilo kog parametra tehničkog stanja omogućava samo njegovo upoređivanje sa tehničko-tehnološkim zahtevima u tehničkoj dokumentaciji, a i dalje se ništa ne zna o zakonitosti promene tehničkog stanja. Ne zna se koje su prekritične vrednosti, ni maksimalne granične vrednosti parametara tehničkog stanja SD tenkovskog naoružanja. Da bi se definisao zakon promene tehničkog stanja SD tenkovskog naoružanja, potrebno je da prođe jedan duži period intenzivnih ispitivanja i beleženje rezultata o promenama parametara tehničkog stanja, da bi se našla zavisnost između intenziteta promene parametara tehničkog stanja i parametara rada. Za to su potrebna ogromna novčana sredstva, oprema i kadar, što se ne bi isplatilo u toku životnog veka SD i samog tenkovskog naoružanja.

Ako se sve što je navedeno poveže sa algoritmom izbora strategija održavanja SD i TS u celini (slika 1), može se zaključiti da je primena modela održavanja prema stanju sa kontrolom parametara na primeru tenkovskog naoružanja teško izvodiva, izuzev u slučaju cevi tenkovskog topa. Kod nje se može, upotrebom električnih ekstenzometara, na kritičnim presecima cevi, izmeriti veličina napona u materijalu u toku eksploatacije. Veličina napona može poslužiti za određivanje stepena sigurnosti u posmatranim presecima. Upoređivanjem stvarnog stepena sigurnosti sa projektovanim stepenom sigurnosti može se doneti odluka o akcijama održavanja, koje treba provesti radi predupređivanja otkaza.

U slučaju cevi tenkovskog topa takođe je moguća primena gamagrafije kao metode ispitivanja materijala, bez razaranja. Suština ove metode jeste da se pomoću defektoskopa, koji sadrži izvor gama zračenja, vrši ozračivanje materijala cevi tenkovskog topa. Oko cevi se postave gumene kasete sa foto-filmom, pomoću kojih se vrši registrovanje promene zračenja na nehomogeni mestima u materijalu, tj. na mestima gde ima prskotina. Na taj način dobija se radiogram, sa kojeg se vidi veličina pr-

skotine. Debljina cevi tenkovskog topa će, u slučaju pojave prskotine, biti umanjena za veličinu prskotine. Na osnovu podataka o stvarnoj debljini zida cevi tenkovskog topa može se izračunati stepen sigurnosti i doneti odluka o preventivnim akcijama koje treba preduzeti.

Ako se neki od predstavnika tenkovskog naoružanja može naći u zastoju zbog otkaza nekog SD, čiji otkaz ne izaziva otkaz šireg sistema, niti ugrožava zdravlje i sigurnost ljudi, taj deo treba korektivno zameniti. U protivnom, treba planski izvoditi periodične preglede i propisati preventivnu zamenu SD, nakon isticanja određenog resursa.

Korišćenjem podataka iz tabele 1 i metodologije izbora strategije održavanja (slika 1), u slučaju oslabljenog ili oštećenog magneta za električno okidanje na tenkovskom mitraljezu 7,62 mm, primećuje se mogućnost primene modela održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti. Otkaz elektromagneta uzrokuje zastoj u radu tenkovskog mitraljeza 7,62 mm, jer neće doći do elektrookidanja. Korišćenjem postojećih informacija donekle je moguće preduprediti otkaz većeg broja elektrookidača. Na osnovu informacija o otkazima u posmatranom periodu vrši se matematičko-statističko istraživanje. Pošto se otkaz ne može predvideti stalnim nadzorom, jer ne postoji merljivi parametar koji će signalizirati predotkazno stanje, određuje se intenzitet otkaza, koji je rastući u vremenu. Degradacija karakteristika magneta za električno okidanje može da se prati po zvuku, jer prilikom degradacije (slabljenja) karakteristika magneta za električno okidanje potiskivač neće energično okrenuti malu polugu, koja pritiska donji krak veće, koji se zatim okreće oko svoje osovine i deluje na potiskivač poluge zapinjače mehanizma za okidanje. Ako se čitav proces ne izvede određenom silom, a to se može prepoznati po zvuku, neće doći do električnog okidanja. Praćenje zvuka pri radu nekog SD ili mehanizma u dijagnostici naoružanja je čest metod.

Mera koju treba preduzeti, a koja se nameće analizom podataka o intenzitetu otkaza magneta za električno okidanje, jeste zamena magneta na svim tenkovskim mitraljezima, svake treće godine, u posmatranoj jedinici, jer bi se ubrzo moglo desiti da se ostane bez mogućnosti električnog okidanja. Kontrola rada magneta za električno okidanje mogla bi se vršiti mesečno, uz izvršenje neophodnih aktivnosti održavanja, pri otklanjanju nastalih otkaza, dok se stvarni nivo otkaza nalazi unutar granica od desetak magneta za električno okidanje godišnje.

Zaključak

Održavanje TS predstavlja jednu od najvažnijih aktivnosti u njihovom ukupnom životnom ciklusu.

Postupcima održavanja treba da se omogući rad TS bez otkaza ili, tačnije, rad sa što manjom verovatnoćom pojave otkaza. Uz to, treba da

se obezbedi i da posledice ili štete izazvane otkazima, kao i troškovi održavanja budu što manji.

Pošto za tenkovsko naoružanje nemamo razvijenu dijagnostičku opremu potrebno je razmisliti o mogućnosti praćenja intenziteta karakterističnih otkaza u dužem periodu (3 do 5 godina), kako bi se na osnovu uzorka izveo zaključak o verovatnom ponašanju većine predstavnika tenkovskog naoružanja i odredila vrednost kritičnog intenziteta otkaza. Na taj način moglo bi se razmišljati i o postepenom uvođenju održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti i kontrolom parametara. Zbog toga su u ovom radu sagledane mogućnosti upotrebe neke opreme koja, do sada, nije bila u širokoj dijagnostičkoj upotrebi kod tenkovskog naoružanja. Radi što lakše, potpunije i kvalitetnije kontrole dijagnostičkih parametara tenkovskog naoružanja potrebno je prilagođavati, što je moguće više, odgovarajuću dijagnostičku opremu, koja postoji u mašinstvu, u skladu sa važnošću objekta dijagnosticiranja. To bi bio jedan od načina za brže i lakše uvođenje održavanja prema stanju sa kontrolom parametara. Ažurnijom evidencijom podataka o većini stanja u kojima se tenkovsko naoružanje našlo u toku eksploatacije pomoglo bi se, bar za neke predstavnike tenkovskog naoružanja, uvođenje održavanja prema stanju sa kontrolom nivoa pouzdanosti. Uvođenjem održavanja prema stanju smanjili bi se ukupni troškovi održavanja, jer bi „rezerva pouzdanosti” SD ili samog predstavnika tenkovskog naoružanja bila maksimalno iskorišćena. S druge strane, u postojećem sistemu održavanja tenkovskog naoružanja došlo bi do nekih promena. Intenzitet preventivnih akcija održavanja mogao bi biti smanjen, a moglo bi se razmišljati i o tome da se pojedini nivoi održavanja izostave kao posebni vidovi održavanja (sada srednji i laki remont).

Literatura

Adamović, Ž., 1986, *Tehnička dijagnostika u mašinstvu*, Privredni pregled, Beograd,

Epler, I., 1997, *Analiza postojećeg modela održavanja perspektivnog sistema naoružanja i predlog usavršenog modela, diplomski rad*, Vojnotehnička akademija VJ, Beograd.

Petković, R., Kokanović, M., Ćirović, M., 1988, *Organizacija održavanja TMS*, Centar vojnotehničkih škola KoV JNA „General armije Ivan Gošnjak”, Zagreb,

Stanojević, P., 1997, *Uticaj tehničkih faktora na organizacionu strukturu održavanja, doktorska disertacija*, Mašinski fakultet, Beograd,

Tehnička uprava, 1971, *Tenkovski topovi D10-TG i D10-T2S, Održavanje i remont, TS-II, knjiga II*, DSNO, Beograd,

Tehnička uprava, 1984, *Tenkovski top 125 mm 2A46, Opis, rukovanje, osnovno i tehničko održavanje, TU-I*, SSNO, Beograd,

Tehnička uprava, 1988, *Tenk M-84, Radioničko održavanje i remont, TU-II, knjiga II*, SSNO, Beograd,

Tehnička uprava, 1991, *Mitraljez 7,62 mm M86 tenkovski, Opis, rukovanje, osnovno i tehničko održavanje, TU-I*, SSNO, Beograd,

Tehnička uprava, 1995, *Mitraljez 7,62 mm M-84, Mitraljez 7,62 mm, Mitraljez 7,62 mm M86A, Radioničko održavanje, TU-II*, GŠVJ, Beograd

Turk, V., 1989, *Tehnologija održavanja naoružanja*, CVTŠ KoV JNA „General armije Ivan Gošnjak“, Zagreb,

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF APPLYING A CONDITION-BASED MAINTENANCE MODEL ON AN EXAMPLE OF TANK WEAPONS

FIELD: Mechanical Engineering (Organization,
Economics and Management in Mechanical Engineering)
ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary:

For any modern army it is very important to continuously maintain a high degree of operational (combat) readiness (availability) in order to maximize the effectiveness of the use of technical systems. Since determination and prediction of technical states and failures of technical systems in engineering, especially in armament, are difficult due to the impossibility of continuous condition monitoring with appropriate measuring equipment there is a need for a maintenance model that would be most helpful in taking timely action maintenance.

In this paper, the subject of research is a model of maintenance of the M-84 tank weapons systems.

*Introduction*The M-84 tank is one of the most promising technical systems in the Serbian Army. Its use and modifications are foreseen in the next ten years. The M-84 is characterized by good tactical and technical characteristics. It has a powerful 125 mm cannon, coupled 7.62 mm machine gun and 12.7 mm anti-aircraft machine gun. The M-84 tank has an automatic battery charger and a fire control system. The fire control system enables fast target tracking and stabilization of the cannon barrel, which is a prerequisite for timely and favorable effect on the target. There are certain ambiguities in the existing model of maintenance of tank weapons.

Technical diagnostics

Technical diagnostics, as a part of the process of condition-based maintenance, should determine technical conditions of components or technical systems with certain accuracy at a point in time.

Maintenance strategy

A maintenance strategy can be defined as a variant of a maintenance system determined by a concept, organization and character of maintenance procedures, as well as the relationship

between the various levels at which maintenance is performed. It is defined for technical system parts, individual technical systems and for system maintenance as a whole. The basic maintenance strategies implemented today are:

- corrective maintenance,
- preventive maintenance,
- combined maintenance.

Some developed condition-based maintenance models

Condition-based maintenance models can be classified in two groups as:

- *models of technical change in the current situation (with a use of condition inspection),*
- *models of technical change in the situation (with a use of condition diagnostics).*

Some developed condition-based maintenance models

The models of condition-based maintenance include:

- *condition-based maintenance model with parameters control,*
- *condition-based maintenance model with the control of reliability levels.*

Condition-based maintenance model with parameters control

Condition-based maintenance model with parameters control can be with:

- *periodic diagnostic controls (“the constant date”),*
- *economic setting of the intervals of diagnostic controls,*
- *continuous diagnostic controls.*

Condition-based maintenance model with the reliability level control

The essence of the condition-based maintenance model with the control of reliability levels is to use resources between two repairs without limitation, with execution of maintenance activities necessary to fix the failure occurred, while the actual reliability level is within the boundaries of the set (permissible) norms. If deviations from these norms occur, the causes of deviations are analysed and measures taken to increase the reliability level of individual components and the system.

The possibilities of the application of the condition-based maintenance model on the example of tank weapons

The application of the condition-based maintenance model with parameters control is hard to realize in tank weapons, except for a tank cannon barrel. In this case, the intensity of the stress in the material on the critical barrel sections can be measured during operation, using

electrical extensometers. Voltage intensity can be used to determine the safety degree on the observed sections. Comparing the actual level of safety with the projected level, we can decide on the action of maintenance to be implemented in order to prevent failure. The data from Table 1 and the methodology for the selection of maintenance strategies (Figure 1), in the case of a weakened or damaged magnets for electric firing on the tank 7.62 mm machine gun indicate the possibilities of the condition-based maintenance model with the control of reliability levels.

Conclusion

The introduction of the condition-based maintenance model would minimize overall costs because the "reliability reserve" of components or representative tank weapons would be used to the maximum. On the other hand, the current maintenance system of tank weapons would experience some changes. The intensity of preventive maintenance actions could be reduced and particular maintenance levels might be omitted as well as specific types of maintenance (easy maintenance, medium maintenance).

Key words: tank weapons; diagnostic; component; technical system; condition based maintenance; model.

Datum prijema članka/Paper received on: 18. 05. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
10. 02. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:
12. 02. 2013.

INTEGRALNI PRISTUP PRORAČUNU TROŠKOVA ŽIVOTNOG VEKA SREDSTAVA NAORUŽANJA I VOJNE OPREME

Vlada S. Sokolović, Marko D. Andrejić, Srđan D. Ljubojević
Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Centar za istraživanje u oblasti logistike odbrane

DOI: 10.5937/vojtehg61-2706

OBLAST: mašinsko inženjerstvo
VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

U situaciji kada su budžetska izdvajanja za odbranu sve restriktivnija, njihovo efikasno, efektivno i ekonomično korišćenje više nego ikada postaje suštinsko pitanje funkcionisanja Ministarstva odbrane i Vojske Srbije (MO i VS). U takvim uslovima, svako ulaganje u akviziciju sredstava naoružanja i vojne opreme (NVO) predstavlja pitanje koje ne dopušta greške u odlukama. Opremanje MO i VS sredstvima NVO, po pravilu, zahteva ulaganje velikog kapitala. Shodno tome, to ulaganje mora biti i ekonomski opravdano.

U ovom slučaju, ekonomska opravdanost ne iskazuje se eksplicitno – razlikom u novčanoj masi na početku ulaganja i na kraju životnog veka sredstva, već implicitno – odnosom nematerijalnih koristi i ostvarenih ciljeva prema uloženim novčanim sredstvima. Otežano eksplicitno ekonomsko prikazivanje benefita investiranja potencijalni je paravan pogrešnim odlukama i investicionim promašajima. Ukoliko se još ni aspekt troškova tokom celokupnog perioda života investicije ispravno ne razmatra, onda je očigledno da se ni željeni rezultati ne mogu sa sigurnošću očekivati.

U prošlosti su često inicijalni troškovi nabavke sredstava NVO bili primaran, a nekada i jedini, kriterijum izbora među razmatranim alternativama. Prenebregavanje analize troškova tokom celokupnog životnog veka sredstava, u predinvesticionim studijama, osnovni je uzrok neplaniranim ulaganjima u kasnijim fazama životnog ciklusa investicije, ali i brojnim problemima u funkcionisanju i neispunjenim ili delimično ispunjenim ciljevima sistema.

U radu je analiziran proces opremanja sredstvima NVO u MO i VS, sa aspekta tretiranja troškova u tom procesu, ukazano je na njegove nedostatke i predložen sveobuhvatniji – integralni pristup ovom problemu.

Ključne reči: životni vek sredstva; troškovi; naoružanje i vojna oprema; opremanje; investicije.

Uvod

Ministarstvo odbrane (MO) i Vojska Srbije (VS) kao ključni subjekti sistema odbrane Republike Srbije funkcionišu u nestabilnim, dinamičnim i ekonomski veoma restriktivnim uslovima. Uprkos tome, zahtevi za dostizanjem odgovarajućih sposobnosti oružanih snaga sve su kompleksniji i sve izraženiji. Ispunjenje ovih zahteva podrazumeva, između ostalog, opremljenost oružanih snaga savremenim sredstvima naoružanja i vojne opreme (NVO). Istovremeno, budžetska izdvajanja za ovu svrhu imaju trend permanentnog pada.

Za uspešno funkcionisanje u prisustvu ovako suprotstavljenih zahteva neophodno je postojanje dugoročnog koncepta razvoja sa ugrađenim organizacionim aspektom i savremeni menadžerski pristup u upravljanju resursima, odnosno menadžerski pristup orijentisan ka sprovođenju realnih i održivih strategija razvoja. On počiva na sveobuhvatnoj analizi problema, pronicljivom predviđanju budućih uslova funkcionisanja i dugoročno orijentisanom planiranju. Na taj način sprečava se odstupanje od proklamovanih ciljeva usled promene opcije na vlasti i napuštanje projekata i rešenja u koja su uložena sredstva velikog obima.

Svako značajnije ulaganje u opremanje oružanih snaga naoružanjem i vojnom opremom predstavlja investiciono ulaganje koje po mnogim aspektima prelazi domen i mogućnosti MO i VS. Usled toga, prisustvo i neposredna uključenost države u ovom procesu su nezaobilazni. Optimizacijom utroška finansijskih sredstava i resursa svih vrsta na nivou države, uz dobru koordinirajuću ulogu vlade, isključuje se „feudalizacija“ u okviru jednog ministarstva ili u okviru jedne organizacione celine jednog ministarstva.¹ Kao neprofitna organizacija koja se finansira iz budžeta, vojna organizacija veoma pažljivo mora da upravlja raspoloživim kapitalom. S toga je razumljivo pitanje opravdanosti svakog investicionog ulaganja u opremanje MO i VS sredstvima NVO. Pri razmatranju opravdanosti ovih ulaganja treba imati u vidu i interese MO i VS i interese šire društvene zajednice (države).

Investiranje se posmatra kao procesni niz aktivnosti vezanih za realizaciju određene investicije, koji obuhvata planiranje, pripremu, realizaciju *investicije* i dr. Osnovni elementi procesa investiranja su: investitor (subjekat koji investira), investicioni projekat (program – objekat investiranja), *kamata* (cena odricanja od sadašnje potrošnje) i *diskontna stopa* (vrednost očekivanja – efekata) (Todorović, et al., 2000). Kamata i diskontna stopa u ovom slučaju predstavljaju reprezentivne obima i oblika kapitala koji se investira, vremena u kojem se investicioni projekat realizuje i očekivanih rezultata investicije.

¹ Parcijalne optimizacije (optimizacije na nivou podsistema) ne daju znatniji doprinos dostizanju proklamovanih ciljeva sistema u celini ukoliko ne prate ciljeve celog sistema i ukoliko nisu objedinjene jedinstvenom metodologijom rada.

Kako je investiranje, u suštini, proces razmene nečeg poznatog i prisutnog za niz očekivanja i potencijalnih koristi u narednom periodu, to su dve osnovne karakteristike investiranja neizvestnost i vremenska disperzija vrednosti. Stepenn neizvesnosti svih dinamičnih faktora u budućnosti i svih očekivanih efekata je direktno povezan sa vremenskom distancom investiranja.

Usled angažovanja velikih finansijskih sredstava, prisustva rizika u pogledu konačnog ishoda i dugoročnih konsekvenci na funkcionisanje vojne organizacije nepobitna je neophodnost upravljanja investiranjem. U svim državama su određeni aspekti investiranja zakonski uređeni. U načelu, investiranje se uređuje kao proces koji se realizuje kroz nekoliko faza (Jovanović, 2002):

- faza preinvesticionih analiza,
- faza izrade investicionog programa,
- faza donošenja odluke o realizaciji investicije,
- faza izrade tehničke dokumentacije,
- faza realizacije investicije - investicionog projekta i
- faza puštanja investicije u rad.

Zbog važnosti za državu i društvo u celini, i investicioni proces opremanja MO i VS sredstvima NVO normativno je regulisan.

Reforma državnog sektora koja se sprovodi u našoj zemlji obuhvata sve oblasti uključujući i odbranu, a u okviru iste poseban značaj se pridaje optimizaciji troškova, svih vrsta.

U cilju optimizacije troškova životnog veka sredstava, neophodno je primenom timskog rada i uz kvalitetnu saradnju, taktičkog i tehničkog nosioca, nosioca nabavke, projekatana i stručnjaka za integralnu logističku podršku (ILP) da razvije adekvatnu metodologiju za utvrđivanje troškova životnog veka sredstava.

Cilj ovog rada jeste da se, na načelima i logici sistemskog pristupa, aktualizuje koncept integralne logističke podrške sredstava NVO u sferi troškova, sistematizuju i učine dostupnim određena dostupna teorijska i empirijska saznanja o troškovima, u cilju stvaranja podloge za unapređenje postojećeg stanja u ovoj oblasti.

Proces opremanja MO i VS sredstvima NVO

Osnovni normativno – pravni akt kojim se reguliše opremanje MO i VS sredstvima NVO predstavlja Pravilnik o opremanju Vojske Jugoslavije naoružanjem i vojnom opremom u miru (Pravilnik), iz 1996. Godine (Službeni vojni list 25, 1996).

Zbog niza društvenih promena i organizacionih promena u sistemu odbrane, u poslednje dve decenije, Pravilnik i ostala normativna regulativa, iz ovog domena, nisu u potpunosti usklađeni sa zahtevima vremena i realnom situacijom.

Od ostalih normativnih dokumenata koji regulišu aktivnosti u domenu opremanja sredstvima NVO prisutno je više Standarda narodne odbrane, kao što su npr. SNO 0477/83, SNO 1096/85, SNO 8196/92, SNO 9000/97 i dr. Navedeni standardi tretiraju pojedine aspekte ili aktivnosti tokom procesa opremanja sredstvima NVO.

Tako, standard (SNO 0477, 83) bliže propisuje elemente koji se razmatraju pri ugovaranju nabavke sredstava NVO.

Standard (SNO 1096, 85) utvrđuje opšti sadržaj onog dela taktičko-tehničkih zahteva za razvoj tehničkih materijalnih sredstava kopnene vojske koji neposredno ili posredno određuje parametre od kojih zavisi tehničko obezbeđenje.

Standardom (SNO 8196, 92) preciziraju se i bliže opisuju aktivnosti i delatnosti kojima se, u toku opremanja sredstvom NVO ili sistemom NVO, kao i u toku njegove eksploatacije i održavanja, obezbeđuje željeni stepen njegove borbene gotovosti i povoljan odnos između postignutog stepena borbene gotovosti i ukupnih troškova veka tog sredstva ili sistema [6].

Standardom (SNO 9000, 97) utvrđuju se dopunski (ne alternativni) zahtevi za sistem kvaliteta isporučilaca koji, po ugovoru, proizvode ili vrše usluge u procesu opremanja i naoružavanja, za potrebe odbrane zemlje ili za potrebe izvoza, u odnosu na zahteve utvrđene u standardima JUS ISO serije 9000.

Ipak, osnovni dokument kojim su regulisani organizacija, nadležnosti, kriterijumi i postupci pri opremanju MO i VS sredstvima NVO u miru jeste Pravilnik.

Za sve vrste sredstava NVO određeni su taktički i tehnički nosioci i nosioci planiranja (organi nadležni za razvoj i istraživanje, definisanje sistema održavanja, nabavku i dr.). Ministarstvo odbrane i VS se opremaju sredstvima NVO kroz procese planiranja, programiranja, istraživanja, razvoja, proizvodnje, ispitivanja i nabavke (Službeni vojni list 25, 1996). U skladu sa tim, opremanje MO i VS sredstvima NVO vrši se po jednom od sledećih modela:

- istraživanjem i sopstvenim razvojem,
- osvajanjem po licencnoj dokumentaciji ili razvojem kopiranjem po uzorku,
- razvojem u kooperaciji sa inostranim partnerom,
- nabavkom gotovih sredstava iz uvoza,
- nabavkom sa domaćeg tržišta gotovih proizvoda,
- prijemom donacija i
- kombinovanim modelom opremanja.

Pravilnikom je za različite modele opremanja definisan tok procesa, uz determinisanje nosilaca realizacije aktivnosti, subjekata koji sarađuju i neophodnih dokumenata koje je potrebno izraditi u pripremi predloga za odluku o investiranju u opremanje i pratećih dokumenata u samoj realizaciji investicije.

Analizom aktivnosti u procesu opremanja sredstvima NVO, prema Pravilniku, uočavaju se taktička studija, prethodna analiza i program realizacije kao osnovna polazna dokumenta u procesu. Pri tome, taktička studija nije obavezna u svim modelima opremanja sredstvima NVO. Takođe, prema definisanim sadržajima, prethodne analize i programa realizacije uočljiv je akcenat na tehničko – tehnološkom aspektu analize opremanja, dok je ekonomski aspekt (aspekt troškova prvenstveno) prisutan, ali ne i detaljnije apsolviran.

Pravilnikom je definisano da u sadržaju prethodne analize jedan segment treba da bude projekcija troškova razvoja, proizvodnje, opremanja, integralnog tehničkog obezbeđenja, cene sredstva, puta realizacije, uslova razvoja i investicija sa rokovima izvršenja, ali nije ukazano na potrebu sagledavanja ukupnih troškova tokom životnog veka sredstva.²

U sadržaju programa realizacije, u tehničko – ekonomskoj analizi, troškovi su pobrojani nešto detaljnije, ali još uvek bez dovoljno direktnih smernica o načinu i vremenskom aspektu njihovog proračuna.

Analizom prisutne prakse u MO i VS, kroz određen broj studija slučaja, uočen je različit pristup tretiranju materijalno – finansijskog aspekta investiranja u opremanje sredstvima NVO. U najboljem slučaju prisutan je samo statički pristup analizi i oceni investicionih projekata, dok se dinamički aspekt i aspekt ukupnih troškova tokom celog životnog veka sredstava ne uzimaju u obzir.

Naime, prihvatanje određenog investicionog projekta zavisi od stepena zadovoljenja zahteva koji se pred taj projekat stavljaju, a koji se uglavnom odnose na maksimiziranje odnosa između efekata i ulaganja. Shodno primenjenim kriterijumima i odgovarajućim ulaznim parametrima, sve ocene investicionih projekata mogu biti statičke ili dinamičke (Jovanović, 2002). Pri tome, statički pristup oceni projekata je karakterističan za preinvesticione studije, odnosno za „male“ i „srednje“ projekte, dok je dinamički pristup zastupljen u investicionim studijama „malih“ i „srednjih“ projekata, ali i u preinvesticionim studijama „velikih“ projekata. Po svojoj prirodi, opremanje MO i VS sredstvima NVO uglavnom predstavlja „velike“ projekte.

Evidentno je da donošenju investicione odluke o opremanju sredstvima NVO prethodi veliki broj istraživačko – razvojnih aktivnosti. Normativnom regulativom i prisutnom organizacionom praksom ne tretira se materijalno – finansijski aspekt u skladu sa njegovim značajem, pa se investicione odluke često donose na bazi intuicije i empirije, što samo povećava

² Sopstveni razvoj TMS (radi opremanja) preduzima se na osnovu odluke nadležnih organa, a životni ciklus sredstva u ovom slučaju obuhvata sledeće faze: prethodnu analizu, taktičku studiju, program realizacije, razvoj SRT po usvojenom programu realizacije, ispitivanje prototipa – probne partije, odluka o usvajanju SRT u naoružanje i opremu, izradu nulte serije, ispitivanje nulte serije, rešenje o prijemu nulte serije, serijsku proizvodnju, praćenje i izveštavanje o ponašanju u toku eksploatacije, otuđenje (rashodovanje, uništenje, ...).

rizik u ostvarenju projektovanih ciljeva. Neadekvatno sagledavanje troškova investiranja u opremanje sredstvima NVO, u preinvesticionom periodu, često dovodi do stvaranja privida i onemogućava potpuno pravilno sagledavanje i ocenu opravdanosti investiranja. Usled toga, tokom perioda eksploatacije sredstva, sve do njegovog „odlaska“ iz sistema pojavljuju se ogromni troškovi koji nisu bili predviđeni, a time ni planirani. Uticaj ovih troškova dovodi u pitanje upotrebljivost sredstava, svrsishodnost i naročito opravdanost investiranja.

Deo uzroka koji dovode do problema lociran je i u subjektima koji učestvuju u investicionom projektu. Navedeni subjekti su određeni organizacionom strukturom i funkcionalnim položajem.³

Radi se, generalno, o iskusnim stručnjacima iz tehničko – tehnološkog domena poznavanja sredstava NVO, ali ne i ekonomije.⁴ Iz tih razloga vrlo je važno ojačati ekonomske aspekte obrazovanja u sistemu odbrane, na svim nivoima i oblicima školovanja (Andrejić, 2001, pp.36–53).

Analiza troškova u životnom veku sredstva

Ograničena novčana sredstva u budžetu za potrebe odbrane, stalno rastući troškovi nabavke, eksploatacije i podrške sistema NVO, uz značajnu inflaciju, stvorili su potrebu da **troškovi** postanu jedan od glavnih parametara pri opremanju vojske.

Novije tendencije nabavke doprinele su da se **sveobuhvatno** sagledava deo troškova eksploatacije i podrške u troškovima životnog ciklusa.

Prilikom sagledavanja troškova životnog ciklusa neophodno je primeniti adekvatnu logiku pristupa, kod svakog procesa, slika 1.

U analizi troškova u životnom ciklusu NVO mogu se uočiti dve grupe troškova, **vidljivi i nevidljivi troškovi**.

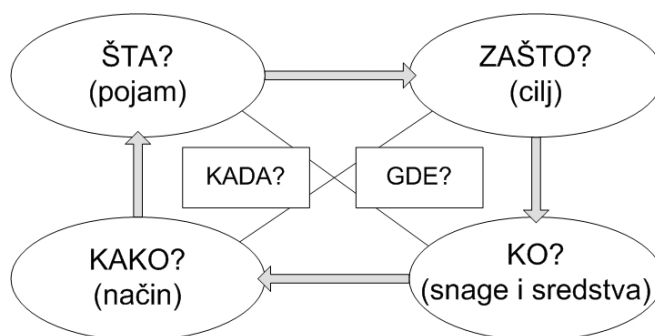
Vidljivi deo troškova, uglavnom, je prisutan taktičkom nosiocu⁵ i najčešće obuhvata troškove opremanja jedinica ili kupovine sredstava.

³ Iz podele rada i raspona rukovođenja, kao suštinskih karakteristika organizacije, proizilazi strukturiranje organizacije na organizacione jedinice i njihova raspodela po hijerarhijskim nivoima. Iz ovoga proizilazi potreba za različitim kvalitetom, kvantitetom i vrstom informacija i znanja koja su potrebna različitim organizacionim jedinicama i podela informacija na ulazne i izlazne, u skladu sa regulacionom ulogom informacionog sistema.

⁴ Ukupni troškovi sistema/sredstva povećavaju se alarmantnom brzinom i to prvenstveno usled inflacije i porasta troškova prouzrokovanih: izmenama koje se dešavaju u toku projektovanja i razvoja sistema/sredstva (koje su posledica izmenjenih zahteva u pogledu performansi sistema/sredstva itd); izmenama u toku proizvodnje; izmenama u trajanju programa; izmenama u koncepciji održavanja sistema/sredstva; netačnostima u početnim ocenama i izmenama u postupcima za ocenu; povećanim zahtevima u odnosu na dokumentaciju programa i unapred nepredviđenim problemima.

⁵ Pod taktičkim nosiocima se podrazumevaju organi u sistemu odbrane koji su odgovorni za istraživanje, razvoj, usavršavanje i usvajanje materijalnih sredstava iz svoje nadležnosti, snabdevenost jedinica i ustanova svoga vida, roda i službe tim materijalnim sredstvima, praćenje ponašanja TMS u eksploataciji i poboljšanje taktičko-tehničkih karakteristika.

Nevidljivi deo troškova je daleko veći i on obuhvata više grupa troškova pa ipak ga nosioci razvoja nisu najčešće uzimali u obzir. Prema američkom profesoru Blanchardu loše upravljanje i planiranje razvojem SRT može se uporediti sa „efektom ledenog brega“ koji pliva u moru i kod koga je samo 1/10 vidljiva a 9/10 nevidljivo.



