ISSN 0042-8469
e-ISSN 2217-4753

4(63)
2015

ВОЈНОТЕХНИЧКИ гласник

НАУЧНИ ЧАСОПИС МИНИСТАРСТВА ОДБРАНЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

втг.мо.упр.срб
www.vtg.mod.gov.rs

UDC 623 + 355/359

ISSN 0042-8469
e-ISSN 2217-4753

4(63)
2015

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РЕСПУБЛИКИ СЕРБИЯ

втг.мо.упр.срб
www.vtg.mod.gov.rs

UDC 623 + 355/359

ISSN 0042-8469
e-ISSN 2217-4753

4(63)
2015

MILITARY TECHNICAL Courier

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

втг.мо.упр.срб
www.vtg.mod.gov.rs

UDC 623 + 355/359

ISSN 0042-8469
e-ISSN 2417-4753
COBISS.SR-ID 4423939

ВОЈНОТЕХНИЧКИ
гласник

НАУЧНИ ЧАСОПИС
МИНИСТАРСТВА ОДБРАНЕ
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

VOJNOTEHNIČKI
glasnik

NAUČNI ČASOPIS
MINISTARSTVA ODBRANE
REPUBLIKE SRBIJE

втг.мо.упр.срб
www.vtg.mod.gov.rs
4 (63)
UDC 623 + 355/359

БРОЈ 4 ГОДИНА LXIII ОКТОБАР-ДЕЦЕМБАР 2015.
BROJ 4 GODINA LXIII OKTOBAR-DECEMBAR 2015.

ISSN 0042-8469
e-ISSN 2417-4753
COBISS.SR-ID 4423939

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
МИНИСТЕРСТВА
ОБОРОНЫ РЕСПУБЛИКИ
СЕРБИЯ

MILITARY TECHNICAL Courier

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

втг.мо.упр.срб
www.vtg.mod.gov.rs

4(63)

UDC 623 + 355/359

НОМЕР ВЫПУСКА 4 ТОМ LXIII ОКТЯБРЬ-ДЕКАБРЬ 2015.
No 4 VOLUME LXIII OCTOBER-DECEMBER 2015.

МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

МЕДИЈА ЦЕНТАР „ОДБРАНА“

Директор
Стевица С. Карапанџин, пуковник

УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ У БЕОГРАДУ

Ректор
Проф. др *Младен* Вуруна, генерал-мајор

Начелник одсека за издавачку делатност
Драгана Марковић

УРЕДНИК ВОЈНОТЕХНИЧКОГ ГЛАСНИКА
мр *Небојша* Гаћеша, потпуковник
e-mail: nebojsa.gacesa@mod.gov.rs, tel.: 011/3349-497, 064/80-80-118

УРЕЂИВАЧКИ ОДБОР
– генерал-мајор проф. др Бојан Зрнић, начелник Управе за одбрамбене технологије Сектора за материјалне ресурсе Министарства одбране Републике Србије, председник Уређивачког одбора,
– доц. др Данко Јовановић, генерал-мајор у пензији, заменик председника уређивачког одбора,
– др Стеван М. Бербер, The University of Auckland, Department of Electrical and Computer Engineering, Auckland, New Zealand,
– научни сарадник др Обрад Чабаркапа, пуковник у пензији,
– проф. др Владимир Чернов, Владимирский государственный университет, Владимир, Российская федерация (Vladimir State University, Vladimir, Russian federation),
– пуковник ванр. проф. др Горан Дикић, проректор Универзитета одбране, Београд,
– проф. др Александр Дорохов, Харьковский национальный экономический университет, Харьков, Украина (Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine),
– проф. др Жељко Ђуровић, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
– проф. др Леонид И. Гречихин, Минский государственный высший авиационный колледж, Минск, Республика Беларусь; академик Академии строительства Украины (Minsk State Higher Aviation College, Minsk, Republic of Belarus; academician of Academy of Construction of Ukraine),
– др Јован Исаковић, Војнотехнички институт, Београд,
– проф. др Слободан Јарамаз, шеф Катедре за системе наоружања Машинског факултета Универзитета у Београду,
– проф. др Миодраг Јевтић, генерал-потпуковник у пензији,
– доц. др Вукица М. Јовановић, Trine University, Allen School of Eggineering and Technology, Department of Engineering Technology, Angola, Indiana, USA,
– проф. др Мирко Коматина, шеф Катедре за термомеханику Машинског факултета Универзитета у Београду,
– научни саветник др Ана Костов, Институт за рударство и металургију, Бор,
– проф. др Митар Ковач, генерал-мајор у пензији,
– проф. др Бранко Ковачевић, декан Електротехничког факултета Универзитета у Београду,
– др Василије М. Мановић, Combustion and CCS Centre, Cranfield University, Cranfield, UK,
– проф. др Момчило Милиновић, Катедра за системе наоружања Машинског факултета Универзитета у Београду,
– проф. др Градимир В. Миловановић, редовни члан Српске академије наука и уметности, Математички институт САНУ, Београд,
– проф. др Митар Новаковић, ректор Универзитета у Источном Сарајеву, Република Српска, Босна и Херцеговина,
– научни саветник др Предраг Петровић, Извршни директор за научно-истраживачки рад и радиокомуникације Института за телекомуникације и електронику ИРИТЕЛ АД, Београд,
– проф. др Славко Покорни, Висока школа за информационе технологије, рачунарски дизајн и савремено пословање, Београд,
– пуковник доц. др Стеван Радојчић, начелник Војногеографског института, Београд,
– пуковник доц. др Зоран Рајић, директор Војнотехничког института, Београд,
– научни саветник др Александар Родић, руководилац Центра за роботику Института „Михајло Пупин“, Београд,
– проф. др Станко Станић, ректор Универзитета у Бањој Луци, Република Српска, Босна и Херцеговина,
– проф. др Јонел Старету, Transilvania University of Brasov, Romania,
– научни саветник др Срећко С. Стопић, RWTH Aachen University, Faculty for Georesourcen and Materials Engineering, IME Process Metallurgy and Metal Recycling, Aachen, Deutschland,
– проф. др Мирослав Трајановић, шеф Катедре за производно-информационе технологије и менаџмент Машинског факултета Универзитета у Нишу,
– генерал-мајор проф. др Младен Вуруна, ректор Универзитета одбране у Београду,
– проф. др Алекса Зејак, Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду,
– потпуковник мр Небојша Гаћеша, уредник Војнотехничког гласника, секретар Уређивачког одбора.

Адреса редакције: ВОЈНОТЕХНИЧКИ ГЛАСНИК, Браће Југовића 19, Београд
http://www.vtg.mod.gov.rs
http://aseestant.ceon.rs/index.php/vtg/issue/current
http://scindeks.nb.rs/journaldetails.aspx?issn=0042-8469
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=53280
http://doaj.org/toc/0310c0550a134f2ba6a53e54ab177224
INDEXED IN DOAJ
e-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs

Претплата на штампано издање: e-mail: pretplata@odbrana.mod.gov.rs; тел.-фах: 011/3241-009; текући рачун: 840-312849-56

Рукописи се не враћају

Часопис излази тромесечно

Први штампани број *Војнотехничког гласника* објављен је 1. 1. 1953. године

Прво електронско издање *Војнотехничког гласника* на Интернету објављено је 1. 1. 2011. године

Војнотехнички гласник је лиценциран код EBSCO Publishing-а, највећег светског агрегатора часописа, периодике и осталих извора у пуном тексту. Комплетан текст *Војнотехничког гласника* доступан је у базама података EBSCO Publishing-а.

Штампа: Војна штампарија – Београд, Ресавска 40б, e-mail: vojna.stamparija@mod.gov.rs

MINISTRY OF DEFENCE OF THE REPUBLIC OF SERBIA
ODBRANA MEDIA CENTRE
Director
Col *Stevica* S. Karapandžin
UNIVERSITY OF DEFENCE IN BELGRADE
Rector
Major General Mladen Vuruna, PhD, Professor
Head of publishing department
Dragana Marković
EDITOR OF THE MILITARY TECHNICAL COURIER
Lt Col *Nebojša* Gaćeša MSc
e-mail: nebojsa.gacesa@mod.gov.rs, tel: +381 11 33 49 497, +381 64 80 80 118

EDITORIAL BOARD
– Major General Bojan Zrnić, 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
– Scientific Advisor Obrad Čabarkapa, PhD , retired Colonel
– 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; academician of Academy of Construction of Ukraine
– 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
– Professor Miodrag Jevtić, PhD, retired Lt General
– Vukica M. Jovanović, PhD, Trine University, Allen School of Eggineering 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
– Professor Mitar Kovač, PhD, retired Major General
– Professor Branko Kovačević, PhD, Dean of the Faculty of Electrical Engineering University of Belgrade
– Vasilije M. Manović, PhD, Combustion and CCS Centre, Cranfield University, Cranfield, UK
– Professor Momčilo 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 Radojčić, PhD, Assistant Professor, Head of the Military Geografical 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 Mihajlo 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, Professor, Rector of the University of Defence in Belgrade
– Professor Aleksa Zejak, PhD, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
– Lt Colonel Nebojša Gaćeša, 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/index-e.html
http://aseestant.ceon.rs/index.php/vtg/issue/current
http://scindeks.nb.rs/journaldetails.aspx?issn=0042-8469
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=53280
http://doaj.org/toc/0310c0550a134f2ba6a53e54ab177224
INDEXED IN DOAJ
e-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs
Subscription to print edition: 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

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РЕСПУБЛИКИ СЕРБИЯ

МЕДИА ЦЕНТР „ОДБРАНА“

ДИРЕКТОР
Стевица С. Карапанджин, полковник

УНИВЕРСИТЕТ ОБОРОНЫ В Г. БЕЛГРАДЕ

РЕКТОР
профессор д-р Младен Вуруна, генерал-майор

Начальник Управления по делам издательства:
Драгана Маркович

РЕДАКТОР ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ВЕСТНИКА
Кандидат технических наук Небойша Гачеша, подполковник

e-mail: nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
тел.: +381 11 3349 497, +381 64 80 80 118

СОВЕТ РЕДАКТОРОВ
– Генерал майор профессор д-р Боян Зрнич, начальник Управления оборонительных технологий при Департаменте материальных ресурсов Министерства обороны Республики Сербия, председатель Совета редакторов,
– доцент д-р Данко Йованович, отставной генерал майор, заместитель председателя Совета редакторов,
– Д-р Стеван М. Бербер, The University of Auckland, Department of Electrical and Computer Engineering, Auckland, New Zealand,
– Генерал майор профессор д-р Младен Вуруна, ректор Университета обороны в г. Белграде,
– Профессор д-р Леонид Гречихин, Минский государственный высший авиационный колледж, Минск, Республика Беларусь; академик Академии строительства Украины,
– Профессор д-р Александр Дорохов, Харьковский национальный экономический университет, Харьков, Украина,
– Полковник доцент д-р Горан Дикич, проректор Университета обороны, г. Белград,
– Профессор д-р Желько Джурович, Электротехнический факультет Белградского университета,
– Профессор д-р Миодраг Евтич, отставной генерал-майор,
– Профессор д-р Алекса Зейак, Факультет технических наук Университета в г. Нови Сад,
– Профессор д-р Йован Исакович, Военно-технический институт, Белград,
– Профессор д-р Слободан Йарамаз, начальник Кафедры по военному машиностроению Машиностроительного факультета при Белградском университете,
– Д-р Вукица М. Йованович, Trine University, Allen School of Eggineering and Technology, Department of Engineering Technology, Angola, Indiana, USA,
– Профессор д-р Митар Ковач, отставной генерал-майор,
– Профессор д-р Бранко Ковачевич, декан Электротехнического факультета Белградского университета,
– Профессор д-р Мирко Коматина, начальник Кафедры термомеханики Машиностроительного факультета Белградского университета,
– Научный советник д-р Анна Костов, Институт горного дела и металлургии, г. Бор,
– Д-р Василий М. Манович, Combustion and CCS Centre, Cranfield University, Cranfield, UK,
– Профессор д-р Момчило Милинович, Машиностроительний факультет Белградского университета,
– Профессор д-р Градимир В. Милованович, член Сербской академии наук, Белград,
– Профессор д-р Митар Новакович, Университет в г. Восточного Сараево, Республика Сербская, Босния и Герцеговина,
– Научный советник д-р Предраг Петрович, Управляющий директор по вопросам исследовательских работ Института телекоммуникаций и электроники «IRITEL AD» г. Белград,
– Профессор д-р Славко Покорни, Колледж информационных технологий, компьютерного дизайна и современного бизнеса, Белград,
– Полковник доцент д-р Стеван Радойчич, начальник Военно-географического института, г. Белград,
– Полковник доцент д-р Зоран Райич, директор Военно-технического института в г. Белграде,
– Научный советник д-р Александр Родич, руководитель Центра робототехники Института имени «Михаило Пупин» в г. Белграде,
– Профессор д-р Станко Станич, Университет в г. Баня-Лука, Республика Сербская, Босния и Герцеговина,
– Профессор д-р Йонел Старету, Трансильванийский университет в г. Брашов, Румыния,
– Научный советник д-р Сречко С. Стопич, RWTH Aachen University, Faculty for Georesourcen and Materials Engineering, IME Process Metallurgy and Metal Recycling, Aachen, Deutschland,
– Профессор д-р Мирослав Траянович, начальник Кафедры ИТ и менеджмента Машиностроительного факультета в г. Нише,
– Научный советник д-р Обрад Чабаркапа, отставной полковник,
– Профессор д-р Владимир Чернов, Владимирский государственный университет, Владимир, Российская федерация,
– Подполковник кандидат технических наук Небойша Гачеша, редактор Военно-технического вестника, секретарь Совета редакторов.

Адрес редакции: ВОЈНОТЕХНИЧКИ ГЛАСНИК, Браће Југовића 19, Београд
http://www.vtg.mod.gov.rs
http://aseestant.ceon.rs/index.php/vtg/issue/current
http://scindeks.nb.rs/journaldetails.aspx?issn=0042-8469
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=53280
http://doaj.org/toc/0310c0550a134f2ba6a53e54ab177224

INDEXED IN DOAJ

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

Подписка на печатную версию журнала: e-mail: pretplata@odbrana.mod.gov.rs;
тел.-факс: +381 11 3241 009; № расчетного счета: 840-312849-56

Статьи, присланные редакции журнала не возвращаются

Журнала выпускается ежеквартально

Первый номер Военно-технического вестника выпущен 1.1.1953 года.

Первая электронная версия журнала размещена на интернет странице 1.1.2011 года.

Военно-технический вестник включен в систему EBSCO – всемирная академическая база данных и сервисов.

Печатает: Војна штампарија – Београд, Ресавска 40б, e-mail: vojna.stamparija@mod.gov.rs

САДРЖАЈ

ОРИГИНАЛНИ НАУЧНИ ЧЛАНЦИ

ПРЕГЛЕДНИ ЧЛАНЦИ

СТРУЧНИ ЧЛАНЦИ

ИСКУСТВА ИЗ ПРАКСЕ

ПРИКАЗИ

САВРЕМЕНО НАОРУЖАЊЕ И ВОЈНА ОПРЕМА

CONTENTS

СОДЕРЖАНИЕ

IMPROVEMENT OF SIGNAL SYNCHRONIZATION IN GPS SOFTWARE RECEIVER

Vlada S. Sokolović[a], *Goran* B. Marković[b], *Goran* D. Dikić[a]
[a] University of Defense in Belgrade, Military Academy,
e-mail: vlada.sokolovic@va.mod.gov.rs;
gorandikic@mod.gov.rs
[b] University in Belgrade, School of Electrical Engineering,
e-mail: gmarkovic@etf.rs

DOI: 10.5937/vojtehg63-7395
FIELD: Telecommunications
ARTICLE TYPE: Original Scientific Paper
ARTICLE LANGUAGE: English

Abstract:

In GPS receivers, navigation bit allocation is performed throughout the process of signal tracking and detection. In the process of signal tracking, the locally generated signal must be synchronized with the received signal. The Costas phase-locked loop (PLL) behavior, which is often used for signal synchronization, is characterized by dominant tracking error sources. The resulting phase tracking errors are significant in the presence of weak signals, i.e. signals with the low signal-to-noise ratio (SNR). In order to improve the signal synchronization and enable signal tracking by the receiver, we here proposed the usage of a non-data-aided (NDA) phase estimator. Based on the practical processing of the GPS signals, it is shown that the applied NDA algorithm is more resistant to sudden changes in frequency (phase) of the input signal than the previously considered phase discriminator in the Costas PLL. Also, we have shown that the solution analyzed here exhibits more stable operation in signal tracking for a low SNR.

Key words: *global positioning system, phase estimation, receiver, signal processing, software.*

---

* Acknowledgement: The results presented in this paper are obtained within project No III 047029 financed by the Ministry of Science and Technology Development, the Republic of Serbia.

Introduction

The usage of the Global Positioning System (GPS) is considered in many different applications and under various operating conditions, where necessary, the presence of the continuous GPS information.

However, the operation of a GPS receiver under harsh environmental conditions is limited by a complex nature of radio signal propagation (Djogatovic, Stanojevic, 2012, pp.650-671), which comprises multipath propagation, shadowing and interference. Also, when indoor reception is considered, GPS signals are always subject to the effects of multipath propagation, fading, dominant non-line-of-sight signals, absent line-of-sight signals and other issues, which cause GPS receiver's performance degradation (Sathyamoorthy, et al., 2012, pp.338-347). However, GPS receivers are expected to enable GPS signals detection under all working conditions, especially in cases when it is integrated within multisensor platforms (Sokolović, et al., 2013, pp.451-455).

One of the problems regarding weak signal reception by the GPS receiver is the signal tracking performance. In this paper, the coarse/acquisition (C/A) code on the GPS L1 frequency (1575.42 MHz) is observed and the tracking of weak signals by the GPS receiver is analyzed.

In order to perform our analysis, we have developed a software GPS receiver model in the MATLAB environment.

A typical GPS receiver channel, as shown in Figure 1, has two modes of operation: acquisition and tracking (Borre, et al., 2007). The acquisition and/or tracking of GPS signals with a low SNR, presents a difficult task (Kaplan, 1996), (Psiaki, 2001, pp.2838-2850). During the acquisition, the receiver estimates the code phase and the carrier Doppler shift of the received signal (Sun, et al., 2008, pp.1-6). The special block processing algorithms designed for the acquisition in software GPS receivers are already known (Tsui, 2005), (Sokolovic, Popovic, 2009, pp.604-607), (Sokolovic, 2011, pp.81-95).

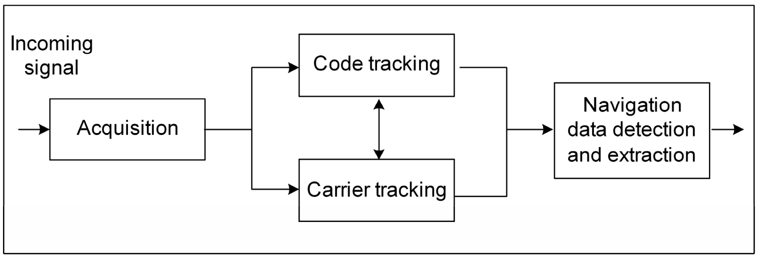


Figure 1 – The block diagram of one GPS receiver channel
Slika 1 – Blok-dijagram jednog kanala GPS prijemnika
Рис. 1 – Блок диаграмм одного канала GPS приемника.

The acquisition parameters are further refined during the tracking operation mode. After the tracking is performed, the navigation data can be properly detected and extracted, and based on these data pseudoranges are computed (Borre, et al., 2007).Thus, the main purpose of tracking is to enable the proper estimation of the C/A code phase and carrier frequency and to keep a track of these quantities while the received signal properties change over time.

The code tracking is usually implemented in the form of a delay-locked loop (DLL). In this paper, we have observed and analyzed the carrier tracking implemented in the form of carrier phase tracking. The GPS receiver continuously executes the tracking process in order to provide a synchronization of the received and the locally generated signal. If an interruption in the signal tracking occurs, the receiver must start a new acquisition process, and only after that can return into the tracking mode. Since the Costas PLL is found to be insensitive to the phase transitions, which occur due to the navigation bits transitions (Borre, et al., 2007), it is one of the reasons that this type of PLLs is used in the GPS receivers. The major application constraint regarding the Costas PLL usage is its relatively small loop bandwidth that suggests a small pull-in and locking frequency range. When the maximum possible frequency deviation is just a small fraction of the received signal bandwidth, the Costas PLL is an effective solution.

The dominant tracking error sources of PLLs are: thermal noise, oscillator phase noise and dynamic stress error (Sokolovic, 2011, pp.81-95). Increasing a pre-detection integration time can resultin a decrease of the thermal noise error (Kazemi, et al., 2008). Unfortunately, since the digital tracking loops are normally used in GPS receivers, when the pre-detection integration time increases, the receiver dynamics uncertainty in the integration time also increases which leads to an unacceptably high phase error. Such a phase error can further result in losing signal tracking and/or in the incorrect detection of navigation bits (especially for the tracking of weak signals).

In order to improve signal synchronization and thus enable a more successful signal tracking of weak signals, we here propose an additional measure, which is embedded in our model of the software GPS receiver. We applied a well-known non-data-aided (NDA) method (Irsigler, et al., 2004, pp.119-139). In fact, we integrated the NDA method as a phase estimation algorithm in the GPS receiver tracking mode, as a part of carrier tracking, instead of the usual phase discriminator within the Costas PLL. By observing the reception of weak GPS signals (with a low SNR) with such a developed receiver, we have shown that the carrier tracking solution proposed here improves the detection of weak signals when compared to the previously considered Costas PLL based solution.

Signal tracking

In Figure 2, a typical design of the Costas PLL is shown (Tsui, 2005). The observed input signal is mixed with locally generated signals obtained by using the output of the voltage controlled oscillator (VCO). The resulting complex signals represent the in-phase (I) and the quadrature (Q) signal components. The control signal for the VCO is generated with a phase discriminator by using the I and Q signal components (Kaplan, 1996). The main purpose of the applied Costas PLL is to direct all of the signal energy into the I (in-phase) arm (Borre, et al., 2007).

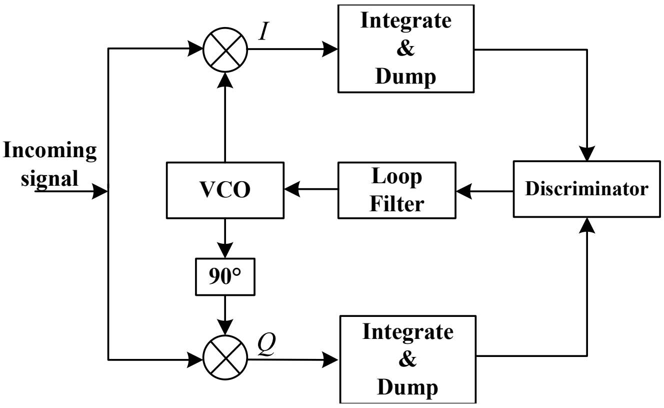


Figure 2 – The block diagram of the Costas PLL
Slika 2 – Blok-dijagram Costasove PLL
Рис. 2 – Блок диаграмм Costas PLL.