Slika 1 – Pristup sagledavanju troškova svake aktivnosti u životnom ciklusu sredstva
Figure 1 – Approach to cost calculation for each activity during the life cycle of an asset

U nevidljivi deo troškova se ubrajaju: troškovi distribucije, pogonski troškovi, troškovi održavanja, troškovi obuke, troškovi zaliha, troškovi informacionog sistema, troškovi otuđenja i rashodovanja itd.

U toku upravljanja projektom usvajanja sredstava ratne tehnike u NVO Vojske moraju uzeti u obzir svi napred navedeni troškovi. Pri razmatranju istih treba identifikovati više alternativnih rešenja (potencijalnih izbora) koja ispunjavaju određene kriterijume, sa težnjom da ista daju optimalne kombinacije.

Problem koji se pri tome rešava je višekriterijumske prirode⁶ (tabela 1), bilo da se radi o optimalnoj kombinaciji troškova kod jednog tehničkog sistema (sredstva NVO) ili da se radi o izboru najbolje varijante od više varijanata sadržanih u projektu (Petrović, et al., 2012, pp.168–187). Za rešavanje navedenih problema mogu se koristiti brojne metode i tehnike, različite snage i generalnosti (Andrejić, 2001, pp.36–53). Karakterističan primer izbora metode i kriterijuma odlučivanja dat je u (Drenovac, Drenovac, 2012, pp.125–142). Sistematizovan prikaz procedura provođenja metoda kao svojevrsna pomoć svima koji se sreću sa problemom određivanja težina kriterijuma pri rešavanju višekriterijumskih zadataka dat je u (Milićević, Župac, 2012, pp.39–56).

Primarni zadatak se sastoji u izboru koncepcije upravljanja, orijentisane ka sredstvu, tako da u toku rada isto zadovolji operative zahteve uz najniže troškove životnog ciklusa.

⁶ Svaki kriterijum može imati više potkriterijuma koji različito utiču na vrednost kriterijuma, sa aspekta krajnjeg cilja.

Analizom troškova moguće je identifikovati sledeće glavne grupe troškova, u životnom ciklusu sredstva:

1. akvizicije
2. troškove eksploatacije i podrške i
3. troškove otuđivanja.

Tabela 1
Table 1

Početni zapis problem višekriterijumske prirode
Initial record of the multicriteria problem

		Kriterijumi				Vrednost varijante po svim kriterijumima
		K ₁	K ₂	K _N	
	Varijanta 1					
	Varijanta N					
Težina kriterijuma (vrednost od 1 do N)						
Izbor varijante u skladu sa izabranim kriterijumima, njihovom težinom i uticajem (min/max) na krajnji cilj: _						

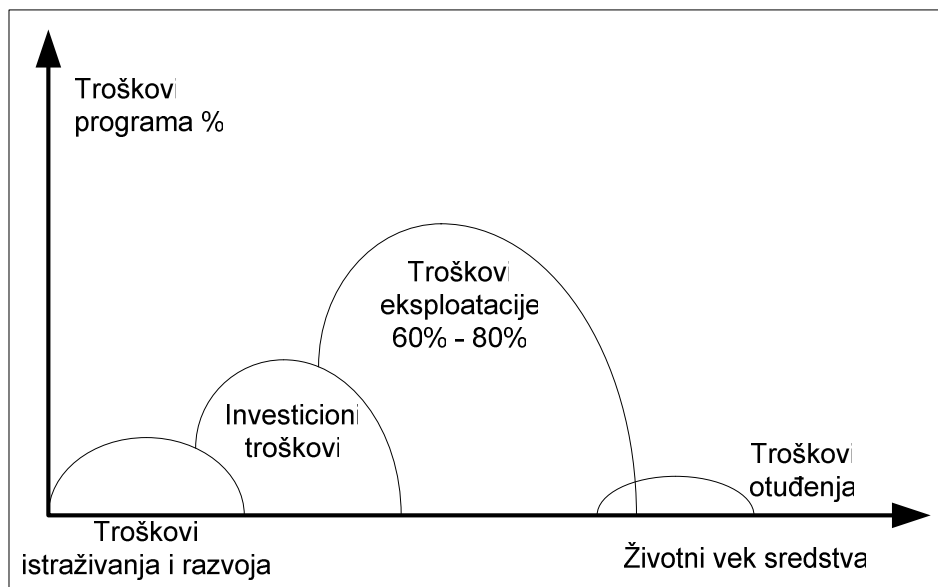
Prva grupa troškova događa se samo jednom u toku životnog ciklusa sredstva. Ostale grupe troškova se ponavljaju tokom niza godina dok je sredstvo u upotrebi.

Troškove eksploatacije sačinjavaju troškovi koje generišu resursi koji su potrebni za eksploataciju i pružanje svih oblika podrške sistemu, podsistemu ili nekom glavnom sastavnom delu tokom njegovog veka trajanja u eksploatacionom periodu. Ovde se ubrajaju i troškovi nabavke i čuvanje energenata (municije, goriva, energetskih izvora...).

Troškovi otuđivanja se u slučajevima gde su promenljivi moraju razmatrati posebno, a obuhvataju i troškove nabavke istih sredstava radi zamene dotrajalih ili uništenih. U drugim situacijama se ne izdvajaju posebno, nego se razmatraju u okviru troškova eksploatacije i podrške.

Procene troškova moraju razmatrati efekte inflacije, pada vrednosti valute, kredita i druge faktore koji prouzrokuju promene u troškovima. Ocene troškova se izvode iz kombinacije istorijskih podataka, projekcija troškova projekata, predloga izvršilaca i prognozom uz primenu kvantitativnih i kvalitativnih metoda.

Načelni pojedinačni troškovi, ocenjeni za svaku godinu u životnom ciklusu sredstva u zavisnosti od stvarnih troškova za tu godinu (inflacija i sl.) prikazani su na slici 2.



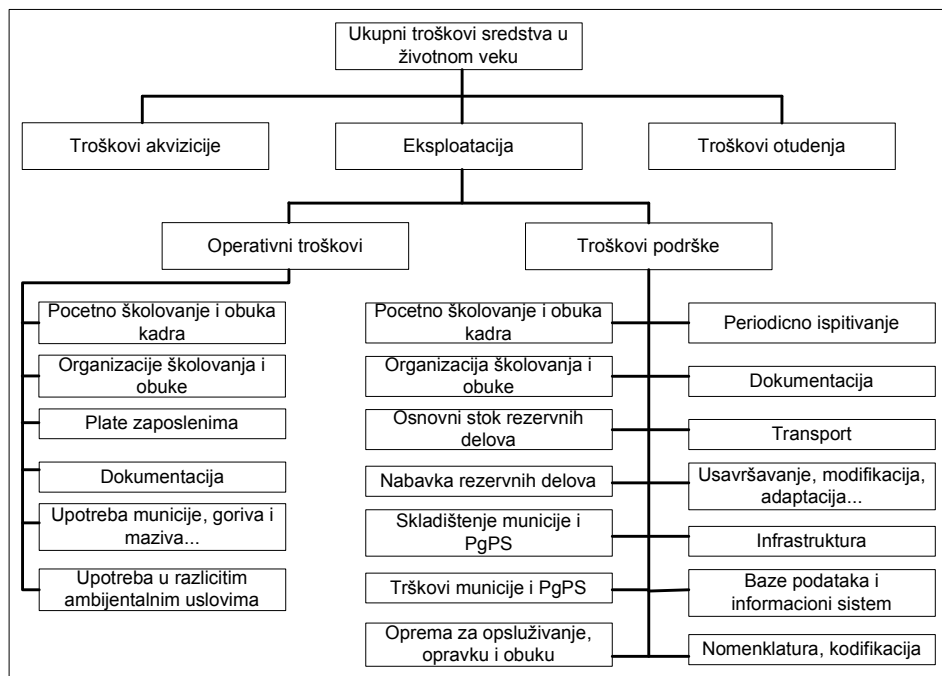
Slika 2 – Odnos troškova sredstava u životnom veku
 Figure 2 – Relation of the asset costs during the life cycle

U toku razvoja metodologije proračuna svih troškova sredstva u toku životnog veka najpre je potrebno identifikovati i razdvojiti pojedine grupe troškova. Na slici 3, dat je šematski prikaz pojedinih grupa troškova iz kojih je moguće izdvojiti podgrupe od značaja za analizu.

Prilikom analize svih grupa troškova potrebno je izvršiti i raspodelu troškova prema dinamici utroška sredstava u zavisnosti od izabranog modela opremanja.

Početni, vidljivi, troškovi ili troškovi akvizicije, prikazuju početna ulaganja prilikom razvoja sredstva ili kupovine ali iskustveno se pokazalo da početna cena ne može biti presudna u donošenju odluke o izboru sredstva sa aspekte troškova u životnom veku sredstva. Prilikom analize troškova akvizicije potrebno je sagledati:

1. cenu osnovnog sredstva sa pratećom opremom,
2. početnu cenu logističke podrške,
3. troškove programa realizacije nabavke sredstava,
4. troškove ispitivanja sredstava radi nabavke,
5. troškove rizika,
6. troškove nabavke i distribucije sredstava.



Slika 3 – Šematski prikaz grupa i podgrupa troškova sredstava u životnom veku
 Figure 3 – Schematic view of costs groups and subgroups during the life cycle

Troškovi rashodovanja ili otuđenja sredstava mogu biti i izrazito visoki, naročito kod sredstava koja su opasna po okruženje, te ih zbog toga treba posebno analizirati. Takođe, otuđenje sredstava ustupanjem ili prodajom partnerima, može doneti i određeni prihod (povraćaj novca), zavisno od toga da li je politika opremanja i upotrebe sredstava vođena na osnovama efikasnosti i efektivnosti ili ne. Analizom troškova rashodovanja (otuđenja) potrebno je proceniti:

1. cena delaboracije sredstava (osnovnog sredstva, municije...)
2. cena rashodovanja osnovnog sredstva,
3. cena rashodovanja opreme za opsluživanje i održavanje za osnovnog sredstva,
4. cena prekvalifikacije kadra za rad na drugim sredstvima,
5. cena detaljne analize troškova u životnom ciklusu sredstva radi formiranja baze podataka.

Najveća grupa troškova, koja dostiže 60–80% ukupnih troškova, jeste eksploatacija. U okviru troškova eksploatacije izdvajaju se dve velike podgrupe troškova a to su operativni troškovi i troškovi logističke podrške.

Operativni troškovi razvrstavaju se u sledeće podgrupe:

1. početni troškovi školovanja i obuke kadra za upotrebu,
2. troškovi kontinuiranog školovanja i obuke,
3. troškovi plata operativnog kadra,
4. troškovi izrade prateće dokumentacije sredstava,
5. troškovi upotrebe municije, goriva i maziva,
6. troškovi upotrebe u predviđenim ambijentalnim uslovima u svim misijama vojske.

Troškovi logističke podrške razvrstavaju se u sledeće podgrupe:

1. početni troškovi školovanja i obuke kadra za održavanje,
2. troškovi kontinuiranog školovanja i obuke kadra,
3. troškovi nabavke početnog stoka rezervnih delova za određeni period,
4. troškovi kontinuirane nabavke rezervnih delova,
5. troškovi nabavke municije,
6. troškovi skladištenja municije, goriva, maziva i rezervnih delova,
7. troškovi nabavke opreme za opsluživanje, održavanje i obuke kadra,
8. troškovi periodičnog ispitivanja sredstava,
9. troškovi izrade logističke dokumentacije,
10. troškovi transporta sredstva,
11. troškovi periodičnog usavršavanja, modifikacije ili adaptacije,
12. troškovi izgradnje (prilagođavanja) infrastrukture za upotrebu i održavanje,
13. troškovi baze podataka i informacionog sistema,
14. troškovi nomenklature obrade (kodifikacije) sredstava.

Pojedine podgrupe troškova moguće je analizirati kroz elemente integralne logističke podrške koji su definisani standardima i predstavljaju osnovu prilikom opremanja naoružanjem i vojnom opremom. Prilikom prognoziranja ili izračunavanja troškova potrebno je određenu podgrupu analizirati kroz najsitnije elemente koji u određenim situacijama, zavisno od troškova koje nameću, mogu biti i krucijalni za izbor NVO prilikom opremanja. Tipični izlazni podaci analize integralne logističke podrške sredstva NVO su sledeći (Andrejić, Sokolović, 2009, pp.32–53):

Održavanje sredstava NVO:

- nivoi održavanja,
- nivo/zadatak održavanja,
- pouzdanost,
- periodičnost,
- pogodnost održavanja,
- vreme celog ciklusa opravke po nivoima,
- godišnji broj intervencija preventivnog i korektivnog održavanja,
- operativna raspoloživost,
- tehnologija održavanja.

Oprema za održavanje i podršku:

- količina, tip i lokacija,
- intenzitet korišćenja,
- gotovost,
- zahtevi održavanja opreme.

Podrška snabdevanju sredstava NVO:

- nivo opravke i lokacija,
- količina i tip sastavnih delova i delova za opravku,
- kritične stavke,
- učestanost zamene,
- intenzitet otpisa,
- intenzitet starenja,
- nivo zaliha po nivoima održavanja,
- sigurnosni nivo zaliha,
- stavke velike vrednosti,
- vek uskladištenja,
- mogućnost nabavke,
- vreme nabavke,
- ciklus snabdevanja.

Transport i rukovanje:

- količina, tip, lokacija,
- kontejneri,
- pakovanje i slanje,
- skladištenje, konzervacija,
- troškovi transporta, skladištenja.

Personal:

- količina osoblja i zahtevani nivo obuke,
- intenzitet zadržavanja kadra na obuci,
- krive učenja,
- indirektni rad (po glavi),
- zahtevi za početnu obuku,
- pomoćna sredstva obuke (uređaji, treneri, dokumentacija),
- organizacija školovanja i obuke.

Infrastruktura:

- zahtevi za objekte za održavanje i obuku (prostor),
- zahtevi skladišta,
- kapitalna oprema,
- alati i specijalni uređaji za manipulaciju (rukovanje),
- instalacije za opsluživanje i održavanje,
- zahtevi za posebnim mikroklimatskim uslovima,
- zahtevi za pogone (snaga, osvetljenje, toplota, voda, telefon i sl.),
- korišćenje objekata,
- konstrukcija objekata, rad, održavanje, takse, energetika i sl.

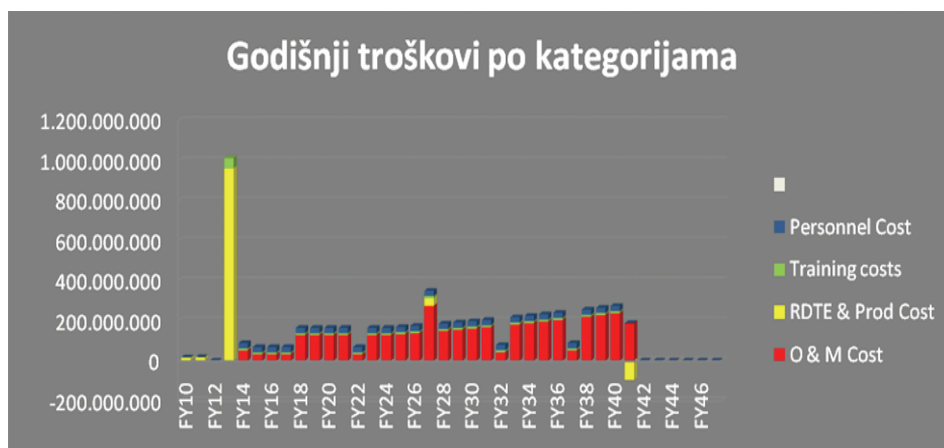
Tehnička dokumentacija i informatička podrška:

- zahtevi za tehničkim uputstvima i priručnicima (instrukcije za rad i održavanje, procedure remonta i sl.),
- baza podataka o sredstvu,
- izveštaji o eksploataciji i održavanju,
- nomenklatura obrada (kodifikacija),
- izgradnja (prilagođavanje) informacionog sistema.

Analiza troškova na konkretnom sredstvu

Radi izračunavanja troškova sredstava u životnom veku upotrebljen je model proračuna profesora dr Keebom Kanga sa Naval Postgraduate School iz SAD-a, izrađen u Excel programu i prilagođen potrebama analize. S obzirom da su podaci o troškovima i pouzdanosti elemenata sistema naoružanja i vojne opreme poverljivog karaktera, a u značajnoj meri i nedostupni, sva izračunavanja rađena su na osnovu orijentacionih parametara, sa ciljem da se pokaže kako parametri međusobno utiču jedni na druge, odnosno kakav uticaj imaju na ukupne troškove sredstava NVO.

Model je izrađen za upotrebu dve eskadrole istovetnih aviona koje baziraju na različitim aerodromima. U početnoj ceni nabavke, slika 4., prikazani su troškovi nabavke sredstava u celini, što uključuje troškove akvizicije, cenu samih sredstava, cenu opreme za opsluživanje i održavanje, troškove početne obuke određenog broja kadrova i distribuciju.



Slika 4 – Godišnji troškovi sredstva po kategorijama troškova

Figure 4 – Asset annual costs by cost categories

S obzirom da sredstva stižu sukcesivno i da se radi o novim sredstvima – u garantnom roku, u prve četiri godine ne postoje veliki troškovi održavanja i usavršavanja sredstava. U tom periodu glavne troškove čine troškovi personala i obuke. Vremenom sredstva zahtevaju određene povremene preglede, što zahteva određena ulaganja a samim tim i povećanje troškova održavanja. Na slici 4. pokazano je da ukupni troškovi upotrebe neznatno rastu sve do trenutka polovine veka upotrebe, kada se javljaju posebna ulaganja u usavršavanje i modernizaciju sredstava, kao i ispitivanja pouzdanosti pojedinih elemenata radi bezbedne upotrebe sredstva.

Zbog godina upotrebe, operativni troškovi sredstava rastu sve do isteka veka upotrebe sredstva kada postoji mogućnost prodaje sredstava i ostvarivanja određenog prihoda, što je na slici 4, prikazano kao „negativni“ trošak.

Kada se posmatra koliko pojedini troškovi utiču na ukupne troškove sredstava u životnom veku, procentualno najveći deo troškova čine troškovi operativne upotrebe i održavanje sredstava – oko 66%. Zatim slede troškovi ispitivanja i usavršavanja sa 16%, troškovi personala 12% i troškovi obuke 6%.



Slika 5 – Procentualni iznos pojedinih kategorija troškova u ukupnim troškovima sredstva u životnom veku sa 50% većom pouzdanošću modula sredstva

Figure 5 – Percentage of cost categories in overall asset costs during the life cycle, with 50% increased reliability of the asset module

Ukoliko bi se pouzdanost osnovnih agregata sredstva povećala za 50%, raspodela ukupnih troškova sredstva pokazuje da se operativni troškovi smanjuju za 1%, što je prikazano na slici 5.

Na slici 6, prikazani su godišnji troškovi sredstava u odnosu na osnovni model prikazan na slici 4, pri čemu je brojno stanje kadra po kategorijama smanjeno za trećinu, a pouzdanost sredstava povećana za 50% .

Zbog nedostatka kadra za upotrebu i održavanje, u odnosu na projektovano, tehnološko brojno stanje, dolazi do očekivanog smanjenja troškova koji se odnose na plate zaposlenih. Ipak, to su troškovi koji su zanemarljivi u odnosu na troškove koji nastaju kao posledica neadekvatnog održavanja, gubitke usled smanjenja operativne raspoloživosti, zastoja u održavanju itd... Ovo je tipičan primer nevidljivih troškova koji se svakodnevno susreću u praksi kao posledica radikalnog smanjenja brojnog stanja kadra na održavanju. Direktna uticaj na povećanje operativnih troškova sredstava ima i nenamensko angažovanje logističkog kadra a posebno angažovanje priučenog kadra od vojnika po ugovoru do „iskusnog mehaničara“ (Andrejić, et al., 2011, pp.5–26).

Troškovi usavršavanja i modernizacije takođe se povećavaju usled neadekvatnog održavanja. Pored novčanih sredstava za direktno ulaganje u modernizaciju sredstava, postoji potreba i za angažovanjem naučnih i opitnih institucija kojima je na taj način oduzet jedan značajan resurs, vreme.



Slika 6 – Procentualni iznos pojedinih kategorija troškova u ukupnim troškovima sredstva u životnom veku sa 50% većom pouzdanošću modula sredstva i 30 % manjim brojnim stanjem logističkog kadra

Figure 6 – Percentage of cost categories in overall asset costs during the life cycle, with 50% increased reliability of the asset module and 30% decreased number of logistic personnel

I pored toga što je pouzdanost vitalnih agregata sredstava povećana za 50%, ukupni operativni troškovi porasli su za 5%.

Tokom ove analize početna cena sredstava na tržištu ostala je ista. Prilikom analizom potvrđuje se stav da početna cena sredstava ne može i ne sme da bude osnovni, a naročito ne jedini, uslov prilikom opremanja vojske NVO, jer postoje mnogo značajniji troškovi koji se na prvi pogled ne vide.

Pravu odluku treba doneti tek kada se na osnovu procenjenih troškova sredstava u životnom veku izračuna odnos cena/efikasnost sredstava pod jednakim uslovima eksploatacije.

Prilog optimizaciji utroška finansijskih sredstava u procesu nabavke sredstava NVO

Da bi se obezbedilo ono što je potrebno, kada je potrebno i po optimalnoj ceni neophodno je preduzeti adekvatne strateške, upravljačke, operativne i administrativne aktivnosti. Strateške aktivnosti, za sistem odbrane, su: planiranje i razvijanje organizacije i infrastrukture nabavke, ciljno određivanje najbolje upotrebe stručnosti i sredstava nabavki, identifikovanje standarda delovanja koje treba postići, uspostavljanje kontrole i mehanizma izveštavanja.

Upravljačke aktivnosti su: identifikovanje toga kako osoblje za nabavke može najbolje ispuniti te potrebe, planiranje i koordinacija rada u nabavci, obuka i usavršavanje osoblja i merenje rezultata nabavke.

Operativne aktivnosti predstavljaju: zahtevne specifikacije, ispitivanje opcija istraživanja snabdevanja robama ili uslugama, procena ponuda i dobavljača, pregovaranje, vođenje ugovora i projekata.

Administrativne aktivnosti obuhvataju: obrada i otpremanje narudžbenice, upoređivanje potvrda o isporuci/prijemu, prijem i provera faktura, vođenje zapisnika.

Uspostavljanje efikasnog i zakonitog sistema nabavki u MO i VS podrazumeva dobro poznavanje i poštovanje zakona i pratećih propisa, odgovarajuće organizaciono pozicioniranje službe za nabavke u okviru sistema odbrane, normativno uređenje postupaka, adekvatan izbor i permanentna edukacija kadrova, dobru obučenost i poštovanje standarda etičkog ponašanja od strane službenika zaduženih za poslove nabavki.

Rukovodioci organizacionih celina u MO i VS, službenici koji su direktno uključeni u proces nabavki i sva ostala lica koja su u poziciji da, u bilo kojoj meri i na bilo koji način, utiču na postupak odlučivanja o izboru ponuđača, dužni su da što bolje upoznaju sistem nabavki i da svoje obaveze ispunjavaju dosledno, korektno i stručno. Da bi se to postiglo, potrebno je jasno definisati aktivnosti, nosioce, obaveze i odgovornosti svih lica uključenih u postupak nabavke, koja će dobiti jasne i, kad god je moguće, pisane instrukcije o radu.

Potencijalni propusti koji se javljaju kod nabavki sredstava NVO, a koji utiču na optimizaciju utroška finansijskih sredstava, se odnose na sledeće: nedostatak adekvatnog kadra; neprecizno normativno uređenje nabavki; nepostojanje višegodišnjih okvirnih ugovora vezanih za nabavke; nedovoljno i neadekvatno istraživanje tržišta; nepotpuno pridržavanje postojeće normative; kasno stavljanje novčanih sredstava na raspolaganje službi nabavke; nepravovremeno i neprecizno planiranje nabavki; nekvalitetna tehnička dokumentacija; nepoštovanje rokova, neadekvatna frekvencija nabavki; veći broj „hitnih i poverljivih nabavki; ne postoji sistemsko limitiranje vremena rada ljudstva na poslovima nabavki; odsustvo adekvatne strukture koja bi se bavila poslovima kontrole u oblasti nabavki“ i dr..

Veliki deo troškova bio bi procenjen sa velikom verovatnoćom uvođenjem jedinstvenog informacionog sistema (Andrejić, et al., 2010, pp.33–61), tj. formiranjem baze podataka koja bi, ako ne danas, sigurno omogućila budućim generacijama rešavanje problema i pravilnu procenu ekonomičnosti sredstava prilikom opremanja vojske NVO.

Zaključak

Određivanje troškova životnog ciklusa treba izvršiti u ranoj fazi razvoja sredstava jer je moguće više puta uticati na ukupan iznos i smanjenje troškova životnog veka kroz menjanje projekta.

Prilikom razvoja i proizvodnje sredstva NVO mora se obezbediti i projektovanje ekonomične logističke podrške. Za bolju kontrolu troškova treba uložiti više napora u ranijim fazama istraživanja i projektovanja, u analizi ILP i ukupnih troškova životnog veka sredstva NVO.

Postupak sprovođenja ILP zahteva ugradnju i obezbeđenje operativne gotovosti i povezivanje sa troškovima životnog veka. U fazi realizacije prototipskog razvoja sredstva NVO konkretizuje se element ILP čime se ostvaruje stalna zavisnost tehničkog rešenja i projekta ILP radi postizanja maksimalne raspoloživosti ili efikasnosti sredstva uz minimalne ukupne troškove životnog veka sredstva NVO.

Cilj je da se izradi sredstvo NVO koje će izvršavati zadatke u miru i ratu sa vrlo malo neizvesnost, čija su efikasnost i cena koštanja optimalni, zbog čega je ovakav pristup razvoja NVO najekonomičniji.

Vrednost sredstva NVO u odnosu na troškove koji se pojavljuju na kraju njegovog životnog veka je tek nekoliko procenata a sve drugo je vezano za troškove podrške,

Ukupni troškovi eksploatacije i održavanja prvenstveno zavise od cene radnog časa, dok su ostali troškovi manje uticajni na ukupne troškove životnog veka sredstva.

Svrishodno je da se investira u početnim fazama preko povećanja pouzdanosti i pogodnosti za rukovanje i održavanje da bi se dobilo sredstvo sa većom efikasnošću, uz niže troškove životnog veka.

Problematiku optimizacije troškova životnog veka sredstava potrebno je obraditi adekvatnim standardom i podržati adekvatnim softverskim kojim bi se moglo izvesti više uporednih analiza i doći do optimalnih rešenja.

Zbog multidisciplinarnog i višekriterijumskog (i višeatributnog) karaktera procesa opremanja vojske sredstvima naoružanja i vojne opreme neophodno je formirati projektne timove koji će na adekvatan način upravljati procesom. Integralni pristup upravljanju projektom omogućiće donošenje optimalne odluke radi postizanja što veće optimizacije troškova sredstava u životnom veku.

Prilikom proračuna troškova pojedini podaci mogu se dobiti direktno od proizvođača mada treba uvek imati u vidu da prodavac uvek želi da proda svoj proizvod. Određeni podaci pronalaze se u bazama podataka o sredstvima koja su korišćena u prethodnom periodu, te je zbog toga neophodno prilikom opremanja paralelno formirati i odgovarajuću bazu podataka koja će prikupljati informacije i služiti kao izvor podataka u budućnosti.

Kritične informacije, kao što su pouzdanost ili srednje vreme između otkaza delova, sklopova i agregata najčešće se mogu naći kod partnera koji već koriste identična sredstva ili na neki drugi način, s obzirom da proizvođači takve informacije najčešće daju tek nakon sklapanja ugovora. U toku analize troškova poželjno je koristiti matematičke metode koje su već poznate u teoriji i praksi jer sa velikom verovatnoćom omogućavaju precizno izračunavanje elemenata neophodnih za procenu troškova.

Sve prikazane elemente potrebno je analizirati i kroz postojeću organizaciju vojske i sistem logističke podrške jer odstupanje ili prilagođavanje posebnim uslovima eksploatacije mogu doneti značajne troškove ali i uštede.

S obzirom da opremanje vojske naoružanjem i vojnom opremom polazi od strategijskih opredeljenja države treba imati u vidu da se sredstva nabavljaju za period od oko 30 godina i da u tom periodu moraju biti što efikasnija sa mogućnošću da odgovore operativnim zahtevima u predviđenim uslovima upotrebe. To znači da i ako u određenom periodu veka upotrebe određeno sredstvo ne omogućava efikasnu upotrebu potrebno je predvideti mogućnost i troškove eventualne modernizacije ili adaptacije.

Najveći troškovi ispoljavaju se u funkcionalnoj nadležnosti logistike što govori da opremanje vojske mora biti zasnovano na logističkim osnovama radi ekonomičnosti i uštede u čitavom životnom ciklusu sredstva.

Ukoliko se radi o opremanju od strateškog značaja za državu, neophodno je da određenu ulogu u tom procesu uzme i Vlada i nadležna ministarstva. Razlog tome je postizanje što veće funkcionalnosti i interoperabilnosti unutar same države ali i sklapanje najpovoljnijih ugovora sa dobavljačima i proizvođačima što u određenim modelima opremanja može doneti i profit samoj državi. Važan preduslov za to je stvaranje zakonskih osnova za sklapanje državnih ugovora prilikom nabavke naoružanja i vojne opreme na principima offset-a i kvalitetno dugoročno planiranje (finansiranja i opremanja) odbrane.

Radi kvalitetnog sagledavanja ukupnih troškova neophodno je razviti, standardizovati i sistemski uvesti u operativnu primenu adekvatnu metodologiju proračunavanja troškova i adekvatan informacijski sistem. Uloga informacionih i komunikacionih sistema je veoma bitna kod svih organizacionih promena. Informacioni i komunikacioni sistemi imaju naročit značaj u slamanju otpora promenama i sprečavanju održavanja trenutnog stanja.

Integrirani pristup proračuna i smanjenja troškova životnog veka sredstava NVO treba da prati opšte trendove u reformi javnog (državnog) sektora, optimizacija troškova i efikasnosti, timski pristup rešavanju složenih problema; veća transparentnost; kraće vreme odziva; uvođenje radno-stimulativnog sistema, smanjenje režijske radne snage, javno-privatna partnerstva, multinacionalni projekti, a sve sa ciljem da se uz manji utroška resursa pruži bolje rešenje, proizvod ili usluga odnosno viši stepen zadovoljenja javnog (državnog) interesa. U oblasti odbrane to znači održiva i pametna odbrana i multinacionalni pristup u realizaciji skupih projekata.

U cilju optimizacije troškova životnog ciklusa sredstva neophodno je, na svim nivoima studija i usavršavanja ljudstva, izučavati određene sadržaje ILP, primenjivati adekvatan koncept i pristup i predviđati i pratiti organizaciono-tehnološke promene u sistemu odbrane.

Literatura

Andrejić, M., 2001, Metode i tehnike za podršku planiranja u vojnim organizacionim sistemima, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 49(1), pp.36–53.

Andrejić, M., Milenković, M., Sokolović, V., 2010, Logistički informacijski sistem, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 58(1), pp.33–61.

Andrejić, M., Radosavljević, V., Arsić, S., 2011, Logističko obrazovanje i obučavanje nelogističkog osoblja, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 59(1), pp.5–26.

Andrejić, M., Sokolović, V., 2009, Integralna logistička podrška sredstava naoružanja i vojne opreme, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 57(1), pp.32–53.

Drenovac, A., Drenovac, B., 2012, Mogućnosti primene višekriterijumske analize i metoda PROMETHEE na primeru izbora aviona, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 60(3), pp.125–142.

Jovanović, P., 2002, *Upravljanje investicijama*, Beograd, Grafoslog.

Milićević, M., Župac, G., 2012, Objektivni pristup određivanju težina kriterijuma, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 60(1), pp.39–56.

Petrović, N., Đedović, B., Petrović D., 2012, Ocenjivanje i izbor projekata primenom analize troškovi – efekti i višekriterijumske analize, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 60(3), pp.168–187.

Službeni vojni list br. 17/83, 1983, *Standard narodne odbrane SNO 0477/83*, Standard, Centralni biro za standardizaciju i metrologiju u JNA.

Službeni vojni list br. 17/85, 1985, *Standard narodne odbrane SNO1096/85*, Standard, Biro za standardizaciju i metrologiju u JNA.

Službeni vojni list br. 2/92, 1992, *Standard narodne odbrane SNO 8196/92*, Standard, Biro za standardizaciju i metrologiju u JNA.

Službeni vojni list 25/1996, 1996, *Pravilnik o opremanju Vojske Jugoslavije naoružanjem i vojnom opremom u miru*, Pravilnik, Savezno ministarstvo za odbranu.

Službeni vojni list br. 11/97, 1997, *Standard narodne odbrane SNO 9000/97*, Standard, Odeljenje za standardizaciju, metrologiju i nomenklaturu u VJ.

Todorović, J., Đuričin, D., Janošević, S., 2000, *Strategijski menadžment*, Beograd, Institut za tržišna istraživanja.

AN INTEGRATED APPROACH TO CALCULATE LIFE CYCLE COSTS OF ARMS AND MILITARY EQUIPMENT

FIELD: Engineering Management

ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary:

Introduction

In a situation when government expenditures for defense are more restrictive, any investment in the acquisition of arms and military equipment (AME) is a question that does not allow errors in decisions. Accordingly, the economic analysis of the investment must be detailed and unavoidable.

In the past, the initial cost of procurement of AME was often the primary, and sometimes the only one criterion in decision-making. Neglecting the analysis of costs throughout the life of assets in prefeasibility studies is the main cause of unplanned investment in the later stages of the life cycle of investment, and also of a number of problems in the functioning and unfulfilling or partially fulfilling the goals of the system.

Process of equipping the MoD and the SAF with AME

Legislation governing the process of equipping the Ministry of Defence (MoD) and the Serbian Armed Forces (SAF) with AME is based on the Regulation on equipping the Yugoslav Army with weapons and military equipment in peacetime, from 1996, and on several Standards of National Defense (SNO 0477/83, SNO 1096/85, SNO 8196/92, SNO 9000/97, etc.). Due to a number of social and organizational changes in the defense system, this regulation is not in full compliance with real-time requirements.

The analysis of legal regulations and activities in the process of equipping the MoD and the SAF with AME in practice indicates dominance of technical - technological aspects of the equipping

analysis, while the economic aspect (primarily aspect of costs) is present, but not detailed enough. At best, there is only a static approach to the analysis and evaluation of investment projects, while a dynamic aspect and the aspect of the total cost over the life of assets are not taken into account.

Analysis of costs in the lifetime of assets

Given the non-profit character of military organizations and the possibility to express explicit costs, but not the benefits of investment in equipping with AME, costs are one of the most dominant parameters in decision-making. Modern trends in this area comprehensively perceive all costs during the life cycle of assets. In general, in the analysis of costs in the life cycle of AME there are two sets of costs: visible and invisible (hidden) costs. The visible part of the costs is mainly present in decision-making and usually includes the cost of equipping units or purchase of assets. The invisible part of the costs is far more significant. Although it is larger than the visible part and covers more groups of costs, decision-makers often do not take it into account.

The hidden costs include: distribution costs, operating costs, maintenance costs, training costs, inventory costs, information systems costs, the cost of disposal and write-offs, etc.

The decision making problem about investment in the AME purchase and equipping is obviously of multicriteria nature, whether an optimum combination of costs for one technical system (AME) is in question, or whether it is a choice of a system of AME among many offered.

Cost analysis of a particular asset

For the illustration of an integrated approach to the analysis of the cost of assets in their life-cycle, a model from the US Naval Postgraduate School, was adjusted and applied on an example of a real asset. The model is applied to the case of two squadrons of identical aircraft based at different airports.

With regard to the availability, confidentiality, and the variability of costs and reliability of the elements of AME, the calculations in the model are implemented on the basis of the estimated or orientation parameters. Essentially, the goal is to demonstrate the interdependence, mutual relations and influences of parameters and their ultimate impact on the overall cost of military assets.

Applying the model to a particular example points to the fact that, in the first years of asset life, the dominant cost is that of asset procurement (cost of acquisition, cost of assets themselves, the price of equipment for service and maintenance, the costs of initial training of a number of personnel and distribution costs). When assets are new and introduced gradually in phases within the warranty period, the costs of asset maintaining and upgrading are not significant at that period. During this

period, the main costs are the costs of personnel and training. Maintenance costs increase over time, and at the half of the life cycle there are special investments in the development and modernization of equipment, as well as in testing the reliability of individual elements, etc.. Due to years of use, the operating costs of assets grow until the expiration of their life cycle, when there is a possibility of selling them and achieving certain profit.

When looking at how the dynamics of individual costs affect the overall cost of assets in their life cycle, it is evident that most of the percentage of costs are the costs of asset operating and maintaining - about 66%. The costs of testing and training follow with 16%, 12% is attributed to personnel costs, 6% to training costs, etc..

Contribution to the optimization of funds allocated to arm procurement

In order to provide the necessary funds when they are needed and at optimal cost, it is necessary to carry out adequate strategic, managerial, operational and administrative activities.

Strategic actions in defense systems, in this sense, include: planning and development of procurement organization and infrastructure, determination of the best use of expertise and procurement resources, identification of the working standards to be achieved, and the establishment of control and reporting mechanisms.

Control activities are the identification of modes for the best satisfaction of perceived needs, planning and coordination in procurement, training and staff development as well as acquisition performance measurement.

Operational activities are demanding specifications, examining options of research of the supply of goods or services, bid and supplier evaluation, negotiations, as well as contract and project administration.

Administrative activities include processing and dispatching orders, comparing delivery and receipt confirmations, invoice receipt and verification, record-keeping and others.

The identified existing and potential failures occurring in the procurement of military assets and affecting the optimization of use of financial resources, include: lack of adequate staff, imprecise legal regulations of procurement, lack of multi-year framework agreements related to the acquisition, insufficient and inadequate market research, incomplete adherence to the existing norms, late placing of funds at the disposal of the procurement service, untimely and inaccurate procurement planning, poor quality technical documentation, disrespect for deadlines, inadequate frequency of purchases, a number of „urgent and confidential procurements,“, absence of a system limiting the time of procurement activities, absence of an adequate structure to deal with procurement control, etc.

In addition, an integrated information system or a database that would allow access to the data and the analysis of the dynamics of costs would ensure proper assessment of costs of investments in equipping the military with AME..

Conclusion

Determining AME life cycle costs should be made at an early phase of asset development because it can repeatedly affect the total amount and cost reduction through project changing. In the cost analysis, it is desirable to use mathematical models and methods developed in the theory and practice to allow accurate calculations of the elements necessary for a cost estimate.

The biggest costs occur in the functional competence of logistics which shows that equipping the army must be based on logistic grounds for efficiency and cost saving throughout the life cycle of the asset. The initial cost of assets in relation to the costs that appear at the end of their life cycle is only a few percent and all other expenses are related to support costs.

All presented elements are necessary to be analyzed through the existing organization of the military and the logistic support system, because deviations or adjustments to specific operating conditions can bring significant cost saving as well.

Due to the multi-disciplinary and multi-criteria character of the process of equipping the military with AME, it is necessary to form project teams that will adequately manage the process.

When the equipping is of strategic importance for the country, it is necessary that the Government and relevant ministries take an adequate role in the process.

An integrated approach to the budget and the reduction of AME life cycle costs should follow the general trends in the reform of public (state) sector such as: cost and efficiency optimization, team approach to solving complex problems, greater transparency, shorter response time, introduction of a labor-incentive system, reducing administration, public-private partnerships and multinational projects. The aim is to provide a better solution, product or service or a higher level of satisfaction of the public (state) interests with lower consumption of resources. In the defense sector, this means sustainable and smart defense and multinational approach in the implementation of costly projects.

In order to optimize the AME life cycle costs, it is necessary, at all levels of study and training of personnel, to study certain features of integrated logistic support, to apply proper concepts and approaches and to predict and monitor organizational and technological changes in the defense system.

Key words: life expectancy of means; costs; weapons and military equipment; equipping; investments.

Datum prijema članka/Paper received on: 09. 10. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
02. 02. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:
04. 02. 2013.

PRIMENA SAVREMENE OBRAZOVNE TEHNOLOGIJE U OBUCI ZA UPRAVLJANJE U UDESIMA SA OPASNIM MATERIJAMA

Srđan Z. Rutić

Vojska Srbije, Komanda kopnene vojske,
Odeljenje za planiranje i razvoj L-5, Niš

DOI: 10.5937/vojtehg61-3161

OBLAST: informatika, softver u obrazovanju
VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

U radu je prikazana mogućnost primene savremene obrazovne tehnologije u obuci za upravljanje u udesima sa opasnim materijama. Opisan je programski paket „HeSPRO“ koji je nastao težnjom da se objedine funkcije procene i prognoze efekata dejstva opasnih materija, kako prilikom mirnodopskih hemijskih udesa, tako i upotrebom visokotoksičnih materija. Procena mogućnosti primene programskog paketa je vršena na osnovu hipotetičkog modela. Analizom dobijenih rezultata je izvršena procena hemijske situacije. Zaključeno je da programski paket pruža optimalne uslove za efikasnu procenu i prognozu hemijske situacije pri udesu sa opasnim materijama.

Ključne reči: procena situacije; programski paket „HeSPRO“; opasne materije; hemijski udes.

Uvod

Polazni podaci za procenu i prognozu hemijske situacije pri udesima izazvanim opasnim materijama jesu:

- podaci o udesu (mesto i vreme udesa, karakter udesa),
- vrsta ili tip opasne materije,
- meteorološki uslovi.

Informacija o karakteru udesa može se dobiti prema rezultatima prethodne ocene potencijalno opasnih objekata, sumiranjem podataka za sve oblike izviđanja, vojnih izveštaja i informacija od resornih ministarstava i različitih civilnih struktura.

Vrsta opasne materije određuje se korišćenjem odgovarajućih tehničkih sredstava za izviđanje hemijske kontaminacije. Ukoliko se ne poseduju takva sredstva i podaci, pretpostavka o vrsti opasne materije može biti izrađena pomoću analize podataka o objektu i prepoznavanjem simptoma otrovanog (ili kontaminiranog) ljudstva.

Meteorološki uslovi u znatnoj meri određuju kontaminacioni potencijal konkretne opasne materije. Za prognozu posledica udesa neophodno je poznavanje brzine i pravca stanja prizemnog sloja vazduha (inverzija, izotermija, konvekcija), temperature vazduha i površine tla.

Za procenu i prognozu hemijske situacije pri udesu sa opasnim materijama, uz nastajanje primarnog ili sekundarnog oblaka, potrebno je odrediti / izračunati i dati (Luković, Milenković, Marinković, 2004):

- *dubinu prostiranja primarnog i sekundarnog oblaka,*
- *površine zone prostiranja,*
- *prikaz podataka na karti,*
- *vreme dolaska oblaka na zadatu granicu,*
- *vreme trajanja hemijske kontaminacije,*
- *procenu kontaminacije otvorenih izvora vode.*

Neke opasne materije mogu uporedo da formiraju primarni i sekundarni oblak. Takav slučaj javlja se pri razlivanju opasnih materija čija je temperatura ključanja niža od temperature okoline (amonijak, hlor, vinilhlorid i sl.) (Luković, Jokić-Janković, 1994), (Calvert, England, 1984).

Na račun povišenog pritiska, koji postoji u rezervoaru, i interakcije razlivenne mase opasne materije sa podlogom i okolnim vazduhom formira se primarni oblak.

Usled postepenog isparavanja razlivenne opasne materije nastaje sekundarni oblak.

Kompleksan matematički model, koji opisuje promene koncentracija para opasne materije u prostoru i vremenu za takav slučaj, zasniva se na fizičkom modelu realnih dešavanja tokom udesa i disperzije para opasne materije.

Rezultati procene hemijske situacije, nastale pri udesima izazvanim opasnom materijom na bazi kompleksnih modela, obuhvataju niz realnih fenomena koji prate složen proces nastanka i dinamike udesa, tako da se, pri jednostavnijim konfiguracijama terena, dobro slažu sa eksperimentalnim podacima, ali traže posebno obučene korisnike i visoke resurse računarske tehnike. Međutim, sama priroda hemijskih udesa takva je da oni nastaju iznenađeno i često, na nepredvidljivim mestima (pri transportovanju opasnih materija), tako da su brzina delovanja i način angažovanja radnih ekipa najvažniji činioci u saniranju posledica udesa (Bursać, et al., 1990), (Franke, 1977).

Zato su jednostavni matematički modeli posebno pogodni u takvim situacijama, jer u kratkom roku daju približnu procenu vanredne situacije, na osnovu čega se mogu preduzeti određene mere radi zaštite stanovništva, materijalnih sredstava i životne sredine (Marshall, 1987).

Primena programskog paketa „HeSPRO“ za upravljanje u udesima sa opasnim materijama

Programski paket „HeSPRO“ nastao je sa težnjom da se objedine funkcije procene i prognoze efekata dejstva opasnih materija, kako prilikom mirnodopskih hemijskih udesa, tako i upotrebom visokotoksičnih materija (Luković, et al., 2004).

Namena programskog paketa može biti višestruka, a može se koristiti:

- u vojnim i civilnim jedinicama i ustanovama čija je delatnost praćenje i uklanjanje posledica, radi brze procene ugroženosti zone u kojoj se dogodio udes, odnosno objekata (jedinica, stanovništva) u zoni udesa;
- za elaboriranje mogućih izvora opasnosti (skladišta, rezervoara, transporta, industrijskih postrojenja i slično);
- u edukativne svrhe (u jedinicama ABHO, kao i u srodnim ustanovama u civilnim strukturama) kao simulacija radi lakšeg sticanja uvida u način na koji određeni parametri utiču na razvoj situacije posle udesa, kao i o specifičnostima pojedinih opasnih materija. Programski paket se za pomenute namene može koristiti i u mirnodopskim i u ratnim uslovima.

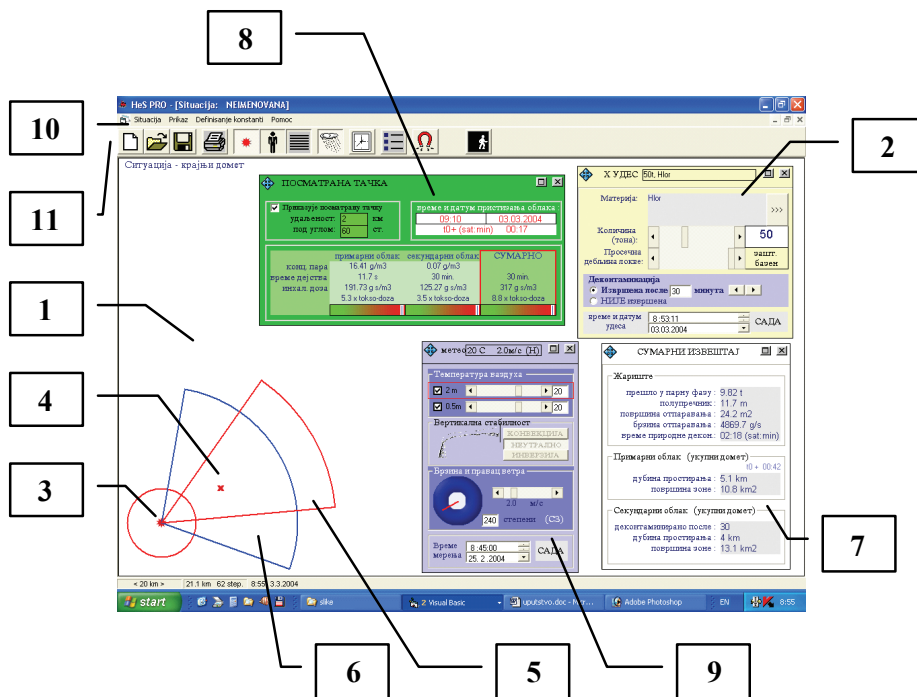
Osnovni izgled programskog paketa

Osnovni izgled programskog paketa dat je na slici 1. Sve njegove opcije mogu se pronaći u sistemu menija, dok su najčešće korišćene opcije „izvučene“ na Toolbar (paleta sa alatima). Radna površina programskog paketa je prostor gde se otvaraju i zatvaraju alati potrebni za podešavanje situacije i gde se prati situacija. Na statusnoj liniji vidljive su još neke informacije korisne tokom rada sa programskim paketom.

Alati na situaciji

Pod alatima na situaciji podrazumevaju se prozori koji se otvaraju prema potrebi i služe za razna podešavanja ili preglede.

Alati se otvaraju ili zatvaraju izborom odgovarajuće opcije ispod opcije „Prikaz“ glavnog menija, ili uključivanjem (isključivanjem) odgovarajućeg dugmeta na Toolbar.



Slika 1 – Osnovni izgled programskog paketa; 1. radna površina; 2. određivanje parametara udesa; 3. mesto udesa – žarište; 4. posmatrana tačka; 5. zona i domet primarnog oblaka; 6. zona i domet sekundarnog oblaka; 7. sumarni izveštaj; 8. podaci o osmatranoj tački i dejstvu oblaka na nju; 9. podaci o meteorološkoj situaciji u posmatranoj zoni; 10. sistem menija; 11. prostor za pokretanje (uključivanje) alata.

Figure 1 – The basic layout of the software package; 1. desktop; 2. parameters of accidents; 3. accident site - the focus; 4. observed point; 5. primary cloud zone and scope; 6. secondary cloud zone and scope; 7. summary report; 8. observed point data and the effect of the cloud on it; 9. data about weather conditions in the given area; 10. menu system; 11. space to run (turn on) tools.

Pokretanje nove situacije (dokumenta)

Osnovni dokument programskog paketa je „situacija“, i taj termin biće korišćen u daljem tekstu. Situacija podrazumeva skup ulaznih i izlaznih podataka koji opisuju udes izazvan opasnom materijom. Kreiranje nove situacije omogućeno je iz sistema menija startovanjem opcije „Situacija/Nova“ ili klikom na odgovarajuću ikonice u Toolbar. Kreiranjem nove situacije, sve vrednosti se anuliraju ili postavljaju na određene podrazumevane vrednosti.

Podaci o meteorološkoj situaciji uzimaju se u vrednostima koje su poslednje date programskom paketu, bez obzira na to koja situacija je obrađivana. To može biti ušteda vremena prilikom definisanja situacije ukoliko su meteorološki podaci ažurni.

Napomena: pri prvom pokretanju programskog paketa ovi podaci su proizvoljni.

Kod pokretanja nove situacije inicijalno se otvara alat za određivanje parametara udesa (slika 2).

Minimum podataka za kreiranje situacije daje se korišćenjem ovog alata, a to su podaci o vrsti i masi (količini) opasne materije. Ostali podaci koji se daju programskom paketu korišćenjem ovog alata dobijaju predefinisane vrednosti i menjaju se prema potrebi. To su: prosečna debljina lokve, vreme izvršenja dekontaminacije (sanacije) i vreme i datum udesa.

IZBOR OPASNE MATERIJJE vrši se sa liste koja se pojavi nakon klika na odgovarajuće dugme.

KOLIČINA OPASNE MATERIJJE određuje se u tonama i do nje se dolazi pomeranjem klizača ili upisivanjem proizvoljne numeričke vrednosti u polje koje je za to predviđeno.

Slika 2 – Određivanje parametara udesa
Figure 2 – Determination of accident parameters

PROSEČNA DEBLJINA LOKVE podrazumeva prostor gde je došlo do izlivanja opasne materije. Ukoliko je opasna materija bila uskladištena u rezervoar i do izlivanja je došlo u zaštitni bazen, uzima se da je prosečna debljina lokve 1,5 metara. Za izlivanje po ravnoj površini definiše se najniža vrednost na klizaču. Vrednosti između date su radi postavljanja proizvoljne situacije, odnosno za slučaj kada postoji procena o debljini lokve (izlivanje u bare na neravnom terenu).

VREME IZVRŠENJA DEKONTAMINACIJE daje se u minutima i računava se od trenutka kada se udes dogodio.

VREME I DATUM udesa zadaju se u datom formatu. Dugme „SADA“ je olakšica za postavljanje ovih vrednosti na vrednost sistemskog sata u računaru.

Svi ovi podaci mogu se prema potrebi naknadno menjati u toku praćenja razvoja situacije. Konkretno, vreme izvršenja dekontaminacije može se upisati nakon dobijanja izveštaja o tome.

Podešavanje meteorološke situacije

TEMPERATURA je bitan faktor za rad programskog paketa i u alatu za definisanje meteosituacije data su dva polja za unošenje temperature i to temperatura na visini 2 metra i temperatura na visini 0,5 metra. Te vrednosti definišu se pomoću klizača (1) ili direktnim upisivanjem numeričke vrednosti u za to predviđena polja (2). Za proračune u programskom paketu gde se koristi temperatura vazduha, uzima se vrednost temperature na 2 m i ta vrednost morala bi biti definisana. Temperatura na 0,5 m u ovoj verziji programskog paketa koristi se isključivo za automatsko određivanje vertikalne stabilnosti vazduha. Ako ta vrednost nije poznata, potrebno je poništiti označavanje (3) i tada se dobija mogućnost da se vertikalna stabilnost vazduha odredi „ručno“.

BRZINA VETRA (5) i PRAVAC VETRA (6) takođe su veoma bitni faktori u proceni učinaka udesa. Brzina vetra određuje se postavljanjem klizača (5) na određenu vrednost, dok se pravac vetra može definisati grafički preko odgovarajućeg interfejsa (6) povlačenjem kursora po plavoj površini, ili upisivanjem numeričke vrednosti u odgovarajuće polje. Ukoliko pravac vetra nije poznat ili je promenljiv, dovoljno je kliknuti na sredinu polja (6). Kod određivanja pravca vetra, na alatu se dobija informacija o geografskom pravcu na osnovu određenih stepeni: J – jug; JZ – jugozapad; SI – severoistok i slično.

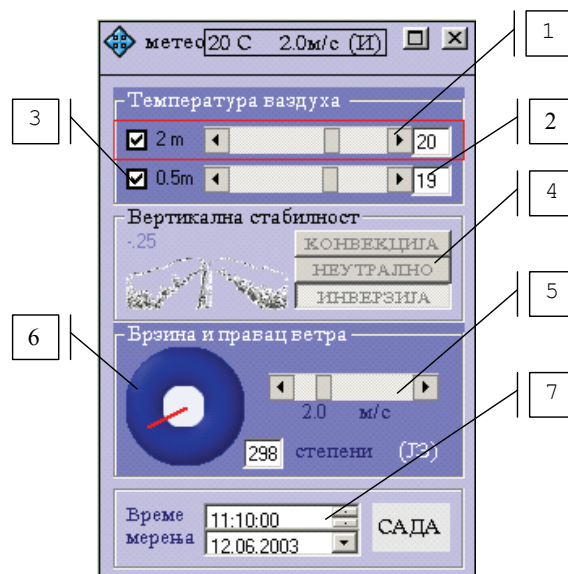
VREME I DATUM MERENJA imaju informativni karakter, ali je važno uneti ove podatke da bi se pri otvaranju nove situacije znalo sa koliko se validnim meteopodacima raspolaže.

Osnovni izgled alata za podešavanje meteosituacije prikazan je na slici 3.

Grafički prikaz situacije

Na osnovu datih parametara, programski paket daje grafički prikaz žarišta i dometa primarnog i sekundarnog oblaka. Jedan od mogućih izgleda prikazan je na slici 1 pod (3), (5) i (6).

Dometi i zone primarnog i sekundarnog oblaka podrazumevaju granicu do koje će nezaštićeno ljudstvo, za vreme dejstva oblaka, dobiti dozu koja je na granici prag-doze. Ovde treba uočiti da je vreme dejstva sekundarnog oblaka daleko duže nego vreme dejstva primarnog oblaka.



Slika 3 – Alat za podešavanje meteosituacije
Figure 3 – Tool for adjusting a meteorological situation

Podešavanje grafičkog prikaza situacije

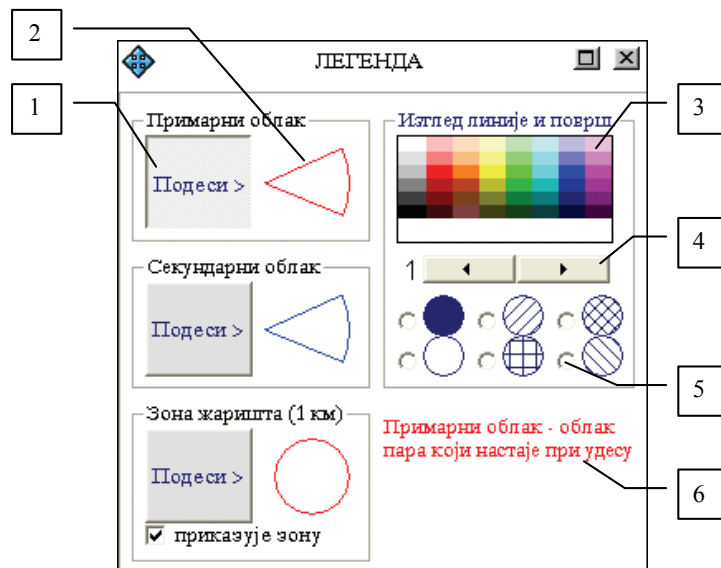
U programskom paketu je omogućeno da se grafički prikaz situacije u potpunosti prilagodi potrebama korisnika. Izgled alata za podešavanje grafičkog prikaza dat je na slici 4. Alat omogućava:

- izbor za podešavanje izgleda pojedine zone (1),
- prikaz izgleda zone na situaciji (2),
- podešavanje boje prikaza odabrane zone (3),
- podešavanje debljine linije za crtanje odabrane zone (4),
- podešavanje načina popunjavanja određene zone (5),
- kratak opis trenutnog izbora (6).

Osvežavanje grafičkog prikaza

Grafički prikaz situacije osvežava se automatski ili „ručno“ kod promene parametara koji utiču na izlazne veličine, što definiše sam korisnik.

Uključivanje i isključivanje automatskog osvežavanja grafičkog prikaza situacije vrši se opcijom „Prikaz/automatsko osvežavanje situacije“ u glavnom meniju programskog paketa.



Slika 4 – Izgled alata za podešavanje grafičkog prikaza situacije
Figure 4 – Layout of the tool for adjusting the graphical representation of the situation

Ako je automatsko osvežavanje situacije isključeno, potrebno je prilikom promene bilo kog parametra napraviti „ručno“ osvežavanje situacije, što se vrši izborom opcije „Prikaz/osveži situaciju“ iz glavnog menija ili klikom na odgovarajuću ikonicu u Toolbar (sa simbolom magneta).

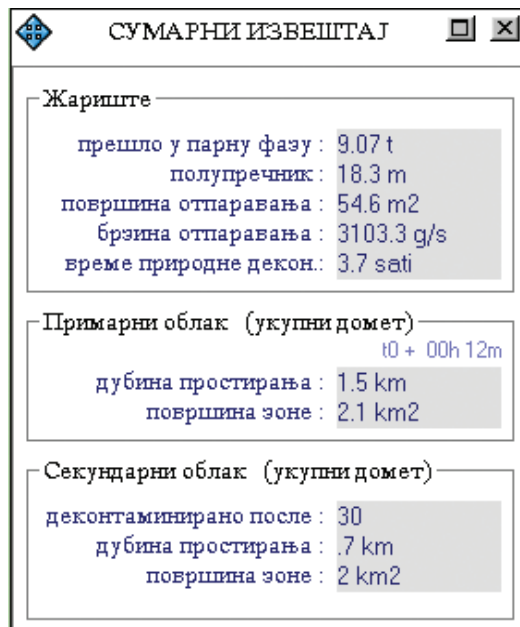
Automatsko osvežavanje situacije nema potrebe isključivati, osim u slučajevima kada ima problema sa samim hardverom, odnosno kada računar ne uspeva da prati rad programskog paketa.

Opciju „Prikaz/osveži situaciju“ treba koristiti i u slučajevima kada dođe do gubitka dela ili cele slike, iako je uključeno automatsko osvežavanje, što se može dogoditi zbog nekih nedoslednosti u radu programskog paketa ili računara.

Sumarni izveštaj

Sumarni izveštaj (slika br. 5) podrazumeva prikaz osnovnih informacija o žarištu, primarnom i sekundarnom oblaku.

Taj izveštaj služi pre svega za brz uvid u proračunske vrednosti, tako da se može koristiti u različitim situacijama.



Slika 5 – Izgled sumarnog izveštaja
Figure 5 – Layout of the summary report

Posmatrana tačka

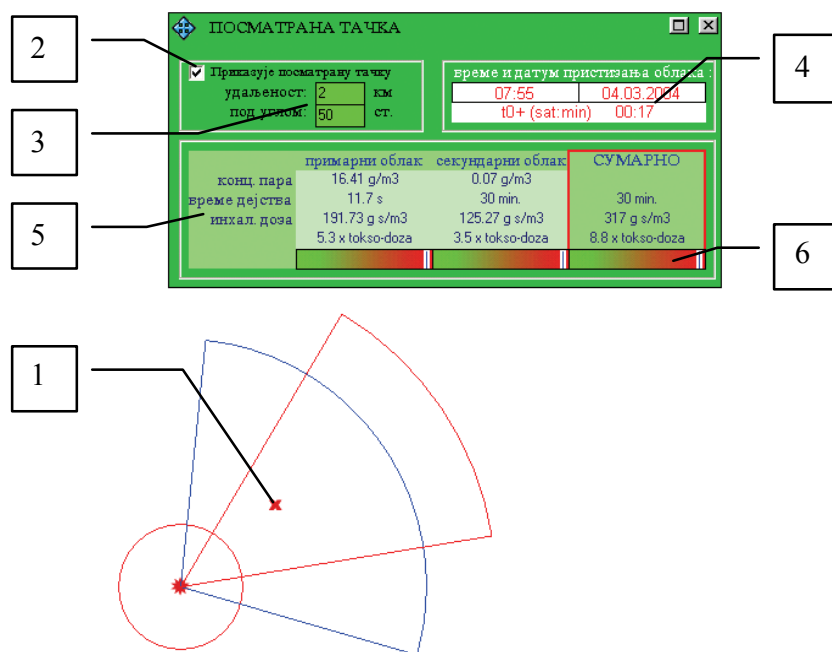
Posmatrana tačka ima važnu ulogu u programskom paketu i odnosi se na objekat (jedinicu, stanovništvo) za koji želimo da procenimo ugroženost posle udesa. Osnovni izgled alata (sa delom situacije) prikazan je na slici 6. Ukoliko se želi procena ugroženosti prostora koji zauzima jedinica (stanovništvo), kao posmatranu tačku treba uzeti približnu sredinu tog prostora.

POSTAVLJANJE POSMATRANE TAČKE na situaciju vrši se uključivanjem opcije („Prikaz/posmatrana tačka“) u glavnom meniju programskog paketa, ili klikom na odgovarajuću ikonicu na Toolbar.

UKLANJANJE sa situacije vrši se isključivanjem označavanja (2).

POZICIONIRANJE u odnosu na žarište može se vršiti na više načina:

- pomeranjem posmatrane tačke pomoću miša, metodom Drag-drop (povuci-pusti),
- postavljanjem vrednosti za udaljenost i ugao u odnosu na žarište (3),
- desnim klikom na situaciju gde želimo postaviti po smatranu tačku i potom izborom opcije „Postavi ovde posmatranu tačku“.



Slika 6

– Postavljanje i praćenje posmatrane tačke
Figure 6 – Implementation and monitoring of the observed points

Informacija o vremenu pristizanja oblaka do posmatrane tačke (4) data je u obliku datuma i vremena i u obliku vremena proteklog od udesa.