The phase error of the locally generated signal for the k-$_{\text{th}}$ satellite, ϕ_k, e.g. the carrier phase difference between the received signal and the locally generated replica for the observed satellite, can be found (Borre, et al., 2007), as:

$$\begin{aligned} I^k &= \frac{1}{2} D^k(n)\cos(\phi), \\ Q^k &= \frac{1}{2} D^k(n)\sin(\phi), \end{aligned} \qquad (1)$$

$$\phi^k = \arctan\left(\frac{Q^k}{I^k}\right), \qquad (2)$$

where $D^k(n)$ are the navigation data (n indicates a discrete-time received signal). From Eqn. (2), it is obvious that when the correlation in the in-phase arm is maximal, the phase error tends to be zero and vice versa.

The Costas PLLs are very sensitive to the dynamic stress which may arise due to the receiver dynamic or due to the interference signals. The dynamic stress can trigger the loss of the lock in the PLL, which then causes the receiver to return into the acquisition operation mode, and afterwards to repeat the PLL closure process.

It should be noticed that updating the data regarding a position and the speed of the GPS receiver is a relatively slow process.In that sense, an additional repetition of the signal acquisition, caused with the loss of the lock inside the PLL, represents a further waste of time for the information updating process. Therefore, in this paper, we have proposed the application of an NDA phase estimator that is less sensitive to the dynamic stress in order to avoid a frequent need for re-acquisition while receiving weak GPS signals.

Non-Data-Aided algorithm

The fundamental frequency estimation can be achieved without using any prior information, i.e. with the NDA approach. In this section, we will define an automatic phase control algorithm (or tracking algorithm) for the software GPS receiver which involves the use of phase estimation. The automatic phase control (APC), or the carrier phase estimation/tracking, can be considered in the form of the general structure given in Figure 3.

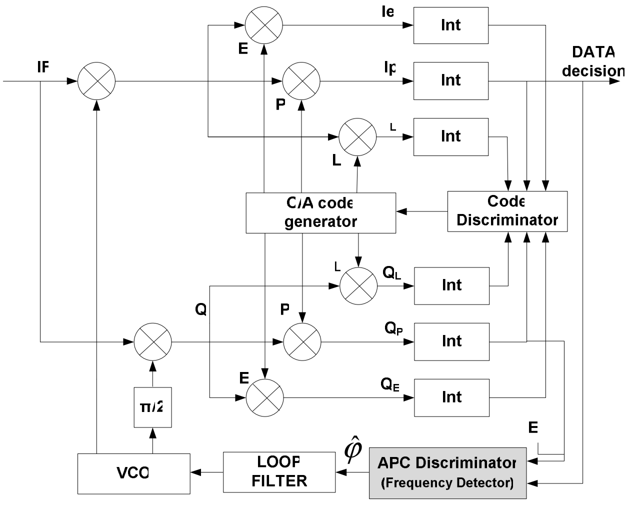


Figure 3 – General configuration used for signal tracking in the GPS software receiver, with the integrated DLL and PLL
Slika 3 – Opšta konfiguracija za praćenje signala u softverskom GPS prijemniku, sa integrisanom DLL i PLL
Рис. 3 – Принципиальная схема отслеживания сигнала в программируемом GPS приемнике, с интегрированными DLL и PLL

In Figure 2, the signal tracking and the navigation bits detection processes are presented. The code tracking is implemented by using the DLL, while the synchronization of the carrier signal is realized by using the PLL with the NDA phase discriminator (shown in Figure 3 as the gray block).

A synchronization algorithm based on the maximum-likelihood criterion should select a set of synchronization parameter values (*φ,ε*), that maximizes the likelihood function $p(r_f/\varphi,\varepsilon)$, where (*φ,ε*) represent real phase and timing offsets, respectively, and $(\hat{\varphi},\hat{\varepsilon})$ are their estimated values.

The data dependency is removed through averaging. To achieve the data independency of an M-ary phase-shift keying (MPSK) signal at the matched filter output detected navigation bits, z_n (*ε*), are taken to the M_{th} power (Meyr, et al.,1998) as,

$$z_n^M(\hat{\varepsilon})=[a_n e^{j\varphi_0}+m_n]^M=a_n e^{jM\varphi_0}+m_n^{'}, \tag{3}$$

where a_n is a symbol value at the time *nT* at the output of the detector, $m_n^{'}$ is the white Gaussian noise with the flat power spectral density N_0 and the covariance σ^2. Since $a^M=(e^{jM\pi l/M})^M=1$ the data independency is achieved, and thus we obtain, (Meyr, et al.,1998),

$$z_n^M(\hat{\varepsilon})=e^{jM\varphi_0}+m_n^{'}, \tag{4}$$

For the known timing and the independent data symbols, when the NDA method is used to process the binary phase-shift keying signals, by using M = 2 and $a_n^{(0)}=1, a_n^{(1)}=-1$, we obtain the likelihood function as,

$$L(\varphi,\hat{\varepsilon})=\frac{1}{2}\prod_{n=0}^{N-1}\cosh\left(\frac{2}{\sigma_n^2}\mathrm{Re}\left[z_n(\hat{\varepsilon})e^{-j\varphi}\right]\right), \tag{5}$$

where cosh() is the hyperbolical cosine. By taking the logarithm and differentiating Eqn. (5), with the respect to φ, a phase error signal is obtained as, (Meyr, et al.,1998),

$$\frac{\partial}{\partial\varphi}L_1(\varphi,\hat{\varepsilon})=\frac{2}{\sigma_n^2}I_m\left[z_n(\hat{\varepsilon})e^{-j\hat{\varphi}}\right]\tanh\left(\frac{2}{\sigma_n^2}\mathrm{Re}\left[z_n(\hat{\varepsilon})e^{-j\hat{\varphi}}\right]\right). \tag{6}$$

It is necessary to observe the cases with the high and low SNR. For the high SNR $\sigma_n^2 \rightarrow 0$, thus the approximation $\tanh(x) \approx sign(x)$ is valid, and we obtain the error signal, (Meyr, et al.,1998),

$$x_n^{(1)} = I_m\left[z_n(\hat{\varepsilon})e^{-j\hat{\varphi}}\right]sign\left(\frac{2}{\sigma_n^2}\mathrm{Re}\left[z_n(\hat{\varepsilon})e^{-j\hat{\varphi}}\right]\right), \quad (7)$$

and also,

$$a_n = sign\left(\frac{2}{\sigma_n^2}\mathrm{Re}\left[z_n(\varepsilon)e^{-j\varphi}\right]\right). \quad (8)$$

This leads to the conclusion that the estimation performance is the same as in the classic PLL, (Meyr, et al.,1998). As the case of main interest in this work is the low SNR, *i.e.* when $\sigma_n^2 >> 1$ and the approximation $\tanh(x) \approx x$ is valid, the error signal becomes (Meyr, et al.,1998),

$$x_n^{(2)} = I_m\left[z_n(\hat{\varepsilon})e^{-j\hat{\varphi}}\right]\mathrm{Re}\left[z_n(\hat{\varepsilon})e^{-j\hat{\varphi}}\right]. \quad (9)$$

Based on Eqn. (9), the error signal is equal to zero when

$$\hat{\varphi} = \frac{1}{2}\arg z_n(\hat{\varepsilon}) + k\pi. \quad (10)$$

Based on the above equations, the phase error estimation and correction is performed. The APC block observes the signal samples through the window length of 20 samples and estimates a signal phase error and corrects it in a feed-forward loop. The correction of a phase slip, in the case when the difference between a current phase estimate and a previous one becomes larger than the slip phase, π is added or subtracted from the current phase in order to move it near the previous phase error (we assume that the phase offset can not change rapidly and that any rapid change of the phase estimate is caused by a phase slip). Bearing in mind that within a single bit of data, there are 20 samples with an identical phase (Borre, et al., 2007), and the phase correction for $\pm \pi$ is required after every 20 samples.

A compensation for the frequency offset is performed by the frequency integrator block, which corrects a frequency error in a feed-back loop (a PLL shown in Figure 3). The frequency integrator operates as a proportional integral frequency regulator and uses the phase estimator output as the error signal. The proportional-integral frequency regulator loop performs symbol by symbol phase estimation and correction.

Experiment results

In our analysis, we used the front-end module SE4110 for data collection that consists of an antenna, filter, amplifier, mixer, and analog-to-digital converter. A data set collected by using this discrete component front-end design represents the primary reference set (SiGe Semiconductor SE4110L Datasheet, 2006).

The testing was executed for a large number of recorded signals, but in this paper only the results for a typical case of the weak signal tracking with the occurrence of dynamic stress, shown in Figure 4, are described. In Figure 4, the change in the frequency of the input signal is shown. At a given time (360ms) a disturbance of the input signal occurs. Such frequency disorder is caused by the disturbances (or the receiver motion). This signal was analyzed for the cases when the Costas PLL and the NDA phase estimators are used.

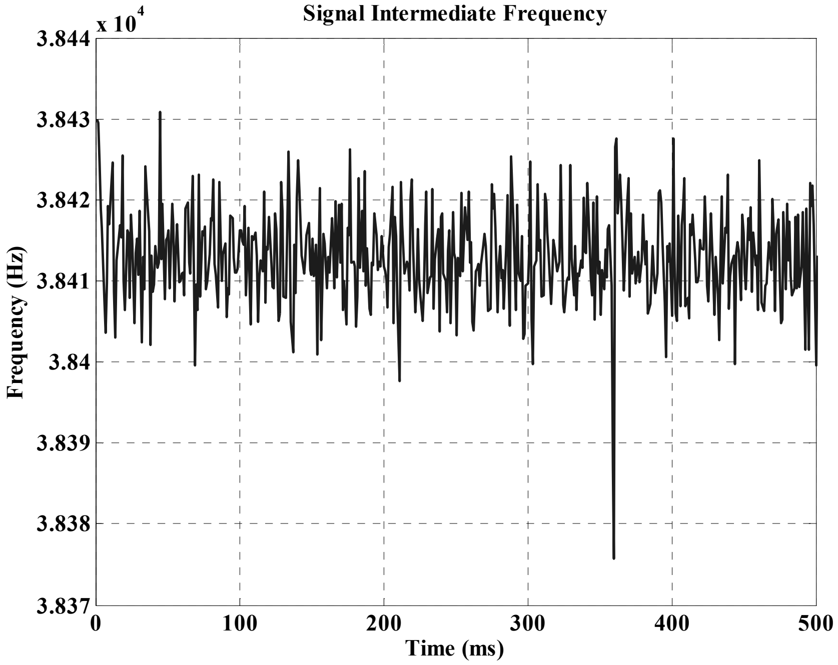


Figure 4 – Change of the frequency of a typical input signal with the frequency disorder that occurs at one point (at 360ms)

Slika 4 – Promena frekvencije tipičnog ulaznog signala sa frekventnim poremećajem koji se javlja u jednom trenutku (na 360 ms)

Рис. 4 – Изменение частоты типичного входного сигнала с частотным изменением, проявляющимся одномоментно (на 360ms)

If we consider the response of the phase discriminator in the Costas PLL, we can see that, at the same time when the frequency disorder occurs (at 360ms), a sudden jump of phase arises at the output of the phase discriminator, as shown in Figure 5.

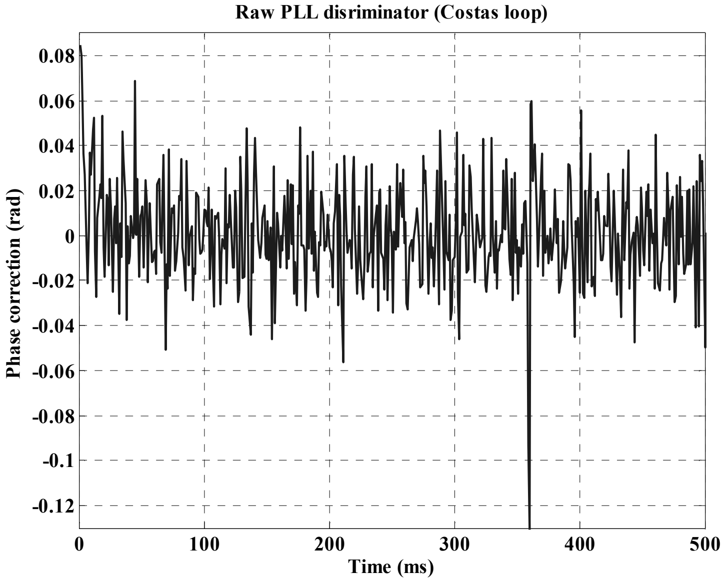


Figure 5 – Signal at the output of the phase discriminator for the Costas PLL
Slika 5 – Signal na izlazu faznog diskriminatora za Costasovu PLL
Рис. 5 – Сигнал на выходе фазового дискриминатора Costas PLL

This phase disorder at the exit of the phase discriminator causes an error in the navigation bits detection. The figure also shows that the phase of the detected signal varies in a wide range of phases as a consequence of the rapid Costas PLL response.

When the NDA phase estimator instead of the Costas PLL is used to process the same signal as in the previous case, the signal at the discriminator output is shown in Figure 6. This signal is used to correct the VCO operation, and when compared to the one obtained by using the Costas PLL, it generates a lower error signal amplitude. We can see that the signal changes over time when using the NDA phase estimator are slower and more resistant to the frequency offset than when compared to the case when the Costas PLL is used. The NDA phase estimator generates the error signal without the rapid changes, which in turn enable less sudden correction of the VCO operation. In the analyzed reference case, the NDA phase estimator has proven to be more resistant to the sudden changes in the input signal frequency.

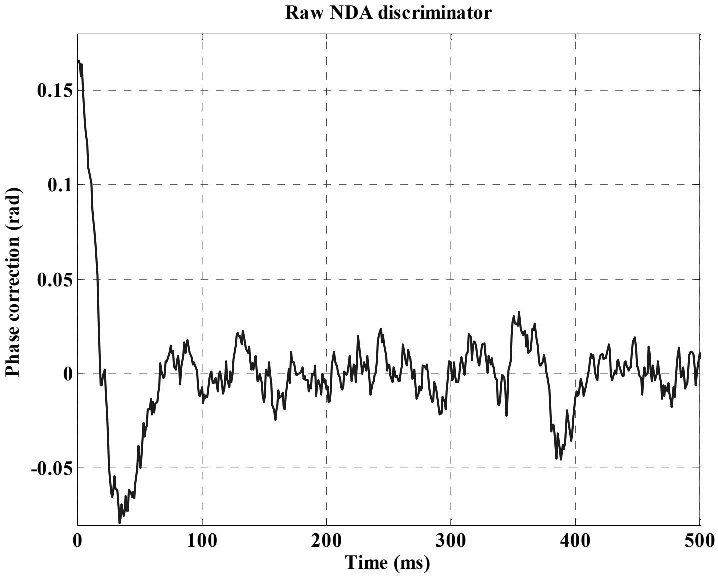


Figure 6 – Signal at the output of the phase discriminator for the NDA algorithm
Slika 6 – Signal na izlazu faznog diskriminatora za NDA algoritam
Рис.6 – Сигнал на выходе фазового дискриминатора для алгоритма NDA

In the case of the Costas PLL, a dynamic disorder occurring at 360ms time instance disrupts signal tracking; while in the case of the NDA phase estimator, the same dynamic disorder does not disrupt signal tracking. Such a behavior clearly indicates an advantage of the NDA based solution when compared to the Costas PLL based solution.

Furthermore, the error signal amplitude for the NDA phase estimator is much smaller than the one obtained for the Costas PLL. If we observe the same time point when the frequency disorder occurs (360ms), we thus obtain more than twice lower error signal amplitude.

The advantage of the NDA phase estimator in comparison to the Costas PLL estimator is also obvious at the DLL output (shown in Figure 3 at the point E). The signals that represent the noise at the DLL output in the case of the Costas PLL or the NDA phase estimator are shown in Figure 7.

The first (upper) signal represents the output of the DLL in the case when the Costas PLL is used, and the second (lower) signal represents the output of the DLL in the case when the NDA phase estimator is used. The signal amplitude obtained with the NDA phase estimator is more than twice lower than the one obtained with the Costas PLL. These results shown in Figure 7 indicate that when the Costas PLL is used, a lot of energy goes into the noise.

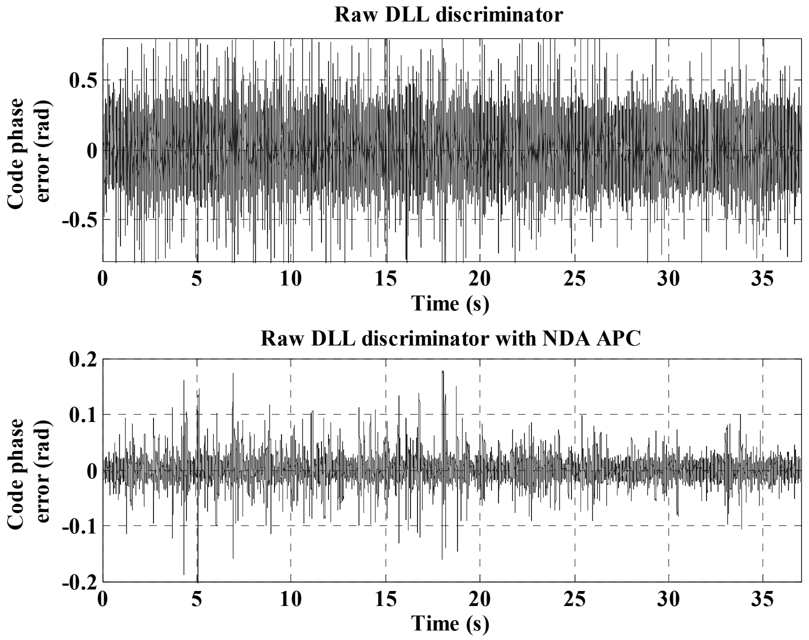


Figure 7 – Signals at the output of the discriminator (DLL) in the case of the Costas PLL (upper) and the NDA phase estimator (lower)

Slika 7 – Signal na izlazu diskriminatora (DLL) za slučaj Costasove PLL (gore) i NDA fazni estimator (dole)

Рис. 7 – Сигнал на выходе дискриминатора (DLL) для случая Costas PLL (вверху) и NDA оценки фазы (внизу)

Conclusion

In this paper, the accuracy and reliability of the proposed NDA phase estimator was analyzed for the weak GPS signal scenario, and compared to those achieved with the widely used Costas PLL estimator. Based on a practical processing of the referent GPS signals, it is shown that the NDA phase estimator is more resistant to sudden changes in the frequency (phase) of the input signal in respect to the traditional Costas PLL solution. In the case of a high SNR, the proposed NDA phase estimator behaves similarly to the Costas PLL estimator, while in the case of a low SNR, the solution proposed here exhibits a stable signal tracking operation. The analysis presented here leads to the conclusion that the proposed NDA solution achieves good results in the case of the weak GPS signal reception, and also when the GPS receiver is used in a very dynamic working environment.

References

Borre, K., Akos, D.M., Bertelsen, N., Rinder, P., & Jensen, S.H. 2007. *A software-defined GPS and Galileo receiver: A single-frequency approach*. Boston: Springer.

Djogatovic, M.S., & Stanojevic, M.J. 2012. Bayesian-based MEDLL for the GPS Signal Tracking. *Elektronika ir Elektrotechnika,* 18(9), pp.63-66. doi:10.5755/j01.eee.18.9.2809

Irsigler, M., Hein, G.W., & Schmitz-Peiffer, A. 2004. Use of C-Band frequencies for satellite navigation: benefits and drawbacks. *GPS Solutions,* 8(3), pp.119-139. doi:10.1007/s10291-004-0098-2

Kaplan, E. 1996. *Understanding GPS Principles and Applications*. Bedford MA: Mitre Corporation.

Kazemi, P., & O'driscoll, C. 2008. Comparison of assisted and stand-alone methods for increasing coherent integration time for weak GPS signal tracking. . In: Proceedings of ION GNSS 2008, Savannah, GA, September 16-19..

Meyr, H., Moeneclaey, M., & Fechtel, S.A. 1998. *Synchronization, Channel Estimation, and Signal Processing*. New York: John Wiley & Sons.

Psiaki, M.L. 2001. Block acquisition of weak GPS signals in a software receiver. . In: Proceedings of ION GPS 2001, Salt Lake City, Utah, September 11-14.. , pp.2838-2850.

Sathyamoorthy, D., Faudzi, M., & Fitry, M. 2012. Evaluation of the Effect of Radio Frequency Interference on Global Positioning System (GPS) Accuracy via GPS Simulation. *Defence Science Journal,* 62(5), pp.338-347. doi:10.14429/dsj.62.1606

SiGe Semiconductor SE4110L Datasheet, Rev 3, 11.05.2006 2006. Ottawa.

Sokolovic, V., Dikic, G., & Stancic, R. 2013. Integration of INS, GPS, Magnetometer and Barometer for Improving Accuracy Navigation of the Vehicle. *Defence Science Journal,* 63(5), pp.451-455. doi:10.14429/dsj.63.4534

Sokolovic, V. 2011. Analysis of signal acquisition in GPS receiver software. *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier,* 59(1), pp.81-95. doi:10.5937/vojtehg1101081s

Sokolovic, V., & Popovic, V. 2009. Comparison of methods of synchronization signal in software GPS receiver. . In: Proceedings of XVII Telecommunication Forum - TELFOR 2009, Belgrade, Serbia, November 24-26., pp.604-607

Sun, Y., Miao, J., Chen, W., & Liu, J. 2008. The weak GPS signal parallel processing algorithm in dual-core based GPS software receiver. . In: Proceedings of 2nd International Symposium on Systems and Control in Aerospace and Astronautics, Shenzhen, December 10-12.. , pp.1-6

Tsui, J.B.Y. 2005. *Fundamentals of Global Positioning System Receivers*. New Jersey: John Wiley & Sons.

УЛУЧШЕНИЕ СИНХРОНИЗАЦИИ СИГНАЛА В ПРОГРАММИРУЕМОМ GPS ПРИЕМНИКЕ

Влада С. Соколович [а]*, Горан Б*. Маркович [б], *Горан Д*. Дикич [а]
[а] Университет обороны в г. Белград, Военная академия
[б] Электротехнический факультет Белградского университета

ОБЛАСТЬ: телекоммуникации
ТИП СТАТЬИ: оригинальная научная статья
ЯЗЫК СТАТЬИ: английский

Резюме:

В GPS приемнике, распознавание навигационных битов реализовано путем отслеживания и определения и обнаружения сигнала. В процессе отслеживания сигнала, локально генерируемый сигнал должен быть синхронизирован с входящим сигналом. Характеристикой фазового контура Costas, который традиционно используется для синхронизации сигналов, является подверженность влиянию источников погрешностей. Ошибки в результатах по отслеживанию фазы существенны при слабом входном сигнале, например, для сигналов с малым отношением сигнал-помехи. Для улучшения синхронизации отслеживаемого сигнала со стороны приемника, мы рекомендуем использовать non-data-aided (NDA) фазовый компаратор.. Основываясь на практической обработке GPS сигналов, можно сделать вывод, что применение алгоритма NDA обеспечивает большую устойчивость к внезапным изменениям в частоте входного сигнала по сравнению с применяемыми в настоящее время фазовыми дискриминаторми с фазовым контуром Costas. Кроме того, на основании проведенного анализа было показано, что предложенное решение позволяет обеспечить стабильность работы, особенно для сигналов с низким отношением сигнал-помехи.