Osnovne informacije o ugroženosti posmatrane tačke primarnim i sekundarnim oblakom, odnosno sumarno, mogu se videti na alatu kao informacije o koncentraciji para, vremenu dejstva i inhalacionoj dozi (5).

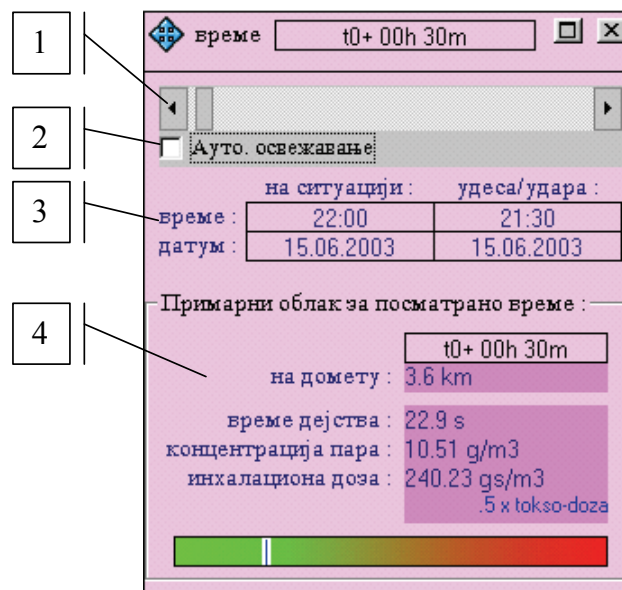
Radi brzog i slikovitog uvida u ugroženost posmatrane tačke, na alatu je postavljen prostor u kojem se boja preliva od zelene (slaba ugroženost) do crvene (jaka ugroženost). Pozicioniranje linije na ovom prostoru odslikava ugroženost posmatrane tačke na određenoj poziciji.

Vremenska skala

Vremenska skala služi za posmatranje razvoja primarnog oblaka u vremenu posle udesa. Izgled alata vremenske skale prikazan je na slici 7.

Postavljanje vremena za koje želimo da izvršimo procenu vrši se pomoću klizača (1). Klizač pomera vreme za po jedan minut i dodaje ga na vreme udesa. Maksimalno vreme se menja u zavisnosti od vremena za koje primarni oblak dostigne maksimalni domet.

Prema potrebi može se uključiti opcija „Autoosvežavanje“ (2). Uključivanjem te opcije programski paket će pratiti razvoj situacije u realnom vremenu. Proračuni i osvežavanje situacije biće vršeni na svaki minut vremena. Radi simulacije razvoja situacije, omogućeno je ubrzanje osvežavanja (60 puta). Zavisno od pozicije klizača, ispisaće se vreme koje odgovara situaciji (3).



Slika 7 – Vremenska skala
Figure 7 – Timeline

Osnovni cilj vremenske skale je procena ugroženosti od primarnog oblaka na dometu koji postigne u posmatranom vremenu (4). Ti podaci se menjaju sa promenom vremena. Na dnu alata dat je sličan slikovit prikaz kao što je već opisano kod ugroženosti posmatrane tačke.

Definisanje konstantnih vrednosti

Programski paket koristi kao konstantne vrednosti samo podatke o fizičko-hemijskim karakteristikama opasnih materija. Te podatke potrebno je upisati u bazu radi kasnije automatizacije proračuna.

Upisivanje podataka obavlja se u dva koraka. Prvi korak je definisanje liste opasnih materija i startuje se preko sistema menija „Definisanje konstanti/Opasne materije/Vrste opasnih materija“. Kreiranje liste je intuitivno i neće biti detaljnije objašnjavano.

Drugi korak je definisanje traženih parametara za svaku definisanu opasnu materiju. Ta opcija startuje se preko sistema menija „Definisanje konstanti/Opasne materije/Karakteristike opasnih materija“.

Ove podatke ne treba unositi niti menjati ukoliko korisnik u potpunosti ne poznaje način funkcionisanja programskog paketa ili nije siguran u ispravnost podataka koje unosi. U suprotnom, može doći do neregularnog rada ili kraha programskog paketa.

Prilikom unosa karakteristika opasnih materija veoma je važno da se za svaku opasnu materiju daju svi traženi podaci i da podaci budu regularni, odnosno da odgovaraju po tipu i redu veličine koje podrazumeva traženi unos.

Pri dobijanju informacija o udesu na transportnom sredstvu sa opasnom materijom, u centralni računar se unose:

- identifikacioni podaci (vreme i datum nastanka udesa, vrsta i masa opasne materije, pravac i brzina vetra);
- žariste udesa;
- dubine i površine zona prostiranja primarnog i sekundarnog kontaminacionog oblaka.

Površine žarišta udesa i zona prostiranja primarnog i sekundarnog kontaminacionog oblaka označavaju se punim linijama crvene odnosno plave boje. Dubine prostiranja primarnog i sekundarnog oblaka dimenzionišu se tankom linijom sa strelicama, iznad kojih se nanose brojčane vrednosti.

Nakon procene i prognoze učinaka dejstva kontaminacije, formira se zaključak i obaveštavaju subjekti odgovora na udes koji su povezani i umreženi u sistem.

Hipiotetički model primene programskog paketa „HeSPRO“

Pod pretpostavkom da je na hlorkalnom kompleksu došlo do udesa, pri čemu se iz nadzemnog skladišta izlilo 50 t hlora, pri sledećim uslovima:

- izlivanje u betonski prihvatni sud – zaštitni bazen, bez hemijskih interakcija i upijanja hlora,
- brzina vetra na visini od 2 m iznad površine tla je 2 m/s,
- pravac vetra 270° – zapadni,
- vertikalna stabilnost atmosfere: izotermija,
- teren: gradsko jezgro, pretežno niskospratnice,
- reljef: ravan teren, otvoren,
- vremenski uslovi: veče, temperatura vazduha: $T = 20^{\circ}\text{C}$,

Obuka oficira i podoficira komande jedinice može se izvršiti upotrebom programskog paketa „HeSPRO“ kroz određivanje sledećih parametara hemijskog udesa:

- poluprečnik žarišta udesa,
- koncentraciju para hlora u primarnom oblaku, na rastojanju X = 2000 m, niz vetar,
- inhalacionu toksodozu koju može da dobije nezaštićeno ljudstvo na osnovu dejstva primarnog oblaka, na rastojanju X = 2000 m, niz vetar,
- dubinu prostiranja primarnog oblaka,
- koncentraciju para hlora u sekundarnom oblaku, na rastojanju X = 2000 m, niz vetar,
- inhalacionu toksodozu koju može da dobije nezaštićeno ljudstvo po osnovu dejstva sekundarnog oblaka, na rastojanju X = 2000 m, niz vetar, za vreme izlaganja od 30 minuta,
- dubinu prostiranja sekundarnog oblaka,
- ukupnu tokso-dozu, za nezaštićeno ljudstvo na osnovu dejstva primarnog i sekundarnog oblaka, na rastojanju X = 2000 m, niz vetar, za vreme izlaganja od 30 minuta,
- zone prostiranja primarnog i sekundarnog oblaka i naneti ih na kartu,
- vreme prirodne dekontaminacije, ukoliko ne bi došlo do lokalizacije (ili neutralizacije) izlivenog hlora.

Upotrebom programskog paketa „HeSPRO“, po opisanoj metodologiji rada dobijaju se sledeći rezultati:

PODACI O UDESU

– vreme i datum udesa	19:00 21. 07. 2007.
– naziv opasne materije	Hlor
– količina	50 t
– prosečna debljina lokve	1,50 m
Žarište	
– poluprečnik	11,7 m
– površina otparivanja	24,2 m ²
– brzina otparivanja	4869,7 g/s
– prešlo u parnu fazu	9,82 t
– vreme prirodne dekontaminacije	02:18(sat: min)

Primarni oblak

– dubina prostiranja / površina zone 5,1 km / 10,8 km²

Sekundarni oblak

– dubina prostiranja / površina zone 9,2 km / 71 km²

POSMATRANA TAČKA

– udaljenost od žarišta / u pravcu	2,00 km / 90 (l)
– vreme i datum pristizanja	
– primarnog oblaka	19:17 / 21.07.2007.g.
– vreme dejstva	11.7 sek.

– koncentracija para	16,41 g/m ³
– inhalaciona doza	191,73 g/m ³ (5,3 tok.-doz.)
PODACI O OPASNOJ MATERIJI	
– naziv opasne materije	hlor
– molekulska masa	71 g/mol
– temperatura ključanja	-34°C
– -napon pare na 20	680000 Pa
– srednja smrtna koncentracija	360 mg/m ³
– maksimalna dozvoljen koncentracija	3 mg/m ³
– granična vrednost imisije	0,1 mg/m ³
– srednja prag toksodoza	36000 mg/m ³
– gustina u tečnom stanju	1380 kg/m ³
– specifična zapremina	0,34 m ³ /kg
– prelazi u parnu fazu na 30°C	22,5 %
METEO PODACI (19:00 21. 07. 2007)	
– vetar (brzina / iz pravca)	2 m / 270 (Z)
– temperatura (2)	20°C
– vertikalna stabilnost	izotermija (neutralno)

Analiza dobijenih rezultata

Dobijeni rezultati se analiziraju i vrši se procena situacije - analiza hemijske situacije.

Mesto hemijskog udesa nalazi se na 2,00 km zapadno od posmatrane tačke, u sklopu naseljenog mesta gde preovladavaju niskospratnice. Saobraćajna infrastruktura utiče na prostiranje oblaka para toksičnih hemikalija kanališući ga ka posmatranoj tački. Relativna visinska razlika u odnosu na posmatranu tačku je mala tako da ne ispoljava uticaj na prostiranje oblaka.

Meteorološki uslovi povoljno utiču na prostiranje para. Za stizanje do posmatrane tačke, oblaku para toksičnih hemikalija potrebno je 17 minuta, tako da ljudstvo ima sasvim dovoljno vremena za preduzimanje odgovarajućih mera zaštite što zavisi od brzine uzbunjivanja.

Mesno stanovništvo nema svoje sklonište a građevine su starijeg datuma pa prozori u prostorijama slabije dihtuju, tako da hermetizacija nije na potrebnom nivou. Zbog neadekvatne podešenosti objekata za kolektivnu zaštitu koja je uslovljena stanjem građevinskih objekata, lokalno stanovništvo je u potpunosti ugroženo, što uslovljava neophodnost evakuacije.

S obzirom da oblak stiže do posmatrane tačke, a objekti ne poseduju adekvatnu hermetizaciju, evakuacija je neophodna. Stanovništvo se treba evakuisati što pre i to ka severu ili jugu. Razdaljina rejona za evakuaciju od mesta udesa bi trebalo da bude minimalno 10 km. Evakuaciju je moguće izvesti sa ili bez vozila, u zavisnosti od procene, jer oblak do

posmatrane tačke stiže za 17 minuta. Najsigurnije je peške, ali je potrebno da se stanovništvo što pre prikupe i da pre isteka tih 17 minuta krenu ka zadatim rejonima. Evakuacija vozilima verovatno će biti otežana, zbog povećane frekvencije saobraćaja.

Iz dobijenih rezultata – sumarnog izveštaja, može se zaključiti da hlor stvara primarni i sekundarni oblak i ljudstvu u posmatranoj tački treba 11,7 sekundi udisanja ovih para da bi primili 5,3 tokso doze. Evakuacija je neophodna, jer objekti nisu adekvatno podešeni za zaštitu u smislu ispunjavanja uslova hermetizacije vrata i prozora. Mesno stanovništvo ima dovoljno vremena za organizaciju zaštite pravovremenom evakuacijom u sigurne rejone. U vremenu dok traje opasnost bile bi prekinute sve redovne aktivnosti u gradu, sem obezbeđenja objekata. Posle 2 h i 18 min, što je vreme prirodne dekontaminacije 50 t hlora, stanovništvo se može vratiti u svoje domove.

Ovakva situacija se dešava kada nema dekontaminacije mesta gde je došlo do udesa. Dekontaminacijom žarišta smanjuje se rizik i verovatnoća da će ljudstvo udisati naknadne pare, već će biti izloženo samo onim koje su otparile pre izvršenja dekontaminacije.

Analizom procenjene hemijske situacije uočava se da navedene količine hlora formiraju zone visokih kontaminacija, preko dejstva primarnog i sekundarnog oblaka. Posle formiranja primarnog oblaka, u zaštitnom bazenu preostaje znatna količina hlora u tečnom stanju, tako da je neophodno preduzimanje mera za sanaciju udesa, obezbeđivanjem pretakanja u rezervni rezervoar ili blokiranjem površine otparavanja, neutralizacijom opasne materije i sl.

Zaključak

Sagledavajući sve specifičnosti udesa pri proizvodnji i transportu visokotoksičnih materija, može se zaključiti da je organizacija odgovora na takvu vrstu udesa, kao jedan od prioriternih zadataka, izuzetno složena i kompleksna aktivnost, koja zahteva potpunu stručnu osposobljenost svih subjekata gde je potrebno obučavanje adekvatnog kadra koji će biti u mogućnosti da efikasno odgovori na udes sa opasnim materijama.

Što se tiče nastavnog procesa, može se zaključiti, da je metoda demonstracije najprikladniji vid nastavnog rada, jer je usko povezana s materijalno tehničkom stranom nastave što je u ovom slučaju izuzetno značajno. Jedan od načina osposobljavanja pripadnika Vojske za reagovanje u udesima sa opasnim materijama je i obuka starešinskog kadra za brzu procenu i prognozu hemijske situacije pri udesima sa opasnim materijama primenom programskog paketa „HeSPRO“. Na primeru hipotetičkog modela upotrebe navedenog programskog paketa u konkretnom udesu sa opasnim materijama možemo zaključiti da je primena savremene obrazovne tehnologije u obuci i nastavi veoma značajna.

Programski paket „HeSPRO“ pruža optimalne uslove za efikasnu procenu i prognozu hemijske situacije pri udesu sa opasnim materijama, a sve u funkciji praćenja i uklanjanja posledica udesa sa opasnim materijama.

Upotreba ovog programskog paketa, u funkciji smanjenja rizika višestruko je korisna zato što je omogućen brz pristup podacima o opasnim materijama, njihova upotreba za procenu konkretne udesne situacije i prenošenje proizvedenih informacija nadležnim organima, a koje su neophodne za adekvatan odgovor na udesni događaj. Na taj način se povećava brzina reagovanja i operativnost celog procesa upravljanja udesom podiže na viši nivo.

Literatura

Bursać, Ž., Galović, I., Hrvačić, N., Kocijan, S., 1990, Opasne tvari - mjere sigurnosti, sprečavanje, saniranje posljedica, Zavod za općenarodnu odbranu i društvenu samozaštitu, Zagreb.

Calvert, S., England, H., 1984, Handbook of Air Pollution Technology, New York, Willey.

Franke, S., 1977, Lehrbuch der Militarchemie, Band 1, part Entgiftung und Entgiftungsmitteln, Militärverlag, Berlin.

Luković, Z., Jokić-Janković, Z., 1994, Lokalizacija i sanacija havarija sa opasnim i toksičnim materijama, Beograd.

Luković, Z., Milenković, Z., Marinković, G., 2004, Privremeno uputstvo za procenu i prognozu hemijske situacije pri udesima sa opasnim materijama i pri dejstvu po objektima u kojima se nalaze opasne materije, Beograd, GŠ VSiCG Sektor KoV, Uprava ABHO.

Marshall, V., 1987, Major Chemical Hazard, New York, Willey.

APPLICATION OF MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE TRAINING FOR THE MANAGEMENT OF ACCIDENTS WITH CHEMICAL HAZARDS

FIELD: Informatics, Education Software
ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary:

The article presents the application of modern educational technology in the training for the management of accidents with chemical hazards. It describes the „HeSPRO“ software package created to integrate the functions of evaluation and prediction of the effects of hazardous substances both in chemical accidents and during the use of highly toxic substances. The assessment of the software package application was carried out based on hypothetical models. The chemical hazard assessment was carried out through the analysis

of the obtained results. It was concluded that the software package provides optimal conditions for effective evaluation and prediction of the situation in chemical accidents with hazardous materials.

Introduction

The baseline data for the assessment and prediction of chemical situations in accidents caused by hazardous substances are:

- Information regarding the accident (place and time of the accident, the nature of the accident),
- Type or types of dangerous goods
- Meteorological conditions.

Information about the nature of accidents can be obtained through the results of previous reviews of potentially dangerous objects and by summarizing data for all forms of surveillance, military reports and information from various ministries and civil structures.

Types of hazardous materials are determined by the use of technical equipment for surveillance of chemical contamination. If such resources and data are not available, the assumption on the type of hazardous materials can be made by analyzing data about the facility and by recognizing the symptoms of poisoned (or contaminated) personnel.

Meteorological conditions significantly determine the contamination potential of particular hazardous materials. For the prediction of consequences of accidents it is necessary to know the speed and the direction of air ground layer (inversion, isotherm, convection), air temperature and soil surface.

For the assessment and the prediction of chemical situations in accidents involving hazardous substances and the primary or secondary formation of clouds, it is necessary to determine / calculate the following (Lukovic, et al., 2004):

- propagation depth of the primary and secondary clouds,
- propagation of the zones,
- display data on the map,
- arrival times of clouds to a given line,
- duration of chemical contamination,
- assessment of open sources of water contamination.

Some hazardous materials may be formed along the primary and secondary clouds. This case corresponds to diffuse dangerous substances whose boiling point is lower than the ambient temperature (ammonia, chlorine, vinyl chloride, and the like.) (Lukovic, Jokic-Jankovic, 1994, Calvert, England, 1984).

The primary cloud is formed based on high blood pressure in the tank and the interaction of spilled hazardous materials with the ground surface and the surrounding air.

The secondary cloud is created due to the gradual evaporation of spilled hazardous materials.

A complex mathematical model that describes the changes in the concentration of hazardous substance vapor in space and time for such a case is based on a physical model of real events during accidents and dispersion of vapor of hazardous materials.

The results of the assessment of the chemical situation caused by accidents involving dangerous goods on the basis of complex models include a number of real phenomena accompanying the complex process of the formation and dynamics of accidents; for simpler reliefs, they are in good agreement with the experimental data, but require specially trained users and high-resource computing techniques. However, the nature of chemical accidents is such that they appear suddenly and often at unpredictable places (when transporting hazardous materials), so that the speed of action and a method of team engagement are the most important factors in the rehabilitation of accident consequences (Bursać, et al., 1990 Franke, 1977).

Therefore, simple mathematical models are particularly suitable in such situations, because in the short term they provide an approximate assessment of emergency and serve as a basis for undertaking appropriate measures to protect the population, material resources and the environment (Marshall, 1987).

Application of the „HeSPRO“ software package for management in accidents involving dangerous goods

A software package, „HeSPRO“, was created with the intention to combine the functions of assessment and forecast of the effects of hazardous substances both in peacetime chemical accidents and during the use of highly toxic substances (Lukovic, et al., 2004).

The purpose of the software package can be multiple, and the software may be used:

- in military and civilian units and institutions whose business is tracking and elimination of the consequences, for rapid assessment of the vulnerability of zones where the accident occurred, or objects (units, population) in the zone of the accident;*
- for the elaboration of possible sources of danger (warehouses, storage tanks, transportation, industrial facilities, etc.);*
- for educational purposes (in NBC units, as well as in similar civilian institutions) to facilitate simulation in order to gain insight into how the parameters affect the development of the situation after the accident, as well as to learn the specifics of particular hazardous substances. The software for the applications mentioned can be used in peacetime and in wartime.*

Conclusion

Regarding all the specifics of accidents during the production and transportation of highly toxic substances, it can be concluded that the organization of the response to this kind of accidents, as one of the

priority tasks, is an extremely complex activity that requires full professional qualifications of all subjects and adequate training of staff who will be able to respond effectively to accidents involving hazardous substances.

As for teaching, it can be concluded that the most appropriate form of teaching is the demonstration method, because it is closely associated with the technical side of teaching material which is very important in this case. One way of training the Army to respond to incidents involving hazardous materials is training officers to perform fast estimation and prediction of the situation with chemical accidents involving hazardous substances using the „HeSPRO“ software package. For example, using a hypothetical model of the software package mentioned in this accident with hazardous materials shows that the application of modern educational technology in teaching and training is very important.

The „HeSPRO“ software package provides optimal conditions for effective assessment and prediction of chemical accidents involving hazardous substances, with the the purpose of monitoring and removing their consequences.

Using this software package to reduce risk is very effective because it enables quick access to information on hazardous substances, the use of data for the evaluation of a particular situation and data transfer to competent authorities in order for them to respond adequately. The speed of response is thus enhanced and the operational management of accidents for the whole process increased to a new level.

Keywords: assessment of the situation; software package, „HeSPRO“; hazardous materials; chemical accidents.

Datum prijema članka/Paper received on: 23. 12. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
14. 01. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:
16. 01. 2013.

AES I ARM PROCESORI

Danijela D. Protić

Generalštab Vojske Srbije, Uprava za telekomunikacije
i informatiku (J-6), Centar za primenjenu matematiku
i elektroniku, Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg61-3256

OBLAST: elektronika
VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

Potreba za zaštitom informacija dovodi do velikih problema u izradi prenosivih uređaja kojima su limitirani snaga, memorija i energija. Ukoliko se takvim uređajima dodaju koprocesori, koji treba da obavljaju funkcije kriptozastite, njihove se dimenzije povećavaju, pojavljuje se nefleksibilnost pa cena uređaja raste i do nekoliko puta. Na drugoj strani, algoritmi za zaštitu podataka su često memorijski zahtevni, a zbog velikog broja operacija koje je potrebno izvršavati u procesima šifrovanja i dešifrovanja, koprocesori često uspore rad osnovnog procesora. Za jedan od standarda za kriptozastitu, AES, NIST je prihvatio Rijndaelov blokovski algoritam sa dužinom ulaznog i izlaznog bloka od 128 b, i dužinama šifarskog ključa od 128 b, 192 b i 256 b. Zbog karakteristika male potrošnje, 32-bitske arhitekture i brzog izvršavanja instrukcija, ARM procesori mogu da realizuju kriptozastitu podataka, između ostalog i AES-om, a da ne optereće glavne procese u sistemima u kojima se koriste. Tehnologija ARM-a zaštićena je kao intelektualna svojina, pa je veliki broj proizvođača koristi za razvoj sopstvenih proizvoda, što je rezultovalo činjenicom da je u svetu proizvedeno preko 2 milijarde čipova koji su bazirani na ovoj tehnologiji. U radu su prikazane mogućnosti za poboljšanja u izvršenju algoritma AES primenom najnovijih verzija ARM procesora.

Ključne reči: procesori; kriptozastita; AES.

Uvod

Rastuća potreba za zaštićenom komunikacijom i obradom podataka zahteva brze sisteme za izvršavanje kriptografskih algoritama. Sa sve većim korišćenjem bežičnih uređaja u svakodnevnom životu, kriptozastita osetljivih informacija postaje krucijalna. Ovaj zadatak postaje veoma zahtevan ukoliko se koriste prenosivi uređaji kojima su limitirani

snaga, memorija i potrošnja energije. Kada se, tradicionalnim pristupom, zahtevni kriptografski parametri ugrađuju u koprocesore, oni često postaju nefleksibilni, a njihova veličina povećava dimenzije uređaja uz koji se koriste, što utiče i na rast cene osnovnog proizvoda. Alternativa, odnosno novi pristup, je integracija jednostavnih instrukcija u glavni procesor u uređaju, s ciljem da se ubrza rad i podrže kriptografske operacije. Najnovija istraživanja ukazuju na koristi takve ekstenzije u kriptografiji s javnim ključevima (Tillich, Großschadl, 2006).

Devedesetih godina prošlog veka je Acorn kompanija¹, iz Engleske, razvila prvi RISC² bazirani mikroprocesor za komercijalnu namenu, visokih performansi i male potrošnje (~100mW) – ARM (Klami, et al., 2009). Za razliku od drugih proizvođača, kompanija ARM Holdings nije licencirala svoje proizvode bazirane na ARM procesorima, nego ARM tehnologiju kao intelektualnu svojinu. Iz tog razloga danas postoji nekoliko desetina kompanija koje su razvile sopstvene proizvode bazirane na ARM dizajnu (Intel, Samsung, Texas Instruments), sa ukupno oko dve milijarde proizvedenih čipova (ARM press release, 2011). ARM procesori su pogodni za ugradnju u prenosive sisteme sa baterijskim napajanjem, pa ih veliki broj proizvođača ugrađuje u smart kartice, prenosive uređaje, potrošačku elektroniku, itd. U svakom slučaju, ARM arhitektura je dizajnirana tako da izuzetno dobro podržava 32-bitske embedded³ sisteme (Osvik, et al., 2010, pp.1-20). Embedded sistemi se mogu koristiti u raznovrsnim uređajima, od malih senzora na proizvodnim trakama, do kontrolnih sistema koje koristi npr. NASA⁴ (Sloss, et al., 2004). Svaki od ovih sistema sadrži i hardverske i softverske komponente koje su izabrane tako da maksimizuju efikasnost. Elemente jednog uređaja koji je ARM baziran čine: ARM procesor, kontroleri, periferije i magistrale.

Nacionalni institut za standarde i tehnologiju⁵ (NIST) Sjedinjenih američkih država (SAD) je 2001. godine, objavio rezultate konkursa kojim je stari, standardizovani algoritam za zaštitu podataka DES (Data Encryption Standard) unapređen i zamenjen novim. NIST je insistirao da na konkurs budu dostavljani simetrični, blokovski algoritmi. U simetričnim algoritmima ključevi za enkripciju i dekripciju su identični, za razliku od asimetričnih algoritama, odnosno algoritama sa javnim ključem u kojima se ključ za enkripciju razlikuje od ključa za dekripciju (Kuljanski, 2010, pp.65-77). Rijndaelovo rešenje je izabrano kao najbolje od 15 ponuđenih algoritama, zbog dobre kombinacije karakteristika, bezbednosti, efikasnosti, lake implemen-

¹ Kompanije Acorn Computers, Apple Computer i VLSI Technology danas su jedna kompanija – Advanced RISC Machines (ARM Holdings plc).

² RISC – Reduced Instruction Set Computing – smanjeni broj instrukcija u obradi podataka.

³ embedded sistem – mikroračunarski sistem kod kojih su sva kola ugrađena (embedded, engl.) uz relativno mali broj pratećih integrisanih kola

⁴ NASA – National Aeronautics and Space Administration

⁵ NIST – National Institute of Standards and Technology

tacije i fleksibilnosti. U novembru 2001. godine NIST je standardizovao AES (Advanced Encryption Standard) u publikaciji FIPS⁶-197, u kategoriji standarda za računarsku bezbednost, a standard je stupio na snagu u maju 2002. godine. U objašnjenju NIST-a stoji da Rijndaelov simetrični, blokovski algoritam može biti korišćen za zaštitu elektronskih podataka „tako da se enkripcijom podaci menjaju u nerazumljiv oblik, a dekripcijom im se vraća smisao“. AES se prihvata kao standardan ako se za enkripciju koriste kriptografski ključevi dužine *isključivo* 128 b, 192 b ili 256 b⁷, a dužina ulaznog odn. izlaznog bloka je *fiksna* i iznosi 128 b. AES može biti implementiran u softver, firmware, hardver ili njihovu kombinaciju a, u zavisnosti od aplikacija, okruženja, primenjene tehnologije, itd., NIST preporučuje da se algoritam koristiti uz druga rešenja koja su publikovana FIPS-om (FIPS, 2001). Na osnovu rezultata komparativne analize između NIST-ovih finalista, Rijndaelov algoritam je pokazao najbolje karakteristike u poređenju sa MARS, RC6, Serpent i Twofish algoritmima. Svaki od algoritama ima izvanredne karakteristike, obzirom na fleksibilnost, mogućnost implementacije, bezbednost i efikasnost, kao što je prethodno pomenuto u tekstu. Sa stanovišta bezbednosti najsigurniji je Serpent, za njim slede MARS i Twofish, a plasman AES-a odredila je dužina ključa (za 128 b algoritam je manje efikasan), dok poslednje mesto zauzima RC6. Algoritmi su ispitivani na JAVA i C platformama, ali se JAVA pokazala oko tri puta sporija (Sternbenz, Lipp, 2002). Testovi na hardverskim komponentama nisu pokazali iste rezultate kao za softver. Serpent, koji je u softveru najsporiji, implementiran hardver postaje najbrži, Rijndael takođe garantuje veliku brzinu, dok se Twofish i RC6 mogu implementirati kompaktno na maloj površini, ali rade sporije. MARS je na poslednjem mestu po brzini. Ipak, rezultati za svaki od algoritama, implementiranih hardverski, ukazuju na mnogo veću brzinu od softverske implementacije, sa faktorom 4–20 (Dandalis, 2000). Takođe, Rijndael je pokazao najbolje karakteristike za ugradnju u smart kartice (Sano, et al., 2002).

AES je dizajniran tako da daje odlične karakteristike na mnogo različitih platformi, što posebno važi za 32-bitske platforme. Matrica stanja i šifarski ključ mogu biti predstavljeni kao celobrojne vrednosti 32-bitskih promenljivih, dodavanje ključa je pravolinijska xor operacija sa matricom stanja, implementacija S-box supstitucije je mnogo efikasnija zbog korišćenja tabele dužine 256 B, što omogućuje brzu (bajtovsku) permutaciju. ARM takođe omogućuje najbolji način za optimizaciju u funkcijama MixColumns() i InvMixColumns(), koje su detaljno opisane u tekstu FIPS-197 (Darnall, Kuhlman, 2002).

Rad je organizovan na sledeći način: nakon uvoda sledi opis AES-a po NIST-ovom standardu, sa prikazom pseudo-kodova algoritma. Treće

⁶ FIPS – Federal Information Processing Standards Publication

⁷ Na osnovu dužine ključa (u bitima) AES ima nazive AES-128, AES-192 i AES-256

poglavlje prikazuje karakteristike ARM procesora i daje šematski prikaz razvojne ploče za ARM926EJ-S procesor, sa oznakom PB926EJ-S. U četvrtom poglavlju opisani su procesi u izvršenju AES algoritama koje ubrzava ARM procesor, a poslednje poglavlje je zaključak rada.

AES

AES je standardizovan Rijndaelov iterativni, blokovski algoritam, čiji su ulaz i izlaz blokovi od 128 b. Šifarski ključ K je varijabilne dužine od 128 b, 192 b ili 256 b (Daemen, Rijmen, 1999; Daemen, Rijmen, 2000) dok, po standardu NIST, druge vrednosti nisu dozvoljene (Mladenović, et al., 2006). Šifrovanje se izvodi transformacijom matrice stanja s (state) koja, inicijalno, dobija vrednost otvorenog teksta sa ulaza (ulazni podaci koji nisu šifrovani), a organizovana je kao matrica od 4 x 4 bajta. Broj rundi (N_r) određuje dužina ključa K ($N_k = 4, 6, 8$, prikazano u rečima (w) od 32b). Vrednosti dužine ključa i ulaznog/izlaznog bloka (N_b) koji su tačke reči od 32b, i broj rundi za AES algoritme prikazan je u Tabeli 1.

Tabela 1
Table 1

Dužina ključa i bloka, i broj rundi za AES
Key and block length, and the number of rounds for AES

	N_k (w)	N_b (w)	N_r
AES-128	4	4	10
AES-192	6	4	12
AES-256	8	4	14

Pre šifrovanja potrebno je izvesti ekspanziju šifarskog ključa, pri čemu se dobijaju ključevi rundi. Tom prilikom se generiše $N_b \cdot (N_r + 1)$ 32-bit-skih reči koje možemo označiti sa $w[i]$, pri čemu je $0 \leq i < N_b \cdot (N_r + 1)$. Ekspanziju šifarskog ključa određuje sledeće:

- (1) SubWord() funkcija uzima 4 B ulazne reči i primenjuje S-box transformaciju na svaki bajt čime se generiše 32-bit-ska reč,
- (2) RotWord() rotira reč za jedan bajt u levo,
- (3) Rcon[i] su konstante.

Prvih N_k reči ekspanzovanog ključa čini niz bitova šifarskog ključa, koji su predstavljeni kao 32-bit-ske reči. Svaka reč $w[i]$ dobija se xor-ovanjem prethodne reči $w[i-1]$ sa reči koja se nalazi na N_k pozicija unazad, odnosno $w[i-N_k]$. Za reči na pozicijama koje su proizvodi N_k , $w[i]$ se dobija tako što se $w[i-1]$ prvo rotira za jedan bajt u levo (funkcija RotWord()), zatim xor-uje sa Rcon[i/N_k], na tako dobijenu reč se primeni funkcija SubWord(), i na kraju se ovaj rezultat xor-uje sa $w[i-N_k]$.

Pseudo-kod algoritma za ekspanziju ključa: KeyExpansion():

Key Expansion(byte key[4*Nk], word w[Nb*(Nr+1)], Nk)


```

begin
word temp
i = 0
while (i ≤ Nk)
w[i] = word(key[4*i], key[4*i + 1], key[4*i + 2], key[4*i + 3] )
i = i+1
end while
i = Nk
while (i < Nb*(Nr + 1))
temp = w[i-1]
if (i mod Nk = 0)
temp = SubWord(RotWord(temp)) xor Rcon[i/Nk]
else if (Nk > 6 and i mod Nk = 4)
temp = SubWord(temp)
end if
w[i] = w[i - Nk] xor temp
i = i + 1
end while
end

```

Za šifrovanje, s se prvo inicijalizuje ulaznim blokom, pri čemu se bajtovi upisuju po kolonama, zatim se prvi ključ runde ($w[0] \dots w[3]$) xor-uje sa s , nakon čega se ona modifikuje N_r puta, s tim što se finalna runda neznatno razlikuje od prethodnih. Za šifrovanje, AES algoritam koristi četiri (bajtovski orijentisane) transformacije: supstitucija korišćenjem supstitucione tabele - SubBytes(), pomeranje vrsta matrice stanja za različite ofsete - ShiftRows(), transformacija u okviru jedne kolone matrice stanja - MixColumns() i dodavanje ključa runde matrici stanja - AddRoundKey(). U finalnoj rundi nema transformacije MixColumns(). Algoritam se, pored finalne, izvodi $N_r - 1$ rundi, na sledeći način:

(1) SubBytes(): menja svaki ulazni bajt matrice stanja sa vrednošću matrice S-box, čije su vrednosti prikazane u standardu,

(2) ShiftRows(): i -ta vrsta matrice stanja ciklično se pomera u levo za i bajtova, pri čemu je $0 < i < 3$,

(3) MixColumns(): množi svaku kolonu, koja se posmatra kao polinom stepena manjeg od četiri, sa koeficijentima iz $GF(2^8)$, fiksnim polinomom po modulu drugog fiksnog polinoma,

(4) AddRoundKey(): xor-uje ključ runde r sa matricom stanja s .⁸

Pseudo-kod Cypher() prikazuje korake šifrovanja za AES:

Cypher(byte in[4*Nb], byte out[4*Nb], word w[Nb*(Nr+1)])

begin

⁸ Detaljna objašnjenja svih transformacija i vrednosti matrica S-box i InvS-box data su u NIST-ovom dokumentu FIPS-197, pa ti podaci nisu navedeni u tekstu.

```

state = in
AddRoundKey(state, w[0, Nb])
for round = 1 step 1 to Nr-1
  SubBytes(state)
  ShiftRows(state)
  MixColumns(state)
  AddRoundKey(state, w[Nr*Nb, (Nr+1)*Nb-1])
end for
SubBytes(state)
ShiftRows(state)
AddRoundKey(state, w[Nr*Nb, (Nr+1)*Nb-1])
out = state
end

```

Svaka transformacija kod šifrovanja ima svoju inverznu transformaciju: AddRoundKey() (je, istovremeno, i sopstvena inverzija), InvMixColumns(), InvShiftRows() i InvSubBytes(). Koraci u dešifrovanju se izvršavaju u smeru suprotnom od izvršavanja koraka u šifrovanju.

Pseudo-kod algoritma za dešifrovanje InvCypher() ima sledeći oblik:

```

InvCypher(byte in[4*Nb], byte out[4*Nb], word w[Nb*(Nr+1)])
begin
  byte state[4, Nb]
  state = in
  AddRoundKey(state, w[Nr*Nb, (Nr+1)*Nb])
  for round = N-1 step -1 downto 1
    InvShiftRows(state)
    InvSubBytes(state)
    AddRoundKey(state, w[round*Nb, (round+1)*Nb-1])
    InvMixColumns(state)
  end for
  InvShiftRows(state)
  InvSubBytes(state)
  AddRoundKey(state, w[0, Nb-1])
  out = state
end

```

ARM procesori

Izbor pogodnog procesora koji se integriše u embedded sistem zavisi od domena aplikacije tog sistema. Aplikacije mogu biti aritmetički ili upravljački intenzivne, što može da bude problem u uređajima za masovnu upotrebu (visoka cena, potrošnja energije). Imajući to u vidu, da bi bio ostvaren efikasan dizajn, neophodno je koristiti različite klase procesora,

čije se arhitekture međusobno razlikuju, kao što su npr. mikrokontroleri, digitalni signal procesori (DSP), aplikaciono specifični procesori, multimedija procesori ili RISC procesori (iz kojih je razvijena ARM arhitektura).

RISC dizajn namenjen je za primenu jednostavnih instrukcija koje se izvršavaju u jednom ciklusu, pri najvećoj brzini koju daje takti sat (clock). Osnova dizajna je redukovanje kompleksnosti hardverskih instrukcija, jer su fleksibilnost i mogućnosti softvera veće od hardvera. RISC procesor zato ima veće zahteve za kompajler, (kod CISC⁹ dizajna veće je oslanjanje na hardver). Za RISC dizajn važe četiri karakteristike: (1) procesori imaju ograničeni skup instrukcija, koje se izvršavaju velikom brzinom, a sve instrukcije su istog obima i za izvršenje zahtevaju isti broj taktova, (2) izvršenje instrukcija se može učiniti protočnim (pipeline), čime se postiže veća propusnost u odnosu na mehanizam sekvencijalnog izvršavanja, (3) RISC je load-store¹⁰ arhitektura, a procesor radi sa podacima koji se nalaze u registrima, (4) postoji veliki broj registara opšte namene, čijim se korišćenjem smanjuje broj obraćanja memoriji (u svakom registru može se nalaziti podatak ili adresa). Format podataka je fiksna (32 b) a format instrukcija tro-adresni. Problem RISC-a je uslovno grananje (Sloss, et al., 2004).

ARM procesori su razvijeni na osnovu RISC procesora a ono što ih razlikuje je namena – da budu deo većeg, embedded sistema. Ključno u ovakvom sistemu nije snaga samog procesora, već efikasnost. Osnovno je postići maksimalne performanse sistema i minimalnu potrošnju energije. ARM instrukcije su 32-bitske i, u strukturi ARM7, izvode se u tri koraka: (1) prijem, (2) dekodovanje i (3) izvršenje, dok kod procesora ARM9 slede još dva koraka: (4) pristup memoriji i (5) upis (Sloss, et al., 2004). ARM instrukcija služi za obradu, skladištenje ili prenos podataka, što zahteva (1) load-store arhitekturu, (2) tro-adresne naredbe za obradu podataka, (3) uslovno izvršenje svake od naredbi, (4) uključanje (jakih) višestrukih registara za load-store operacije, (5) mogućnost izvođenja opštih operacija pomeranja i opštih aritmetičko-logičkih operacija u jednoj instrukciji, u jednom taktu, (6) proširenje na otvoreni skup naredbi preko skupa naredbi koprocesora, što uključuje i dodavanje novih registara i tipova podataka programerskom modelu i (7) mogućnost 16-bitskih Thumb instrukcija (ARM Limited, 2001). Instrukcije ARM procesora se, od instrukcija za RISC procesor, razlikuju u pet karakteristika:

- varijabilni broj ciklusa za izvršenje određenih naredbi (npr. load-store-multiple kod transfera višestrukih registara),
- in-line barrel shifter, za preprocesiranje jednog od ulaznih registara pre nego on bude korišćen za instrukciju (proširuje mogućnosti instrukcija poboljšavajući im osnovne karakteristike, utiče na gustinu koda),

⁹ CISC – Complex instruction set computer

¹⁰ load-store (engl.) – učitaj-sačuvaj (podatke)

- Thumb (16-bitne) instrukcije koje obezbeđuju da ARM izvršava ili 16- ili 32-bitne instrukcije, koje mogu da ubrzaju rad do 30% u odnosu na standardne 32-bitne instrukcije fiksne dužine,
- uslovnim grananjem redukuju se funkcije grananja i povećava gustina koda,
- poboljšane (enhanced) instrukcije – instrukcije DSP-a dodaju se standardnim ARM instrukcijama za 16x16 bitsko brzo množenje i saturaciju. Ovim instrukcijama poboljšavaju se karakteristike koje bi dali ARM procesor i DSP ukoliko bi se koristili zajedno (Sloss, et al., 2004).

ARM Holding je dizajnirao velik broj procesora, počevši od prve verzije ARMv1. Oznake verzija i brojevi serija opisuju ARM dizajn, snagu i različite funkcije koje su rezultat unapređivanja prethodnih verzija. U ovom radu akcenat je stavljen na procesore verzije 4 i 5, a po Slossu i saradnicima (2004) presek njihovih karakteristika dat je Tabelom 2.

Tabela 2
Table 2

Karakteristike ARM čipova
ARM chips characteristics

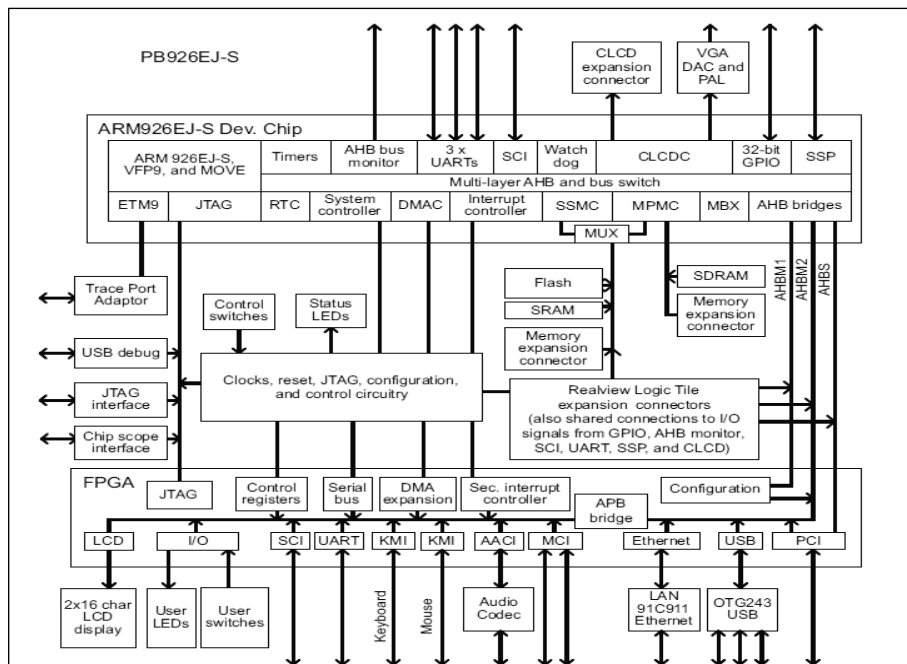
Revizija	Naziv osnovnog čipa	Poboljšanja
ARMv4	StrongARM	Load-store naredbe za signed/unsigned polu-reči (16b).
ARMv4T	ARM7TDMI, ¹¹ ARM9T	Thumb instrukcije.
ARMv5TEJ	ARE7EJ, ARM926EJ	Java ubrzanje. Bolje multiprocesorske i nove multimedia instrukcije.

ARM9 familija predstavljena je 1997. godine. Zbog pet faza u izvršavanju naredbi ARM9 procesor može da radi na višim frekvencijama, od prethodnih familija. Dodatne faze u izvršavanju mogu da utiču na poboljšanje svih karakteristika procesora. Memorijska struktura je organizovana tako da sledi Harvardov model arhitekture u kojem su odvojene magistrale za prenos podataka od magistrala za instrukcije. Do verzije procesora ARM7 arhitektura je bila von Neumanova, tj. koristila se jedna magistrala i za podatke i za instrukcije (Daemen, Rijmen, 2001). Poslednji ARM9 procesor predstavljen je 2000. godine i nosi oznaku ARM926EJ-S. Dizajniran je za upotrebu u malim, prenosivim, na Javi-baziranim uređajima kao npr. u 3G telefoniji, ili za PDA¹² uređaje. Procesor ARM926EJ-S je prvi i po tome što koristi Jazelle tehnologiju, koja ubrzava izvršenje Java koda. Ovaj procesor podržava operativne sisteme kao što su Windows CE, Symbian OS, PalmOS i Linux. Slikom 1. prikazana je arhitektu-

¹¹ T – Thumb (palac), D – debug hardware specified in the architecture (debug hardver specifičan za arhitekturu), M – enhanced multiplier (poboljšani množač), I – embedded ICE for JTAG debugger connections (ugrađeni ICE za JTAG debager konekcije)

¹² PDA – Personal Digital Assistant (lični digitalni pomoćnici).

ra ploče PB926EJ-D¹³ (u daljem tekstu: ploča) za razvoj proizvoda koji su bazirani na ARM926EJ-S čipu (Andrews, 2005).



Slika 1 – Razvojna ploča PB926EJ-S
Figure 1 – Platform Baseboard PB926EJ-S

Ploču je moguće koristiti kao samostalni razvojni sistem sa napajanjem i JTAG interfejsom (za debugovanje i testiranje), ili uz ekspanziju dodavanjem statičke ili dinamičke memorije, VGA monitora, CLCD14 displeja, MMC15, SD16 ili SIM17 kartice, periferija preko USB portova, sinhronog serijskog porta ili UART-a18, audio CODEC-a, 32-bitskog GPIO19, Ethernet-a, PCI kartice, itd. Strukturu i funkcije ploče čine:

- arhitektura sistema,
- ARM926EJ-S PXP Development Chip (u daljem tekstu: čip), sa procesorom koji je opisan u Development Chip Reference Manual-u (Damen, Rijmen, 2001),

¹³ Platform Baseboard for ARM926EJ-S

¹⁴ CLCD – Color LCD Controller

¹⁵ MMC – MultiMedia Card

¹⁶ SD – Secure Digital card

¹⁷ SIM – Security Identity Module

¹⁸ Uloga UART-a je serijsko-paralelna konverzija podataka primljenih sa perifernog uređaja, i paralelno-serijska konverzija podataka koji se prenose ka periferijama

¹⁹ GPIO – General Purpose Input Output

- PB926EJ-S FPGA²⁰, za kontrolu sistema i konfiguracione funkcije pa ploča radi kao stand-alone razvojni sistem, ili je proširena RealView Logic Tiles ili PCI karticom,
- displeji – LCD (konverzija signala sa čipa u konfigurabilan VGA signal), i displej 2x16 karaktera (za debugovanja ili izlaz iz aplikacija),
- RealView Logic Tile ekspanzija, za razvoj AMBA AHB²¹ i ABB²² periferija,
- memorije – SSRAM i SDRAM²³ (mogu biti proširene statičkim ili dinamičkim memorijama) i flash memorija (može biti proširena statičkom memorijom),
- clock generatori (kristalni oscilatori, programabilni ili externi clock),
- debug i test interfejsi – JTAG konektor obezbeđuje opremu za debugovanje za hardver (paralelni kabl, Ethernet kabl); JTAG signali mogu biti kontrolisani preko USB debug port kontrolera, itd.

Poboljšanja u izvršenju AES algoritma primenom ARM procesora

Softverska implementacija kriptografskih parametara u opštem slučaju nudi najviši stepen fleksibilnosti, ali može da dovede do slabih performansi embedded sistema u smislu procesne snage, memorije ili potrošnje energije. Direktna način za premošćavanje ovog problema je integracija koprocesora koji oslobađa glavni procesor od kriptografske obrade. U zavisnosti od aplikacije, koprocesor može da redukuje i memoriju potrebnu za izvršenje kriptografskog algoritma, a dodatne instrukcije mogu da redukuju ukupno procesno vreme, i uštede energiju. Kriptografski hardver je tipično mnogo brži, i energetski efikasniji od softvera koji bi bio ugrađen u glavni procesor. Međutim, kako odabrati pravu kombinaciju hardversko-softverskog dizajna, koji sistem i arhitekturu koristiti, koje komponente i platforme odabrati, problem je za koji nije dovoljno samo izabrati najbolju kombinaciju svih ovih elemenata, već je potrebna verifikacija hardvera, softvera i svih drugih parametara koji treba da dovedu do traženih rešenja i zadovolje zahteve tržišta. Na početku i u toku ovakvog procesa potrebno je izvršavati verifikacije koje su, ne retko, scenarija bez zajedničkih, ili sa malo zajedničkih obeležja. U dizajnu hardvera treba biti svestan da nove metode koje će se izvršavati u hardveru povlače posebne tehnike debugovanja i za hardver i za softver. Ovo važi za ceo dijapazon od najsporijih metoda izvršenja sa fleksibilnim debugovanjem do najbržih, pri kojima je debugovanje teško. Zato se koriste četiri metoda za har-

²⁰ FPGA – Field Programable Gate Array

²¹ AHB – Advanced High-performance Bus

²² ABB – Advanced Peripheral Bus

²³ RAM – Random Access Memory

hardverski dizajn: (1) logička simulacija, (2) ubrzavanje simulacije, (3) emulacija hardvera i (4) izrada hardverskih prototipova, a sve u skladu sa postavljenim pitanjima o strukturi, efikasnosti i ispunjenju zadatih uslova. Očito je da ova kva kompleksnost u rešavanju zadataka zahteva kooperaciju inženjera različitih profila (koverifikacione metode) (Andrews, 2005). Hardver-inženjeri orijentisani su ka protoku po magistralama i centralnim procesorskim jedinicama, što se odnosi na interfejs za transakcije i na verifikacione platforme za logičke simulacije i kasnije za akceleraciju i emulaciju. Softver-inženjeri zahtevaju dobar model centralnog procesora i alate za debugovanje. Za svaki softver njima mora da bude dostupan *model* hardvera. Koverifikaciona matrica prikazana je u izvornom obliku (na engleskom jeziku),²⁴ i data Tabelom 3.

Tabela 3
Table 3

Koverifikaciona matrica
Co-verification matrix

	CPU Bus Model	Software Model of ARM CPU	Hardware Model of ARM CPU
Software Logic Simulation	1. Block Level Tests	2. Initialization Software	3. I-Circuit Interface Testing
Simulation Acceleration	4. Directed Tests	5. Diagnostic Software	6. RTOS Porting
Emulation	7. Constrained Random Tests	8. Device Drivers	9. Application Software

ARM procesori mogu da poboljšaju karakteristike AES algoritma kako na nivou hardvera tako i na nivou softvera, na više načina, npr.:

- primenjenom arhitekturom (npr. jezik C i assembler za 64 bitne procesore imaju bolje karakteristike od Java koda za 32 bitne procesore),
- ekstenzijom arhitekture (manji broj obraćanja memoriji, manji broj instrukcija),
- optimizacijom algoritama za ekspanziju ključa, šifrovanje i dešifrovanje (npr. kod transpozicije matrice stanja),
- poboljšavanjem/dodavanjem instrukcija za optimizaciju operacija AES-a (npr. smanjenje koda, smanjenje broja xor operacija),
- povećanjem brzine izvršenja algoritma (npr. nove instrukcije Intela AES-NI ubrzavaju izvršenje algoritma 3–10 puta (Intel Advanced Encrypton Standard), određene operacije mogu da se paralelno, istovremeno izvršavaju u jednom registru procesora (Bertoni, et al., 2006) što dovodi do smanjenja broja ciklusa po bajtu (Osvik, et al., 2010),
- smanjenjem utroška energije (npr. koršćenje 32-bitnog low-power ARM procesora), itd.

²⁴ Izvorni, engleski jezik, korišćen je da bi bile otklonjene eventualne nedoumice oko naziva elemenata matrice. U tekstu koji sledi će, u zavisnosti od potrebe, biti prevedeni i opisani oni izrazi u matrici koji će direktno ukazivati na implementaciju AES-256 u ARM926EJ-S procesor.

Autori Irwin i Page (2003) predložili su ekstenziju za PLX – RISC arhitekturu opšte namene, i razmatrali korišćenje ekstenzija za multimediju za 128-bitski PLX procesor, kako bi implementirali AES sa što manjim brojem obraćanja memoriji. Međutim, prezentovani koncept je teško prilagodljiv 32-bitskoj arhitekturi (Tillich, Großschadl, 2006; Bertoni, et al., 2006). U tradicionalnim sistemima za prenos slike i video sadržaja celokupni sadržaj najpre se kompresuje nekim od algoritama kompresije. Zatim se tako dobijeni niz podataka u celosti zaštiti primenom nekog od standardnih kriptografskih algoritama (DES, IDEA²⁵, AES). Specifične karakteristike podataka ovog tipa, velika bitska brzina prenosa podataka i ograničena dozvoljena širina propusnog opsega, čine standardne kriptografske algoritme neadekvatnim za primenu u ove svrhe (Jovanović, 2010). Bertoni i njegovi saradnici ponudili su različite instrukcije, o kojima su detalji i procenjene karakteristike za Intel StrongARM procesore prikazani u (Irwin, Page, 2003). Osnova njihovog rada je optimizacija algoritma u funkcijama MixColumns() i InvMixColumns() u kojima je, između ostalog, bitno redukovana broj xor operacija. Ovo je dodatno ubrzala grupa autora okupljenih oko Atasu-a (ALaRI-USI), iz Lugana (Atasu, et al., 2004), koji su koristili StrongARM SA-1110 Mikroprocesor (SA-1110), koji je integrisani 32-bitski RISC mikroprocesor za Intel dizajn i procesnu tehnologiju, dok je efikasnost, u smislu utroška energije, deo ARM arhitekture (Intel Corporation, 1998). Darnall i Kuhlman (2006) testirali su AES implementiran u jedan od najpopularnijih ARM procesora – ARM7TDMI, koji se koristi kod mobilnih telefona, pejdžera i mp3 plejera, jer je procesor mali potrošač. Pokazali su da postoji niz mogućnosti da programer, na uštrb jedne karakteristike, poboljša čitav niz drugih, kao što je npr. ušteda ROM-a koja malo usporava vreme za kriptozastitu ili, obrnuto, bitno će biti smanjeno vreme enkripcije ukoliko se iskoristi više ROM-a (Intel Corporation, 2000).

Zaključak

Kod uređaja kojima je limitirana snaga, memorija i potrošnja energije, što je karakteristika svih prenosivih modula koji zahtevaju veliku brzinu obrade podataka i koriste baterijsko napajanje, potrebno je koristiti čipove koji su pogodni da zadovolje ove uslove i istovremeno im obezbede kvalitetan rad. ARM procesor je gotovo idealan za realizaciju ovih uređaja, a obzirom da je ARM zaštićen kao intelektualna svojina a ne kao dizajn, veliki broj proizvođača koristi ovu tehnologiju za ugradnju u smart kartice, potrošačku elektroniku, senzore u proizvodnim sistemima i slično. Međutim, ARM nije isključivo namenjen za smanjenje potrošnje energije ili dimenzija uređaja, već su nje-

²⁵ IDEA – International Data Encryption Algorithm

gove karakteristike da doprinosi efikasnosti, pogotovo zbog činjenice da može da bude deo embedded sistema. ARM instrukcije su 32-bitske i izvode se u 3–5 koraka, a služe za obradu, skladištenje i prenos podataka. Zbog svojih karakteristika ARM se često koristi da ubrza rad algoritama za kriptozastitu. Jedan od takvih algoritama je NIST-ov AES, koji je standardizovan kao Rijndealovo rešenje dužine ulaznih i izlaznih podataka od 128b i dužina ključa od 128b, 192b i 256b, u kategoriji standarda za računarsku bezbednost. AES može biti implementiran softversko-hardverski, fleksibilan je i ima dobru kombinaciju karakteristika bezbednosti i efikasnosti.

ARM na različite načine obezbeđuje izvršavanje AES algoritma, hardversko-softverskom optimizacijom na nivou primenjenih softverskih paketa, ekstenzijom arhitekture, optimizacijom algoritama za ekspanziju ključa, šifrovanje i dešifrovanje, dodavanjem novih i poboljšanjem postojećih instrukcija za optimizaciju operacija AES-a, povećanjem brzine izvršavanja algoritma i smanjenjem utroška energije.

Literatura

Andrews, J., R., 2005, *Co-Verification of Hardware and Software for ARM SoC Design*, Elsevier.

Atasu, K., Belveglieri, L., Macchetti, M., 2004, Efficient AES Implementations for ARM Based Platforms, *SAC'04*, Nicosia, Cyprus, March 14–17

Bertoni, G., Breveglieri, L., Farina, R., Regazzoni, F., 2006, Speeding Up AES By Extending a 32-Bit Processor Instruction Set, pp.275–282, In *Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Application-Specific Systems, Architectures and Processors ASAP 2006*, Sep 11–13.

Daemen, J., Rijmen, V., 1999, Efficient Block Ciphers for Smartcards, pp.29–36, In *USENIX Workshop on Smartcard Technology Smartcard '99*, May 10–11.

Daemen, J., Rijmen, V., 2000, The Block Cipher Rijndael, pp.288–296, In Quisquater, J. and Schneier, B., editors, *Smart Card Research and Applications, Volume 1820 of Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Berlin.

Daemen, J., Rijmen, V., 2001, Rijndael, the Advanced Encryption Standard, *Dr. Dobb's Journal*, 26(3), pp.137–139.

Dandalis, A., Prasanna, V. K., Rolim J. D. P., 2000, A Comparative Study of Performance of AES Final Candidates Using FPGAs, pp.125–140, In C. K. Koç and C. Paar, editors, *Proc. Cryptographic Hardware and Embedded Systems Workshop (CHES'00)*, Volume 1965 of LNCS, Springer-Verlag.

Darnall, M., Kuhlman, D., 2006, AES Software Implementation on ARM7TDMI, pp.424–435, In Barua, R., and Lange, T. (Eds.) *Progress in Cryptology – INDOCRYPT 2006, 7th International Conference on Cryptology in India*, Kolkata, India, December 11–13.

Irwin, J., Page, D., 2003, Using Media Processors for Low-Memory AES Implementation, pp.144–154, In *Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Application-specific Systems, Architectures and Processors ASAP 2003*, June 24–26.

Jovanović, B., 2010, Algoritmi selektivnog šifrovanja – pregled sa ocenom performansi, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 10(4), pp.134–154.

Klami, K., Hammond, B., Spencer, M., 2009, *ARM Announces 10 Billionth Mobile Processor*, Dostupno na: <http://www.arm.com/news/24403.html>, Preuzeto 10.01.2013.

Kuljanski, S., 2010, RSA algoritam i njegova praktična primena, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 10(3), pp.65–77.

Osvik, D. A., Bos, J. W., Stefan, D., Canright, D., 2010, *Fast Software AES Encryption*, pp.1–20.

Sano, F., Koike, M., Kawamura, S., Shiba, M., 2002, Performance Evaluation of AES Finalists on the High-End SMART Card, pp.82–93, *Third AES Candidate Conference*, New York, USA, April 13–14.

Sloss, A. N., Symes, D., Wright, C., 2004, *ARM System Developer's Guide, Designing and Optimizing Software*, Morgan Kaufmann Publishers (Imprint of Elsevier).

Sternbenz, A., Lipp, P., 2002, Performance of the AES Candidate Algorithm in JAVA, pp.161–165, *Third AES Candidate Conference*, New York, USA, April 13–14.

Tillich, S., Großschadl, J., 2006, Instruction Set Extensions for Efficient AES, pp.270–284, In Goubin, L. and Matsui, M. (Eds.): CHES 2006, LNCS 4249, *Implementation on 32-bit Processors*, International Association for Cryptologic Research.

Federal Information Processing Standards Publication 197, 2001, *Announcing the Advanced Encryption Standard (AES)*, Dostupno na: <http://csrc.nist.gov/publications/>, Preuzeto 12.10.2012.

Intel, Intel Advanced Encryption Standard (AES) Instruction Set – Rev 3.01, [internet], Dostupno na: < <http://software.intel.com/en-us/articles/intel-advanced-encryption-standard-aes-instructions-set-i>>, Preuzeto 08.01.2013.

Intel, 1998, *Intel StrongARM SA-110 Microprocessor Instruction Timing, Application Note 278194–001*, Intel Corporation.

Intel, 2000, *Intel StrongARM SA-1110 Microprocessor, Developer's Manual 278240–003*, Intel Corporation.

Q4 revenue came from the sale of 1.8 billion ARM-processor based chips, 2001, ARM press release.

AES AND ARM PROCESSORS

FIELD: Electronics

ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary

The need for information security leads to big problems in the development of portable devices which have limited available memory space and power consumption. Also, if coprocessors for encryption are

added to core processors, dimensions of such devices grow, they become inflexible and their price increases several times. It is, also, very well known that algorithms for data encryption are memory demanding and, because of a large number of operations that has to be executed during encryption and decryption, coprocessors often slow core processors. For one of cryptography standards, AES, the NIST has accepted Rijndael's block algorithm; the length of the input and output data stream is 128 bits, and the lengths of the cipher key can be 128, 192 and 256 bits. Due to the characteristics of low power consumption, a 32-bit architecture format, as well as fast execution of instructions, ARM processors implement the AES algorithm and do not burden the main processes in the system in which it is implemented. The ARM technology is protected as intellectual property, not as a processor design. As a result, many manufacturers have developed their own ARM-based products, so today over 2 billion chips are produced. This paper presents the possibilities for improving the performance of the AES algorithm using the latest version of the ARM processor.

Introduction

The growing need for information security requires fast execution of cryptographic algorithms. With the increasing usage of wireless and portable devices in everyday life, cryptographic protection becomes crucial. This task becomes extremely challenging when using portable devices that have limited power, memory and power consumption. In the traditional approach, if the demanding cryptographic coprocessors are installed, the core processor becomes inflexible. The alternative is the integration of new simple instructions, to accelerate the processor and support the cryptographic operations.

In the nineties, the Acorn company developed the first high-performance and low-power microprocessor for commercial purpose – ARM. Unlike other manufacturers, the ARM Holdings did not register the ARM processor as a product but as intellectual property, which was probably the reason why many other companies, such as Intel, Motorola and Texas Instruments, developed their own products, with a total of about 2 billion chips produced. ARM processors are suitable for use in portable battery-powered systems such as smart cards, consumer electronics, etc. The ARM architecture is designed to support 32-bit embedded systems that can be used in a variety of devices, from small sensors on the assembly line to the NASA control systems. The elements of ARM-based devices are the ARM processor, controllers, peripherals and busses.

In 2001, the US National Institute of Standards and Technology (NIST) released the results of the competition for a new algorithm for data protection, which had to replace the Data Encryption Standard (DES) with the new one. The NIST insisted that symmetrical block algorithms had to be submitted to the tender. Rijndael's solution was chosen as the best algorithm out of 15, due to a good combination of safety, efficiency, easiness of implementation and flexibility. In 2001, the

NIST standardized the Advanced Encryption Standard (AES) in the category of standards for computer security. The standard came into effect in May 2002.

ARM processors speed up the AES algorithm execution and release main processors of the cryptographic processing. The advantages of the ARM processors implementation are presented in this paper.