Ключевые слова: *система глобального позиционирования, компарация фаз, приемник, обработка сигнала, программное обеспечение.*

POBOLJŠANJE SINHRONIZACIJE SIGNALA U SOFTVERSKOM GPS PRIJEMNIKU

Vlada S. Soković [a]*, Goran* B. Marković [b], *Goran* D. Dikić [a]
[a] Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija
[b] Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet

OBLAST: telekomunikacije
VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak
JEZIK ČLANKA: engleski

Sažetak:

Prepoznavanje navigaocionih bita u GPS prijemniku realizuje se kroz procese praćenja i detekcije signala. U procesu praćenja signala lokalno generisani signal mora biti sinhronizovan sa primljenim signalom. Karakteristika Costasove fazne petlje, koja se najčešće koristi za sinhronizaciju signala, jeste podložnost uticaju izvora grešaka. Rezultantne greške praćenja faze značajne su u prisustvu slabog ulaznog signala, kao, na primer, kod signala sa malim odnosom signal–šum. Radi poboljšanja sinhronizacije omogućavanja praćenja signala koji emituje strane prijemnika, predlažemo upotrebu non-data-aided (NDA) fazni estimator. Na osnovu praktične obrade GPS signala pokazano je da primena NDA algoritma omogućava veću otpornost na iznenadne promene frekvencije ulaznog signala u odnosu na do sada primenjivani fazni diskriminator u Costasovoj faznoj petlji praćenja. Na osnovu izvršene analize pokazano je, takođe, da predloženo rešenje omogućava stabilan rad, naročito kod signala sa malim odnosom signal–šum.

Ključne reči: *sistem globalnog pozicioniranja, estimacija faze, prijemnik, obrada signala, softver.*

Datum prijema članka / Paper received on/Дата получения работы: 21. 12. 2014.
Datum dostavljanja ispravki rukopisa / Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 23. 02. 2015.
Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje / Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 25. 02. 2015.

POBOLJŠANJE MODELA TEHNOLOGIJE SREDNJEG NIVOA ODRŽAVANJA RADIO-RELEJNIH UREĐAJA

Vojkan M. Radonjić[a], *Slobodan* R. Đukić[b],
Danko M. Jovanović[c], *Milenko* P. Ćirić[a]
[a] Tehnički remontni zavod Čačak,
e-mail: vojkan.r69@gmail.com; ciric.milenko4@gmail.com
[b] Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka Čačak,
e-mail: slobodan.djukic@ftn.kg.ac.rs;
[c] Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
e-mail: danko.jovanovic17@gmail.com

DOI: 10.5937/vojtehg63-7378
OBLAST: logistika
VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak
JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

U radu su sprovedena istraživanja načina poboljšanja tehnologije srednjeg nivoa održavanja radio-relejnih uređaja. Poboljšani model tehnologije održavanja biće primenjen u praksi tokom korektivnog održavanja radio-relejnih uređaja. Rezultati dobijeni tokom primene predloženog modela poslužiće za donošenje zaključaka o uspešnosti primene definisanog modela tehnologije održavanja.

Ključne reči: *tehnologija, model, održavanje.*

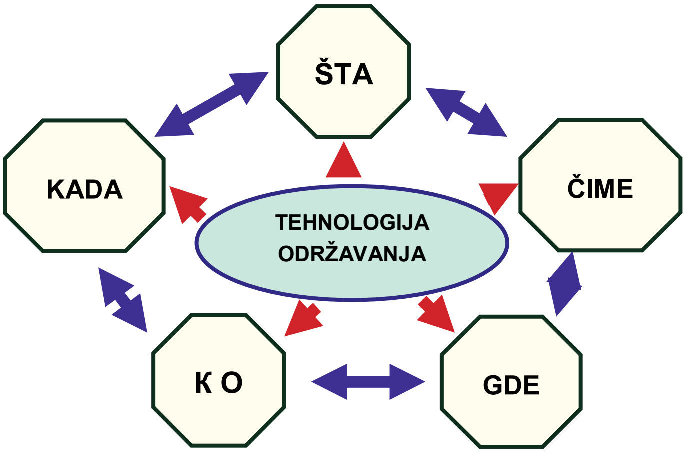
Uvod

U sprovedenim istraživanjima unapređuje se model tehnologije preventivnog i korektivnog održavanja jedne vrste digitalnih radio-relejnih uređaja (RRU) koji su u upotrebi u jedinicama Vojske Srbije (VS). S obzirom na to da su tehnološke operacije preventivnog održavanja sadržane u tehnologiji korektivnog održavanja, a kako je tehnologija korektivnog održavanje složenija, u istraživanjima je težište na poboljšanju modela tehnologije koji se odnosi na korektivno održavanje. Model tehnologije realizovao bi se kod nosioca srednjeg nivoa održavanja u jedinicama VS – logističkim bataljonima. Logistički bataljoni su po pitanju tehničkog održavanja prvi kontakt sa neposrednim korisnicima RRU. Upravo zbog toga poboljšani model tehnologije treba da omogući logističkim bataljonima brzo i uspešno korektivno održavanje uređaja, kako bi se postigla veća raspoloživost i pouzdan rad RRU.

Tehnologija održavanja

Tehnologija održavanja tehničkih sistema predstavlja skup organizaciono-tehničkih mera i aktivnosti koje se moraju sprovoditi radi osiguranja njihove gotovosti na određenom nivou uz određenu cenu (Adamović, 2008).

Tehnologija održavanja u užem smislu ima svoj puni smisao samo ako se odnosi na konkretan tip sistema ili tehničkog sredstva. Tehnologija održavanja predstavlja organizaciono-tehnička rešenja koja daju jasne odgovore na pitanja: ŠTA, KADA, KO, ČIME i GDE vrši održavanje nekog tehničkog sredstva (slika 1).



Slika 1 – Tehnologija održavanja tehničkih sistema
Figure 1 – Technology of the maintenance of technical systems
Рис 1. – Технология поддержки технических систем

Davanjem odgovora na navedena tehnološka pitanja vrši se poboljšanje modela tehnologije srednjeg nivoa održavanja radio-relejnih uređaja (RRU) u Vojsci Srbije. Model tehnološkog postupka srednjeg nivoa održavanja RRU sadržaće eksplicitne odgovore na navedena tehnološka pitanja.

Model tehnologije srednjeg nivoa održavanja

Tehnologija održavanja nekog tehničkog sredstva zavisi isključivo od *konstruktivnih i tehničkih karakteristika* tog sredstva. U nastavku istraživanja biće prikazane karakteristike RRU GRC 408E (Radonjić, i dr., 2013b, str.465-470).

Karakteristike RRU GRC 408E sa aspekta održavanja

Radio-relejni uređaj familije GRC 408E je digitalni višekanalni radio-relejni uređaj. Izrađen je na bazi savremenih tehnologija, elektronike, telekomunikacija i informatike. Proizvodi ga firma *Elbit System Land and C4I-TADIRAN* iz Izraela i po konceptu i tehnologiji izrade spada u najsavremenije uređaje ove vrste u svetu (www.tadcomm.com).

Namena i opis uređaja prikazani su u literaturi (Generalštab Vojske Srbije, Uprava za telekomunikacije i informatiku, 2011).

Sastavni moduli uređaja su:

– A25A2 – modul jednosmernog napajanja,
– A25A12 – modul naizmeničnog napajanja,
– A25A3 – modul displeja,
– A14 – centralna procesorska jedinica,
– A13 – modul službenog kanala EOW,
– A11 – modul interfejs i modem,
– A1 – modul prijemnika,
– A18 – modul predajnika,
– A19 – modul RF filtra,
– A21 – modul monitora snage,
– A24A4 – modul pojačavača snage.

Upravljanje radom svih modula ostvaruje se preko centralne procesorske jedinice modula A14.

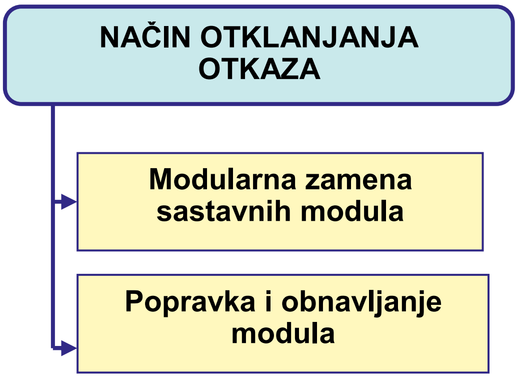
Pretpostavke modela tehnologije održavanja

Uvažavajući navedena tehnološka pitanja, tehnologija održavanja RRU definiše se u odnosu na konstruktivne i tehničke karakteristike RRU, opremu za održavanje i obučeni kadar za održavanje. Tehnološke operacije, kao elementi tehnologije održavanja, sadrže potrebne radnje iz domena preventivnog i korektivnog održavanja uređaja. U odnosu na konstruktivne karakteristike uređaja preventivno održavanje se realizuje samotestiranjem uređaja, čime se vrše neophodna dijagnostička merenja bitnih parametara uređaja. Čestom i pravovremenom kontrolom parametara obezbeđuje se pouzdan rad uređaja.

U odnosu na prateću opremu za održavanje, na srednjem nivou održavanja, preventivno i korektivno održavanje baziraju se na automatskom mernom mestu, tj. TEST stanici koja meri sve bitne parametre uređaja.

U pogledu načina otklanjanja otkaza uređaja, načelno postoje dve mogućnosti realizacije korektivnog održavanja (slika 2), (Muždeka, 1981).

U istraživanjima će se pretpostaviti da se korektivno održavanje na srednjem nivou održavanja realizuje modularnom zamenom sastavnih modula, radi bržeg dovođenja uređaja u ispravno stanje. To je u skladu sa opremom i obučenim kadrom kojim raspolaže ovaj nivo održavanja. Neispravni sastavni moduli uređaja šalju se na viši nivo održavanja radi opravke na nivou komponente. Nakon opravke moduli se vraćaju nazad realizatoru tehnologije srednjeg nivoa održavanja na dalje korišćenje.



Slika 2 – Način otklanjanja otkaza
Figure 2 – Corrective actions for a failure
Рис. 2 – Метод устранения сбоя

U sprovedenim istraživanjima (Radonjić, i dr., 2013, str.471-476), (Radonjić, i dr., 2014, str.824-829) pokazano je da se, zbog konstruktivnih karakteristika pojedinih modula, ceo RRU mora poslati na najviši nivo korektivnog održavanja. Modelom tehnologije srednjeg nivoa održavanja nije moguće realizovati korektivno održavanje RRU u slučaju neispravnosti modula: A19- modul RF filtra i A21 – modul monitora snage, zbog konstruktivnih karakteristika modula. Zbog specifičnih konstruktivnih karakteristika navedenih modula i neophodnih specijalnih alata za demontažu i kasnije za podešavanja, RRU se šalje na viši nivo održavanja.

Model tehnologije korektivnog održavanja RRU iziskuje da na ovom nivou održavanja (u logističkim bataljonima) postoji određena rezerva sastavnih modula, kako bi se održavanje moglo realizovati.

U istraživanjima je pretpostavljeno da srednji nivo održavanja, bilo preventivnog ili korektivnog karaktera, realizuju logistički bataljoni Vojske Srbije. Oni su teritorijalno raspoređeni tako da su najbliži neposrednim korisnicima sredstava. Zbog toga su istraživanja u radu usmerena na srednji nivo održavanja, čiji izvršioci svojim znanjem i sposobnostima direktno utiču na raspoloživost RRU. Zbog svoje teritorijalne blizine nosioci srednjeg nivoa održavanja (logistički bataljoni) predstavljaju prvi kontakt sa neposrednim korisnikom sredstava po pitanju tehničkog održavanja. Na taj način od njih zavisi brzina primene korektivnog održavanja, čijom efikasnošću se postiže visok nivo gotovosti. Kako bi se postigla veća efikasnost održavanja RRU, u nadležnosti srednjeg nivoa održavanja, ovim istraživanjima doprineće se stvaranju efikasnog modela tehnologije koji obezbeđuje, pored ostalog, kvalitetno preventivno i korektivno održavanje (Radonjić, i dr., 2014, str.824-829).

Model tehnologije održavanja

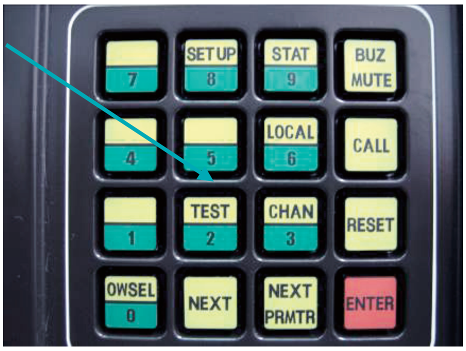
Model tehnologije srednjeg nivoa održavanja **zasnovan je** na merenjima bitnih parametara RRU, čijim se poređenjem sa referentnim vrednostima vrši defektacija ispravnosti uređaja i sastavnih modula. Takođe, na osnovu rezultata merenja, primenom algoritma za defektaciju ispravnosti modula, uspešno se defektira i locira neispravni modul.

Merenje bitnih parametara signala realizuje se na dva načina. Prvi se realizuje metodom samotestiranja uređaja sa fabrički ugrađenim softverom za merenje i defektaciju ispravnosti modula, tzv. samotestiranjem. Drugi način je priključenje RRU na automatsko merno mesto, na kojem se meri oko 150 različitih parametara uređaja.

Merenje parametara uređaja metodom samotestiranja

Deo modela tehnologije srednjeg nivoa održavanja, odnosno tehnološke operacije koje obuhvataju merenje parametara uređaja metodom samotestiranja, sastavni su deo modela tehnologije najnižeg nivoa održavanja.

Samotestiranje je jedna od softverskih aplikacija koju realizuje procesor uređaja, odnosno modul A14- CPU. Realizuje se aktiviranjem odgovarajuće naredbe na tastaturi prednje ploče RRU. Naredba ima oznaku „TEST", kao što je prikazano na slici 3.



Slika 3 – Tastatura uređaja sa komandama
Figure 3 – The device keypad with controls
Рис. 3 – Клавишное устройство управления

Samotestiranje predstavlja softversko detektovanje funkcionalne ispravnosti pojedinih modula u uređaju, čiji je krajnji cilj dijagnostika stanja ispravnosti uređaja. Pri samotestiranju softverski program defektuje da li svaki modul izvršava svoju funkciju, na osnovu naredbe koju dostavlja modul CPU. Pri tome, modul CPU ne analizira kvalitet obavljene naredbe, što postupak samotestiranja svrstava u prost alat za dijagnostiku stanja ispravnosti uređaja. Svakako da dobijeni rezultati samotestiranja daju opštu sliku ispravnosti uređaja i bližu lokaciju eventualno neispravnog modula.

Postoje četiri oblika samotestiranja, a njihov izbor vrši se odgovarajućom naredbom koja je ponuđena kroz korisničku aplikaciju, aktiviranjem naredbe za početak samotestiranja. Oblici testa jesu (slika 4):

– SETUP PARAMETER TEST,
– FIXED PARAMETER TEST,
– LOOP SELECTION i
– FRONT PANEL TEST.

Parametri uređaja koji se mere metodom samotestiranja su: nivo prijemnog signala, BER greška u prijemu signala, nivo predajnog signala, odnos aktivne i reflektovane snage, naponi napajanja modula, spoljni izvori napajanja, predajna i prijemna frekvencija, vrsta modulacije, vrsta interfejsa, bitska brzina, mrežne adrese i dr.

Slika 4 – Oblici testova za dijagnostiku uređaja
Figure 4 – Forms of tests for the device diagnostics
Рис. 4 – Тесты по диагностике устройства

Realizacijom navedenih tehnoloških operacija realizuje se početni deo modela tehnologije srednjeg nivoa održavanja, koji praktično predstavlja automatizovanu defektaciju ispravnosti RRU u sklopljenom stanju.

Merenje parametara uređaja TEST stanicom

Složenijim tehnološkim zahvatima na uređaju, koje realizuje stručno osposobljeni kadar logističkih bataljona, pomera se tehnološka granica održavanja i stvaraju uslovi za proširenje tehnološke dubine radova na RRU. Za razliku od modela najnižeg nivoa održavanja (gde se radovi realizuju kada je RRU u sklopljenom stanju), model tehnologije srednjeg nivoa održavanja je složeniji u smislu da tehnološke operacije obuhvataju i rasklapanje RRU do nivoa sastavnih modula i zamenu samih modula.

Tehnološke operacije defektacije u sklopljenom stanju, defektacije sa TEST stanicom i završna ispitivanja sa test stanicom, u pretpostavljenom modelu tehnologije srednjeg nivoa održavanja su iste, kako za vid *preventivnog*, tako i za vid *korektivnog* održavanja, s tim da model tehnologije korektivnog održavanja ide dalje u smislu da se vrši demontaža RRU i zamena neispravnih sastavnih modula, osim modula A19 i A21.

TEST stanica predstavlja integrisan i softverski upravljan rad specijalnim mernim instrumentima. Instrumenti omogućuju detaljna merenja pojedinih signala unutar uređaja pomoću kojih međusobno komuniciraju moduli i realizuju svoju osnovnu namenu. Na osnovu dobijenih rezultata merenja mogu se doneti kvalitetni zaključci o tome koji je modul neispravan ili koji je modul potencijalni uzročnik neispravnosti RRU.

TEST stanica predstavlja automatsko merno mesto. Izgled stanice prikazan je na slici 5, a upravljanje radom instrumenata objašnjen je u literaturi (Adamović, 1998), (Radonjić, Ćirić, 2012, str.117-132).

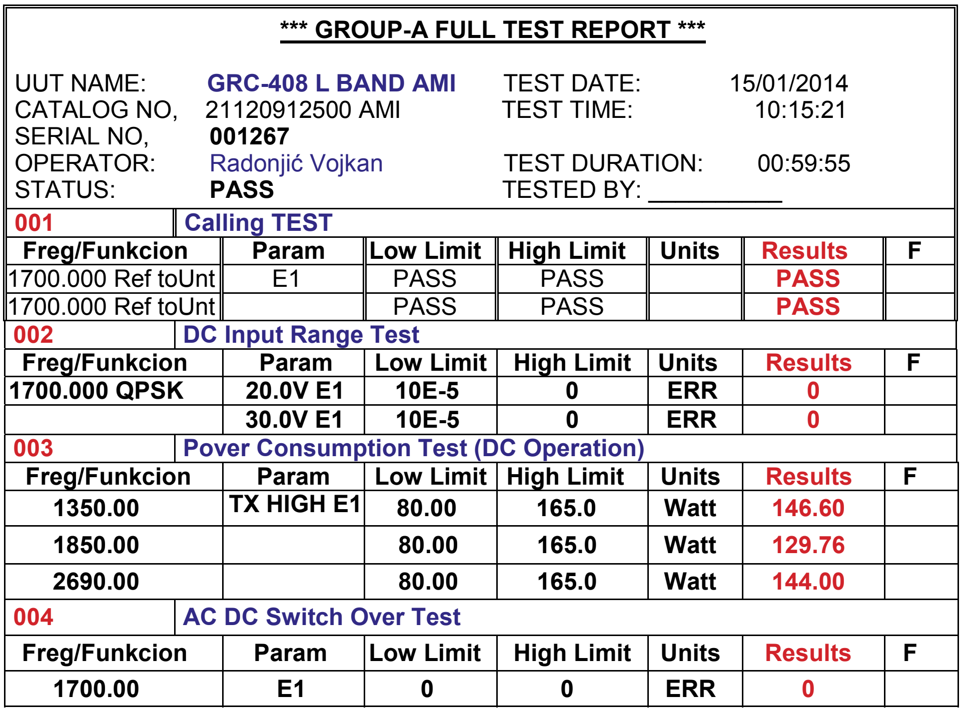
Slika 5 – Prikaz test stanice
Figure 5 – Display of the TEST station
Рис. 5 – Тестовая станция

TEST stanicu čine: grupa instrumenata smeštena u REK ormaru, referentni RRU GRC 408E, ispitivani RRU GRC 408E, računar sa softverom za upravljanje radom instrumenata i štampačem, prateći pribor (kablovi, atenuatori, adapteri). Merni instrumenti koji se koriste u TEST stanici su: merač RF snage *Agilent E4418B,* merač RF snage *Boonton 4231A*, analizator SONET/SDH/PDH/ATM *Anritsu MP1570A/A1*, digitalni multimetar *Agilent 34401A,* brojač frekvencije *Agilent 53131A*, analizator digitalnog prenosa *Anritsu MD6420A*, generator impulsa *KEITHLEY 3390*, tester audio signala *Audio Precision ATS-1*, test adapter *FINAL TEST FIXTURE for GRC-408E-GRC-408E\34*, izvor napona napajanja *TDK-LAMBDA*.

Dobijeni rezultati merenja koriste se za dve najvažnije tehnološke operacije modela tehnologije: defektaciju i završna merenja i ispitivanja. Tehnološka procedura rada i merenja parametara sa TEST stanicom objašnjen je u radu (Radonjić, Jovanović, 2012, str.383-388).