AES

AES is Rijndael's standardized block iterative algorithm for data encryption whose input and output sequences lengths are 128 bits. The cipher key has a variable length of 128, 192 or 256 bits. Encryption is performed in four steps, meaning four byte-oriented transformations: substitution using substitution tables, shifting state matrix (s) for different offsets, transformation of one column of the state matrix and round key adding. Each transformation has its inverse transformation for decryption. Deciphering steps run in the opposite direction of the steps in encoding. Encryption begins with a state matrix transformation. At first, the plain text (input data that is not encrypted) is assigned to the state matrix, which is organized as a matrix of 4x4 bytes. The number of rounds (N_r) determines the key length K (32-bit words). Decryption goes in the opposite way – from the ciphered data to the plain text.

ARM processors

The choice of a suitable processor that can be integrated in the embedded system depends on the application domain. Applications can be arithmetic or control intensive, which can be a problem for devices for mass and large scale usage. With that in mind, it is necessary to use different classes of processors such as microcontrollers, digital signal processors (DSPs), application specific processors, multimedia processors and RISC processors. ARM processors are developed based on RISC processors; however, what distinguishes them is their purpose – ARMs are to be a part of a larger, embedded system. In this system, the focus is not only on processor's power but also on its efficiency. It is essential to achieve the maximum system performance and take care of low power consumption.

The ARM instructions are 32-bit and run in three to five steps: receiving, decoding, execution, memory access and data storage. They require a load-store architecture, three-address command for data processing, conditional execution of commands, powerful multiple registers for load-store operations in one clock, performing shift and arithmetic and logic operation in one clock cycle. The expansion to the open set of commands via the coprocessor instruction set is possible with 16-bit Thumb instructions.

The ARM Holdings have designed a number of processors, but this paper discusses ARM7 and ARM9 processors from the ARMv5EJ series, whose improvements were JavaScript acceleration, better multiprocessor instructions and new multimedia instructions.

Improvements in the performances of the AES algorithm by the ARM processors usage

Software implementation of cryptographic parameters generally offers the highest degree of flexibility, but it can lead to poor performance of the embedded system in terms of processing power, memory and energy. A direct way of overcoming this problem is the integration of coprocessors that „liberates“ the main processor of the cryptographic processing. Depending on the applications, the coprocessor can reduce the memory required for the execution of cryptographic algorithms and additional instructions can reduce the total processing time and energy. Cryptographic hardware is typically much faster and more energy efficient than the software installed in the main processor. However, how to choose the right combination of hardware and software design is a problem that requires cooperation of engineering of different profiles in order to reach the required solution and fulfill the market demands.

ARM processors can improve the characteristics of the AES algorithm at both hardware and software levels in various ways, such as:

- architecture (e. g. C and the assembler for 64-bit processors have better performances than the Java code for 32-bit processors),*
- architecture expansion (e. g. less memory addressing, a smaller number of instructions),*
- optimization algorithm for key expansion, encoding and decoding (e. g. transposition of the state matrix),*
- improvement of old and adding new instructions for optimization (e. g. reducing code density),*
- increasing the speed of algorithm execution (e. g. Intel added a new instruction, Intel AES-NI),*
- reduction of energy consumption (e. g. using 32-bit low-power ARM processors), etc.*

Conclusion

For devices that have limited processing power, memory and energy consumption, which are the characteristics of all portable modules that require high-speed data processing and have a battery, there is a need for chips suitable to meet these conditions and, at the same time, to provide them with high operational quality. ARM processors are almost ideal for the realization of these devices and considering that the ARM is protected as intellectual property, not as a design, a large number of companies uses this technology for smart cards, consumer electronics, sensors in production systems, and the like. However, the ARM is not only designed to reduce energy consumption or dimension of devices, but its characteristics contribute to the efficiency, particularly because of the fact that it can be a part of the embedded system. The ARM 32-bit instructions perform in the 3–5 steps; they are used for the processing, storage and transmission of data.

Due to its characteristics, the ARM is often used to speed up the cryptographic algorithms. One of them is NIST's AES, a standardized Rijndael's solution in the category of standards for information security; lengths of input and output data are 128-bits and the key lengths are 128, 192, and 256 bits. The AES can be implemented in software, it is flexible, and has a good combination of security and efficiency. The ARM provides better execution of the AES by software and hardware optimization at the level of applied software, by architecture expansion, by the optimization of algorithms for key expansion, encryption and decryption, by adding new instructions for the AES optimization and enhancing the existing ones,, by increasing the computational power and by reducing energy consumption.

Key words: *processors; encryption; AES.*

Datum prijema članka/Paper received on: 19. 01. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:

07. 02. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:

09. 02. 2013.

UTICAJ TEHNIČKO TEHNOLOŠKIH AKCIDENATA USLED HAVARIJA, POŽARA I EKSPLOZIJA NA STANJE LJUDSKE BEZBEDNOSTI

Srđan S. Marković^a, Danijel V. Stojanović^b, Saša T. Bakrač^c, Marija M. Zorić^a

^a Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Sektor za materijalne resurse, Uprava za opštu logistiku, Beograd

^b Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Sektor za materijalne resurse, Vojnotehnički institut, Beograd

^c Generalštab VS, Uprava za obaveštajno-izviđačke poslove (J-2), Vojnogeografski institut, Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg61-2866

OBLAST: zaštita resursa i bezbednost (bezbednost i zdravlje na radu, zaštita životne sredine i zaštita od požara i eksplozija)

VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

U savremenom društvu ljudi su okruženi mnogim industrijskim postrojenjima na kojima usled havarije, požara ili eksplozije može doći do tehničko-tehnološkog akcidenta, koji može ugroziti ljude nastanjene kako u neposrednoj okolini samog postrojenja, tako i stanovnike nastanjene na većoj udaljenosti. Pored direktnog ugrožavanja ljudi javljaju se i indirektni efekti tehničko tehnološkog akcidenta, koji mogu da budu mnogo opasniji od direktnih efekata. Ovi indirektni efekti ispoljavaju se pre svega iz degradirane i zagađene životne sredine, dugotrajni su i često dovode do bolesti i smrti velikog broja ljudi. U radu se nastoji da se prikažu negativne posledice tehničko tehnološkog akcidenta na elemente ljudske bezbednost prema pristupu tumačenja ljudske bezbednosti sa aspekta održivog razvoja.

Ključne reči: tehničko tehnološki akcidenti; havarije; promene u životnoj sredini; eksplozije; ljudska bezbednost; požari.

Uvod

Savremeno društvo sve više koristi u proizvodnji i svakodnevnom životu nove tehnologije i tehnike, teži za što bržom i jeftinijom proizvodnjom i izgradnjom pri čemu u sve većoj meri koristi opasne i zapaljive materije stvarajući tako sve veći rizik od havarija, požara i eksplozija. Današnje moderno društvo može se definisati pre svega kao jedno od potrošačkih društva (Robinson, 1999, pp.209-210). Fenomen potrošačkog društva javlja se u fazi velike razvijenosti proizvodnih odnosa i informatike.

Potrošačko društvo javlja se prvo na zapadu i to naročito od druge polovine 70-ih godina kada industrija nastoji da putem agresivnog marketinga i kampanje nametne ljudima kupovinu proizvoda koji im realno za život neće biti neophodni. Takvim aktivnostima u svest ljudi uvrežava se mišljenje da su im ti proizvodi neophodni za život i oni nastavljaju da ih kupuju donoseći milionske dobiti industriji koja ih proizvodi. Ovakvo potrošačko društvo nastaje i u zemljama u tranziciji i to u mnogo agresivnijoj varijanti nego na zapadu (<http://www.maharilikafilms.com>), (<http://www.factosoline.nl>).

Navedene aktivnosti ljudi u potrošačkom društvu dovode do velike proizvodnje raznih proizvoda, za šta industrija koristi velike količine prirodnih neobnovljivih resursa čime pored siromašenja i ponašanja u konceptu neodrživog razvoja, dovodi i do velikog zagađivanja životne sredine. Usled izgradnje velikih industrijskih postrojenja ljudi se danas u modernom društvu nalaze u jednoj mreži fabrika i postrojenja novog potrošačkog društva. Opasnosti koje prete iz ovakvih industrijskih postrojenja u mnogo većoj meri ugrožavaju ljude u zemaljama u razvoju nego u Zapadnoj Evropi. Razlog tome leži u činjenici da se obično u zemljama u razvoju instaliraju tehnologije koje ne mogu da zadovolje ni minimalne standarde bezbednosti na radu i zaštite životne sredine (takozvane „priljave tehnologije“), dok se proizvodi ovih postrojenja prodaju zapadnim zemljama po mnogostruko nižoj ceni, što je još jedan oblik ekonomske globalizacije (Milašinović, 2004, pp.141-148).

Mreže fabrika i postrojenja veoma ugrožavaju ljude. Ova ugroženost se može objasniti sa dva aspekta. Sa prvog aspekta, rad industrijskih postrojenja dovodi do degradacije i zagađivanja životne sredine, pa tako na indirektan način, preko životne sredine, narušavaju zdravlje ljudi. Sa drugog aspekta, u ovim industrijskim postrojenjima često dolazi do havarija, požara i eksplozija koje izazivaju tehničko tehnološke akcidente i koji direktno mogu da usmrte i povrede veliki broj ljudi i da životnu sredinu učine neupotrebljivom za dugi niz godina. Sve navedeno dovodi do smanjenja ljudske bezbednosti i to po svim elementima koji je konstituišu.

Pojam tehničko tehnološkog akcidenta i ljudske bezbednosti

Akcident po definicijama Evropske unije predstavlja iznenadnu pojavu velike emisije, požara ili eksplozije kao rezultat neplanskih događaja u okviru određene industrijske aktivnosti koja nastaje u okviru ili van industrije uključujući jednu ili više hemikalija.

Do tehničko tehnološkog akcidenta (Čvorović, 1999, pp.30-33) može doći u:

- postrojenjima u kojima se manipuliše sa opasnim materijama;
- skladištima opasnih materija;

- saobraćaju prilikom prevoza opasnih materija;
- deponijama na kojima se mogu naći opasne materije.

Osnovne karakteristike tehničko tehnološkog akcidenta:

- do udesa dolazi iznenadno, najčešće noću i često u serijama;
- udesi su dosta nepredvidivi s obzirom na mesto, vreme, vrstu i lokaciju, posebno kada se radi o udesu sa opasnim materijama;
- imaju dosta specifičnosti, s obzirom na mogućnost nastanka i obim posledica po ljude, radnu i životnu sredinu;
- dosta često, i pored zaustavljanja procesa nekontrolisanog oslobađanja opasnih supstanci, saniranje posledica je otežano i zahteva dugoročan proces;
- po mestu nastanka, udesi su najčešće vezani za fiksne instalacije i transport;
- obezbeđenje od hemijskog udesa u miru zahteva kompleksne mere (monitoring, zaštitu, uklanjanje posledica) i reagovanje tj. odgovor na udes prema unapred pripremljenim planovima zaštite.

Iz svega rečenog može se videti koje opasnosti po ljude, samim tim i po stanje ljudske bezbednosti, prete od tehničko tehnoloških akcidenata.

Bezbednost se posle drugog svetskog rata u radovima realista¹ a kasnije i neorealista² shvata sa stanovišta tvrde ili vojne moći. To pre svega znači da bi jedna država bila bezbedna mora se u dovoljnoj meri naoružati i imati veću vojnu moć od druge države, i u takvom stanju stvari države se ponašaju u kontekstu bezbednosne dileme.³ U ovakvom tradicionalnom shvatanju bezbednosti objekt bezbednosti je država, a predmet zaštite ponovo država sa svim svojim konstitucionalnim elementima dok se čovek posmatra samo kao konstitucionalni element države. Državi se daje metafizičko značenje i sve se podređuje njenoj zaštiti. Međutim, u periodu hladnog rata uvidelo se da se ovakvim shvatanjem bezbednosti može doći do uništenja država u nuklearnom ratu i uvidelo se da se ovakav koncept bezbednosti ne može održati.

U periodu posle hladnog rata i pada berlinskog zida intezivno se tražio novi koncept bezbednosti koji je konačno promovisan u Izveštaju o ljudskom razvoju Ujedinjenih nacija iz 1994. godine. Po navedenom izveštaju ljudska bezbednost se definiše kao „sloboda od straha“ i „sloboda od uskraćenosti“ i sedam dimenzija-elemenata sigurnosti (ekonomija,

¹ U radovima realista u najvećoj meri naglašavaju se vojne pretnje kao izvor ugrožavanja nacionalne bezbednosti države pa se samim tim vojne snage posmatraju kao jedini čuvari te bezbednosti. Tumačenje bezbednosti države po realistima je dosta usko i ne uključuje druge moguće pretnje po bezbednost (osim vojnih pretnji) pa se ovaj pravac tumačenja bezbednosti naziva i ortodoksna verzija tumačenja bezbednosti.

² Neorealisti smatraju da ne postoji središnji autoritet među državama koji bi regulisao njihove međusobne odnose pa zato države nastoje da zadrže svoj suverenitet i to uvećanjem svoje vojne moći, i samim tim one postaju izvor nebezbednosti.

³ Bezbednosna dilema je pojam koji se definiše kao postupak kojim jedna država nastoji da poveća svoju vlastitu bezbednost umanjujući bezbednost drugih.

hrana, životna sredina, zdravlje, lična, kolektivna i politička). Po ovom novom konceptu bezbednosti predmet zaštite je pojedinac, a ne država i sve se podređuje zaštiti pojedinca u smislu da se pojedincu obezbede osnovnih sedam elementa sigurnosti (Dulić, 2006, pp.46). Ovaj novi koncept bezbednosti naziva se ljudska bezbednost.

Shvatanju ljudske bezbednosti prilazi se kroz tri pristupa. Prvi pristup – ljudska prava i vladavina prava, shvata ljudsku bezbednost kao zaštitu osnovnih ljudskih prava (lična prava, zakonska prava, prava na osnovne životne potrebe, građanske slobode, ekonomska prava i politička prava) promovisanih Opštom deklaracijom o ljudskim pravima Ujedinjenih nacija iz 1948. godine⁴ i drugih deklaracija UN. Drugi pristup – sigurnost naroda, shvata ljudsku bezbednost u kontekstu zaštite pojedinaca od rata i ratnih dejstava i to poštovanjem međunarodnog ratnog i humanitarnog prava od strana u sukobu.⁵ Treći pristup shvata ljudsku bezbednost u kontekstu održivog razvoja koji je promovisan na Konferenciji UN o životnoj sredini i održivom razvoju u Rio de Ženeiru 1992. godine.⁶ Ovaj pristup ljudskoj bezbednosti uključuje sedam elemenata ljudske bezbednosti i to: ekonomsku bezbednost, bezbednost u pogledu hrane, zdravstvenu bezbednost, bezbednost životne sredine, ličnu bezbednost, bezbednost zajednice i političku bezbednost (<http://www.un.org>).

Aspekt procene uticaja tehničko tehnoloških akcidenata na stanje ljudske bezbednosti razmatraće se sa aspekta pristupa tumačenju ljudske bezbednosti po konceptu održivog razvoja i to po konstitutivnim elementima ljudske bezbednosti, na način razmatranja direktnih i indirektnih efekata uticaja. U konstitutivne elemente ljudske bezbednosti spadaju: ekonomska (u pogledu hrane), zdravstvena, lična, politička, bezbednost životne sredine i bezbednost zajednice (<http://www.undp.org>), (<http://www.unep.org>).

Uticaj tehničko tehnoloških akcidenata na stanje ljudske bezbednosti

Tehničko tehnološki akcidenti dovode do negativnog uticaja na stanje ljudske bezbednosti, što se pre svega ogleda kroz veliko zagađivanje životne sredine. Zagađivanjem životne sredine, bilo da je ono malo, u dozvoljenim granicama, ili da je došlo do ekocida i do totalnog uništavanja i destrukcije životne sredine⁷ ljudska bezbednost se ugrožava mnogostru-

⁴ <http://www.un.org/en/documents/udhr>.

⁵ Pre svega se misli na Haške konvencije o zakonima i običajima rata na kopnu iz 1899. i 1907. kao i Ženevske konvencije iz 1864, 1906, 1929, 1949. godine i drugih.

⁶ <http://www.unep.org/Documents/Multilingual/>.

⁷ Teži oblik oštećenja životne sredine koji nastaje kao posledica velikog zagađivanja usled velike emisije opasnih gasova ili tehničko tehnoloških akcidenata.

ko, posebno imajući u vidu činjenicu da je životna sredina osnovna matrica života kako čoveka tako i svih drugih živih bića.

Negativan uticaj na ljudsku bezbednost sa prethodno navedenog aspekta može se posmatrati kroz: narušavanje zdravstvenog stanja ljudi, zagađivanje hrane, što je posredno povezano sa narušavanjem zdravstvenog stanja (Đukanović, 1991, pp.119-143) (Stevanović, et al, 2003), ugrožavanje makroekonomske stabilnosti regiona u državi ili države u celini (u zavisnosti od stepena jačine i destrukcije tehničko tehnološkog akcidenta), narušavanje lične i kolektivne bezbednosti zajednice.

Tehničko tehnološki akcidenti mogu dovesti do totalne destrukcije životne sredine što može rezultirati stavljanjem van upotrebe jednog određenog područja životne sredine u kojem dolazi do totalnog uništavanja flore i faune, ali i do zatrovanja zemljišta, vazduha i vode. Ovakvi akcidenti (npr. Černobilj 1986. godine) dovode do ekocida biljnih i životinjskih vrsta, ali i do velikih ljudskih žrtava. Na slici 1, prikazane su posledice tehničko tehnološkog akcidenta po zdravlje ljudi (Černobilj 1986. godine).

Tehničko tehnološki akcidenti često dovode i do zagađivanja životne sredine i van područja u kojem je došlo do njegovog maksimalnog ispoljavanja, što se manifestuje poremećajem ravnoteže u ekosistemu. Neki od tih efekata su npr. kisele kiše, ali i povećanje koncentracija opasnih materija⁸ u vazduhu, vodi i zemljištu u granicama većim od maksimalno dozvoljene koncentracije⁹ Za primer može poslužiti slučaj iz rudarsko-metalurške aktivnosti u okviru preduzeća RTB Bor u mestu Bor. U toku rada u ovom industrijskom kompleksu emituju se zagađujući gasovi i čestice u vazduhu. Neki od najkarakterističnijih su i gasovi staklene bašte, kao što je sumpor dioksid. Tokom 2011. godine, godišnja vrednost sumpor dioksida bila je iznad dozvoljene granične vrednosti, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tako je na mernom mestu AMSKV Bor – Gradski park izmereno $193 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na mernom mestu AMSKV Bor – Institut – $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i na mernom mestu Bor – Brezovik – $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prekoračenje dnevne granične vrednosti tokom 2011. godine, od $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bila su prisutna na sledeći način: na mernom mestu AMSKV Bor Gradski park – 162 dana, na mernom mestu AMSKV Bor – Institut RIM – 77 dana i na mernom mestu Bor – Brezovik sa 65 dana.¹⁰ Radi bolje ilustracije, napred navedeni i drugi konkretni podaci vezani za zagađivanje vazduha u Boru usled metalurških aktivnosti u toku 2011. godine prikazani su u tabeli 1.

⁸ Opasne materije su hemikalije i druge materije koje imaju štetne i opasne karakteristike: eksplozivne, zapaljive, oksidirajuće, otrovne, gadne, zarazne, korozivne, kancerogene i radioaktivne materije, a koje se proizvode, koriste ili skladište u procesu rada, kao i materije čija su svojstva, kada su vezane za neke supstance opasne po život i zdravlje ljudi.

⁹ Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) predstavlja proizvod faktora inteziteta i faktora kapaciteta supstance koja se meri.

¹⁰ Opširnije, videti *Godišnji izveštaj o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji 2011. godine*, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine RS – Agencija za zaštitu životne sredine, pp. 18, Beograd 2011.

Tabela 1

Nivo srednje godišnje i maksimalne dnevne vrednosti SO₂ (µg/m³)
i NO₂ (µg/m³) u Boru

Table 1

The level of average annual and maximum daily values of SO₂ (µg/m³)
and NO₂ (µg/m³) in Bor

Mesto	SO ₂ – godišnja	SO ₂ – dnevna	NO ₂ – godišnja	NO ₂ – dnevna
Bor Gradski park	193	1331		
Bor Institut RIM	79	571	24	66
Bor Brezonik	72	938		
Godišnja granična vrednost	50		40	
Maksimalna dnevna vrednost	125		85	

Negativni efekti tehničko tehnološkog akcidenta dovešće do oboljevanja flore i faune u ekosistemu ali i do narušavanja zdravstvenog stanja stanovništva u području delovanja, odnosno do narušavanja ekološke bezbednosti.¹¹

Uticaj tehničko tehnoloških akcidenta na ljudsko zdravlje može biti direktan ili indirektan. Direktno posledice po zdravlje ljudi mogu se ispoljiti kroz sledeće povrede i oboljenja:

- kraš i blast povrede koje mogu nastati u trenutku udara vazdušnog talasa (jer mnogi tehničko tehnološki akcidenti počinju eksplozijom ili u toku samog akcidenta dovode do eksplozije). Ova vrsta povreda podrazumeva velike prelome i nagnječena unutrašnjih organa i može biti i smrtonosna što sve zavisi od jačine eksplozije;

- opekotine mogu nastati kao posledice požara u toku tehničko tehnološkog akcidenta. U tabeli 2. prikazana je učestalost pojedinih hemikalija u hemijskom tehničko tehnološkom akcidentu u svetu za period od 1990. godine prema podacima ILO – Međunarodne organizacije rada (Čvorović, 1999, pp.24).

Slika 1 – Efekat dejstva tehničko tehnološkog akcidenta na ljudsko zdravlje (Černobilj 1986)

Figure 1 – Effect of a technical and technological accident on human health (Černobilj 1986)



¹¹ Opširnije o degradaciji životne sredine i uticaju na ekološku bezbednost, videti (Bakrač S. i ost., Vojno delo, 2010, pp 314-328).

Opekotine mogu biti prvog, drugog i trećeg stepena, u zavisnosti od jačine akcidenta. Ako se ima u vidu da najveću učestalost u akcidentima ima prirodni gas propan butan, kao i to da se benzin nalazi na visokom trećem mestu učestalosti, onda se može zaključiti da ove veoma zapaljive hemikalije pored eksplozija izazivaju i požare, samim tim i opekotine kao najverniji pratilac požara.

Neki od primera karakterističnih akcidenata usled požara i eksplozije iz industrije u Srbiji desili su se:

- 23. juna 1995. godine, došlo je do eksplozije u pogonu Vinifleks u fabrici „Grmeč“ u Zemunu, i tom prilikom poginulo je jedanaest radnika a deset je povređeno;

- 21. juna 1996. godine, usled požara u namenskoj industriji „Prva iskra“ u Bariču, život je izgubilo dvoje radnika;

- 3. decembra 1997. godine, usled požara u namenskoj industriji „Milan Blagojević“ u Lučanima, život je izgubilo troje radnika a sedmoro je povređeno;

- 29. maja 2006. godine, došlo je do eksplozije u namenskoj industriji „Prva iskra“ u Bariču, i tom prilikom život je izgubilo troje radnika, a troje je povređeno;

- 19. oktobra 2006. godine, došlo je do eksplozije u vojnom magacinu „7 jul“ u Paraćinu, i tom prilikom povređeno je dvadeset dve osobe;

- 4. septembra 2009. godine, u četiri snažne eksplozije u Barutnom odeljenju, namenske industrije „Prvi partizan“ u Užicu, usled nestručnog rukovanja sa prahovima, poginulo je sedam radnika, a trinaest je povređeno;

- 10. maja 2010. godine, u slabijoj eksploziji u namenskoj industriji Holding korporacija „Krušik“ u Valjevu, lakše su povređena dva radnika;

- 27. decembra 2010. godine, došlo je do niza eksplozija izazvane požarom koji je izbio u pogonu za laboraciju municije u namenskoj industriji „Sloboda“ Čačak, niko nije povređen ali je pričinjena velika materijalna šteta;

- 25. juna 2012. godine, u namenskoj industriji „Milan Blagojević“ u Lučanima, došlo je do eksplozije na presi za proizvodnju dvobaznih baruta i raketnih goriva i tom prilikom došlo je do povređivanja jednog radnika;

- 18 oktobra 2012. godine, eksplozija u „Industriji motora Rakovica“, usled eksplozije bureta za „cementaciju“.

U susednim zemljama, takođe, dešavali su se akcidenti koji su uticali na zagađivanje reka u Srbiji. U poslednjoj deceniji neki od akcidenata bili su:

- 30. januara 2000. godine, izlivanje otrovnih materija, koje se dogodilo kada je u mestu Baja Mare na severo-zapadu Rumunije, došlo do proboja brane na taložnim jezerima za jalovinu. Tom prilikom isticlo je oko 100000 m³, odložene jelovine koja je u sebi sadržala 50 do 100 tona cijanida kao i teške metale uključujući i bakar, a u reku Sasar izlilo se 26 miliona litara kontaminirane vode što je dovelo do zagađivanja reke Tise i reke Dunav u R. Srbiji. Tadašnje Jugoslovenske vlasti izvestile su da je u reci Tisi došlo do uginu-

ća velike količine ribe, ali da nije bilo stradanje ribe u Dunavu, jer je koncentracija cijanida i teških metala opala u vodi dok je došla do reke Dunav;

– 03. oktobra 2010. godine, izlivanje 700000 m³ crvenog mulja baziranog na aluminijumu, koje se dogodilo 150 km jugo-zapadno od Budimpešte kod Ajke u Mađarskoj, iz jezera u kome se skladištio kao nusprodukt u procesu proizvodnje aluminijuma kompanije MAL. Tom prilikom u Mađarskoj, talas crvenog mulja dostizao je visinu 2,5 m i došlo je do zagađenja oko 600 ha obradivog zemljišta, 400 ha livada, 90 ha zaštićenih područja, 50 ha šuma kao i do ljudskih žrtava 10 mrtvih i 120 povređenih. Crveni mulj je preko potoka Torna i rečice Markal dospeo u reku Rabu, a potom u reku Dunav kod Đera. Republički hidrometrološki zavod Srbije, uspostavio je vanredni monitoring reke Dunav, i dao je saopštenje da nema opasnosti od zagađenja reke Dunav, obzirom da su koncentracije zagađujućih materija u reci male.

Učestalost javljanja pojedinih hemikalija u akcidentu

Tabela 2

Incidence of certain chemicals in accidents

Table 2

Redni broj	Hemikalija	Broj akcidenta
1.	Prirodni gas, propan/butan	188
2.	Hlor	123
3.	Benzin	68
4.	Amonijak i jedinjenja	62
5.	Vinil-hlorid	41
6.	Hlorovodonična kiselina	32
7.	Vodonik	30
8.	Sumporna kiselina	23
9.	Etilen	21
10.	Etilen-oksid	18
11.	Cijanidi ¹²	28
12.	Arsenvodonik ¹³	8

– ubodne otvorene i zatvorene rane koje nastaju prilikom eksplozija u postrojenjima. Ove povrede mogu biti smrtonosne, jer geleri koji ih izazivaju mogu dovesti do razaranja unutrašnjih organa, unutrašnjeg i spoljašnjeg krvarenja što može biti smrtonosno po pojedinca, naročito ako mu se ne pruži hitna medicinska pomoć;

¹² Učestalost javljanja cijanida za period od 1993. godine do 2011. godine, izvor: <http://www.maharilikafilms.com/cyanide-2/>.

¹³ Učestalost javljanja arsendonika za period od 1974. godine do 2005. Godine, izvor: [http://www.factosoline.nl/accidents/%205405/92188_ARSENIC%20HYDRIDE%20\(ARSINE\)/chemical-accidents-with-arsenic-hidride-\(arsine\).](http://www.factosoline.nl/accidents/%205405/92188_ARSENIC%20HYDRIDE%20(ARSINE)/chemical-accidents-with-arsenic-hidride-(arsine).)

– radijacione bolesti se mogu javiti ukoliko je došlo do akcidenta na postrojenjima koja rade sa radioaktivnim materijama; u zavisnosti od primljene doze radioaktivnosti mogu biti smrtonosne.

Indirektne posledice po zdravlje ljudi mogu se ispoljiti kroz sledeće povrede i oboljenja (Đarmati, Aleksić, 2004, pp.175-181):

– alergije koje nastaju kao posledica udisanja alergena ili njihovim unošenjem sa zagađenom hranom ili prodorom alergena kroz kožu;

– kožna oboljenja koja nastaju kada se kiseline i baze i druge otrovne i zagađujuće materije koncentrišu na koži;

– trovanja koja mogu biti izazvana prodorom otrovnih materija u organizam i to putem organa za disanje, digestivnog trakta ili preko kože. Trovanja mogu biti smrtonosna ako se otrovanom ne pruži hitna medicinska pomoć. Najčešći gubitak stanovništva usled tehničko tehnoloških akcidenta nastaje upravo zbog trovanja;

– mutagena promene koje se mogu smatrati oboljenjima, dovode do promene i mutacije gena koji su nosioci naslednih informacija i to može dovesti do degenerativnih promena kod ljudi;

– kancerogena oboljenja koja izazivaju pojedine hemijske materije koje se mogu osloboditi u uslovima tehničko tehnoloških akcidenta. Unošenjem u organizam nekih hemikalija (npr. beta-naftilamina ili benzidina i dr.) mogu se posle određenog vremenskog perioda javiti kancerogene posledice koje su u velikom broju slučajeva smrtonosne;

Zagađivanje hrane takođe je jedna od posledica tehničko tehnoloških akcidenta. Oslobođanjem opasnih hemikalija u toku akcidenta može doći do posipanja poljoprivrednih proizvoda na njivama aerosolima oslobođenih hemikalija. Na ovaj način se u kasnijem procesu proizvodnje hrane od tih poljoprivrednih proizvoda dobija zagađena hrana u kojoj su koncentracije pojedinih hemikalija izvan granica dozvoljenih koncentracija. Zagađivanjem zemljišta, vode i vazduha može doći do apsorbovanja štetnih hemikalija od strane poljoprivrednih proizvoda, a kasnije u procesu proizvodnje takođe će se dobiti zagađena hrana. Pored navedenih slučajeva postoje i drugi primeri, npr. ukoliko stoka pase zagađenu travu ili se hrani zagađenom hranom, pa se ta ista stoka koristi za proizvodnju mesa ili se njeni proizvodi koriste za ishranu npr. mleko, jaja itd. Rizici po ljudsku bezbednost u ovim slučajevima su veoma veliki zato što se teško mogu kontrolisati. Oni mogu dovesti do oboljevanja velikog broja ljudi imajući u vidu da se zagađena hrana može koristiti kao namirnica za prehranu velikog broja stanovnika jednog područja. Prilikom akcidenta mogu se osloboditi različite hemikalije, a jedna među njima je i benzo(a)piren koji je i jedan od najznačajnijih predstavnika kancerogenih policikličnih aromatičnih ugljovodonika koji je izolovan iz katrana uglja 1933. godine. U tabeli 3. prikazano je moguće unošenje benzo(a)pirena različitim namirnicama u toku godine i u toku prosečnog životnog veka.