Kompletno merenje parametara sa TEST stanicom traje oko 60 minuta. Pri tome navedeni instrumenti izmere oko 150 parametara bitnih za analizu funkcionalne ispravnosti RRU. Deo rezultata merenja test stanicom prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1 – Prikaz dela rezultata dijagnostičkih merenja RRU
Table 1 – Display of the results of diagnostic measurements for an RRD
Таблица 1 – Отображение РРУ



***** GROUP-A FULL TEST REPORT *****

UUT NAME:	**GRC-408 L BAND AMI**	TEST DATE:	15/01/2014
CATALOG NO,	21120912500 AMI	TEST TIME:	10:15:21
SERIAL NO,	**001267**		
OPERATOR:	Radonjić Vojkan	TEST DURATION:	00:59:55
STATUS:	**PASS**	TESTED BY:	___________

001	**Calling TEST**					
Freg/Funkcion	**Param**	**Low Limit**	**High Limit**	**Units**	**Results**	**F**
1700.000 Ref toUnt	E1	PASS	PASS		**PASS**	
1700.000 Ref toUnt		PASS	PASS		**PASS**	
002	**DC Input Range Test**					
Freg/Funkcion	**Param**	**Low Limit**	**High Limit**	**Units**	**Results**	**F**
1700.000 QPSK	**20.0V E1**	**10E-5**	**0**	**ERR**	**0**	
	30.0V E1	**10E-5**	**0**	**ERR**	**0**	
003	**Pover Consumption Test (DC Operation)**					
Freg/Funkcion	**Param**	**Low Limit**	**High Limit**	**Units**	**Results**	**F**
1350.00	**TX HIGH E1**	**80.00**	**165.0**	**Watt**	**146.60**	
1850.00		**80.00**	**165.0**	**Watt**	**129.76**	
2690.00		**80.00**	**165.0**	**Watt**	**144.00**	
004	**AC DC Switch Over Test**					
Freg/Funkcion	**Param**	**Low Limit**	**High Limit**	**Units**	**Results**	**F**
1700.00	**E1**	**0**	**0**	**ERR**	**0**	

TEST stanicom mere se parametri za 11 različitih funkcija, i to:

1 – Provera poziva između referentnog i ispitivanog RRU (**Calling TEST) – 001**,

2 – Ispitivanje opsega jednosmernog napona (**DC Input Range Test**) **– 002**,

3 – Merenje potrošnje uređaja (**Power Consumption Test (DC Operation)**) **– 003**,

4 – Provera prebacivanja izvora napajanja RRU (**AC DC Switch Over Test**) **– 004**,

5 – Merenje osetljivosti prijemnika za 16QAM modulaciju (**Sensitivity 16QAM Modem Test**) **– 005**,

6 – Merenje osetljivosti prijemnika za QPSK modulaciju (**Sensitivity QPSK Modem Test**) **– 006**,

7 – **(Service Channel Level and SINAD Test) – 007**

8 – Merenje izlazne RF snage za QPSK modulaciju (**Pover + Freg Accuracy (Modem QPSK) Test**) **– 008**,

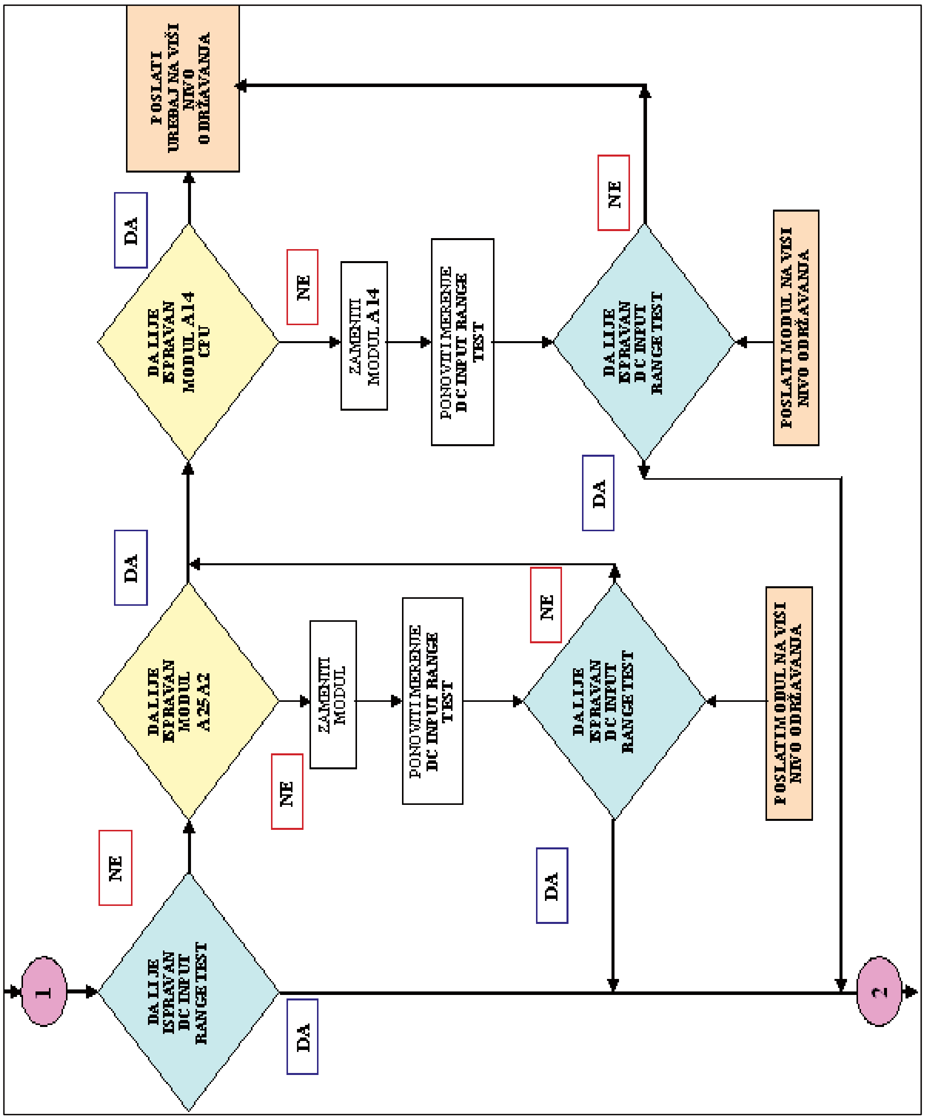
9 – Merenje izlazne RF snage za 16 QAM modulaciju (**TX Power (Modem 16QAM) Test**) – **009**,

10 – EOW (**EOW Order Wire Test**) **– 010**,

11 – Emergency test (**Emergency Test**) **– 011**.

Na osnovu navedenih funkcija i referentnih vrednosti merenih parametara RRU oformljen je model algoritma za defektaciju ispravnosti sastavnih modula. Na slici 6 prikazan je jedan deo algoritma defektacije ispravnosti RRU, od mogućih 11 funkcija uređaja koja se ispituju poboljšanim modelom tehnologije. Prikazano je ispitivanje funkcije opsega jednosmernog napona (**DC Input Range Test**) **– 002**. To je u nizu druga funkcija uređaja koja se ispituje predloženim modelom algoritma defektacije. Sa slike 6 se vidi da postoji opcija da su ispravni moduli A25A2 i A14, a da uređaj na kraju merenja ne zadovoljava postavljene zahteve. To je slučaj kada se ceo uređaj šalje na viši nivo održavanja, radi realizacije korektivnog održavanja.

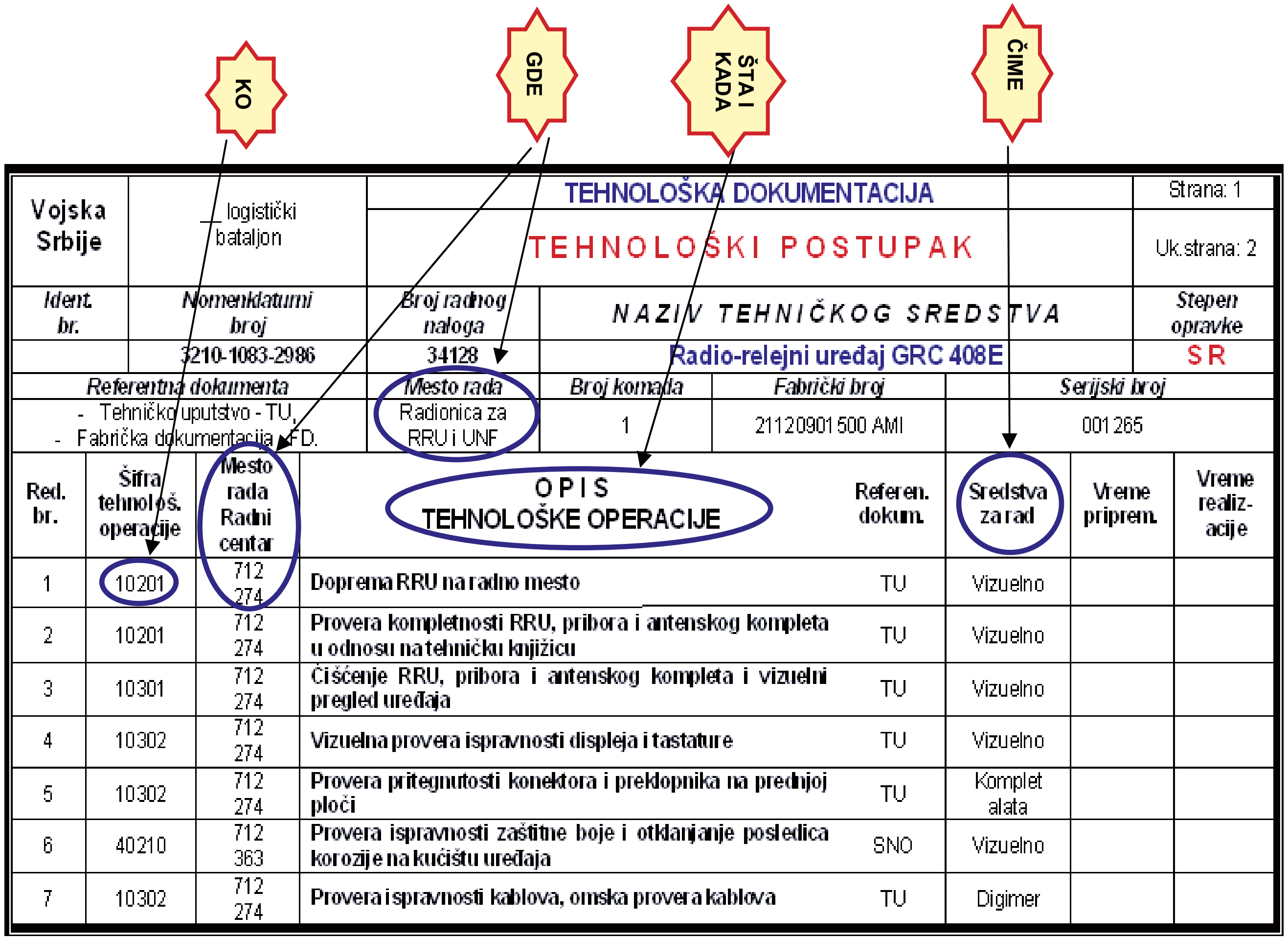
Model algoritma defektacije ispravnosti RRU omogućuje izvršiocu tehničkog održavanja lakši rad i precizno ga usmerava kako bi na osnovu dobijenih rezultata merenja test stanicom tačno locirao neispravni modul ili modul koji je potencijalni uzročnik neispravnosti RRU. Predloženi model algoritma defektacije ispravnosti RRU predstavlja doprinos lakšem i efikasnijem održavanju RRU.



Slika 6 – Primer modela algoritma defektacije ispravnosti RRU
Figure 6 – An *example of the algorithm for detecting the functionality of an RRD*
Рис.6 – Пример модели алгоритма для определения состояния РРУ

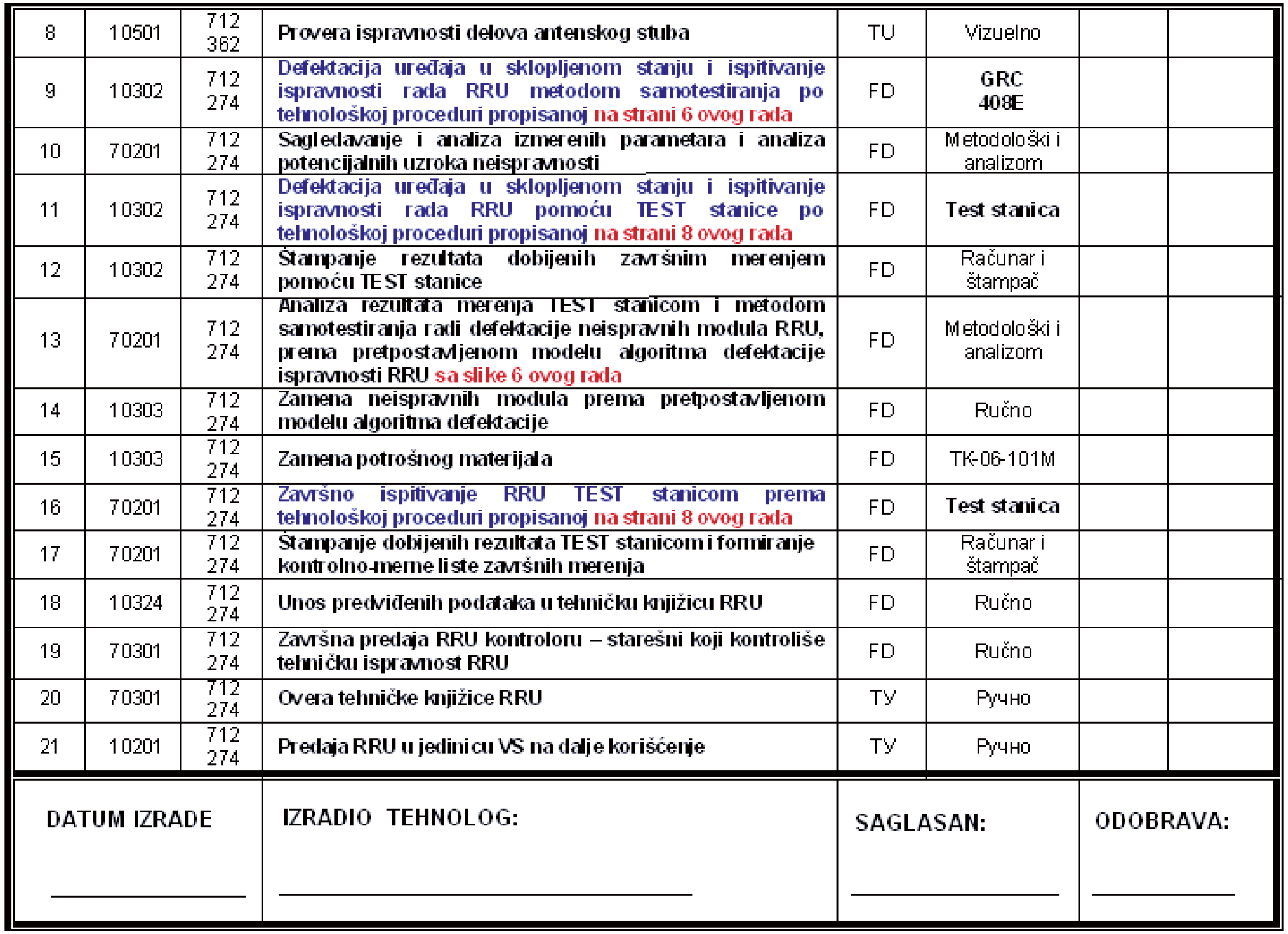
Model tehnološkog postupka srednjeg nivoa održavanja

Model tehnološkog postupka srednjeg nivoa održavanja koji bi se realizovao na lokaciji logističkih bataljona VS prikazan je na slici 7.



Vojska Srbije	__ logistički bataljon	**TEHNOLOŠKA DOKUMENTACIJA** **TEHNOLOŠKI POSTUPAK**			Strana: 1 Uk.strana: 2
Ident. br.	*Nomenklaturni broj*	*Broj radnog naloga*	*NAZIV TEHNIČKOG SREDSTVA*		*Stepen opravke*
	3210-1083-2986	34128	**Radio-relejni uređaj GRC 408E**		**SR**
Referentna dokumenta		*Mesto rada*	*Broj komada*	*Fabrički broj*	*Serijski broj*
- Tehničko uputstvo - TU, - Fabrička dokumentacija - FD.		Radionica za RRU i UNF	1	21120901 500 AMI	001 265

Red. br.	Šifra tehnološ. operacije	Mesto rada Radni centar	OPIS TEHNOLOŠKE OPERACIJE	Referen. dokum.	Sredstva za rad	Vreme priprem.	Vreme realiz-acije
1	10201	712 274	Doprema RRU na radno mesto	TU	Vizuelno		
2	10201	712 274	Provera kompletnosti RRU, pribora i antenskog kompleta u odnosu na tehničku knjižicu	TU	Vizuelno		
3	10301	712 274	Čišćenje RRU, pribora i antenskog kompleta i vizuelni pregled uređaja	TU	Vizuelno		
4	10302	712 274	Vizuelna provera ispravnosti displeja i tastature	TU	Vizuelno		
5	10302	712 274	Provera pritegnutosti konektora i preklopnika na prednjoj ploči	TU	Komplet alata		
6	40210	712 363	Provera ispravnosti zaštitne boje i otklanjanje posledica korozije na kućištu uređaja	SNO	Vizuelno		
7	10302	712 274	Provera ispravnosti kablova, omska provera kablova	TU	Digimer		



8	10501	712 362	Provera ispravnosti delova antenskog stuba	TU	Vizuelno		
9	10302	712 274	Defektacija uređaja u sklopljenom stanju i ispitivanje ispravnosti rada RRU metodom samotestiranja po tehnološkoj proceduri propisanoj na strani 6 ovog rada	FD	GRC 408E		
10	70201	712 274	Sagledavanje i analiza izmerenih parametara i analiza potencijalnih uzroka neispravnosti	FD	Metodološki i analizom		
11	10302	712 274	Defektacija uređaja u sklopljenom stanju i ispitivanje ispravnosti rada RRU pomoću TEST stanice po tehnološkoj proceduri propisanoj na strani 8 ovog rada	FD	Test stanica		
12	10302	712 274	Štampanje rezultata dobijenih završnim merenjem pomoću TEST stanice	FD	Računar i štampač		
13	70201	712 274	Analiza rezultata merenja TEST stanicom i metodom samotestiranja radi defektacije neispravnih modula RRU, prema pretpostavljenom modelu algoritma defektacije ispravnosti RRU sa slike 6 ovog rada	FD	Metodološki i analizom		
14	10303	712 274	Zamena neispravnih modula prema pretpostavljenom modelu algoritma defektacije	FD	Ručno		
15	10303	712 274	Zamena potrošnog materijala	FD	TK-06-101M		
16	70201	712 274	Završno ispitivanje RRU TEST stanicom prema tehnološkoj proceduri propisanoj na strani 8 ovog rada	FD	Test stanica		
17	70201	712 274	Štampanje dobijenih rezultata TEST stanicom i formiranje kontrolno-merne liste završnih merenja	FD	Računar i štampač		
18	10324	712 274	Unos predviđenih podataka u tehničku knjižicu RRU	FD	Ručno		
19	70301	712 274	Završna predaja RRU kontroloru – starešni koji kontroliše tehničku ispravnost RRU	FD	Ručno		
20	70301	712 274	Overa tehničke knjižice RRU	ТУ	Ручно		
21	10201	712 274	Predaja RRU u jedinicu VS na dalje korišćenje	ТУ	Ручно		
DATUM IZRADE ____________			**IZRADIO TEHNOLOG:** ____________	**SAGLASAN:** ____________		**ODOBRAVA:** ____________	

Slika 7 – Model tehnološkog postupka srednjeg nivoa održavanja RRU
Figure 7 – Model of the technological process of intermediate level maintenance for an RRD
Рис. 7 – Модель технологического процесса среднего уровня поддержки РРУ

Primena modela tehnologije održavanja

U nastavku istraživanja izvršiće se primena i testiranje uspešnosti primene predloženog modela tehnologije korektivnog održavanja na jednom od RRU pristiglih na opravku. Simulacija primene tehnologije srednjeg nivoa održavanja realizovana je u laboratorijskim prostorijama Tehničkog remontnog zavoda Čačak (Radonjić, i dr., 2014, str.136-150). Neispravnost RRU konstatovana je u jedinicama VS procedurom samotestiranja koju su primenili mehaničari za tehničko održavanje jednog od logističkih bataljona VS. Pri tome je konstatovano da priključenjem jednosmernog napona napajanja od 28V uređaj nema RF signal.

Primenom predloženog modela tehnološkog postupka srednjeg nivoa održavanja i tehnološke operacije samotestiranja dobijeni su rezultati prikazani na slici 8.

Slika 8 – Prikaz rezultata tehnološke operacije samotestiranja
Figure 8 – Showing the results of a technological self-test operation
Рис 8 – Отображение результатов технологических операций автотестирования

Rezultati testiranja prikazuju neispravnost RRU koja se manifestuje tako što nema RF signala. Potencijalni uzročnici neispravnosti RRU su, prema softverskom testu, moduli A1 ili A19 ili A21. Pristupilo se daljoj realizaciji tehnoloških operacija kako bi se izmerili parametri uređaja TEST stanicom i primenio model algoritma defektacije ispravnosti uređaja. Rezultati testiranja RRU TEST stanicom prikazani su u tabeli 2. Prikazan je samo deo rezultata merenja u kojem se vidi da *test ne prolazi* zbog merenja broj 002 koji se odnosi na proveru ispravnosti modula jednosmernog napona A25A2, preko kojeg se vrši napajanje sastavnih modula i komponenti RRU.

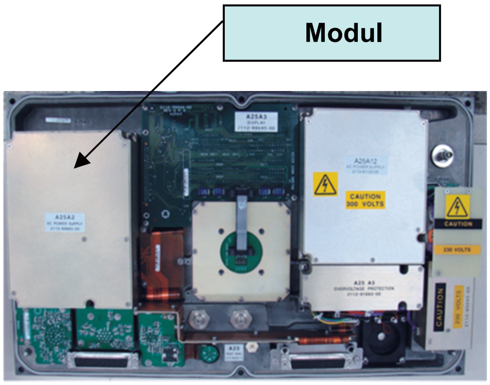
Tabela 2 – Prikaz dela rezultata merenja TEST stanicom
Table 2 – The partial results of the measurement by the TEST station
Таблица 2 – Часть результатов диагностирования тестовой станцией

002	DC Input Range Test					
Freg/Funkcion	**Param**	**Low Limit**	**High Limit**	**Units**	**Results**	**ERR**
1700.000 QPSK	**20.0V E1**	**10E-5**	**0**	**ERR**	**No link**	**ERR**
	30.0V E1	**10E-5**	**0**	**ERR**	**No link**	**ERR**

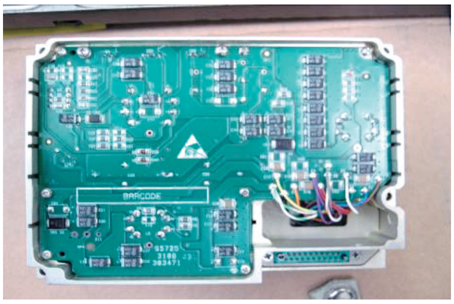
Merenje broj 002, kojim se vrši provera modula jednosmernog napona napajanja A25A2, realizuje se na način da se na RRU dovode jednosmerni naponi vrednosti 20V i 30V iz izvora napajanja tipa *GENH 30-25* koji se nalazi unutar TEST stanice. Vrednosti napona predstavljaju najmanju i najveću vrednost napona pomoću kojih RRU može pouzdano da obavlja svoju funkciju. Analizatorom greške *Anritsu MP 1570A* vrši se merenje vrednosti greške u prenosu signala, BER. Prenos signala ostvaruje se između ispitivanog i referentnog RRU, između kojih se uspostavlja radio-relejni link, a upravljanje radom RRU ostvaruje se pomoću TEST stanice, kada se u isto vreme mere navedeni parametri uređaja. Najmanja dozvoljena greška u prenosu signala BER iznosi 10E-5, kada se može reći da je uspostavljen radio-relejni link i da se uspešno ostvaruje prenos podataka između dva RRU. Primenom modela algoritma defektacije ispravnosti RRU konstatovana je neispravnost modula jednosmernog napona napajanja A25A2, što se razlikuje od ponuđenog rešenja defektacije prilikom realizacije tehnološke operacije samotestiranja. Zatim je izvršena zamena modula A25A2. Nakon toga pristupilo se ponovnoj realizaciji tehnološkog postupka (slika 7), a dobijeni rezultati pokazali su da je uređaj ispravan. Dobijeni rezultati testiranja TEST stanicom, nakon zamene modula A25A2, isti su kao rezultati prikazani u tabeli 1. Neispravni modul A25A2 šalje se na opravku na viši nivo održavanja.

Primenjeni model algoritma defektacije pokazuje da softverska defektacija koja se dobija tehnološkom operacijom samotestiranja nije dobra i može doći do zamene pogrešnih modula. Tako će uređaj ostati i dalje neispravan, iako su zamenjeni moduli koje je predložio softver.