Tabela 3
Moguće unošenje benzo(a)pirena različitim namirnicama u toku godine i u toku prosečnog životnog veka (Ibid, pp. 269) – podaci se odnose na svetski nivo

Table 3
Possible intake of benzo (a) pyrene in various during the year and the life expectancy (Ibid, pp. 269) – data related to world levels

Životna namirnica	Srednji sadržaj benzo(a)pirena (µg/kg)	Potrebna životna namirnica po stanovniku (kg/god)	Unos benzo(a)pirena po stanovniku	
			za godinu (µg)	za 70 godina (mg)
brašno iz žitarica				
iz neindustrijske zone	0,73	92,3	67,7	4,7
iz industrijske zone	2,20	92,3	203,00	14,2
povrće				
iz neindustrijske zone	12,10	66,5	120,00	8,4
iz industrijske zone	90,00	66,5	594,00	41,0
voće				
iz neindustrijske zone	2,10	51,1	16,00	1,10
iz industrijske zone	13,40	51,1	100,00	7,00
margarin	6,90	10,90	75,2	5,30
kafa u zrnu	0,30	2,20	0,66	0,55
voda za piće	0,007	1m ³	7,00	0,50
suhomes. proizvodi	1,50	18	27,00	1,90

U zavisnosti od jačine tehničko tehnološkog akcidenta i stepena njegove destrukcije dolazi i do velikih materijalnih šteta koje ponekad mogu dostići ogromnu vrednost. Struktura materijalne štete od tehničko tehnološkog akcidenta sačinjavaju zbir svih šteta koje su nastale u akcidentu. Neke od stavki koje sačinjavaju strukturu materijalne štete su: vrednost uništene imovine u postrojenjima i pogonima u kojima je došlo do akcidenta, gubitak fabrike zbog zastoja u proizvodnji, mogući troškovi za dovođenje postrojenja u stanje ponovne proizvodnje, šteta nastala usled zagađivanja životne sredine, vrednost radova potrebnih da bi se sanirala nastala šteta u životnoj sredini, vrednost odštetnih zahteva za poginule i povređene itd. U mnogim okolnostima lokalna zajednica na čijoj je terito-

riji došlo do akcidenta nije u mogućnosti da izvrši saniranje akcidenta zato što u njihovim lokalnim budžetima nije predviđena ova stavka, pa se najčešće traži pomoć republike. Ukoliko se radi o velikom akcidentu u nekim slučajevima ni sama država nema dovoljnih sredstava da izvrši sanaciju te je prinuđena da uzima veoma nepovoljne finansijske kredite kod međunarodnih finansijskih organizacija čime se država nepovoljno zadužuje. Nepovoljno zaduživanje države u ovim okolnostima može proizaći iz hitnosti potreba da se nađu sredstva za saniranje posledica tehničko tehnološkog akcidenta, a tu hitnost za potrebnim finansijskim sredstvima mogu iskoristiti međunarodne finansijske institucije nudeći potrebna sredstva po višestruko nepovoljnijim kamatnim stopama, ugrožavajući tako ekonomiju države koja uzima kredit. Ovakvim načinom zaduživanja država smanjuje standard celokupnog stanovništva, jer će se povećati udeo BDP-a¹⁴ koji se mora izdvajati za vraćanje nepovoljno uzetih kredita. Iz svega rečenog može se videti kako tehničko tehnološki akcident može nepovoljno delovati na ljudsku bezbednost ugrožavajući ekonomsku nezavisnost i održivost svakog pojedinca sa svojim porodicama kroz ugrožavanje ekonomskog sistema zemlje i njene ekonomske suverenosti.

Narušavanje lične bezbednosti pojedinca i kolektivne bezbednosti zajednice može se sagledati kroz sve napred rečeno. Imajući u vidu da tehničko tehnološki akcidenti narušavaju životnu sredinu u smislu njenog zagađivanja, onemogućavanja uslova da ljudi žive u zdravom okruženju, izazivanja raznih oboljenja, narušavanja zdravstvenog stanja ljudi, kao činjenice da zagađuju hranu može se uočiti o kakvom se ugrožavanju lične bezbednosti pojedinca i zajednice kao celine radi. Naglašava se da je procena ekološkog rizika od zagađivanja životne sredine usled tehničko tehnoloških akcidenta, kao potencijalne pretnje ili već ostvarenog događaja, jedan od glavnih elemenata u rešavanju problema ljudske i ukupne bezbednosti (Bakrač, et al, 2012), (Mitić, Bakrač, 2010, pp.22-26).

Zaključak

Uticao tehničko tehnoloških akcidenta na životnu sredinu je ogroman, a može da se ispoljava u rasponu od blagih poremećaja ravnoteže u ekosistemu do ozbiljnog narušavanja ekosistemske ravnoteže, u zavisnosti od jačine tehničko tehnološkog akcidenta i vrste opasnih materija koje su akcidentom oslobođene. Tehničko tehnološki akcidenti dovode do izumiranja flore i faune ili do smanjivanja njihove brojnosti u populacijama kao i sužavanja ekološke valence u konkretnoj životnoj zajednici, što opet ima svoje negativne posledice na celokupan živi svet. Delovanjem raznih opasnih materija u životnoj sredini i njihovim ugrađivanjem u kruženje materije i u

¹⁴ Bruto društveni proizvod.

lanca ishrane u životnoj zajednici u ekosistemu dovodi do stvaranja negativnih abiotičkih uslova za opstanak flore i faune. Ovo se najčešće ispoljava u smanjenju reprodukcije u populacijama pojedinih biljnih i životinjskih vrsta, što sa svoje strane ima negativan efekat i smanjivanje njihovog broja ili čak, u ekstremnijim uslovima, i do njihovog izumiranja. Ugrađivanje opasnih materija u lanac ishrane i kruženje materije dovodi do toga da se na veštačkim ekosistemima (stvorenim od strane ljudi za proizvodnju hrane) proizvode biljne kulture koje nisu dobre za ishranu ljudi i životinja.

Tehničko tehnološki akcidenti su generatori ili jedan od najvećih uzroka ugrožavanja ljudske bezbednosti i to po svim elementima koji je konstituišu i prema kojima se ona može meriti u konceptu tumačenja ljudske bezbednosti sa aspekta održivog razvoja. Najveće ugrožavanje ljudske bezbednosti od strane akcidenata može se uočiti u ugrožavanju ljudskog zdravlja setimo se akcidenta u Bopalu u Indiji 1982. godine. Akcidenti ugrožavaju ljudsko zdravlje kako direktnim delovanjem na pojedinca tako i indirektnim delovanjem preko zagađene životne sredine. Akcidenti mogu da ugroze ljudsko zdravlje preko životne sredine raznim putevima, koji danas još nisu svi dobro ispitani, naročito kada se radi o opasnim materijama koje u vazduhu stupaju u reakciju putem fotohemijskih ili nekih drugih procesa sa drugim materijama stvarajući na taj način nove hemijske materije čije štetno dejstvo na životnu sredinu i na ljudsko zdravlje nije ispitano i utvrđeno.

Zbog svega navedenog da bi se stanje ljudske bezbednosti u jednoj zajednici dovelo na zadovoljavajući (prihvatljiv) nivo sa aspekta tehničko tehnoloških akcidenata potrebno je:

- kod mladih generacija stvoriti svest o kupovini samo potrebnih materijalnih dobara da bi se na taj način lokalna zajednica ili država oduprla i pružila otpor potrošačkom društvu. Navedenom aktivnošću destimulisaće se otvaranje novih fabrika koje društvu nisu neophodne pa će se samim tim i smanjiti rizik od mogućih akcidenata;
- uspostaviti efikasan sistem kontrole rada fabrika sa aspekta bezbednosti i zdravlja na radu, zaštite životne sredine i zaštite od požara i eksplozija;
- stimulisanje fabrika u uvođenju standarda ISO 9000, 14000 i OH-SAS 18000;
- uspostaviti efikasan sistem monitoringa u životnoj sredini;
- uspostaviti efikasan sistem kontrole bezbednosti hrane putem inspeksijskih nadzora;
- formirati efikasan sistem integrisane zaštite koji će biti u mogućnosti da odgovori na svaki akcident i da spasi stanovništvo u slučaju akcidenata;
- uvesti predmet u srednjoškolskom i visokoškolskom obrazovanju o vanrednim situacijama;
- vršiti kontinuiranu obuku stanovništva (način zaštite i postupak u slučaju akcidenta) koje može biti ugroženo od akcidenata;

– opremiti lokalne mesne zajednice odgovarajućom opremom lične i uzajamne zaštite kojom bi se moglo zaštititi stanovništvo u slučaju akcidenta.

Sprovedenjem navedenih aktivnosti povećao bi se stepen ljudske bezbednosti prema tehničko tehnološkim akcidentima što bi za državu imalo višestruke koristi počev od izbegavanja troškova lečenja mogućih bolesti ili intoksikovanih ljudi koji se mogu javiti u slučaju tehničko tehnološkog akcidenta, pa do stvaranja jedne održive lokalne zajednice u kojem bi sadašnje generacije ostavile zdravu životnu sredinu generacijama koje dolaze, te im tako omogućila iste pretpostavke za razvoj kakve i one imaju.

Literatura

Bakrač, S., Vuruna, M., Milanović M., 2010, Degradacija životne sredine - uticaj na ekološku bezbednost, *Vojno delo*, Jesen 2010, str. 314-328, preuzeto sa <http://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=0042-84261003314B0>

Bakrač, S., Vuruna, M., Milanović, M., 2012, Metodologija upravljanja ekološkim rizikom i procene rizika, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, Vol. 60, No. 2, str. 296-305.

Čvorović, Z., 1999, *Odgovor na hemijski akcident*, Beograd, Zadužbina Andrejević.

Dulić, D., 2006, *Ljudska bezbednost - zbornik tekstova*, Beograd, Fond za otvoreno društvo, str. 1-1.

Đarmati, Š., Aleksić, Đ., 2004, *Razorne sile*. Beograd, Radnička štampa.

Đukanović, M., 1991, *Ekološki izazov*, Beograd, Elita.

Stevanović, B., et al, 2003, *Enciklopedija, Životna sredina i održivi razvoj*, Srpsko Sarajevo, Ecolibri i Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.

Milašinović, R., Milašinović, S., 2004, *Uvod u teorije konflikata*, Beograd, Fakultet civilne odbrane.

Robinson, R., 1999, *Global Problem and the Culture of Capitalism*, London, Allyn & Bacon.

Mitić, M., Bakrač, S., 2010, Integracija procesa procene ekološkog rizika u proces evaluacije učinka zaštite životne sredine-metodološki pristup, *Istraživanja i projektovanja za privredu*, Beograd, broj 1 vol. 8, str. 22-26.

<http://www.maharilikafilms.com/cyanide2/...>, datum preuzimanja, 15. 07. 2012.

[http://www.factosoline.nl/accidents/%205405/92188_ARSENIC%20HYDRIDE%20\(ARSINE\)/chemical-accidents-with-arsenic-hidride-\(arsine\)](http://www.factosoline.nl/accidents/%205405/92188_ARSENIC%20HYDRIDE%20(ARSINE)/chemical-accidents-with-arsenic-hidride-(arsine)), datum preuzimanja 01. 08. 2012.

<http://www.un.org/en/documents/udhr>, preuzimanja, 02.08.2012.

<http://www.undp.org/en/reports/global/hdr1994/chapters>, datum preuzimanja, 15. 08. 2012.

[http://www.unep.org/Documents.Multilingual/.](http://www.unep.org/Documents.Multilingual/), datum preuzimanja, 10. 09. 2012.

INFLUENCE OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL ACCIDENTS CAUSED BY BREAKDOWNS, FIRES AND EXPLOSIONS ON HUMAN SECURITY

FIELD: Resources Protection and Safety (Safety and Health at Work, Fire Protection and Environmental Protection)

ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary

In modern society, people are surrounded by many industrial facilities where technological accidents may occur due to breakdown, fire or explosion, endangering people residing in the immediate vicinity of the plant as well as those residing at a greater distance. In addition to the direct threat to humans, there are also indirect effects of technical and technological accidents which may be much more dangerous than direct effects. These indirect effects are manifested primarily from degraded and polluted environment, they are long term and often lead to illness and death of many people. The paper attempts to present all negative consequences of technical and technological accidents on the elements of a human security regarding the approach to the interpretation of human security in terms of sustainable development.

The concept of technical and technological accidents and human security

The accident is sudden emergence of major emission, fire or explosion as a result of unplanned events within certain industrial activities occurring within or outside the industry, including one or more chemicals. The assessment of the impact of technical and technological accidents on the state of human security is considered through the human security approach to the interpretation of the concept of sustainable development and the constitutive elements of human security.

The influence of technical and technological accidents on the state of human security

The influence of technical and technological accidents on human security can be seen through: deterioration of human health, food contamination, endangering macroeconomic stability in the region or the state as a whole, and violation of personal and collective security. Technical and technological accidents may lead to the destruction of the environment which may affect the balance of flora and fauna and can lead to the contamination of soil, air and water. The paper points out that the environmental risk assessment of environmental pollution due to technical and technological accidents as a potential threat or actual event is one of the main elements of solving problems of human and overall security.

Conclusion

The influence of technical and technological accidents on the environment is huge. It can be expressed in a range from slight imbalance in the ecosystem to serious ecosystem imbalance, depending on the intensity of technical and technological accidents and dangerous substances released during the accident. Technical and technological accidents are generators, or one of the biggest causes, of endangering human security. The implementation of measures to prevent technical and technological accidents increases the level of human security, which provides conditions for healthy environment and future generations.

Keywords: technical and technological accidents; accident; changes in environment; explosions; human safety; fires.

Datum prijema članka/Paper received on: 10. 11. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
20. 03. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:
22. 03. 2013.

PONOVNO KORIŠĆENJE OTPADNIH VODA

Milan R. Radosavljević, Vanja M. Šušteršič
Fakultet inženjerskih nauka, Katedra za energetiku
i procesnu tehniku, Kragujevac

DOI: 10.5937/vojtehg61-2023

OBLAST: hemijske tehnologije
VRSTA ČLANKA: prikaz

Sažetak:

Jedan od načina da se smanji uticaj nestašice voda, kao i smanjenje zagađenja voda je da se proširi upotreba prečišćene otpadne vode. Lokalni uslovi, uključujući propise, institucije, finansijske mogućnosti, tehnologiju i učešće zainteresovanih strana imaće veliki uticaj na odluke vezane za ponovnu upotrebu otpadnih voda. Može se primetiti da mora da se krene napred ka razvoju strategija i planova za ponovnu upotrebu otpadnih voda. Međutim, njihov uspeh i održivost će zavisiti od političke volje, svesti javnosti i aktivne podrške nacionalnih i međunarodnih agencija da stvore povoljno okruženje za promociju ekološki održive tehnologije.

Ključne reči: ponovno korišćenje otpadnih voda; zagađenje; otpadne vode.

Uvod

Problemi vezani za nestašicu i kvalitet vode sve više se prepoznaju kao jedan od neposrednih i ozbiljnih ekoloških pretnji čovečanstvu. Svaki šesti stanovnik nema redovan pristup bezbednoj vodi za piće. Nedostatak pristupa bezbednom snabdevanju vodom i postojanja kanalizacione mreže utiče godišnje na zdravlje 1,2 milijarde ljudi. Mnoge zemlje u Africi i Aziji imaju veoma nisku dostupnost vodi. Oko 80 zemalja sa oko 40% svetske populacije iskusilo je ozbiljne nestašice vode do sredine prošle decenije (<http://www.unep.or.jp>).

Prečišćene otpadne vode imaju dugu istoriju primene, pre svega u poljoprivredi, ali i u industriji i domaćinstvu. Loš kvalitet otpadnih voda može predstavljati značajan rizik po zdravlje poljoprivrednika, kao i korisnika tih poljoprivrednih proizvoda. Svetska zdravstvena organizacija (WHO) radi na izradi projekata za ponovnu upotrebu otpadnih voda u poljoprivredi.

Danas u Srbiji najveći zagađivači reka su neprečišćene industrijske i komunalne otpadne vode. U 2011. godini prečišćeno je za 10,3% više otpadne vode nego u 2010. godini.

Otpadne vode iz industrije u 2011. veće su za 10,3% u odnosu na 2010. godinu, dok je procenat prečišćenih otpadnih voda manji za 16,4%. Republički zavod za statistiku Republike Srbije raspolaže sledećim vrednostima o ukupnoj zapremini otpadnih voda i prečišćenih istih do određenog nivoa.

Tabela 1
Table 1

Otpadne vode Republike Srbije, 2009–2011
Wastewater Republic of Serbia, 2009–2011

Hiljada m ³	2009	2010	2011
Ukupne otpadne vode	3415309	3177513	3499157
Prečišćene otpadne vode	225400	210894	188509
Primarni tretman	172875	158190	138103
Sekundarni tretman	43274	44028	39861
Tercijarni tretman	9251	8676	10545

U 10 od 250 postojećih industrijskih postrojenja (U.S.Steel Smederevo, termoelektrana Kostolac, termoelektrana Nikola Tesla, fabrika električnih kablova u Jagodini, rudnici u Boru, Sjenici i kop Kolubara) u Srbiji, proizvede se 75% neorganske otpadne vode.

U tabeli 2 navedene su industrije u čijim se otpadnim vodama nalaze različiti metali (Dean, et al,1972, pp.518-522). Količine pojedinih metala zavise od tipa procesa u navedenoj industriji.

Tabela 2
Table 2

Metali koji se pojavljuju u otpadnim vodama različitih industrija
Metals that occur in wastewater

Industrija	Metali
Rudarstvo i obrada rude	Al, As, Cd, Hg, Mn, Mo, Pb, U, V
Metalurgija i galvanizacija	Ag, As, Be, Bi, Cd, Cr, Cu, Hg, In, Pb, Ni, W, Zn
Hemijska	As, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, Os, Pb, Sn, Ta, Ti, U, Zn
Boje i pigmenti	Al, As, Cd, Cu, Fe, Pb, Sb, Ti, Tl
Keramika i porculan	As, Cr, Sb, U
Legure	Be, In, Ga, Os, Pb, Ta
Stakla	As, Ba, Co, Ni, Ti, V
Papirna	Al, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Ta, Ti, V
Farmaceutska	Al, Cu, Fe, Ga, Hg, Os, Ta
Tekstilna	Al, As, Ba, Cd, Cu, Fe, Hg, Pb, Ni, Sb
Nuklearna tehnologija	Be, Cd, In, U
Veštačka đubriva	Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Ni, Zn, Hg, Mn
Rafiniranje petroleja	Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Ni, Zn

Ispitivanja vršena u SAD-u pokazuju da se u rudničkim vodama nalazi veliki broj štetnih materija, koji mogu dospeti u površinske i podzemne vode (EPA, 1981; EPA, 1982).

Tabela 3

Table 3

Prosečan sadržaj štetnih i opasnih elemenata ($\mu\text{g/l}$) u rudničkim vodama iz ležišta uglja
Average content of harmful and dangerous elements ($\mu\text{g/l}$) in mine water from coal mines

Hemijski element	Površinski kopovi		Podzemna eksploatacija	
	Alkalne vode	Kisele vode	Alkalne vode	Kisele vode
pH	7,6	6	7,7	6
Fe	1520	45700	410	135000
Mn	820	17700	76	4900
As	3	210	5	23
Cd	14	98	14	6
Cr	42	187	49	30
Cu	20	150	14	82
Pb	2,9	323	72	51
Hg	1,09	1,3	0,7	0,51
Ni	115	2020	57	400
Zn	80	6620	56	510

U tabeli 4 date su vrednosti iskopane rude na godišnjem nivou, pri čemu može da se proračunom zaključiti da su ogromne potrebe rudnika za vodom. Na primer, rudnik koji prerađuje 10.000.000 t/god. potrebno je 23.000.000 t/god vode, koju je neophodno prečistiti jer iz tabele 3 možemo videti sadržaj štetnih i opasnih materija u rudničkim vodama.

Tabela 4

Table 4

Rudnici i količina iskopane rude
Mines and amount of ore mined

Rudnik	Ruda	Količina iskopane rude (t/god.)
Bor, Veliki Krivelj (SRB)	Cu	10.000.000
Majdanpek (SRB)	Cu	8.000.000
Srebrenica (BiH)	Pb-Zn	300.000
Rudnik (SRB)	Pb-Zn-Cu	260.000
Trepča (SRB)	Pb-Zn	1.000.000
Asarel (Bugarska)	Cu	10.000.000
Bučim (Makedonija)	Cu	3.000.000
Elascinte (Bugarska)	Cu	12.500.000

Zagađivači voda

Specifičan problem predstavljaju one industrijske grane, koje u sistem urbanih kanalizacija ispuštaju toksične i nerazgrađujuće materije. Direktni izvor zagađivanja voda su i poljoprivredne površine odakle se spiraju ili infiltriraju rastvorene supstance veštačkih đubriva (Rekalić, 1989).

Zavisno od porekla zagađivača i načina na koji prouzrokuju zagađenje, zagađivači se mogu svrstati u tri grupe na: hemijske (kiseline, alkali-je, razne soli, pesticide, deterdžente, fenole i druga organska jedinjenja, a prisutni su i teški metali iz grupe neorganskih jedinjenja), biološke (bakterije, virusi, alge, fekalije) i fizičke zagađivače (toplota, boja, miris, radioaktivnost, suspendovane čvrste materije, pesak, mulj).

U otpadne materije spadaju one materije koje se raspadaju pod dejstvom bakterija pri aerobnim uslovima, tj. u prisustvu kiseonika. U slučaju kada se ispuste velike količine ovakvih supstanci, dolazi do naglog smanjenja koncentracije kiseonika u vodi, pa čak i do njegove potpune potrošnje. Usled nedostatka kiseonika, dolazi do iščezavanja biljnog i životinjskog sveta u vodi. Pored toga, prestanak aerobnih uslova dovodi do pojave anaerobnih aktivnosti.

Zagađena voda je povoljna sredina za patogene mikroorganizme, naročito za one koji prouzrokuju stomačna oboljenja: tifus, paratifus, dizenteriju, koleru itd. Čistoća vode u pogledu ove vrste zagađenosti procenjuje se iz prisustva *Bacterium coli*.

Ispuštanje prekomernih količina jedinjenja koja sadrže ugljenik i jedinjenja azota, fosfora i kalijuma u vode dovodi do brzog povećanja biljnog sveta, što prouzrokuje usporavanje vodenih tokova i zapušavanje filtara u vodovodima. Od toga 70% fosfora potiče od natrijum-tripolifosfata ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), koji se nalazi u praškovima za pranje kao omekšivač.

Pri sterilizaciji vode hlorom, dolazi do hlorisanja rastvorenih fenola, pri čemu se stvaraju hlorni derivati vrlo neprijatnog mirisa. Od sintetskih organskih supstancija najčešće učestvuju u zagađivanju vode deterdženti, razni insekticidi, fenoli, rastvarači, boje itd.

Mnogi insekticidi su u većoj ili manjoj meri škodljivi za ljude, a neki su čak i vrlo otrovni. Najčešće se koriste organohlorna, organofosforna jedinjenja i karbamati. Organofosforna jedinjenja i karbamati se razgrađuju u toku nekoliko nedelja, dok organohlorna jedinjenja ostaju nerazgrađena i više godina.

Prolivena nafta ne ostaje stalno na površini vode, iako ima manju gustinu. U toku nekoliko dana oko 25% lakših frakcija ispari, a ostatak gradi emulziju. Veći deo nafte se razgrađuje oksidacijom i pri tom se dobijaju naftenska kiselina, fenoli, karbonilna i druga toksična bolje rastvor- na jedinjenja. Nerazgrađeni ostatak gradi grudve koje se talože po morskoj obali. Naftne mrlje sprečavaju prodiranje svetlosti u vodu, zatim onemogućavaju aeraciju, oštećuje ptice, uništava alge i lišajeve na obali i samim tim predstavljaju otrovne supstancije za sav biljni svet u vodi.

Pri rastvaranju ruda u kiselinama obrazuju se kisele otpadne vode (pH-vrednost između 0 i 1), koje ispuštanjem u reke remete ravnotežu karbonata, bikarbonata, ugljene kiseline, koja reguliše pH-vrednost vode na 6,5-8,5. Smanjenjem pH-vrednosti ispod 6 dolazi do korozije, a ispod 4 do izumiranja biljnog i životinjskog sveta. Ovakve kisele vode najčešće sadrže

sumpurnu kiselinu i soli gvožđa. Povećanje saliniteta vode utiče na organizme u vodi i onemogućava primenu ovakve vode u poljoprivredi.

Radioaktivne supstance potiču od prerade rude, njihovog korišćenja u nuklearnim centralama (u slučaju većih havarija nuklearnih elektrana, odnosno radioaktivni otpaci iz instituta gde se koriste izotopi) i oružju, kao i radioaktivnih supstancija koje se koriste u medicini, industriji i istraživanju.

Suspendovani čvrsti materijali potiču od erozije ili od procesa separacije ugljeva, gline ili prahova. Oni pune kanale, rezervoare, pristaništa, utiču na smanjenje priraštaja riba, jer pokrivaju mrestilišta po dnu, sprečavaju prodiranje svetlosti, a time i proces fotosinteze, oštećuju turbine itd.

Toplota koja se stvara u toku industrijskih procesa, odvodi se hlađenjem vodom. Oko 70% vode koju koristi industrija služi za hlađenje. Ako se vruća voda ispusti u reke, ona utiče na smanjenje koncentracije rastvorenog kiseonika, ubrzava hemijske reakcije, utiče na promenu flore i faune u vodi i uništava ikru mnogih vrsta riba (Dalmacija, 2011).

Metode prečišćavanja otpadnih voda

Da bi se neželjeni efekti čovekove aktivnosti sveli na minimum, neophodno je obezbediti takva tehničko-tehnološka rešenja koja sa jedne strane treba da obezbede zadovoljavanje postojeće regulative i zakonske propise, sa mogućnošću njihove nadgradnje, u pravilu pooštavanja, a sa druge strane da obezbede ekonomski podnošljive sisteme gledano kroz investiciona ulaganja kao i operativne troškove (Jahić, 1990).

Kriterijumi za određivanje kvaliteta prečišćenih komunalnih otpadnih voda moraju da uzmu u obzir detaljnu analizu posmatranog sa aspekta zahteva Okvirne Direktive o vodama Evropske Unije (2000/60/EC, eng. Water Framework Directive), i ostalih Direktiva koje je EU do sada usvojila. U Republici Srbiji se mora uzeti u obzir Zakon o vodama (Sl. glasnik RS, br. 30/2010).

Mehaničko prečišćavanje

Mehaničkim postupkom prečišćavanja odstranjuju se iz zagađenih voda nerastvorene materije, kao i deo materija u koloidnom stanju. Kod mehaničkog prečišćavanja razlikujemo preliminarno i primarno prečišćavanje.

Preliminarno prečišćavanje podrazumeva uklanjanje krupnih suspendovanih i plivajućih čvrstih materija (drvo, papir, smeće, izlučevine i sl.) sa eventualnim potrebnim drobljenjem, zatim uklanjanjem težih neorganskih materija (pesak, šljunak, metalni delovi, staklo i sl.), kao i uklanjanje prekomernih količina ulja i masti.

Za preliminarno prečišćavanje koriste se grube i fine rešetke, drobilice, taložnici za pesak, bazeni za prethodnu aeraciju i separatori masti i ulja.

Masnoće, ukoliko se ne izdvoje, kasnije prave teškoće kod biološkog prečišćavanja jer formiraju nepropustljivu membranu. Zbog toga se separator masnoća, kao i peskolov, postavlja skoro na svakom postrojenju za prečišćavanje zagađenih voda jer se u njima mogu uvek naći masnoće iz fabrika za preradu mesa i prehrambenih industrija, kao i iz petrohemijskih i kožarskih fabrika.

Zadatak primarnog prečišćavanja sastoji se u tome da se procesom sedimentacije (taloženja) ukloni iz zagađene vode najveći deo taložnih čvrstih materija, kao i 40–60% suspendovanih materija. Primenom hemikalija – koagulanata, sedimentacijom se može odstraniti i veći deo koloidnih materija.

Hemikalije koje se najviše koriste su: aluminijum-sulfat, fero-sulfat sa krečom, feri-sulfat i feri hlorid sa ili bez kreča.

Ponekad se praktikuje da se u okviru preliminarno-primarnog prečišćavanja vrši tzv. predhlorisanje influenta, tj. hlorisanje radi odstranjivanja mirisa i poboljšanja sedimentacionih karakteristika zagađenog fluida.

Biološko prečišćavanje

Biološko ili sekundarno prečišćavanje zagađene vode ima za cilj da se u što većoj meri uklone biološki razgradive organske materije.

Biološki procesi prečišćavanja baziraju se na aerobnoj oksidaciji organskih materija, kao i na anaerobnoj razgradnji.

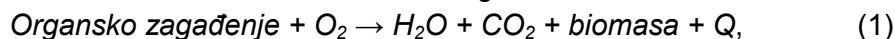
Uključivanjem živog sveta – bakterije i mikroorganizmi upotrebljavaju organske supstance iz zagađene vode kao hranu, pretvarajući ih pri tom u prostije i neškodljive gasove, odnosno učinak prečišćavanja u pogledu smanjenja sadržaja biološki razgradljivih materija, kao i suspendovanih materija značajno se poboljšava. Prisustvo organskog ugljenika je važan faktor za bakterije i mikroorganizme, jer predstavlja izvor energije, odnosno njegovom oksidacijom do CO₂ se oslobađa energija koja se može biohemijski iskoristiti ili deponovati (Mojović, 2004).

Objekti u kojima se vrši biološko prečišćavanje su: prokapni biofilteri, objekti sa aktivnim muljem, peščani filteri (polja filtracije) i stabilizacione lagune (kanali).

Za biološko prečišćavanje zagađene vode u aerobnim uslovima potrebna je velika površina za prenos kiseonika i dovođenje velike količine vazduha (kiseonika).

Za sve aerobne postupke obrade karakteristična je biološka transformacija koja se može prikazati sledećom jednačinom:

Aerobni mikroorganizmi



Proces anaerobne obrade otpadnih voda izvodi se uz pomoć anaerobnih mikroorganizama u anaerobnim uslovima vrenja. U toku anaerobne razgradnje organske materije proizvodi se gas čiji sastav i količina zavisi od vrste zagađenja i vrste primenjenog procesa anaerobne obrade. Mulj predstavlja suspenziju čvrste supstance suspendovane u vodi.

Anaerobini mikroorganizmi

Organsko zagađenje → $CO_2 + CH_4 + \text{novonastala mikrobna masa}$, (2)

Znatan deo energije akumulirane u organskom zagađenju prenosi se u nov oblik organske materije, metan, što predstavlja i osnovnu razliku u odnosu na aerobne procese.

Hemijsko prečišćavanje

U cilju bržeg i efikasnijeg taloženja zagađene vode primenjuje se hemijska koagulacija i flokulacija (Vitorović, 1990).

Hemikalije koje se najviše koriste su: aluminijum-sulfat, fero-sulfat sa krečom, feri-sulfat i feri-hlorid sa ili bez kreča.

Zapremina mulja koji se dobija hemijskom precipitacijom znatno je veća nego kod standardne primarne sedimentacije. Ovim putem se može redukovati 90% materija.

Dezinfekcija je hemijski tretman koji podrazumeva dodavanje dezinfekcionih sredstava efluentu radi deaktivacije patogenih mikroorganizama. Proces dezinfekcije najčešće je putem hlorisanja. Pored gasovitog hlora i čvrstih hipohlorita (kalcijum ili natrijum), upotrebljavaju se i hlor-dioksid, zatim hloramini i organska hlorna jedinjenja. Najčešće se upotrebljava čist hlor koji s vodom daje hipohlorastu kiselinu, jako oksidaciono sredstvo, a ova se razlaže dajući nascentni kiseonik koji uništava bakterije:



Laboratorijska praksa pokazuje da je dezinfekcija uspešna ako se u efluentu posle 15 minuta kontakta hlora sa vodom nađe 0,5 mg/l rezidualnog hlora.

Količina hlora potrebna da se obezbedi rezidualni hlor od 0,5mg/l, u većini efluenata primarne sedimentacije kreće se 12–25 mg/l. Doza 4–6 mg/l dovoljna je za sprečavanje neprijatnog mirisa. Normalno je da se počne sa prilično visokom dozom hlora (10 mg/l) za brzo uništavanje mirisa, i onda se postepeno doza smanjuje do potrebnog mirisa. Rezidualni hlor može imati negativne posledice na neke aplikacije na ponovnu upotrebu, kao što je navodnjavanje useva.