Smeštaj modula A25A2 u RRU GRC 408E prikazan je na slici 9, a izgled demontiranog modula na slici 10.



Slika 9 – Modul A25A2 unutar RRU
Figure 9 – A25A2 module within an RRD
Рис. 9 – Модуль A25A2, встроенный в РРУ



Slika 10 – Modul A25A2
Figure 10 – A25A2 module
Рис.10 – Модуль A25A2

Zaključak

U radu je unapređen model tehnologije srednjeg nivoa održavanja RRU, koji realizuju logistički bataljoni VS. Na osnovu ispitivanja predloženog modela tehnologije korektivnog održavanja zaključuje se da poboljšani model tehnologije, zajedno sa predloženim modelom algoritma defektacije ispravnosti uređaja, omogućuje realizatorima srednjeg nivoa održavanja brži i siguran rad tokom održavanja ove vrste RRU. Unapređenje modela tehnologije održavanja i definisanje modela algoritma defektacije zasnovano je na automatskom mernom mestu i omogućuje merenje svih bitnih parametara RRU.

Na osnovu dobijenih rezultata sprovedenih istraživanja donose se sledeći zaključci:

– realizovana je uspešna primena poboljšanog modela tehnologije srednjeg nivoa održavanja u postupku preventivnog i korektivnog održavanja RRU;

– model tehnološkog postupka prilagođen je obučenosti stručnog kadra i opremom za održavanje koju poseduje logistički bataljon;

– uspešno je primenjen model algoritma defektacije ispravnosti sastavnih modula RRU u postupku korektivnog održavanja, čime je potvrđena validnost predloženog modela;

– dati su odgovori na tehnološka pitanja koja su sastavni deo tehnološkog postupka srednjeg nivoa održavanja;

– primenom predloženog modela algoritma defektacije ispravnosti RRU realizatorima srednjeg nivoa održavanja omogućena je brza realizacija korektivnog održavanja, čime se povećava gotovost RRU i smanjuje srednje vreme korektivnog održavanja;

– modelom tehnologije srednjeg nivoa održavanja eksplicitno je definisano koji se sastavni moduli RRU mogu menjati na ovom nivou održavanja tokom realizacije korektivnog održavanja i zbog neispravnosti kojih modula se RRU šalje na viši nivo održavanja;

– modularna zamena sastavnih modula RRU tokom korektivnog održavanja znatno ubrzava postupak održavanja i smanjuje srednje vreme korektivnog održavanja, te se na taj način povećava gotovost uređaja;

– omogućena je pouzdana defektacija uređaja, a primenom modela srednjeg nivoa održavanja obezbeđuje se visoka gotovost rada RRU.

Sprovedena istraživanja daju doprinos u oblasti održavanja ove vrste radio-relejnih uređaja, jer se na osnovu dobijenih rezultata zaključuje da poboljšani model tehnologije srednjeg nivoa održavanja omogućuje propisan rad realizatoru održavanja, znatno smanjuje vreme u otkazu uređaja i povećava pouzdanost, kako tehnološke operacije defektacije, tako i samog RRU tokom životnog veka. Na sličan način može se definisati model tehnologije održavanja ostalih telekomunikacionih uređaja u VS.

Literatura

Adamović, Ž., 1998, Tehnička dijagnostika, *Zavod za udžbenike i nastavna sredstva,* Beograd.

Adamović, Ž., 2008, Menadžment industrijskog održavanja, *Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet " Mihajlo Pupin",* Zrenjanin.

Generalštab Vojske Srbije, Uprava za telekomunikacije i informatiku, 2011, Pravilo radio-relejni uređaj GRC 408E, *GŠVS Uprava za telekomunikacije i informatiku*, Beograd.

Muždeka, S., 1981, Logistika – Logističko inženjerstvo, *Institut za nuklearne nauke ”Boris Kidrič” i SSNO Tehnička uprava,* Beograd.

Radonjić, V., Andrejić, M., Epler, I., 2014, Organizacija tehnološkog procesa remonta složenih tehničkih sistema u Tehničkom remontnom zavodu u Čačku*, Vojnotehnički glasnik/MilitaryTechnicalCourier*, Vol. 62 (2), str.136-150.

Radonjić, V., Jovanović, D., & Milojević, I., 2013a, Proračun parametara pouzdanosti kod uspostavljanja organizacije održavanja radio-relejnih uređaja, *16. Međunarodna konferencija "Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću" ICDQM-2013*, str.471-476.

Radonjić, V., Jovanović, D., & Milojević, I., 2013b, Tehnološka procedura srednjeg nivoa održavanja savremenih radio-relejnih uređaja, *16. međunarodna konferencija "Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću", ICDQM* 2013., str.465-470.

Radonjić V., Ćirić M., 2012, Primena savremene metode tehničke dijagnostike u funkciji unapređenja održavanja radio-relejnih uređaja*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier,* 60 (4), str.117-132.

Radonjić V. Jovanović D., 2012, Održavanje radio-relejnih uređaja primenom savremene metode tehničke dijganostike*, 15.DQM Međunarodna konferencija Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću ICDQM 2012*, str.383-388.

Radonjić, V., Jovanović, D.,& Ćirić, M., 2014. Optimalni model koncepta održavanja radio-relejnih uređaja, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 62 (3), str.59-79.

Radonjić, V., Petrović, S., Andrejić, M., & Jovanović, D., 2014, Model koncepta održavanja prema stanju uređaja posebne namene, *17. Međunarodna konferencija "Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću" ICDQM-2014* , str.824-829.

URL:http://.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СРЕДНЕГО УРОВНЯ ПОДДЕРЖКИ РАДИОРЕЛЕЙНОГО УСТРОЙСТВА

Войкан М. Радонич [а], Слободан Р. Джукич [б],
Данко М. Йованович [в], Миленко П. Чирич [а]

[а] Ремонтно-технический институт, г. Чачак
[б] Университет г. Крагуевац, Факультет технических наук, г. Чачак
[в] Университет обороны, г. Белград, Военная академия

ОБЛАСТЬ: логистика
ВИД СТАТЬИ: оригинальная научная статья
ЯЗЫК СТАТЬИ: сербский

Резюме:

В данной работе описаны проведенные исследования по методам повышения качества технологической модели среднего уровня радиорелейных устройств.

Усовершенствованная технологическая модель будет применяться в процессе поддержки радиорелейных устройств.

По результатам применения предлагаемой модели можно будет сделать вывод о преимуществах данной технологической модели по поддержке радиорелейных устройств.

Ключевые слова: *технология, модель, поддержка.*

IMPROVING A TECHNOLOGY MODEL FOR INTERMEDIATE MAINTENANCE OF RADIO-RELAY DEVICES

Vojkan M. Radonjić [a], Slobodan R. Đukić [b],
Danko M. Jovanović [c], Milenko P Ćirić [a]
[a] Technical Overhaul Institute Čačak
[b] University in Kragujevac, Faculty of Technical Sciences Čačak
[c] University of Defence in Belgrade, Military Academy

FIELD: Logistics
ARTICLE TYPE: Original Scientific Paper
ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

The work was conducted to investigate the manner of improving the technology of intermediate level maintenance of radio-relay devices. The Improved model of maintenance techniques will be applied in practice during corrective maintenance of radio-relay devices. The results obtained during the application of the proposed model will serve to draw conclusions about the effectiveness of the defined model of maintenance technology.

Introduction

In the performed research, one technology model for preventive and corrective maintenance of one type of digital radio-relay devices (RRDs) used in the units of the Army of Serbia is improved. Given that the technological operations of preventive maintenance are contained in the corrective maintenance technology, the research gives the model of technology relating to corrective maintenance. The technology model would be realized through the intermediate level maintenance carriers in the Serbian Army (SA) units - logistics battalions. Logistics battalions, in terms of technical maintenance, are the first direct contact with users of RRDs. Therefore, the improved technology model should enable rapid and successful corrective maintenance carried out by logistics battalions in order to achieve higher availability and reliability of RRDs.

Maintenance technology

Maintenance technology presents organizational and technical solutions that provide clear answers to technology questions: WHAT, WHEN, WHO, WHAT and WHERE to perform maintenance of a technical device. The answers to these questions determine the technology of intermediate-level maintenance of radio-relay devices (RRDs) in the Army of Serbia. A model of the technological process for intermediate level maintenance of RRDs will contain explicit answers to these technology questions.

Model of intermediate-level maintenance technology

Maintenance technology of a technical device depends exclusively on the design and technical characteristics of the asset. Further research will show the characteristics of the GRC 408E RRD.

Characteristics of the GRC 408E RRD in terms of maintenance

The GRC 408E family of radio-relay devices belongs to digital multi-channel radio relay devices. It is based on modern technology, electronics, telecommunications and information technology. The integral device modules are: A25A2- DC power supply module, A25A12- AC power module A25A3- display module, A14 - CPU, A13- EOW official channel module, A11- module interface and modem, A1- receiver module, transmitter module A18-, A19- RF filter module, A21- power monitor module and A24A4 amplifier module.

The operation of all modules is achieved via the CPU, the A14 module.

Assumptions of the technology maintenance model

In relation to the structural characteristics of this equipment, preventive maintenance is implemented by the self-test of the device which performs the necessary diagnostic measurements of important parameters. Compared to other maintenance equipment, at the intermediate level maintenance, preventive and corrective maintenance are based on an automatic measurement point, ie. TEST station , which measures all essential parameters of the device. The research will assume that the corrective maintenance at the intermediate level maintenance is realized by replacing the aggregate component modules for faster repair.

The technology model for intermediate-level maintenance is not capable of implementing corrective maintenance of RRDs in case of the malfunctioning of the A19- RF filter module and A21- power monitor module due to the structural features of the modules. The device is then sent to a higher level of maintenance. The research assumed that the intermediate level maintenance, either preventive or corrective in character, is implemented in logistics battalions of the Army of Serbia.

Maintenance technology model

The model of intermediate-level maintenance technology is based on the measurements of RRD important parameters whose comparison with reference valuesrepresents the inspection of a device and its component modules. Also, based on the measurement results, the algorithm for detecting defects in the module functionalty successfully detects and locates the faulty module.

Measurements of important signal parameters are realized in two ways. The first method is an implemented self-test method with built-in software for measuring and detecting defects in the functionality of modules, a so-called self-test. Another measuring method is to join an RRD to an automatic measuring point at which around 150 different parameters are measured.

Measuring device parameters using the self-test

The self-test represents software defect detection of the functional correctness of individual modules in a device with the ultimate goal of diagnosing the status of devices. The self-test software program detects whether each module performs its function, based on the order submitted by the CPU module. There are four forms of the self-test, and their selection is done by an appropriate command offered through a user application, by activating the command to start the self-test. The forms of the test are: TEST PARAMETER SETUP, FIXED PARAMETER TEST LOOP SELECTION FRONT PANEL and TEST. The device parameters measured by the self-test are: the level of the received signal, the BER error in receiving the signal, the level of the transmitted signal, the ratio of active and reflected power, supply voltage modules, external power supplies, transmitting and receiving frequencies, modulation types, interface types, bit rate, network addresses, etc.

Measurement of the device parameters by the TEST station

The TEST station performs an integrated and software-controlled operation of special measuring instruments. The instruments provide detailed measurements of individual signals within the device by which the modules communicate with each other and realize their primary purpose. The results of measurements are used for two main technological operations of the technology model: defect detection and final measurements and tests. A complete measurement of parameters takes about 60 minutes, during which the instruments measure about 150 parameters important for the analysis of RRD functionality.

The TEST station is used for measuring 11 different functions during operation. Based on these functions and the reference values of the measured RRD parameters, a model of an algorithm for defect detection in the component modules is created. The model of the algorithm of RRD defect detection facilitates technical maintenance and accurately directs it - on the basis of the results of the measurement test station, it accurately *locates a faulty module or a module that is a potential cause of the RRD malfunction. The proposed defect detection algorithm model is a contribution to easier and more efficient RRD maintenance.*

Model of the technological process of intermediate level maintenance

Model of the technological process of intermediate level maintenance that would be realized in the SA logistics battalions is shown in Figure 7.

Application of the maintenance technology model

Further research was carried out by applying and testing the effectiveness of the proposed model of the intermediate level maintenance technology. The proposed model of the technological process of intermediate level maintenance and the self-test technological operation gave the results shown in Figure 8. The blackout results show that there is a defect manifested by no RF signal, and the probable causes of defects are A1, A19 or A21 modules.

After the application of the technological operations of measurements with the TEST station, the obtained measurement results are partially shown in Table 2. The results show that the measurement by the TEST station is not fully realized due to measurement number 002, which indicates a malfunction of the A25A2 module.

Applying the model of the defect detection algorithm, a malfunction of A25A2 DC voltage supply module was found, which differs from the proposed solution of the defect detection during the implementation of the self-test technological operation. The A25A2 module is then replaced. After the replacement of the faulty A25A2 module, the technological procedure from Figure 7 is carried out again and the obtained results show that the device is not defective. The results of the testing performed by the TEST station are the same as the results shown in Table 1. The defective A25A2 module is - sent for repair to a higher level of maintenance.

Conclusion

The paper shows an improved model of the technology of intermediate-level maintenance of RRDs, implemented by the SA logistics battalions. Based on the examination of the proposed model of the technology of corrective maintenance, it is concluded that the model, together with the proposed model of RRD defect detection algorithm, allows fast and safe operation during intermediate-level maintenance of this type of RRDs. Based on the research results, the following conclusions are drawn:

- the improved model of the technology of intermediate level maintenance has been successfully implemented in the process of preventive and corrective maintenance of RRDs,

- the model of the technological process is tailored to the training level of qualified personnel and to the maintenance equipment owned by logistics battalions,

- the implementation of the RRD defect detection algorithm model in the process of corrective maintenance proved to be successful which confirmed the validity of the proposed model,

- the answers to the questions on technology are provided and they are an integral part of the production process for intermediate-level maintenance,

- quick implementation of corrective maintenance is facilitated which increases RRD operability and decreases the mean time of corrective maintenance,

- it is explicitly defined which RRD integral modules can be changed at intermediate-level maintenance during the implementation of corrective maintenance,

- aggregate replacement of RRD component modules during corrective maintenance considerably accelerates the process of maintenance and reduces the mean time of corrective maintenance, thus increasing the operability of the unit,

- reliable defect detection of a device is achieved as well as the reliability of the device.

The improved model of the technology of intermediate-level maintenance allows proper performance of maintenance personnel, significantly - reducing the time of failure and increasing the reliability of the RRD device, as well as the reliability of the technical operations of overhaul. This method of determining the model of maintenance techniques can also be applied to other telecommunication devices in the Army of Serbia.

Key words*: technology, models, maintenance.*

Datum prijema članka / Paper received on / Дата получения работы: 17. 12. 2014.
Datum dostavljanja ispravki rukopisa / Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 16. 01. 2015.
Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje / Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 18. 01. 2015.

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK / MILITARY TECHNICAL COURIER, 2015., Vol. LXIII, No 4

MORPHOLOGY OF POWDER PARTICLES PRODUCED BY SPRAY ATOMIZATION AND OTHER PROCESSES

Mihailo R. Mrdak
Research and Development Center IMTEL
e-mail: miki@insimtel.com

DOI: 10.5937/vojtehg63-7159

FIELD: Chemical Technology
ARTICLE TYPE: Review Paper
ARTICLE LANGUAGE: English

Summary:

The physical and mechanical properties of coatings are heavily influenced by the technologies of powder production and by the parameters of the plasma spray process. One of the most important parameters that affects the physical and mechanical properties of coatings is the morphology of powder particles - homogeneity, granulation and granulation range, directly related to the technologies of powder production. This paper describes the technological processses of powder production most commonly used and shows the SEM micrographs of powder morphologies. Depending on the manufacturing process, powder particles have different characteristics regarding their shape, size, specific gravity, purity, etc. Since these characteristics have a significant impact on the quality and properties of deposited coatings, it is necessary to possess knowledge about the characteristics of powders in order to better control the behavior of particles in the plasma jet, in order to produce the expected characteristics of the coating.Powders have a variety of characteristics to be set for the operating parameters of the deposition in order to obtain the desired coating characteristics.

Key words: *property, powders, particles, mechanical properties, coatings, characteristics.*

---

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

Introduction

The quality of deposited APS and VPS plasma spray coatings is influenced by several mutually dependable parameters, one of which is the powder quality, directly related to the powder production technology. Coatings of the optimal quality for respective purposes require the application of powders produced by certain technological processes. To ensure optimal properties of the coating, the powder with its chemical composition, morphology and distribution of the granulate particles must be adapted to the coating exploitation conditions. Powder manufacturers have different variations of manufacturing processes of powders in terms of morphology, density and chemical properties, which indicates that different types of powders are used for different exploitation conditions, as published in the works of authors (Vencl, et al., 2009, pp.398-405), (Vencl, et al., 2010, pp.591-604), (Vencl, et al., 2011, pp.1281-1288), (Mrdak, 2012, pp.182-201), (Mrdak, 2013b, pp.68-88), (Mrdak, 2014, pp.7-22), (Mrdak, 2013a, pp.7-25), (Mrdak, et al., 2013, pp.559-567). Powder production techniques greatly influence on: powder chemical composition and homogeneity, powder particle morphology, particle size and span granulation, porosity, specific density, cleanliness, etc. (Sampath, et al., 1996, pp.629-636). Powders of the same chemical composition but produced by different manufacturing processes have different powder morphologies and characteristics. Particles of a spherical shape have a higher flowability compared to powder particles of an irregular shape. Consequently, the resulting coating properties are different, even if the deposition conditions are constant. This is due to the differences in behavior during the injection of particles into the plasma jet and the flow of molten particles to the substrate where they are deposited. Irregularly shaped particles often cause blockage in the powder inlet pipe, which leads to a reduction in the deposition rate, overheating of the substrate and the coating separation from the substrate. The situation is similar in the case of the insertion of fine particles into the plasma jet. Accordingly, it is very important to possess knowledge about the powder characteristics in order to better control the behavior of particles in the plasma jet, in order to produce the expected coating characteristics. The particle morphology, the particle size and the range of granules are the key parameters that affect: degree of melting in the plasma, deposition effect, layer density, coating stress state, and adhesive and cohesive strength. Depending on the powder production technology, the morphology and density of powder particles can be quite different, so it is necessary for their application to adjust the essential deposition parameters to obtain the desired coating properties, as described in the works of authors (Vencl, et al., 2009, pp.398-405), (Vencl, et al., 2010, pp.591-604), (Vencl, et al., 2011, pp.1281-1288), (Mrdak, 2012, pp.182-201), (Mrdak, 2013b, pp.68-88), (Mrdak, 2014, pp.7-22), (Mrdak, 2013a, pp.7-25), (Mrdak, et al., 2013, pp.559-567). In most cases, one powder production technology can be used for a number of different materials. It is also important to point out that, in the powder production process, combinations of two or more techniques of powder manufacturing are used. This is particularly benefitial when developing multi-component powders the components of which have different physical properties. By applying different techniques of powder manufacturing, significantly greater homogeneity and density of particles are achieved with a minimum share of gases. It is particularly important to note that introducing more technological methods of powder making results in a more uniform distribution of granules and a constant powder surface / volume ratio, which has a positive effect on their uniform melting in plasma and on their deposition on the substrate.

The aim of this study was to describe the technological processes of powder manufacturing used for the deposition of coatings by atmospheric and vacuum plasma spray processes. The paper presents the SEM micrographs of powder morphologies influencing the powder deposition effect, coating density, stress state of the coating and adhesive/cohesive strength of the bond. The chosen powders are those commonly used for making coatings resistant to wear, abrasion, erosion, corrosion and fatigue at low and elevated temperatures.

Powder production technologies and powder particle morphologies

Depending on powder manufacturing processes, powder particles have different characteristics relating to: microstructure, homogeneity, specific gravity, purity, morphology, particle size and particle size distribution. These characteristics have a significant impact on the quality and properties of deposited coatings in exploitation; therefore, it is necessary to possess knowledge of powder production technologies and the characteristics of produced powders in order to facilitate the control of the plasma spray parameters and the behavior of powder particles in the plasma, so as to produce high quality coatings. The most common and best-known powder production technologies are:

Agglomeration - spray drying: metals, carbides and ceramic powders;

Cladding of composite powders: metals, ceramics, metal powders carbide composite powders;

Melt atomization: metals and alloyed powders;

Electric arc melting: metal powders, ceramic powders;

Agglomeration and sintering: metal powders, ceramic powders and metal - carbide powders;

Plasma treatment (Plasma remelting) to achieve the spheroidization of metal and ceramic powders;

High Temperature Synthesis - SHS, which is obtained by the reaction of a mixture of elemental powders: powders of carbide, cermet powders, composite powders, etc.

Powder production by spray drying

Spray drying is the technological process of agglomeration or consolidation of fine powder particles in the range of 1μm to 40μm. For agglomeration, ultra fine powder particles sized less than 1μm can also be used since they enable the production of powders of higher purity and density. Depending on the type of material and its purpose, there are various granulation powders for consolidation. By concentrating fine particles, spherical powder with an approximately constant surface area/volume ratio is produced. This procedure can also result in homogeneous single-component and multi-component powders. Fine powder particles mix with a liquid agent silicasol creating a suspension. In the process of plasma spray deposition of powders, silica sol evaporates and does not affect the properties of the deposited layers. Such suspension is sprayed with an appropriate nozzle under pressure into a chamber heated between 400 and 600 °C making dry powder particles which are agglomerated. The chamber temperature depends on the type and properties of the suspension. This process generally produces two fractions: coarse fraction collected at the chamber and the fine fraction collected in the cyclone. The fraction ratio is regulated by choosing the nozzle type and pressure in the process. The dried powder is then sintered in a gas furnace at a temperature of 1450 to 1600 °C , depending on he powder type, to enhance the density and provide uniform powder flowability in the deposition process. In this way, a range of powder systems of different quality and characteristics is produced, such as: WC/Co, WC/CoCr, WC/NiMoCr, Ni/SiC, $ZrO_2Y_2O_3$, $ZrO_2TiO_2Y_2O_3$, $ZrO_2CaOAl_2O_3$ and powders for special purposes. Fig. 1 shows the morphologies of the powder particles of $ZrO_220\%Y_2O_3$ and WC17%Co produced by spray drying. The particles of ceramic powders $ZrO_220\%Y_2O_3$ have a spherical morphology with a range of the granulation of 16μm to 90μm, and they are used to create the upper ceramic layer of thermo - barrier coatings TBC_s (Mrdak, et al., 2013, pp.559-567). WC17%Co powder particles are more porous due to larger WC and Co particles which were used for the consolidation of spray drying. The powder is of a spherical shape with a range of grain size of 11μm to 53μm (Mrdak, 2013a, pp.7-25).