Ako voda sadrži fenole, pri upotrebi hlora njen ukus se veoma pokvari, što je posledica građenje hlornih derivata fenola. U ovakvim slučajevima je bolje da se pri dezinfekciji hlorom vodi dodaje i odgovarajuća količina amonijaka tako da se grade hloramini (monohlor-amin NH_2Cl), koji nisu tako reaktivni i ne daju fenolne derivate neprijatnog ukusa. Pored hlornih jedinjenja, za dezinfekciju se mogu primenjivati i druga sredstva. Ozon je dobro baktericidno sredstvo, deluje brzo i efikasno, a voda ostaje bez mirisa, boje i neprijatnog ukusa, jer je u pitanju jako oksidaciono sredstvo. Međutim, primena ozona ipak nije uobičajena zbog skupih instalacija za proizvodnju ozona, a sem toga, u slučaju nestanka električne struje koja je potrebna za proizvodnju ozona, onemogućena je dezinfekcija. Soli bakra i srebra imaju takođe baktericidno dejstvo. Cu(II) -sulfat se upotrebljava kao sredstvo protiv nekih vrsta algi (10-50 mg/l). Dezinfekcija se može vršiti i pomoću ultraljubičaste svetlosti. Međutim, zračenje je efikasno samo u tankim slojevima vode (30 cm), a sem toga, instalacije su skupe. Prednost dezinfekcije ultraljubičaste svetlosti jeste u tome što se ne kviri ukus i miris vode i što se ne može predozirati. Ona prodiru u ćelijski zid mikroorganizama i uništava sposobnost ćelije da se reprodukuju. Potreba da se pronađe ekološki pogodna zamena za primenu hlora i hipohlorita kao oksidacionih i dezinfekcionih materija u procesima prečišćavanja voda uslovlila je razvoj niza alternativnih postupaka čijom se primenom izbegava nastajanje rezidualnih hlornih jedinjenja i hloriranih organskih jedinjenja, koja su se pokazala veoma opasnim i štetnim po okolinu. Ferat (VI), zbog pogodnih fizičko-hemijskih osobina, kao što su visok oksidacioni potencijal samih ferata (VI) i kiseonika koji nastaje oksidacijom vode, i velike moći koagulacije gvožđe (III)-hidroksida, produkta redukcije ferata (VI), pokazao se kao vrlo efikasno i ekološki prihvatljivo oksidaciono, dezinfekciono i koagulaciono sredstvo u veoma različitim oblastima primene (Sharma, et al, 2005, pp.45-58). Efikasno se može primeniti u postupcima hemijskih sinteza kao vrlo snažan oksidans, kao jako dezinfekciono sredstvo za uništavanje patogenih organizama, kao sredstvo za koagulaciju, flokulaciju i razgradnju otrova hemijskog i biološkog porekla, za uklanjanje teških metala iz voda i otpadnih voda, za uklanjanje radioaktivnih elemenata iz radioaktivnih otpadnih voda i slično tome (Sharma, et al, 2005, pp.45-58), (Jiang, Lloyd, 2002, pp.1397-1408).

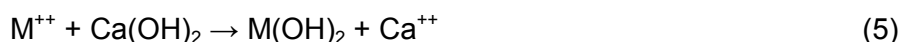
Ferat (VI), za razliku od hlora ili kiseoničkih jedinjenja hlora (koji se u prečišćavanju vode za piće primenjuju u više od 90% slučajeva), ne gradi u procesima tretmana voda štetna jedinjenja po ljude i biosferu, kao što su izuzetno štetna hlor-organska (na primer, trihlormetan), ili sa jonima broma, kancerogena bromna jedinjenja, bromate. Pokazano je da primenom uobičajenih dezinfekcionih sredstava za tretman voda, tj. hlornih jedinjenja i ozona, može nastati i do 500 produkata štetnih po ljudsko zdravlje (Sharma, 2007, pp.225-232), (Čekerevac, i dr, 2010, pp.423-430).

Tako se primenom ferata (VI) može efikasno smanjiti koncentracija prisutnih teških metala, Mn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} i Hg^{2+} , u zagađenim vodama i svesti na niske vrednosti, u granicama od 10 do 100 mg/dm^3 , zavisno od tretiranog metala.

Fenoli, česti i veliki zagađivači otpadnih i rečnih voda, mogu se tretmanom vode hlorom, hipohloritom ili ozonom samo delimično ukloniti, dok se tretmanom feratom (VI) koncentracije 0,1–2,0 mg/dm^3 tokom 30 min, pri $pH > 8$ i na temperaturi 25°C, mogu razložiti i do 100%.

Postupci za uklanjanje teških metala je prevođenje u nerastvorna jedinjenja, taloženjem sa pogodnim sredstvom. Najčešće se prevode u hidrokside, sulfide, a neki metali u karbonate.

Teški metali (M) se prevode u nerastvorne hidrokside sa $Ca(OH)_2$ ili NaOH.



Efikasnost prečišćavanja je velika (preostala koncentracija M je obično manja od 1 mg/l , a u nekim slučajevima manja je i od 0,1 mg/l). Efikasnost prečišćavanja zavisi pre svega od pH , pošto je većina hidroksida amfoterno.

Teški metali (M) se mogu efikasnije istaložiti kao sulfidi, čija je rastvorljivost daleko manja od hidroksida i nisu amfoterni kao hidroksidi. Za prevođenje metala u sulfide koriste se rastvoreni sulfidi, obično natrijum-sulfid ili natrijumbisulfid, ili slabo rastvorni sulfidi, najčešće fero-sulfid.



Ozbiljni nedostaci postupka taloženja metala sulfidima su nastajanje toksičnog gasovitog H_2S i višak sulfida u određenoj otpadnoj vodi koji takođe mora da se uklanja. Ovi nedostaci mogu se u velikoj meri kompenzovati vođenjem postupka na pH preko 8 i preciznom kontrolom dodavanja sulfida.

Teški metali (Cd i Pb) se iz otpadne vode mogu ukloniti kao karbonati. Za taloženje se koristi obično Na_2CO_3 .



Prednost taloženja sa karbonatima je rad na nižim pH -vrednostima, tako da nije potrebno kasnije neutralizacija određene otpadne vode (za taloženje Cd i Pb kao hidroksida pH mora biti preko 10, a kao karbonata $pH=7,5-8,5$).

Upotreba otpadnih voda

Praksa korišćenja otpadnih voda razlikuje se od zemlje do zemlje. Njena primena i tehnologija koja će se promenivati, značajno zavisi, ali se i razlikuje u funkciji od društveno-ekonomskih okolnosti, industrijske strukture, klime, kao i spremnosti politike jedne države (Gaćeša, Klašnja, 1994).

Ponovna upotreba voda za navodnjavanje poljoprivrednih kultura

Od 41% reciklirane vode u Japanu, 60% u Kaliforniji (SAD), a 15% u Tunisu se koristi za navodnjavanje poljoprivrednih kultura. U Kini najmanje 1,33 miliona hektara poljoprivrednog zemljišta navodnjava se sa netretiranom ili delimično tretiranom otpadnom vodom (<http://www.eolss.net>). Poljoprivredno navodnjavanje je od ključnog značaja za poboljšanje kvaliteta i kvantiteta proizvodnje. Do 2025, očekuje se da poljoprivreda poveća svoje zahteve za vodom za 1,2 puta (<http://www.unep.or.jp>).

Ako otpadne vode potiču iz industrijskih izvora, prisustvo toksičnih hemikalija, soli, odnosno teških metala može da ograniči ponovnu upotrebu. Takav materijal može promeniti svojstva zemljišta i može uticati na rast useva, tako da bi odgovarajući tretman i nadzor trebalo da se praktikuje.

Reciklirane vode koje su važne za poljoprivredu moraju da sadrže azot, kalijum, cink, bor i sumpor. Međutim, višak azota može dovesti do pojave rastinja, odložene zrelosti useva i loš kvalitet. Bor je suštinski element za rast biljaka, dok višak bora postaje toksičan.

Tunis je jedna od retkih zemalja koja ima razrađenu nacionalnu politiku koju sprovodi za ponovnu upotrebu otpadnih voda. Od 1960. godine, otpadna voda u Tunisu se koristi za navodnjavanje voćnjaka. Od 1989, posle sekundarnog tretmana, otpadna voda se koristi za uzgoj raznih vrsta useva (maslina, stočne hrane, pamuka itd.), osim za uzgoj povrća.

U zemljama kao što su Maroko, Jordan, Egipat, Malta, Kipar i Španija, koriste se ili se razmatraju mogućnosti korišćenja otpadnih voda za navodnjavanje, dok je u Izraelu, procenat upotrebe otpadnih voda za navodnjavanje najviši u regionu, sa 24,4%, a trebalo da bude povećana na 36% u narednom periodu (<http://www.eolss.net>).

Socijalno–ekonomski uslovi, u zavisnosti od države, mogu biti različiti, počevši od nestašice novca za kapitalne investicije. Zato su novčana sredstva EU veoma važna za države kao što su na pr. Grčka ili Srbija.

Egipat, Jordan, Tunis, Palestina, Maroko, Sirija predstavljaju grupu zemalja sa velikom potrebom ponovnog korišćenja otpadnih voda, ali preovlađuje ekonomski problem, ograničena iskustva, neadekvatna infrastruktura uključujući odvodne kanale i tretman fabričkih otpadnih voda.

Stroge standarde za ponovnu upotrebu voda, kao što su standardi u Kaliforniji i u drugim državama SAD-a (USEPA 1992), nije lako postići.

Direktiva WHO je manje stroga, odnosno ona definiše tretman otpadnih voda za navodnjavanje useva, naročito u zemljama u razvoju.

Države koje su članice EU, kao što je Grčka, mogu da očekuju da im se obezbede finansijska sredstva kako bi unapredili zaštitu zdravlja i kako bi sprovele određene zakone i regulative (Andreadakis, et al, 2001), 7th Conference on Environmental Science and Technology, Greece, September nd).

Tabela 5

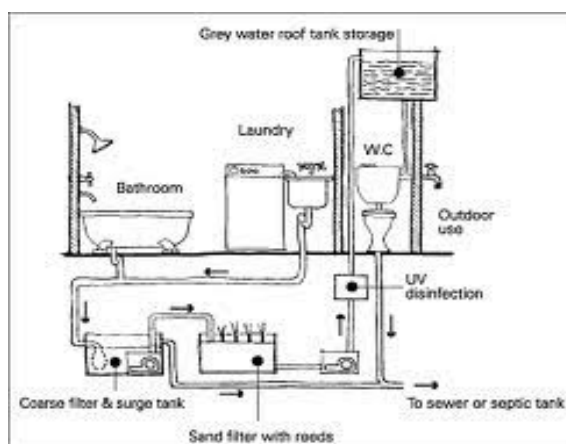
Table 5

Aktuelna regulativa za ponovnu upotrebu otpadnih voda za navodnjavanje poljoprivrednih useva
Current regulations for the reuse of wastewater for irrigation of agricultural crops

Zemlja	Glavna odlika
SAD	200 FC/100mL + rezidualni hlor u zavisnosti od kulture
Kipar	50–100 FC/100mL i 200–1000 FC/100mL, za površine sa neograničenim javnim pristupom, i navodnjavanjem useva sa ograničenim javnim pristupom
Izrael	120–250 FC/100mL. Regulativa za BOD i rezidualni hlor
Španija	Manje od 1000 FC/100mL i manje od 1 nematode (valjkasti crv) po litru
Saudijska Arabija	22–100 and 23–200 FC/100mL za neograničeno i ograničeno navodnjavanje. Izazivači crevne infekcije, nematode 1 po litru
Tunis	Crevne infekcije (valjkasti crvi) prisutni manje od 1 po litru

Ponovna upotreba otpadnih voda iz domaćinstava

Siva voda je voda koja se dobija od uobičajenih aktivnosti u jednom domaćinstvu kao što je brijanje, tuširanje i pranje veša. Obzirom da sive vode predstavljaju 50-80% uobičajene potrošnje vode u domaćinstvu, ekolozi smatraju da je njeno ispuštanje u kanalizaciju, bacanje i propuštanje mogućnosti za očuvanje resursa. Ona se može lako zadržati, tretirati na licu mesta, i ponovo koristiti za vodonotliče i zalivanje, za koje se uobičajeno koristi pijaća voda.



Slika 1 – Šema sistema za tretman sive vode u domaćinstvima
Figure 1 – Scheme of the system for the treatment of gray water in homes

Sistemi koji se koriste za prečišćavanje i dezinfekciju, zavise od država i od propisa koje tretirana voda mora da ispuni. U Australiji nije dozvoljeno da se voda iz kuhinja tretira kao siva voda jer sadrži ostatke hrane, a samim tim mogu biti prisutni i patogeni organizmi, što otežava proces prečišćavanja. U drugim državama je zabranjena ponovna upotreba sivih voda iz veš-mašina, jer u njima mogu biti prane pamučne pelene, pa bi ova voda bila zagađena fekalijama bez obzira što nema kontakta sa glavnom fekalnom kanalizacijom.

U Kaliforniji godinama se koristi tretirana siva voda za navodnjavanje bašta, a istraživanja su pokazala da njihovom upotrebom ne dolazi do pojave zdravstvenih problema.

Ponovna upotreba sivih voda znači manju potrošnju energije i manju primenu hemikalija u pogonima za prečišćavanje voda, što je značajna prednost za zajednicu, odnosno domaćinstva će trošiti znatno manje novca za račune za vodu.

Ponovna upotreba otpadnih voda iz industrije

U industriji voda se koristi za: hlađenje, industrijske procese i napajanje parnih kotlova (Radovanović, 1989).

Kod prečišćavanja industrijskih otpadnih voda se u principu razlikuju dva pristupa: predtretman otpadnih voda koji se mora sprovesti radi zadovoljavanja kriterijuma koji su propisani pri ispuštanju u javne kanalizacije i jedinstveno prečišćavanje otpadnih voda (bez mešanja sa otpadnim vodama domaćinstva) radi zadovoljavanja propisanih kriterijuma za efluent koji se sme ispuštati u određeni vodoprijemnik.

Sve češće je slučaj da industrijske vode preduzeća ispuštaju svoje otpadne vode u gradsku kanalizaciju, pošto ih prethodno delimično prečiste do potrebnog nivoa, gde se one mešaju sa otpadnim vodama iz domaćinstava i potom konačno prečišćavaju u istom postrojenju.

Sastav vode za parne kotlove je od vrlo velike važnosti jer i najmanja smetnja u parnom kotlu može izazvati poremećaj u čitavom industrijskom procesu. Kvalitet vode za parne kotlove zavisi od vrste postrojenja, od pritiska pare koja se proizvodi i od toga za šta će se para upotrebiti. Voda treba da je takvog kvaliteta da u kotlu ne ostavlja taloge i kore, da ne deluje koroziono, da čistoća proizvedene pare odgovara nameni, voda ne treba da sadrži supstance koje bi izazvale penušanje (masti, ulja i neke druge organske supstance) i treba da je slabo alkalna (pH = 7-9,5).

Industrijske vode, u zavisnosti od procesa u industriji, mogu da se prečiste do određenog stepena. Pri ispuštanju u prirodni vodeni sistem moraju biti zadovoljeni principi na kojima se zasniva sistem graničnih vrednosti važnijih parametara otpadnih voda, razrađen od strane „Udruženja za otpadne vode“ iz Savezne Republike Nemačke, a iste su prikazane u tabeli 6.

Tabela 6
Table 6

Granične vrednosti parametara otpadnih voda – Savezna Republika Nemačka
Limit values of the parameters – Germany

1. Opšti parametri	
Temperatura	Do 35°C
pH	Od 6,5 - 10
2. Ulje i masnoće koje se mogu saponifikati	250 cm ³ /dm ³
3. Ukupni ugljovodonici	20 cm ³ /dm ³
Halogenovani ugljovodonici	5 mg ³ /dm ³
4. Neorganske materije – metali (rastvorene i nerastvorene)	
Arsen (As)	1 mg/dm ³
Olovo (Pb)	2 mg/dm ³
Kadmijum (Cd)	0,5 mg/dm ³
Šestovalentan hrom (Cr ⁶⁺)	0,5 mg/dm ³
Trovalentan hrom (Cr ³⁺)	3 mg/dm ³
Bakar (Cu)	2 mg/dm ³
Nikal (Ni)	3 mg/dm ³
Živa (Hg)	0,05 mg/dm ³
Selen (Se)	1 mg/dm ³
Cink (Zn)	5 mg/dm ³
Kalaj (Sn)	5 mg/dm ³
Kobalt (Co)	5 mg/dm ³
Srebro (Ag)	2 mg/dm ³
Barijum (Ba)	4 mg/dm ³
Titan (Ti)	5 mg/dm ³
Natrijum (Na)	500 mg/dm ³
Aluminijum i gvožđe (Al, Fe)	Bez ograničenja sve dok ne prouzrokuje poteškoće na postrojenju za prečišćavanje
5. Neorganske materije – nemetali (rastvorene)	
Amonijak jon i amonijak, (NH ₄ ⁺), (NH ₃)	200 mg/dm ³
Nitrit, samo u slučaju veće količine, (NO ₂ ⁻)	20 mg/dm ³
Cijanidi, koji se lako oslobađaju, (CN ⁻)	1 mg/dm ³
Cijanidi, ukupno	20 mg/dm ³
Fluoridi (F ⁻)	60 mg/dm ³
Sulfati (SO ₄ ²⁻)	600 mg/dm ³
Sulfidi (S ²⁻)	2 mg/dm ³
Hloridi (Cl ⁻)	250 mg/dm ³
Slobodan hlor, (Cl ₂)	5 mg/dm ³
6. Organske materije	
Fenoli, koji isparavaju sa vodenom parom (kao C ₆ H ₅ OH); boje	100 cm ³ /dm ³ , samo u koncentraciji koja ne dovodi do obojenja vode vodoprijemnika, nakon prečišćavanja otpadnih voda na centralnom postrojenju
7. Materije koje se spontano oksiduju	
Npr. natrijum-sulfat, fero-sulfat i sl.	Samo u koncentraciji koja ne dovodi do anaerobnog stanja u javnoj kanalizaciji

Regulativa (MDK)

O graničnim vrednostima ispuštanja opasnih materija u vodama i o pravilima njihove primene govori Uredba 28/2004 Ministarstva za zaštitu životne sredine (Republika Mađarska), a osnovne vrednosti su prikazane su u tabeli 7:

Tabela 7

Table 7

Granične vrednosti ispuštanja opasnih materija u vodama i o pravilima njihove primene
Limit values for discharge of hazardous substances into waters and the rules about their application

Pokazatelj	Upuštanje povremenog karaktera	Kontinualno ispuštanje u gradsku kanalizaciju
pH	Ispod 6,5 iznad 10mg/l	Ispod 6,5 iznad 10mg/l
Zagađenje	mg/l	mg/l
HPK	1000	1000
BPK ₅	500	500
Ukupan neorganski azot	120	120
Ukupan azot	150	150
Amonijak-amonijačni azot	100	100
Taložne materije	150	150
Ukupan fosfor	20	20
Ekstrat sa organskim rastvaračem (ulja, masnoća)	50	50
Mineralna ulja	5	10
Fenoli	5	10
Katran	1	5
Ukupno gvožđe	10	20
Ukupno mangan	5	5
Sulfid	0,5	5
Sulfat	400	400
Aktivni hlor	30	30
Ukupne soli	2500	2500
fluoridi	20	50
Opasne i toksične materije		
Ukupan arsen	*	0,2
Ukupan barijum	*	0,5
Cijanidi-lako isparljivi	0,1	0,1
Ukupni cijanidi	1	1
Ukupno srebro	*	0,2
Ukupna živa	*	0,05
Ukupan cink	*	2
Ukupan kadmijum	*	0,1
Ukupan kobalt	*	1
Hrom VI	*	0,5
Ukupan hrom	*	1
Ukupno olovo	*	0,2
Ukupan kalaj	*	2
Ukupan bakar	*	2
Ukupan nikal	*	1
molibden	*	2
BTEX (benzol, toluol, etilbenzol, ksilol)	*	0,1
Organski rastvarač	*	0,1
Azbest	30	30

U Republici Srbiji granična vrednost emisije za komunalne otpadne vode koje se ispuštaju u površinske vode je sledeća (tabela 8), dok GVE prečišćenih otpadnih voda koje se ispuštaju u površinske vode, a koje se koriste za kupanje, rekreaciju itd., predstavljeni su u tabeli 9.

Tabela 8
Table 8

Granična vrednost emisije za komunalne otpadne vode koje se ispuštaju u površinske vode
Emission limits for municipal wastewater discharged into surface waters

Parametar	GV	Najmanji % smanjenja
a. GVE na uređaju drugog stepena prečišćavanja		
BPK ₅ na 20 °C	25 mg/l O ₂ 40 mg/l O ₂	70-90
HPK	125 mg/l O ₂	75
Ukupne suspendovane materije	35 mg/l 60 mg/l	90 70
b. GVE na uređaju trećeg stepena prečišćavanja		
Ukupan fosfor	2 mg/l P 1 mg/l P	80
Ukupan azot	15 mg/l N 10 mg/l N	70-80

Tabela 9
Table 9

GVE prečišćenih komunalnih otpadnih voda koje se ispuštaju u površinske vode, a koje se koriste za kupanje i rekreaciju, vodosnabdevanje i navodnjavanje
Emission limit values of treated municipal wastewater discharged into surface waters, which are used for swimming and recreation, water supply and irrigation

Parametar	Jedinica mere	GV
Koliformne bakterije	broj u 100 ml	10000
Koliformne fekalnog porekla	broj u 100 ml	2000
Streptokoke fekalnog porekla	broj u 100 ml	400

Regulativa u Srbiji koja se koriste za vode koje služe za navodnjavanje tj. vrednost maksimalno dozvoljene koncentracije opasnih i štetnih materija, objavljena je u Sl. glasniku RS, br. 23, 1994, str. 553 (tabela 10).

Tabela 10
Table 10

MDK opasnih i štetnih materija u vodi za navodnjavanje u bivsoj Jugoslaviji
Maximum permissible value of hazardous and harmful substances in water for irrigation in former Yugoslavia

Hemijski element	MDK u vodi (mg/l)
Cd	0,01
Pb	0,1
Hg	0,001
As	0,05
Cr	0,5
Ni	0,1
F	1,5
Cu	0,1
Zn	1
B	1

U tabeli 11 su prikazani parametri koji prelaze propisane vrednosti tj. MDK u površinskim vodama Republike Srbije.

Tabela 11
Table 11

Vrednost nekih parametara koji ekstremno prelaze MDK vrednosti u površinskim vodama Republike Srbije
Value of some parameters exceeding the MDK to extreme values in the surface waters of the Republic of Serbia

Reka	BPK (mgO ₂ /l)	Fenoli (mg/m ³)	NH ₃ (mgN/l)
Stari Begej	324	651	
Tamiš	108	198	39
Kanal DTD	288	107	
Crnica	89		
Lugomir	162		
Belica	103		
Južna Morava	76	209	
Ibar		68	

Zaključak

Iz navedenih podataka, prezentovanja količina, načine tretmana, upotreba prečišćenih otpadnih voda, poređenja regulativa, može se zaključiti da bi se dostigli standardi razvijenih zemalja, potreban je dug vremenski period, stručan kadar, kako bi otpadne vode Republike Srbije bile prečišćene do odgovarajućeg nivoa i kao takve bi pronašle odgovarajuću primenu, a takođe bi se uštedeli postojeće resurse.

Literatura

Andreadakis, A., Gavalaki, E., Mamais, D., Tzimas, A., 2001, Wastewater reuse criteria in Greece, *Selected from papers presented at the 7th Conference on Environmental Science and Technology*, Ermoupolis, Syros island, Greece, September nd.

Čekerevac, M., Nikolić-Bulatović, Lj., Mirković, M., Popović, N., 2010, Pri-
mena ferata (VI) sintetizovanog elektrohemijским postupkom u procesima preči-
šćavanja otpadnih voda, *Hemijska industrija* 64 (5) pp.423-430.

Dalmacija, B., 2011, Zagađivanje voda u Srbiji (otpadne vode), *Seminar za novinare, Upravljanje životnom sredinom*, Novi Sad, nd.

Dean, J.D., Bosqui, F.L., Lanouette, K.H., 1972, Removing Heavy Metals from Waste Water, *Environmental Science & Technology* 6 pp. 518-522.

Gaćeša, S., Klašnja, M., 1994, *Tehnologija vode i otpadnih voda*, Beograd, Jugoslovensko udruženje pivara.

Jahić, M., 1990, *Prečišćavanje zagađenih voda*, Novi Sad, Naučno obrazovni institut za uređenje voda, Poljoprivredni fakultet.

Jiang, J.Q., Lloyd, B., 2002, Progress in the development and use of ferrate (VI) salt as an oxidant and coagulant for water and wastewater treatment, *Water Res.* 36 pp.1397-1408.

Mojović, Lj., 2004, *Biološka obrada otpadnih voda*, Beograd, Tehnološko-metalurški fakultet.

Radovanović, M., 1989, *Pogonske materije, II deo - industrijska voda*, Beograd, Mašinski fakultet.

Rekalić, V., 1989, *Analiza zagađivača vazduha i vode*, Beograd, Tehnološko-metalurški fakultet.

Sharma, V.K., 2007, Disinfection performance of Fe (VI) in water and wastewater: A review, *Water Sci. Technol.* 55 pp. 225-232.

Sharma, V.K., Kazama, F., Jiangyong, H., Ray, A.K., 2005, Ferrates (iron VI and iron V) – environmentally – friendly oxidants and disinfectant, *Jornal of Water Health* 3 pp. 45-58.

Vitorović, D., 1990, *Hemijska tehnologija*, Beograd, Naučna knjiga.

<http://www.eolss.net>

<http://www.unep.or.jp>

WASTEWATER REUSE

FIELD: Chemical Technology

ARTICLE TYPE: Review

Summary:

Water scarcity and water pollution are some of the crucial issues that must be addressed within local and global perspectives. One of the ways to reduce the impact of water scarcity and to minimize water pollution is to expand water and wastewater reuse. The local conditions including regulations, institutions, financial mechanisms, availability of local technology and stakeholder participation have a great influence on the decisions for wastewater reuse.

The increasing awareness of food safety and the influence of the countries which import food are influencing policy makers and agriculturists to improve the standards of wastewater reuse in agriculture. The environmental awareness of consumers has been putting pressure on the producers (industries) to opt for

environmentally sound technologies including those which conserve water and reduce the level of pollution.

It may be observed that we have to move forwards to implement strategies and plans for wastewater reuse. However, their success and sustainability will depend on political will, public awareness and active support from national and international agencies to create favorable environment for the promotion of environmentally sustainable technologies.

Wastewater treatment has a long history, especially in agriculture, but also in industry and households. Poor quality of wastewater can pose a significant risk to the health of farmers and users of agricultural products. The World Health Organization (WHO) is working on a project for the reuse of wastewater in agriculture.

To reduce effects of human activities to the minimum, it is necessary to provide such technical and technological solutions that would on the one hand ensure complying with the existing regulations and legislation, and on the other hand provide economically viable systems as seen through investments and operating costs.

The use of wastewater

The practice of using wastewater varies from country to country. Its application and technology applied are significantly dependent on socio-economic circumstances, industry structure, climate and politics.

Reuse of water for irrigation of agricultural crops

Forty-one percent of the recycled water in Japan, 60% in California (USA), and 15% in Tunisia is used for irrigation of crops. In China, at least 1.33 million hectares of agricultural land is irrigated with untreated or partially treated wastewater (<http://www.eolss.net>). Agricultural irrigation is essential to improve the quality and quantity of production. By 2025, agriculture is expected to increase its water requirements by 1.2 times (<http://www.unep.or.jp>).

If wastewater originates from industrial sources, the presence of toxic chemicals, salts and heavy metals may limit its reuse. Such materials can change soil properties and may affect the growth of crops, so that appropriate treatment and supervision should be practiced.

Recycled water that is important for agriculture must contain nitrogen, potassium, zinc, boron and sulfur. However, excess nitrogen can lead to overgrowth, delayed crop maturity and poor quality. Boron is an essential element for plant growth, and the excess boron becomes toxic.

Tunisia is one of a few countries that have implemented a national policy for the reuse of wastewater. Since 1960., the wastewater in Tunisia has been used for irrigation of orchards. Since 1989, after a secondary treatment, the wastewater has been used for

the cultivation of various crops (olives, fodder, cotton, etc.), except for growing vegetables.

In countries such as Morocco, Jordan, Egypt, Malta, Cyprus and Spain, wastewater is either used or being considered for irrigation, while in Israel, the percentage of the use of wastewater for irrigation is the highest in the region, with 24.4% and should be increased to 36% in the future (<http://www.eolss.net>).

Depending on the country, socio-economic conditions, may be different, starting from the shortage of money for capital investments. Therefore, the EU funds are very important for the countries such as Greece and Serbia.

Egypt, Jordan, Tunisia, Palestine, Morocco and Syria represent a group of countries with a high need for the reuse of wastewater, but also with prevailing economic problems, limited experience, inadequate infrastructures, including sewers and wastewater treatment factories.

Strict standards for the reuse of water such as the standards in California and other states in the U.S.A. (USEPA 1992), are not easy to achieve. The WHO directive is less severe, and it defines the treatment of wastewater for irrigation of crops, especially in developing countries.

The countries that are the EU members, such as Greece, can expect to be provided with funding to improve health and to implement certain laws and regulations (Andreadakis A. et al., 2001, 7th Conference on Environmental Science and Technology, Greece, September nd)

Reuse of wastewater from households

Gray water is water that comes from common household activities such as shaving, showering and washing machines. Since graywater represents 50-80% of common household water consumption, environmentalists believe that its discharge into drains is a waste and a missed opportunity to use such a resource. It can easily be captured, treated on site and reused in toilets and for landscaping, instead of commonly used drinking water.

Systems used for purification and disinfection depend on countries and requirements that treated water must meet. In Australia, it is not allowed to treat water from the kitchen as gray water because of the presence of food, i.e. possible and therefore may be present pathogenic organisms which make the purification process difficult. Some other states prohibit the reuse of gray water from washing machines- since cloth diapers can be washed in them, the water can be contaminated with faeces despite no contact with the main sewage drains.

In California, treated gray water has been used for garden irrigation for years, and studies have shown that its use does not cause health problems.

Reuse of gray water means less energy consumption and less chemicals in wastewater treatment plants, which is good for the community, i.e. households will be spending significantly less money on water bills.

Reuse of wastewater from industry

In industry, water is used in refrigeration, industrial process and power boilers.

In the purification of industrial wastewater two approaches are generally distinguished: a pretreatment of wastewater that must be implemented to meet the criteria for its discharge into public sewers and a singular wastewater treatment (without interference from household waste) to meet the criteria for effluent to be discharged.

More and more frequently companies release their waste into urban sewage, having previously partially refined it to the level where it is mixed with wastewater from households and then finally purified in the same installation. The composition of water for steam boilers is of very great importance, because the slightest disturbance in the steam boiler can cause a disturbance in the entire industrial process. The quality of water for steam boilers depends on the type of a plant, steam pressure and the purpose for which steam is used. Water should be of such quality that it does not leave residues and deposits and it should not have a corroding effect. The purity of produced steam should correspond to the purpose of the steam in question. Water should not contain substances that could cause foaming (fats, oils and other organic substances) and should be slightly alkaline (pH = 7 to 9.5).

Industrial water, depending on the processes in the industry, can be purified up to a certain degree. When discharged into natural water systems, it must meet the principles underpinning the system of the limit values of major wastewater parameters, developed by The Association for wastewater from the Federal Republic of Germany and presented in Table 6.

Conclusion

The data presented here, including quantities, methods of treatment, use of treated wastewater and different regulations, lead to a conclusion that in order to reach the standards of developed countries, the Republic of Serbia needs experts and a long time period to treat its wastewater to an adequate level for its reuse as well as for the sparing use of its water sources in general.

Key words: reuse wastewater; pollution; wastewater.

Datum prijema članka/Paper received on: 21. 05. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
12. 02. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on:
14. 02. 2013.