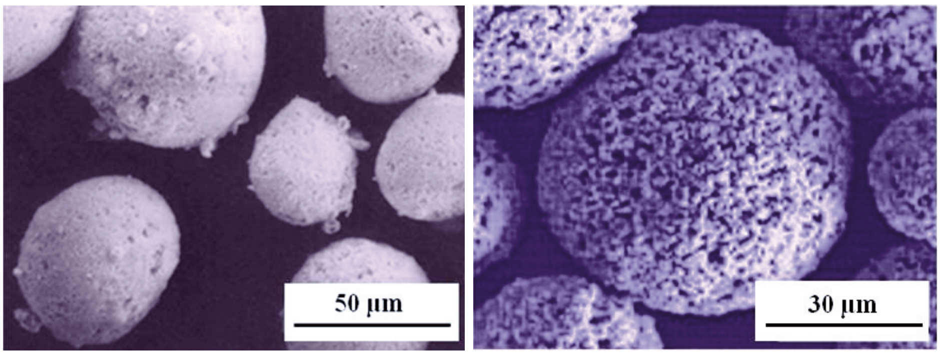


Figure 1 – (SEM) micrography of the $ZrO_2 20\%Y_2O_3$ and WC17%Co powder particles
Slika 1 – (SEM) mikrografija čestica praha $ZrO_2 20\%Y_2O_3$ i WC17%Co
Рис. 1 – (SEM) микрография частиц порошка $ZrO_2 20\%Y_2O_3$ i WC17%Co

Production of clad powders

Cladding is a technological process in which particles of a size of 40µm to 50µm are used as a powder core for cladding binary or multi-component composite materials. The powder particle cores can be produced by a process of spray drying or atomizing the liquid melt with an inert gas.The particle cores are coated with smaller particles of a size of 1 µm to 10 µm with the use of silica sol as a binder. Powders obtained by the cladding process prevent the segregation of individual components in deposited coatings, which can happen with a mechanical mixture of powders. Two major classes of powders produced by cladding are multicomponent composite metal powders of the self-adhesive Ni/Al, NiCr/Al and $NiCr/Al/Co/Y_2O_3$ types and soft sealant materials of the Ni/ graphite type. The goal of producing cladded Ni/Al, NiCr/Al and $NiCr/Al/Co/Y_2O_3$ composite powders is that the cladding enables the exothermic reaction between the components of the powder in the deposition process, to obtain a higher adhesive strength of the coating to the metal substrate (Mrdak, et al., 2013, pp.559-567), (Mrdak, 2013c, pp.7-22). The sealing material Ni/25%graphite is composed of a graphite corecladded with nickel. This prevents the combustion of graphite in plasma and enables a uniform and homogenous distribution of Ni and graphite in the coating (Mrdak, 2013b, pp.68-88). Fig. 2 shows the morphologies of the cross sections of Ni/25%graphite and Ni/20%Al powders. The cross section shows the graphite cores cladded with fine particles of nickel in the form of wrappers (Mrdak, 2013b, pp.68-88). The powder particles are of a granulate range of 30µm - 90µm and irregular in shape. Composite NI20%Al powder consists of Ni particle cores cladded with fine Al particles with a range of grain size of 53µm to 90µm. The powder particles are approximately spherical (Mrdak, 2013c, pp.7-22).

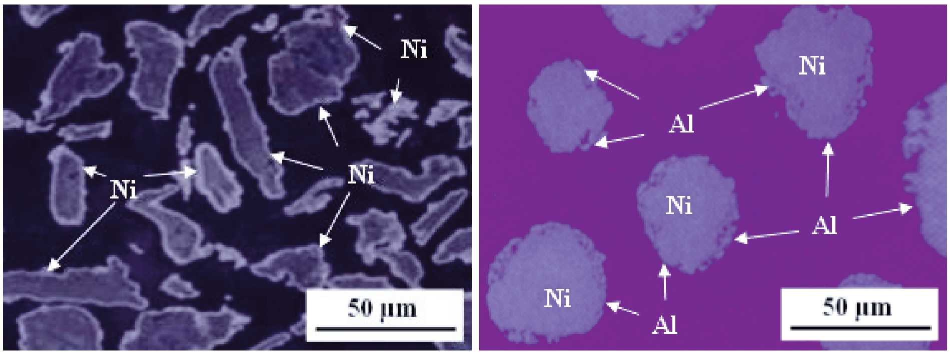


Figure 2 – (SEM) micrography of the Ni/25% graphite and Ni/20%Al powder particles
Slika 2 – *(*SEM) mikrografija čestica praha Ni/25% grafit i Ni/20%Al
Рис.2 – (SEM) микрография частиц порошка Ni/25% графит и Ni/20%Al

Preparation of powders by the atomization of a liquid melt

The dispersion of a liquid melt by an inert gas or atomization (Melt atomization) is a technological process mostly used for the production of powders of pure metals and their alloys such as: Al, Cu, Ni, CuAl,CuNi, CuNiIn, CuAlFe, FeCrNiC, FeCrNiMoSiC, CoCrNiWC, CoCrNiAlTaY, CoNiCrWC, CoMoCrSi, MeCrAlY, etc. The process consists of melting a metal or an alloy of a particular composition and the atomization of a liquid melt by the inert argon gas, where the products are powder particles of a spherical shape. The melting may be performed at atmospheric pressure or in vacuum. If the melting is performed in the presence of air, it is necessary to perform degassing of the liquid melt by a suitable inert gas prior to spraying. Powders made of elements sensitive to oxidation (such as MeCrAlY alloys containing Al and Y) are produced by melting in an induction furnace in vacuum, where the melt is degassed and sprayed by the inert argon gas of high purity. The produced powders are dense and of spherical morphology with insignificant amount of oxide impurities. Fig. 3 shows SEM micrographs of the morphology of the Ni22%Cr10%Al1%Y powder particles produced by the atomization of a liquid melt by an inert gas intended for deposition at atmospheric pressure and in vacuum (Mrdak, 2012, pp.182-201). The powder with a grain size range of 53μm to 106μm is used for the deposition of coatings at atmospheric pressure (Mrdak, 2012, pp.182-201).

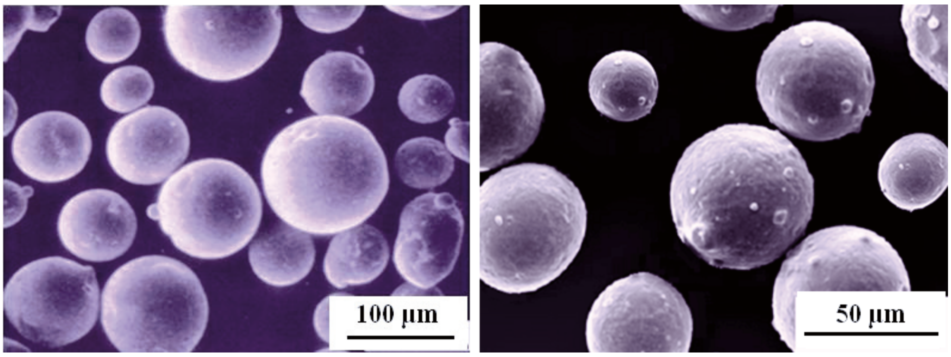


Figure 3 – (SEM) micrography of the Ni22%Cr10%Al1%Y powder particles
Slika 3 – (SEM) mikrografija čestica praha Ni22%Cr10%Al1%Y
Рис. 3 – (SEM) микрография частиц порошка Ni22%Cr10%Al1%Y

The powder with a grain size range of 11µm to 37µm is used for the deposition of coatings in vacuum. The powder particles are spherical in shape and homogeneous.

Preparation of powders by electric arc melting

Electric arc melting is a general method of producing powders, in which, after melting the powder components and their casting into blocks, the molten melt is rapidly cooled to room temperature. The cooled blocks are ground. After grinding, the powder is classified by a desired particle size distribution. The advantage of this method is pre-alloying and the natural homogenization of powder particles. The consequence of grinding is a typical irregular and angular shape of powder particles. This technological process is quite frequent in the production of ceramic powders: Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2, $Al_2O_3TiO_2SiO_2$, $Al_2O_3TiO_2$, $Al_2O_3SiO_2$, Cr_2O_3, $Cr_2O_3TiO_2$, $Cr_2O_3SiO_2TiO_2$, $ZrO_2CeO_2Y_2O_3$, $ZrO_2Y_2O_3$, ZrO_2MgO, $CeO_2Y_2O_3$ and other ceramicsas well as in the production of metal and alloy powders. Fig. 4 shows the morphology of the $Al_2O_340\%TiO_2$ and $ZrO_224\%MgO$ powder particles. Fast sub-cooling of the molten melt allows the formation of a suitable structure in polymorphous ceramic materials. In the structure of the $Al_2O_340\%TiO_2$ ceramic powder, the α Al_2O_3 hard phase is present in a greater proportion while there is an insignificant proportion of the γ - Al_2O_3 softer phase, which is very suitable for the production of coatings resistant to wear. The $Al_2O_340\%TiO_2$ powder is in a range of particle granulation of 15µm 45µm and it is used to protect surfaces from friction, abrasion and erosion of particles (Mrdak, 2014, pp.7-22).

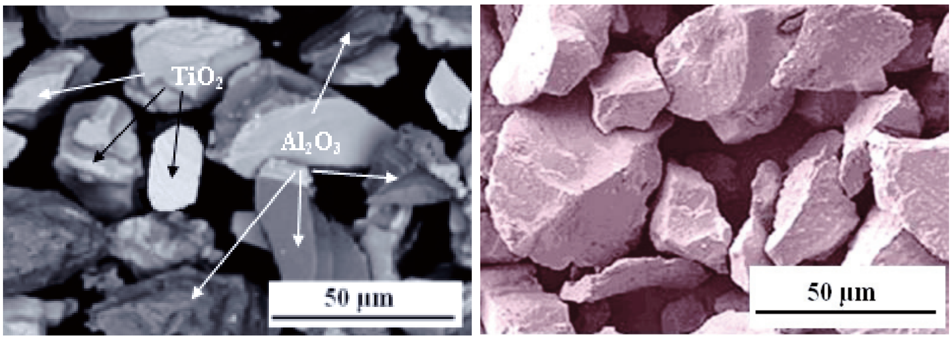


*Figure 4 – (*SEM) micrography of the $Al_2O_3$40%TiO_2 and ZrO_2 24%MgO powder particles
*Slika 4 – (*SEM) mikrografija čestica praha $Al_2O_3$40%TiO_2 i ZrO_2 24%MgO
Рис. 4 – (SEM) микрография частиц порошка $Al_2O_3$40%TiO_2 i ZrO_2 24%MgO

Quick subcooling of the $ZrO_2$24%MgO ceramic melt also provides a small fraction of the monoclinic phase (below 5%) which is not desirable in the deposited layers. The $ZrO_2$24%MgO powder has a range of the granulate of 10µm - 53µm and is applied for the preparation of the upper ceramic layer of thermal - barrier coatings (TBCs) (Kakaš, et al., 2005, pp.335-340).

Preparation of powder agglomeration - sintering

Agglomeration - sintering is a technique in which agglomerated powder particles are condensed by a suitable heat treatment (gas or plasma) below the melting point of the components. This technology is used for the production of metal, metal - carbide and ceramic powders. Agglomeration and sintering do not produce completely alloyed materials, which is why this technique is used only for powders for the given purpose. Fig. 5 shows the morphologies of the agglomerated and sintered powder particles of $Al_2O_3$13%TiO_2 and Mo. The $Al_2O_3$13%TiO_2 powder particles consist of fine agglomerated and sintered particles of Al_2O_3 and TiO_2. Because of the fine granulation of the initial components of Al_2O_3 and TiO_2 powders, theagglomerated and sintered particles are quite dense, homogeneous and spherical.

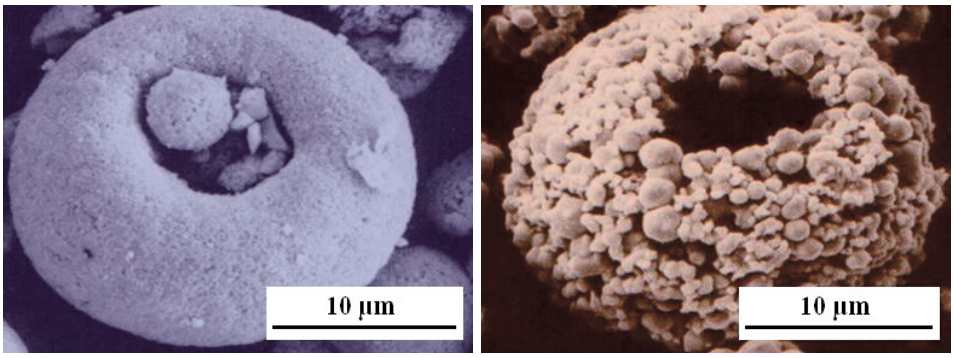


Figure 5 – (SEM) micrography of the $Al_2O_3$13%TiO_2 and Mo powder particles
Slika 5 – (SEM) mikrografija čestice praha $Al_2O_3$13%TiO_2 i Mo
Рис. 5 – (SEM) микрография частиц порошка $Al_2O_3$13%TiO_2 i Mo

The powder is produced with the distribution of granules from 15µm to 45µm. The Mo agglomerated powder particle is more porous compared to the $Al_2O_3$13%TiO_2 powder particle because it consists of bigger particles of sintered and agglomerated Mo. The powder is produced with a granulation of the distribution of 16µm to 45 µm and is used for producing coatings with increased resistance to wear (Mrdak, et al., 2005, pp.235-239). The powder particles have quite a regular shape, taking into account that sintered components have quite different melting temperature and other physical properties.

Preparation of powders by the plasma treatment

The process of plasma arc remelting has been developed as a new method to improve the existing quality of powders and to provide the best possible reproducibility of coatings with optimum properties. This primarily refers to the shape of particles, homogeneity, density, size, and the oxygen content as compared to the starting powder prior to the treatment with plasma. Remelting of plasma powders can result in powders with completely different specific properties. A constant powder flow is not the only parameter that affects the reproducibility of the coating quality. Since the melting process must be reproduced, it is also necessary to control the powder reactivity. All powder particles should have a constant ratio of surface/volume without gas content. The grain size uniformity can be achieved by careful screening and classification of powders by granulation. Most commercial powders are produced with different surface area/volume ratios, causing non-uniform melting of powder particles. This has led to the development of a new technique of powder production, which also applies plasma energy in the production. This technique can produce dense and spherical particles with a constant ratio of surface area/volume. Powders of different grain sizes can be easily sieved and classified in accordance with the desired granulation. This is not the case in conventional methods of powder production that produce powders with different morphologies and variable surface/volume ratios. The production of spherical particles by the powder remelting process in the plasma has great advantages. The spherical shape and a constant surface/volume ratio also provide a constant flow of powder in the plasma deposition process. The gas content in the powder particles is significantly reduced and in the deposition process there is no evaporation of particles as in the case of angular grains. The process of plasma arc remelting is carried out in a furnace with controlled temperature and atmosphere. The chamber must not contain oxygen. The most commonly used gas for protection is inert gas argon of high purity. The furnace is protected from noise with a material on the furnace outer part. A required quantity of powder to be treated is uniformly injected into the plasma jet of defined characteristics. Powder particles injected into the plasma zone are remelted and, at the exit of the jet, they are undercooled quickly in some of cryogenic liquids. The treated powder particles of different granulation pass through cyclones to be collected in the powder chamber. After the treatment, the powder is classified in accordance with grain sizes. If the desired effect has not been obtained during the initial treatment, ie. If all the particles are not spherical, the process is repeated. The starting materials are powders of different chemical compositions and morphologies of different particle types produced by different technological processes. Multi-component powders cannot be produced by other technological methods. In the process, a number of particles of different powders of chemically determined granulation are mixed and then micro pelleted into a new particle. Thus formed particles are used as a starting material for the plasma treatment and for the preparation of multicomponent particles with novel properties (Hansz and Tourenne, 1988, pp.35-40). Typical examples of multi-component powders are WC-TiC-NbC-TaC and TiC-TiN-$MoSi_2$-Cr_3C_2 powder. The produced powders are dense and homogeneous without a share of impurities and gases. Because of a high density and purity that can be achieved in powder particles, this procedure is widely used for thickening powder particles of metals susceptible to oxidation. Fig. 6.1 shows the morphology of a multicomponent sintered particle of WC-TiC-NbC-TaC before the plasma treatment and the morphology of multicomponent powder particles after the plasma treatment (Lugscheider, 1988, pp.23-48).

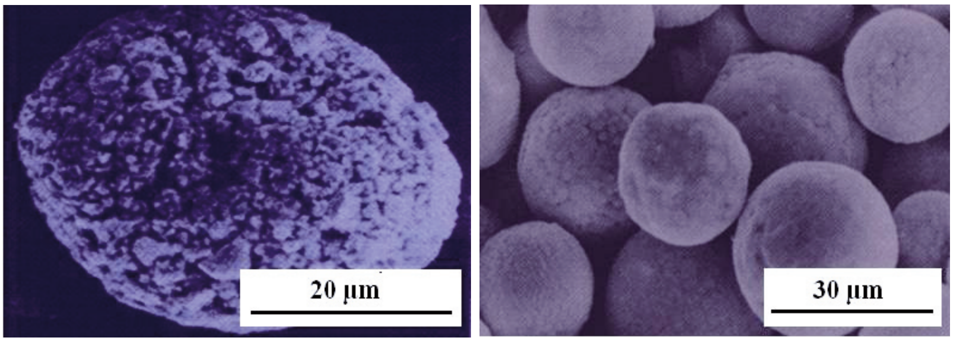


Figure 6.1 – (SEM) morphology of the WC-TiC-NbC-TaC powder particles before and after the treatment with plasma
Slika 6.1 – (SEM) morfologija čestica praha WC-TiC-NbC-TaC pre i posle tretmana sa plazmom
Рис. 6.1 – (SEM) морфология частиц порошка WC-TiC-NbC-TaC до и после плазменной обработки

The process of powder plasma remelting is suitable for the production of powders of zirconium oxide stabilized with other types of oxides. High remelting temperature helps to improve prealloying zirconium oxide, which significantly improves the oxide stabilization. This technological process results in systems of ceramic powders such as $ZrO_2CeO_2Y_2O_3$, $ZrO_2Y_2O_3$, ZrO_2MgO, $CeO_2Y_2O_3$ and other ceramic powders. Fig. 6.2 shows the particle morphology of the $ZrO_225\%CeO_23\%Y_2O_3$ (Mrdak, et al., 2013, pp.559-567) and $ZrO_28\%Y_2O_3$ ceramic powders treated by plasma in order to spheroidize powder particles with a constant surface area/volume ratio. The spherical powder of $ZrO_225\%CeO_23\%Y_2O_3$ is fully prealloyed with particles ranging from 11 µm to 90 µm. The figure also shows the morphology of the powder particles of $ZrO_28\%Y_2O_3$ with a grain size of 15 µm to 45 µm. The powder particles have a regular spherical shape.

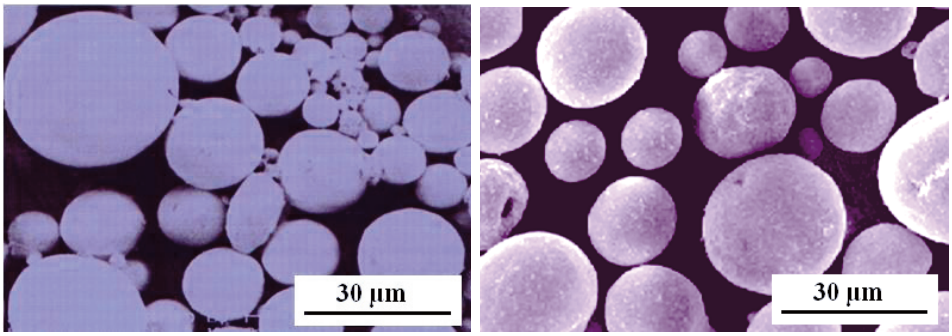


Figure 6.2 – (SEM) morphology of the $ZrO_225\%CeO_23\%Y_2O_3$ and $ZrO_28\%Y_2O_3$ powder particles
Slika 6.2 – *(*SEM) morfologija čestica praha $ZrO_225\%CeO_23\%Y_2O_3$ i $ZrO_28\%Y_2O_3$
Рис. 6.2 – (SEM) морфология частиц порошка $ZrO_225\%CeO_23\%Y_2O_3$ и $ZrO_28\%Y_2O_3$

Mechanical alloying

The technological process of making powders by mechanical alloying - MA aims at producing homogeneous powder particles. It produces very homogeneous coatings with a fine microstructure. Mechanical alloying (MA) is described as a high - energy grinding process in which powder particles are subjected to repeated cold-welding, breaking and re-welding. The transfer of mechanical energy to powder particles results in the introduction of stresses in powder particles through the creation of dislocations and other defects that act as fast diffusion paths. In addition, grains are filtered and grain size is processed, which decreases the diffusion distance. During grinding, there is a slight increase in powder temperature. All these effects lead to the alloying of the powder mixture components, during the grinding process (Suryanarayana, 2004, p.466). Since mechanical alloying can lead to the formation of intermetallic phases, which are often difficult to form even at high temperatures, plasma spray powders prepared by high energy grinding are a great alternative to the formation of deposits of this type of composite phases. The versatility of mechanical alloying enables the production of composite powders of hydroxyapatite - HA reinforced with zirconium oxide - ZrO_2 stabilized with yttrium oxide Y_2O_3, Ni/Al/Mo, Cu/Al, Cu/Al_2O_3, TI/Al/Si_3N_4, etc. (Fukumoto and Okane, 1992 pp.595-600). In the case of systems with an explosive material such as aluminum powder with a very fine particle size of < 3 μm, short-term mechanical alloying reduces the reactivity of the powder due to the inclusion of hard phase particles (Al_2O_3 and / or SiC) within Al particles or fine Al_2O_3 and SiC particles sticking on the surface of aluminum (Bach, et al., 2000, pp.299-302). Fig. 7 shows a (SEM) morphology of the Ni/5.5%Al/5%Mo and Cu/10%Al powder particles produced by mechanical alloying. The Ni/5.5%Al/5%Mo powder particles have a spherical shape which allows an even flow of the powder in the plasma jet. The range of granulation of the powder particles is in the range of 45 μm to 90 μm.

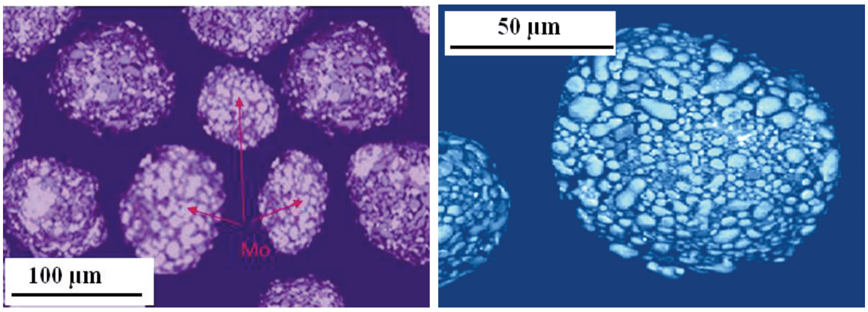


Figure 7 – (SEM) morphology of the Ni/5,5%Al/5%Mo and Cu/10%Al powder particles
Slika 7 – (SEM) morfologija čestica praha Ni/5,5%Al/5%Mo i Cu/10%Al
Рис. 7 − (SEM) морфология частиц порошка Ni/5,5%Al/5%Mo и Cu/10%Al

The powder particles of Cu/10%Al are also of a spherical shape in the granulate range from 45 μm to 106 μm.

Sintering, agglomeration by high-temperature synthesis

For the production of carbide and cermet powders, different technological processes are used, eg: high-temperature synthesis - SHS, agglomeration and sintering, agglomeration and densification of powder by plasma and mechanical mixing of carbide and bonding alloys - MA. Fig. 8 shows the SEM - photomicrographs of the morphology of the TiC (Garrett, et al., 2012) and TiB_2 powder particles (Logan and Villalobos, 2006, pp.249-257) with the grain size of 1 µm to 5 µm, produced by the high temperature synthesis process - SHS. Carbide and cermet powders are often produced by the high temperature synthesis - (SHS), through the reaction of a mixture of elemental powders of Ti and C or B, which comprises a binder phase of Ni,Fe(Cr) and a hard cermet phase of TiC or TiB_2. This process uses an exothermic reaction of a certain reactive mixture of flammable Ti and C or Ti and B powders. Because of high temperatures that can be reached during the reaction (~1200 - 6000 ºC), impurities can evaporate and improve the bond strength between the hard carbide phase and the alloy used as a binder (Smith, et al., 1995, pp.1121-1126).

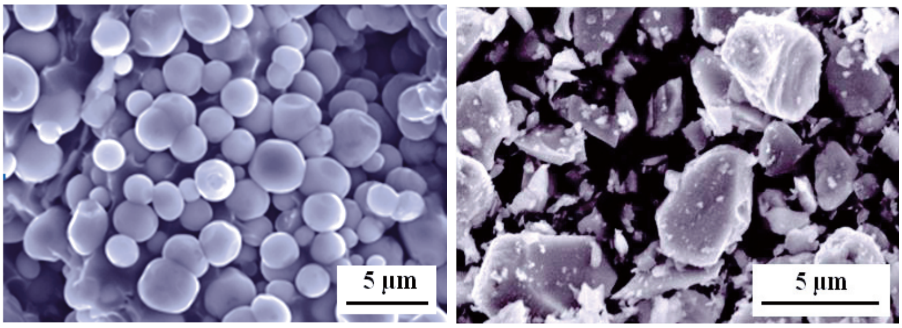


Figure 8 – (SEM) morphology of the TiC and TiB_2 powder particles (Garrett, et al., 2012), (Logan and Villalobos, 2006, pp.249-257)
Slika 8 – (SEM) morfologija čestica praha TiC i TiB_2 (Garrett, et al., 2012), (Logan and Villalobos, 2006, pp.249-257)
Рис. 8 − (SEM) морфология частиц порошка TiC и TiB_2 (Garrett, et al., 2012), (Logan and Villalobos, 2006, pp.249-257)

This technological process allows the production of powders with a particle size of 1 µm to 5 µm in diameter and smaller than 100nm.

Conclusion

This paper describes the technological procedures commonly used for the production of powders intended for thermal spray processes, as well as the morphologies of the powder particles tested by scanning electron microscopy - SEM.

The technological procedures commonly used for the production of powders are: agglomeration spray drying, powder cladding, spraying the liquid melt, electric arc melting, agglomeration and sintering, powder spheroidization by plasma remelting and high-temperature synthesis.

This paper has shown that various technological processes can produce powders with different morphologies of powder particles whose characteristics are directly related to the structure and physical - mechanical properties of deposited coatings.

Each technological procedure gives some specific characteristics to the produced powders, on the basis of which the powders are selected for protecting functional surfaces in the production of new machine parts, for repairing surfaces worn by mechanisms of wear, cavitation and corrosion at low and high temperatures as well as for special purposes.

Literature

Bach, Fr.W., Duda, T., Babiak, Z., Bohling, F. and Formanek, B., 2000, Characterization of Al_2O_3 and SiC Particles Reinforced Al Powders and Plasma Sprayed Wear Resistance Coatings, in Thermal Spray : Surface Engineering via Applied Research, Ohio-USA, ISBN: 978-0-87170-680-5, pp.299-302.

Fukumoto, M. and Okane, I., 1992, Application of Mechanically Alloyed Composite Powders to Thermal Plasma Spraying, in Thermal Spray: International Advances in Coatings Technology, Ohio-USA, ISBN: 0-87170-443-9, pp.595-600.

Garrett, W., Nuechterlein, J., Jo, I., Munitz, A., Kaufman, M.J. and Moore, J.J. 2012, Die castable Aluminum Metal Matrix Composites by Self-propagating High-temperature Synthesis, Society of Die Casting Engineers, vol. 55.

Hansz, B., Tourenne, F., 1988 , Powder Adaption for Plasma Spray by Plasma - Treatment, 1st Plasma-Technik-Symposium Lucerne/Switzerland, Vol.3, pp.35-40.

Kakaš, D., Mrdak M., Kolumbić, Z., Krumes, D., 2005, Influence on the parameters of plasma spraying process at thermal fatigue of thermal barrier coating – ZrO_2MgO, 1th International conference on heat treatment and surface engineering of tools and dies, Pula, Croatia, pp.335-340.

Logan, K.V. and Villalobos, G.R., 2006, Thermodynamic Behavior of Selected SHS Reactions. Heat Transfer in Fire and Combustion Systems, Vol.250, pp.249-257.

Lugscheider, E., 1988, The Family of Plasma Spray Processes - Present Status and Future Prospects,1st Plasma-Technik-Symposium Lucerne/Switzerland, Vol.1, pp.23-48.

Mrdak, M., Kakaš, D., Pović, Đ., 2005, Characterisation of APS-Mo wear resistant coatings, 5th International Conference on Tribology, Kragujevac, Republic of Serbia., pp.235-239.

Mrdak, M., 2012, Study of the properties of plasma deposited layers of nickel-chrome-aluminum-yttrium coatings resistant to oxidation and hot corrosion, Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier, Vol. 60, No.2, pp.182-201.

Mrdak, M., 2013a, Properties and structure of tungstencarbide – cobalt coatings deposited by the APS – plasma spray process, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 61, No.3, pp.7-25.

Mrdak, M., 2013b, Characterization of nickel graphite sealing coatings in the system with the nickel-aluminum bonding coating, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 61, No.1, pp.68-88.

Mrdak, M., 2013c, Structure and properties of plasma sprayed APS - Ni20Al coatings, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol.61, No.2, pp.7-22.

Mrdak, M., Vencl, A., Nedeljkovic, B., Stanković, M., 2013, Influence of plasma spraying parameters on properties of the thermal barrier coatings, Materials Science and Technology, Vol.29, No.5, pp.559-567.

Mrdak, M., 2014, Characterization of the wear resistant aluminum oxide 40% titanium dioxide coating, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 62, No.1, pp.7-22.

Sampath, S., Matejicek, J., Berndt, C.C., Herman, H., Léger, A.C., Vardelle, M., Vardelle, A. & Fauchais, P., 1996, Plasma Sprayed Zirconia: Relationships Among Particle Parameters, Splat Formation and Deposit Generation - Part II: Microstucture and Properties, in Thermal Spray: Practical Solutions for Engineering Problems, Ohio-USA, ISBN-10: 0871705834, pp.629-636.

Smith, RW., Mohanty, M., Stessel, E., and Verstak, A., 1995, Self Propagating High Temperature Synthesis (SHS) of Thermal Spray Powders, International Thermal Spray Conference, Kobe, Japan, pp.1121-1126.

Suryanarayana, C., 2004, Mechanical Alloying and Milling, Materials Science and Engineering, pp.466.

Vencl, A., Mrdak, M., Banjac, M., 2009, Correlation of microstructures and tribological properties of ferrous coatings deposited by atmospheric plasma spraying on Al-Si cast alloy substrate, Metallurgical and materials transactions A, Vol.40, No.2, 2009, pp.398-405.

Vencl, A., Manić, N., Popovic, V., Mrdak, M., 2010, Possibility of the abrasive wear resistance determination with scratch tester, Tribology Letters, Vol.37, No.3, pp.591-604.

Vencl, A., Arostegui, S., Favaro, G., Zivic, F., Mrdak, M., Mitrović, S., Popovic, V., 2011, Evaluation of adhesion/cohesion bond strength of the thick plasma spray coatings by scratch testing on coatings cross-sections, Tribology International, Vol. 44, No.11, pp.1281-1288.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ И МОРФОЛОГИЯ ЧАСТИЦ ПОРОШКА

Михаило Р. Мрдак
Центр исследований и разработок АО„ИМТЕЛ Коммуникации“,
г. Белград, Республика Сербия

ОБЛАСТЬ: химические технологии
ВИД СТАТЬИ: обзорная статья
ЯЗЫК СТАТЬИ: английский

Резюме:

На физические характеристики и механические свойства покрытий большое влияние оказывают, применяемая технология изготовления порошка и параметры, используемые в процессах плазменной обработки.

Ключевыми параметрами, влияющими на физические и механические свойства покрытий, являются такие производственно-технологические параметры порошковых изделий, как: морфология частиц порошка, однородность, грануляция порошка и диапазон грануляции, являющихся неотъемлимой частью технологического процесса при изготовлении порошковых изделий.

В данной статье освещены технологические процессы производства порошковых изделий, приведена морфология частиц порошка (ведущих произодителей порошковых изделий), изученная методом электронной сканирующей микроскопии – SEM.

Во многих публикациях объясняется корреляционная зависимость между морфологией частиц и технологическими процессами, применяемыми в производстве порошковых изделий, а также параметрами нанесения покрытия. Различные характеристики частиц, такие, как форма, величина, размер, густота, чистота и пр. непосредственно зависят от производственного процесса при изготовлении порошковых изделий.

Так как от перечисленных характеристик зависят качество и свойства нанесенного покрытия, для лучшего конроля частиц в плазменной струе и обеспечения желаемых результатов покрытия, необходимо владеть знаниями о характеристиках и свойствах порошка.

При нанесении покрытия необходимо учитывать, различия характеристик порошковых изделий.

Ключевые слова: *технологии, порошки, морфология, микроструктура.*

TEHNOLOGIJE IZRADE PRAHOVA I MORFOLOGIJE ČESTICA PRAHOVA

Mihailo R. Mrdak
Istraživački i razvojni centar IMTEL Communications a.d., Beograd

OBLAST: hemijske tehnologije
VRSTA ČLANKA: pregledni članak
JEZIK ČLANKA: engleski

Sažetak:

Fizičke osobine i mehanička svojstva prevlaka su pod velikim uticajem tehnologije izrade prahova i parametara plazma sprej procesa. Jedan od veoma bitnih parametara koji utiče na fizička i mehanička svojstva prevlaka su morfologije čestica praha, homogenost, granulacija praha i raspon granulacije, koji su u direktnoj vezi sa tehnologijama izrade prahova. U ovoj studiji opisani su tehnološki procesi proizvodnje prahova koji se najviše koriste i prikazane su morfologija čestica prahova renomi-

ranih proizvođača praha, koje su ispitane skening elektronskom mikroskopijom – SEM. Postoji mnogo studija koje su objavile korelaciju između morfologije i tehnologije izrade prahova sa parametrima depozicije prevlaka. U zavisnosti od procesa proizvodnje praha, čestice poseduju različite karakteristike koje se tiču oblika, veličine, specifične gustine, čistoće, itd. Pošto ove karakteristike imaju značajan uticaj na kvalitet i svojstva deponovanih prevlaka, potrebno je posedovati znanje o karakteristikama praha radi bolje kontrole ponašanja čestica u mlaz plazme, kako bi se proizvele prevlake očekivanih karakteristika. Prahovi imaju raznovrsne karakteristike za koje treba podesiti operativne parametre depozicije kako bi se dobile prevlake željenih osobina.

Uvod

Kvaliteti deponovanih APS i VPS plazma sprej prevlaka su pod uticajem više međusobno uslovljenih parametara, a jedan od njih je kvalitet praha koji je u direktnoj vezi sa tehnologijom proizvodnje prahova. Da bi se obezbedila optimalna svojstava prevlake, prah sa svojim hemijskim sastavom, morfologijom i raspodelom granulata čestica mora biti prilagođen eksploatacionim uslovima prevlake. Od tehnike proizvodnje prahova umnogome zavisi: hemijski sastav i homogenost praha, morfologija čestica praha, veličina čestice i raspon granulacije, poroznost, specifična gustina, čistoća i dr. (Sampath, et al., 1996, pp.629-636). Za proizvedene prahove istog hemijskog sastava sa različitim procesima izrade dobijaju se različite morfologije i karakteristike prahova (Kubel, 2000, pp.12-32). Čestice sfernog oblika imaju bolju protočnost u odnosu na čestice praha nepravilnog oblika. Shodno tome, dobijena svojstva prevlaka se razlikuju, čak i ako su uslovi za depoziciju konstantni. To je zbog razlike u ponašanju tokom ubrizgavanja čestica u mlaz plazme i toka istopljenih čestica do podloge gde se deponuju. Čestice nepravilnog oblika često izazivaju blokadu u dovodnoj cevi za prah, što dovodi do smanjenja stope depozicije, pregrevanja substrata i odvajanja prevlake sa podloge. Slična je situacija i sa ubacivanjem finih čestica u mlaz plazme. Shodno tome, veoma je bitno posedovati znanje o karakteristikama praha radi bolje kontrole ponašanja čestica u mlaz plazme, kako bi se proizvele prevlake očekivanih karakteristika. Zavisno od tehnike izrade praha, morfologije i gustine čestica praha mogu biti sasvim različite, pa je za njihovu primenu potrebno podesiti vitalne parametre depozicije da bi se dobile prevlake željenih osobina, kako je opisano u radovima autora (Vencl, et al., 2009, pp.398-405), (Vencl, et al., 2010, pp.591-604), (Vencl, et al., 2011, pp.1281-1288), (Mrdak, 2012, pp.182-201), (Mrdak, 2013b, pp.68-88), (Mrdak, 2014, pp.7-22), (Mrdak, 2013a, pp.7-25), (Mrdak, et al., 2013, pp.559-567). Važno je naglasiti da se sa primenom više tehnoloških postupaka izrade prahova postiže ujednačenija raspodela granulata i konstantan odnos površina –zapremina čestica, što povoljno utiče na njihovo ravnomerno topljenje u plazmi i deponovanje na podlozi.

Cilj rada jeste da se opišu tehnološki postupci izrade prahova, koji se koriste za depoziciju prevlaka atmosferskim i vakuum plazma sprej procesima. U radu su prikazane SEM mikrofotografije morfologija prahova, od kojih zavisi efekat depozicije praha, gustina prevlake, naponsko stanje prevlake i adheziono-koheziona čvrstoća spoja. Odabrani su prahovi, koji se najčešće koriste za izradu prevlaka otpornih na habanje, abraziju, eroziju, koroziju i na zamor na niskim i povišenim temperaturama.

Tehnike proizvodnje prahova i morfologije čestica prahova

U zavisnosti od procesa proizvodnje praha, čestice poseduju različite karakteristike koje se odnose na: mikrostrukturu, homogenost, specifičnu gustinu, čistoću, morfologiju, veličinu i raspodelu veličine čestica. Ove karakteristike imaju značajan uticaj na kvalitet i svojstva deponovanih prevlaka u eksploataciji, zbog čega je neophodno posedovati znanje o tehnologijama izrade prahova i karakteristikama proizvedenih prahova radi lakše kontrole plazma sprej parametara i ponašanja čestica praha u plazmi, kako bi se proizvele prevlake visokog kvaliteta. Najčešće i najpoznatije tehnologije proizvodnje prahova su:

– aglomeracija suvim raspršivanjem (Agglomeration – spray draying): metalni, karbidni i keramički prahovi;

– oblaganje prahova (Clad composite powders): metalni, keramički prahovi metalokarbidni, kompozitni prahovi;

– raspršivanje tečnog rastopa (Melt atomization): metalni i legirani prahovi;

– topljenje električnim lukom (Electric arc melting): metalni prahovi, keramički prahovi;

– aglomeracija i sinterovanje (Agglomerating and sintering): metalni prahovi, keramički prahovi i metalokarbidni prahovi;

– plazma tretman (Plasma fusion) radi sferoidizacije metalnih i keramičkih prahova;

– proces visokotemperaturne sinteze (High Temperature Synthesis – SHS) koja nastaje reakcijom smeše elementarnih prahova: karbidni prahovi, kermet prahovi, kompozitni prahovi i dr.

Izrada prahova suvim raspršivanjem

Suvo raspršivanje (Spray drying) jeste tehnološki proces aglomeracije ili okrupnjavanja finih čestica praha u opsegu od 1μm do 40 μm. Za aglomeraciju se mogu koristi i ultrafine čestice praha, veličine manje od 1 μm, koje omogućavaju izradu prahova veće čistoće i gustine. Fine čestice praha vezuju se sa tečnim sredstvom silikasolom u jednu celinu, praveći pri tome suspenziju. Takva suspenzija raspršuje se sa odgovarajućom mlaznicom pod određenim pritiskom u komoru zagrejanu od 400 do 600^{o}C, praveći suve čestice praha koje su okrupnjene – aglomerisane. Temperatura u komori zavisi od vrste i svojstava suspenzije. Ovaj proces proizvodi generalno dve frakcije: grubu frakciju skupljenu u komori i finu frakciju skupljenu u ciklonu. Odnos frakcija reguliše se izborom tipa mla-

znice i radnim pritiskom u procesu. Osušeni prah se zatim sinteruje u gasnoj peći na temperaturi od 1450 do 1600°C u zavisnosti od vrste praha, kako bi se poboljšala gustina i obezbedila ujednačena protočnost praha u procesu depozicije. Na ovaj način proizvodi se čitav niz sistema prahova različitog kvaliteta i svojstava kao što su: WC/Co, WC/CoCr, WC/NiMoCr, Ni/SiC, $ZrO_2Y_2O_3$, $ZrO_2TiO_2Y_2O_3$, $ZrO_2CaOAl_2O_3$ *i prahovi za specijalne namene. Proizvedeni prah je sfernog oblika.*

Izrada prahova oblaganjem

Oblaganje prahova (Clad composits) jeste tehnološki proces u kojem se za oblaganje dvokomponentnih ili višekomponentnih kompozitnih materijala, kao jezgra praha, koriste čestice veličine od 40 µm do 50 µm. Jezgra čestica praha mogu se proizvesti postupkom suvog raspršivanja ili atomizacijom tečnog rastopa inertnim gasom. Jezgra čestica oblažu se manjim česticama veličine od 1 µm do 10 µm uz upotrebu silikasola kao vezivnog sredstva. Dve najvažnije klase prahova izrađene oblaganjem su višekomponentni samovezujući kompozitni metalni prahovi tipa Ni/Al, NiCr/Al i $NiCr/Al/Co/Y_2O_3$ *i meki zaptivni materijal tipa Ni/grafit. Cilj izrade obloženih kompozitnih prahova Ni/Al, NiCr/Al i* $NiCr/Al/Co/Y_2O_3$ *jeste što oblaganje omogućuje egzotermne reakcije između komponenti praha u procesu deponovanja, kako bi se dobila što veća adheziona čvrstoća prevlake sa metalnom podlogom (Mrdak, et al., 2013, pp.559-567), (Mrdak, 2013c, pp.7-22). Zaptivni materijal Ni/25% grafit sastoji se od jezgra grafita obloženog niklom. Na taj način sprečava se sagorevanje grafita u plazmi i omogućuje ravnomerna i homogena raspodela Ni i grafita u prevlaci (Mrdak, 2013b, pp.68-88).*

Izrada prahova atomizacijom tečnog rastopa

Raspršivanje tečnog rastopa inertnim gasom ili atomizacija (Melt atomization) tehnološki je proces koji se najviše koristi za proizvodnju prahova čistih metala i njihovih legura kao što su: Al, Cu, Ni, CuAl,Cu-Ni, CuNiIn, CuAlFe, FeCrNiC, FeCrNiMoSiC, CoCrNiWC, CoCrNiAl-TaY, CoNiCrWC, CoMoCrSi, MeCrAlY i dr. Proces se sastoji od topljenja metala ili legure određenog sastava i atomizacije tečnog rastopa inertnim gasom argonom, pri čemu se proizvode čestice praha sfernog oblika. Topljenje se može izvesti na atmosferskom pritisku ili u vakuumu. Ukoliko se topljenje izvodi uz prisustvo vazduha, obavezno se pre raspršivanja vrši degazacija tečnog rastopa pogodnim inertnim gasom. Prahovi izrađeni od osetljivih elemenata na oksidaciju, kao što su legure MeCrAlY koje sadrže Al i Y, proizvode se topljenjem u indukcionoj peći u vakuumu, u kojoj se tečni rastop degazira i raspršuje inertnim gasom argonom visoke čistoće. Proizvedeni prahovi su gusti i sferne morfologije sa neznatnim udelom oksidnih nečistoća.

Izrada prahova topljenjem električnim lukom

Topljenje električnim lukom (Electric arc melting) opšta je metoda proizvodnje prahova, kod koje se, nakon topljenja komponenti praha i livenja u blokove, istopljeni rastop brzo hladi do sobne temperature. Ohlađeni blokovi se melju, nakon čega se vrši klasifikacija praha po željenoj raspodeli veličine čestica. Prednost ove metode je predlegiranost i prirodna homogenizacija čestica praha. Posledica mlevenja je tipičan nepravilan i uglast oblik čestica praha. Ovaj tehnološki postupak često je zastupljen u izradi kako keramičkih prahova: Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2, $Al_2O_3TiO_2SiO_2$, $Al_2O_3TiO_2$, $Al_2O_3SiO_2$, Cr_2O_3, $Cr_2O_3TiO_2$, $Cr_2O_3SiO_2TiO_2$, $ZrO_2CeO_2Y_2O_3$, $ZrO_2Y_2O_3$, ZrO_2MgO, $CeO_2Y_2O_3$ *i drugih keramika, tako i metalnih i legiranih prahova.*

Izrada prahova aglomeracija – sinterovanje

Aglomeracija – sinterovanje praha (Agglomerating – Sintering) jeste tehnika kojom se aglomerisane čestice praha zgušnjavaju pogodnim toplotnim tretmanom (gasom ili plazmom) ispod temperature topljenja komponenti. Ova tehnologija primenjuje se za proizvodnju metalnih, metalo-karbidnih i keramičkih prahova. Aglomeracijom i sinterovanjem ne proizvode se sasvim legirani materijali, zbog čega se ovom tehnikom proizvode samo prahovi za datu namenu. Čestice praha imaju dosta pravilan oblik, s obzirom na to da se sinteruju komponente koje imaju različite temperature topljenje i druga fizička svojstva.

Izrada prahova plazma tretmanom

Postupak pretapanja praha mlazom plazme (Plasma fusion) razvio se kao novi postupak iz zahteva da se unaprede postojeći kvaliteti prahova i obezbedi što bolja reproduktivnost prevlaka sa optimalnim svojstvima. To se, pre svega, odnosi na oblik čestica, homogenost, gustinu, veličinu i sadržaj kiseonika u poređenju sa polaznim prahom pre tretmana sa plazmom. Ovom tehnikom proizvode se guste i sferne čestice sa konstantnim odnosom površina– zapremina. Prahovi sa različitom raspodelom veličine zrna mogu se lako prosejati i klasifikovati po željenoj granulaciji. To se ne odnosi na konvencionalne postupke izrade prahova koji proizvode prahove različitih morfologija i sa promenljivim odnosom površina –zapremina. Proizvodnja sfernih čestica praha postupkom pretapanja u plazmi ima velike prednosti. Sferičan oblik i konstantan odnos površina–zapremina omogućava, takođe, konstantan protok praha u procesu plazma depozicije. Sadržaj gasa u česticama praha znatno je smanjen i u procesu depozicije ne dolazi do isparavanja čestica kao što je slučaj za uglasta zrna. Proces pretapanja praha plazmom radi se u kabini sa kontrolisanom temperaturom i atmosferom. U mlaz plazme definisanih karakteristika ravnomerno se ubacuje određena količina praha koji se tretira. Ubrizgane čestice praha u zoni plazme pretapaju se i na izlasku iz mlaza brzo pothlađuju – gase u nekoj od kriogenih tečnosti. Tretirane čestice praha različitih granulacija prolaze kroz ciklone i *skupljaju u komoru za prah. Nakon izvršenog tretmana prah se klasifikuje po granulacijama. Ukoliko prvim tretmanom nije postignut željeni efekat, tj. sve čestice nemaju pravilan sferičan oblok, proces se ponavlja.*

Mehaničko legiranje

Tehnološki postupak izrade prahova mehaničkim legiranjem (Mechanical alloying - MA) ima za cilj izradu homogenih čestica praha, koji proizvodi prevlake veoma homogene i fine mikrostrukture. Mehaničko legiranje (MA) opisano je kao visokoenergetski proces mlevenja u kojem su čestice praha podvrgnute višestrukom hladnom zavarivanju, lomljenju i ponovnom zavarivanju. Prenos mehaničke energije na čestice praha rezultira uvođenjem naprezanja u čestice praha kroz stvaranje dislokacija i drugih grešaka koje deluju kao brze difuzione staze. Pored toga, javlja se prečišćavanje čestica i prerada veličine zrna, a samim tim se smanjuje i razdaljina difuzije. Tokom mlevenja javlja se blagi porast temperature praha. Svi ovi efekti dovode do legiranja komponenti mešavine praha tokom procesa mlevenja (Suryanarayana, 2004, p.466). Pošto mehaničko legiranje može dovesti do stvaranja intermetalnih faza, koja se često teško formiraju čak i na visokim temperaturama, plazma sprej prahovi pripremljeni visokom energijom mlevenja odlična je alternativa za formiranje depozita ove vrste kompozitnih faza.

Sinterovanje, aglomeracija visokotemperaturnom sintezom

Za proizvodnju karbidnih i kermet prahova koriste se različiti tehnološki procesi kao što su: visokotemperaturna sinteza (High Temperature Synthesis – SHS), aglomeracija i sinterovanje, aglomeracija i zgušnjavanje praha plazmom (Plasma fusion) i mehaničko mešanje karbida i vezne legure (Mechanical alloying – MA). Karbidni i kermet prahovi često se proizvode visoko- temperaturnom sintezom – High Temperature Synthesis (SHS) reakcijom smeše elementarnih prahova Ti i C ili B, koja sadrži vezivnu fazu Ni,Fe(Cr) i tvrdu kermet fazu TiC ili TiB_2*. Ovaj proces koristi egzotermnu reakciju određene reaktivne smeše zapaljivih prahova Ti i C ili Ti i B. Zbog visokih temperatura koje se postižu tokom reakcije (~1200 – 6000ºC), nečistoće mogu da ispare i poboljšaju čvrstoću veze između tvrdih karbidnih faza i legure koja se koristi kao vezivno sredstvo (Smith, et al., 1995, pp.1121-1126). Ovaj tehnološki postupak omogućuje izradu prahova veličine čestica prečnika od 1 µm do 5µm i manjeg od 100nm.*

Zaključak

U radu su opisani tehnološki postupci koji se najčešće koriste za proizvodnju prahova namenjenih za termosprej procese, kao i morfologije čestica prahova koje su ispitane skening elektronskom mokroskopijom – SEM.

Tehnološki postupci koji se najčešće koriste za proizvodnju prahova su: aglomeracija suvim raspršivanjem, oblaganje prahova, raspršivanje tečnog rastopa, topljenje električnim lukom, aglomeracija i sinterovanje, sferoidizacija praha pretapanjem plazmom i proces visokotemperaturne sinteze.

Ovaj dokument je pokazao da se sa različitim tehnološkim postupcima mogu proizvesti prahovi sa različitim morfologijama čestica praha, čije su karakteristike u direktnoj vezi sa strukturom i fizičko-mehaničkim karakteristikama deponovanih prevlaka.

Svaki od tehnoloških postupaka daje proizvedenom prahu specifične karakteristike, na osnovu kojih se vrši odabir praha za zaštitu funkcionalnih površina u proizvodnji novih mašinskih delova i za reparaciju pohabanih površina mehanizmima habanja, kavitacije i korozije na niskim i povišenim temperaturama i za specijalne namene.

Ključne reči: *tehnologije, prahovi, morfologija, mikrostruktura.*

Datum prijema članka / Paper received on / Дата получения работы: 17. 11. 2014.
Datum dostavljanja ispravki rukopisa / Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 02. 01. 2015.
Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje / Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 04. 01. 2015.

PRILOG BOLJEM RAZUMEVANJU LOGISTIKE

Marjan A. Milenkov[a], *Milan* Ž. Dronjak[b], *Vladan* D. Parezanović[c]
[a] Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Centar za istraživanja u oblasti logistike odbrane,
e-mail: marjan.milenkov@va.mod.gov.rs
[b] Vojska Srbije, Komanda ViPVO, VZ „Moma stanojlović“,
Batajnica,
e-mail: dronjakm@ptt.rs
[c] Vojska Srbije, Komanda V i PVO, Zemun,
e-mail: vladan.parezanovic@gmail.com

DOI: 10.5937/vojtehg63-6467
OBLAST: logistika
VRSTA ČLANKA: pregledni članak
JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

U određenju logistike i logističkih sistema postoji čitav niz definicija kojima su različiti autori, u različitim vremenima, vojnim, privrednim, tržišnim i društvenim okolnostima, nastojali da što bolje objasne suštinu logistike kao grane ratne veštine, poslovne filozofije, naučne discipline, itd. Iako je logistika veoma stara oblast ljudske delatnosti, koja se usavršavala uporedo sa razvojem civilizacije, logistički pojmovi su još uvek u procesu sazrevanja i treba ih prihvatati onako kako su se pojavljivali i kako se pojavljuju u različitim oblastima ljudske delatnosti, sa konkretnim odrednicama koje dobijaju od svog okruženja.

Glavni cilj logistike jeste poboljšanje ukupnog kvaliteta, minimizacija ukupnih troškova i maksimizacija dobiti. Ovi suprotstavljeni zahtevi upravo ukazuju na svu kompleksnost oblasti i problematike kojima se logistika bavi.

S obzirom na kompleksnost i zastupljenost logistike u svim oblastima društvenog života, težište ovog rada usmereno je na pojašnjenje i razvoj pojma i upotrebu termina logistika u Vojsci i poslovnim (civilnim) organizacijama i na određenom doprinosu boljem razumevanju logističkog sistema.

Ključne reči: *logistika, vojna logistika, poslovna logistika, logistički sistem.*

NAPOMENA: Rad proizilazi iz projekta „Model baze podataka sistema za podršku odlučivanju organa logistike“, oznaka VA-TT/6/13-15.

Uvod

U svakodnevnom životu ljudi koriste veliki broj različitih proizvoda i usluga, ne razmišljajući mnogo o aktivnostima koje su prethodile njihovom pojavljivanju na mestu potrošnje ili upotrebe, kao ni o njihovoj budućnosti nakon što izgube upotrebnu vrednost. Aktivnosti koje obuhvataju vremensku i prostornu transformaciju materijalnih dobara, usluga, informacija, kapitala, energije i znanja, u modernom svetu najčešće se nazivaju logistikom. U današnje vreme logistika je prisutna u svim oblastima ljudskog delovanja. Ona obuhvata sve sisteme i procese koji omogućavaju kretanje materijalnih i nematerijalnih tokova u fizičkom, informacionom i organizacionom pogledu.

Logistika je prisutna kroz celu ljudsku istoriju; njene aktivnosti se mogu pratiti od samog nastanka i razvoja ljudske civilizacije. U pisanim radovima pronalaze se brojni dokazi o tome koliku su pažnju poklanjali logistici stari Grci, Rimljani, Vizantijci, Kinezi, itd.[1]

Vojni istoričari često navode jedno od najpopularnijih i najuticajnijih vojnih dela u istoriji – „Umeće ratovanja” (engl. *The Art of War*) Sun Cua[2] (544–496. godine p.n.e.), kineskog pisca i mudraca, koje je davalo nadahnuće čuvenim vojskovođama. Neki istoričari temelje teoriju da je ovo delo uticalo na Napoleona, koji je brižljivo vršio logističku pripremu svojih poduhvata, ali i na planiranje operacije „Pustinjska oluja”.

Važnost i uloga logistike naročito je prepoznata kao vitalna komponenta postojanja i funkcionisanja vojske. Svi dosadašnji ratovi i ostale prilike u kojima je angažovana vojska, na različitim prostorima i u različitim epohama, zahtevali su odgovarajuću logističku podršku. Vojni lideri su se

---

[1] Postoje brojni primeri uticaja razvoja logističkih aktivnosti na ukupan razvoj ljudske civilizacije, npr.: tehnologije transporta i pretovara kamenih blokova teških nekoliko tona, koje su omogućavale izgradnju piramida u starom Egiptu (oko 2700. p.n.e.); izgradnja prvih brodova starih Grka, kojim je vršen transport ljudi i roba na velikim udaljenostima (oko 300. p.n.e.); nabavka i transport stubova iz čitavog tadašnjeg islamskog sveta za izgradnju džamije u Kordobi u Španiji (oko 700. n.e.); osnivanje prve poštanske usluge sa tačno definisanim vremenom transporta (Francuska, oko 1500. godine); industrijska revolucija i pronalazak parne mašine (oko 1800. godine); brojne tehnike i tehnologije nastale za vreme I i II svetskog rata, kao i druge logističke aktivnosti koje su pružile nove mogućnosti i, sa druge strane, doprinele ubrzavanju ukupnog civilizacijskog napretka i povećanju boljitka (www.dhl-iscoverlogistics.com/cms/ en/course/origin/ historical_development.jsp, nd).

[2] U poglavlju „Vođenje rata”, navedeno je sledeće: „Ako vašu vojsku duže vreme držite na otvorenom prostoru, ostaćete bez dovoljne količine osnovnih zaliha. Kada vaše oružane snage oslabe, oštrica vašeg napada otupi, vaša snaga se iscrpi a vaše zalihe se istroše, druga strana će iskoristiti vašu nemoć i dići se na noge. ... Ako ponesete opremu iz svoje zemlje a hranu uzimate od neprijatelja, neće vam nedostajati ni oružja ni namirnica. Kada neka zemlja osiromaši zbog vojnog angažovanja, to biva stoga što prenosi namirnice do udaljenog mesta. ... Oni koji su nastanjeni u blizini vojske prodavaće stvari po višim cenama. Zbog visokih cena veći deo naroda će osiromašiti. ... Kada su izvori snabdevanja iscrpeni, zalihe se sakupljaju prinudnim putem. Kada se iscrpe moć i izvori zaliha, i zemlja postaje siromašna. Obični ljudi ostaju bez 70% svoga budžeta, dok država mora da utroši 60% nacionalnog bogatstva kako bi pokrila troškove uništene opreme” (www.globalbook.rs/uploads/1/1/3/2/... /sun_tzu_-_umece_ratovanja.pdf, nd).

uvek susretali sa problemom pružanja adekvatne logističke podrške borbenih snaga i u miru i u ratu. Pronalaženje potrebnih resursa, stvaranje efikasnih organizacija i efikasnih vojnih doktrina, kao i postizanje odgovarajuće ravnoteže između borbenih i pratećih (logističkih) snaga nikada nije bilo lako. Bez posvećenosti logističara, njihovog znanja, veština i izdržljivosti, uspeh borbenih snaga uvek je bio neizvestan, bez obzira na njihovu tehničku opremljenost i obučenost. Pripreme i realizacija logističke podrške vojske rešavani su na različite načine, osloncem na vlastite vojne resurse, resurse ostalih subjekata u državi (tj. resurse pozadine), resurse saveznika, kao i osloncem na resurse protivnika. Logističke aktivnosti uvek su bile vezane za obezbeđenje naoružanja i vojne opreme, snabdevanje municijom, rešavanje problema ishrane ljudstva, omogućavanje kretanja vojske, zdravstveno zbrinjavanje, zaštitu od atmosferskih uticaja, itd.

Nakon opšteg prihvatanja značaja i mogućnosti koje je pružalo poznavanje logistike od strane vojnih teoretičara, tokom XX veka logistika je iz vojnog područja sve više ulazila u civilni, odnosno privredni sektor, gde se uvidelo da je njeno izučavanje neophodno za inženjere, ekonomiste, političare i druge kadrove koji se bave upravljanjem i rukovođenjem raznim sistemima.

Ne postoji termin u novijoj poslovnoj teoriji i praksi, koji je izazvao toliku pažnju, vezao više istraživačkih napora, donekle podelio mišljenja o njegovom definisanju i pojmovnom razgraničenju sa komplementarnim terminima i podstakao razvoj mnogobrojnih teorija po pitanju važnosti za celokupnu poslovnu sliku sveta, nego što je *logistika*, pojam kojim se označavaju: kompletna istraživačka oblast i naučna disciplina, poslovna filozofija i praksa, pa čak i privredna grana (Maslarić, 2014, pp.17-18).

U savremenim uslovima logistika se, sa jedne strane, posmatra i kao mlada naučna disciplina i istovremeno kao savremena i nova oblast poslovanja, a sa druge strane kao konkretna praksa (aktivnost) i specifična funkcija u okviru različitih sistema (tehničke i organizacione prirode). Da li će u njenoj praktičnoj aplikaciji biti više veštine ili nauke zavisi od obima i težine problema koji se rešava, od kvaliteta „alata” koji se koriste u rešavanju problema, od ljudi koji rešavaju probleme, njihovog znanja i međusobnih odnosa. Međutim, kao veština, zbog izuzetne važnosti, biće uvek prisutna (Andrejić, et al., 2012, pp.96-102).

Logistiku i njene aktivnosti veliki broj poslovnih ljudi još uvek predstavlja na apstraktan način, u vidu jedne vrste „crne kutije”. Ovaj nivo apstrakcije je neopravdan i nepoželjan sa stanovišta efikasnosti i efektivnosti realizacije navedenih aktivnosti.

Da bi se izbegla apstraktnost, u ovom radu je nastojano da se dâ doprinos boljem razumevanju suštine logistike kroz prikaz različitih pristupa određenju postojećih pojmova i terminologije, i time učiniti lakšim njihovo dalje analiziranje po pitanju sadržaja, obuhvatnosti, karakteristika, povezanosti, komplementarnosti, međuzavisnosti, itd.

Razvoj pojma „*logistika*"

O izvoru, odnosno poreklu pojma „*logistika*"[3] u naučnoj i stručnoj literaturi postoje veoma različiti stavovi i pristupi, koji su u osnovi ispravni, s obzirom na mogućnost tumačenja logistike kao višeznačnog pojma.

Po jednom pristupu, semantičko poreklo reči „*logistika*" vezuje se za starogrčku reč *logos (λόγος)* koja znači: reč, govor, um, razum, moć mišljenja i rasuđivanja, odnos, odnosno starogrčku reč *logistikós* i starolatinsku reč *logistikus*, pri čemu oba izraza imaju isto značenje: proračun ili zaključivanje na matematički način (računanje pomoću slova, razumno procenjivanje) (Vujaklija, 1975, p.515). U staroj Grčkoj, Rimu i Vizantijskom carstvu, činovnici (oficiri) sa nazivom *Logistikas (Logistiki)* bili su odgovorni za administrativna (finansijska) pitanja i pitanja vezana za distribuciju hrane i zaliha, odnosno za proračun državnih (vojnih) potreba, upravljanje i raspoređivanje prikupljenih poreza (http://www.princeton.edu/ ~achaney/tmve/wiki100k/docs/Logistics.html, nd).

Po drugom pristupu, deo naučne javnosti semantičko značenje reči logistika vezuje za francuski jezik i reč *loger*, koja u prevodu znači: nastaniti se, smestiti se, ukonačiti se, stanovati, noćiti pod vedrim nebom, a u vojnoj terminologiji označava kretanje (transport), snabdevanje i smeštaj vojnih jedinica. Takođe, vezuje se i za francusku reč „*logistique*", koja je izvedena iz podoficirskog čina „*Maréchal des Logis*", koji je u francuskoj vojsci tokom XVII veka dodeljivan licu odgovornom za planiranje i pripremu kretanja trupa, regulisanje transporta i snabdevanja, kao i odabir prostora za logorovanje i bavljenje svim administrativnim poslovima (Anikin, Rodkina, 2013, p.15).

Istorijski gledano, termin logistika vezuje se za *vojnu, matematičku i poslovnu* upotrebu (Levkin, 2009, p.8).

Prvobitna vojna upotreba termina logistika bila je vezana za antičke države i Vizantiju. Pojedini izvori upotrebu termina logistika vezuju za velikog vojskovođu Aleksandra Makedonskog, a zatim i za vizantijskog cara Lava VI Mudrog (vladao od 886. do 911. godine), koji se zapravo smatra osnivačem vojne logistike. On je u svom delu „*Sumarni pregled ratne veštine*" ratnu veštinu podelio na strategiju, taktiku i logistiku, navodeći da je „zadatak logistike naoružati vojsku srazmerno potrebi za sredstvima zaštite i oružjem, pravovremeno se brinuti za njene potrebe na terenu i pripremiti svaku njenu akciju u ratnom pokretu, proračunati prostor i vreme i napraviti analizu terena u pogledu kretanja vojske" (Shcerbakov, 2009, p.15).

Sredinom XVII veka vojna upotreba termina „logistika" seli se u Zapadnu Evropu. Pojam logistika prvi put je upotrebljen za vreme francuskog kralja Luja XIV (vladao od 1643. do 1715. godine) u vojnim dokumentima

---

[3] U rečniku *Cambridge International Dictionary of English*, dato je sledeće pojašnjenje reči *logistics*: „pažljivo organizovanje komplikovanih vojnih i poslovnih aktivnosti tako da se odvijaju na efikasan i efektivan način" (http://dictionary.cambridge.org, nd).

1670. godine u značenju snabdevanje vojničkih trupa potrebnim materijalima (naoružanjem, opremom, hranom, itd.), transport trupa, izbor mesta za logor i pripremanje marša, a uvedena je i pozicija starešine čija je to bila nadležnost (fr. *Maréchal des Logis*) (Zelenika, Pupovac, 2001, p.356).

Autorom prvih naučnih radova vezanih za vojnu logistiku u klasičnom smislu smatra se Antoine-Henri Jomini (1779–1869), poznatiji kao Baron Žomini, francuski i ruski general, osnivač i profesor Vojne akademije carske Rusije 1828. godine u Sankt Peterburgu (Shcerbakov, 2009, pp.16-17). U svom čuvenom delu „Pregled ratne veštine” (fr. *Précis de l'art de la guerre*), koje je objavio 1837. godine, naveo je da se ratna veština, generalno, sastoji od pet čisto vojnih grana: strategije, velike taktike, logistike, artiljerijske i inžinjerijske veštine i detaljne taktike. Kao šestu granu navodi ratnu politiku, koja je u relaciji sa ratom, ali je više povezana sa profesijom državnika nego sa profesijom vojnika (Žomini, 1952, p.39).

Ovo Žominijevo delo predstavlja značajnu etapu razvoju vojne nauke uopšte i umnogome je uticalo i na druge vojne mislioce. Smatra se da je prvi eksplicitno obradio logistiku kao vojnu funkciju i tako joj dao na značaju. U naučnom smislu naveo je da je „logistika nauka koja uči kako se proračunavaju vreme i prostor koji su potrebni da bi se izveo taktički pokret”. Po njemu logistika (ili „praktična veština kretanja armija”) obuhvata sredstva i rešenja kojima se ostvaruju planovi strategije i taktike. Žomini je kroz 18 glavnih tačaka naveo šta sve treba da obuhvati logistika u pogledu svega što se odnosi na pokrete armija i na zadatke koji iz njih proističu (Žomini, 1952, pp.284-286).

Pored upotrebe termina logistika u zapadnim zemljama, u XIX i početkom XX veka u vojnoj terminologiji logistika je bila u širokoj upotrebi u Rusiji, dok se u novijim vojnim dokumentima ne koristi i može se smatrati da je potpuno van upotrebe[4]. Posle skoro vek zaborava danas se termin „logistika” u Rusiji koristi u poslovnim sistemima (preduzećima) kao primenjena nauka u organizaciji transporta i skladištenja robe (Pavlyuchenko, 2011, p.5).

Vojna upotreba termina logistika, odnosno vojna logistika, ima široku primenu u vojskama zapadnih zemalja sa tendencijom prihvatanja i uvođenja u sve armije sveta.

Matematičko poimanje i upotreba termina logistika vezuje se za staru Grčku, gde su i udareni temelji matematičkom poimanju logistike, međutim upotreba termina „logistika” u matematici dobija na značenju tek kroz radove nemačkog filozofa i matematičara Vilhelma Lajbnica (1646–1716), koji je korišćenjem termina *logistica* i *logica matematica* podrazumevao posebnu granu matematike – matematičku logiku, odnosno računicu rezonovanja (*calculus ratiocinator*). Ovo značenje termina potvrđeno

---

[4] U ruskom vojnoenciklopedijskom leksikonu, koji je objavljen u Sankt Peterburgu 1850. godine, navedeno je: „pod logistikom se podrazumeva veština upravljanja premeštanjem vojske kako dalje tako i blizu neprijatelja, kao i organizacija njihovog pozadinskog obezbeđenja”.

je i na Filozofskom kongresu u Ženevi 1904. godine (Shcerbakov, 2009, pp.14-15). Kasnije termin logistika u matematici kulminira kroz radove G. Fregea „*Pojmovno pismo (1879)*" i B. Russella i A. N. Whiteheada „*Principia Mathematica (1910–1913)*" u pojašnjenju simboličke logike (Tulembaeva, 2008, p.10). Principi matematičnog određenja termina „logistika" su: doslednost, racionalnost i precizan proračun. Ovi principi čine osnovu izgradnje i razvoja svih logističkih sistema (Levkin, 2009, p.9).

Pored intenzivne upotrebe termina „logistika" u vojnoj terminologiji u XIX i početkom XX veka, u drugoj polovini XX veka logistika je napravila snažan prodor u sve privredne delatnosti civilnog sektora zbog proširenja tržišta, tendencije racionalizacije aktivnosti u proizvodnji, želje za diferenciranjem usluge isporuke proizvoda, kao i rešavanjem i odstranjivanjem svega onoga što stoji na putu lošoj i skupoj proizvodnji i distribuciji proizvoda i usluga, gde se logistika sve više posmatra kao poslovna funkcija preduzeća, odnosno uvodi se termin poslovna logistika (eng. business logistics). Razlozi izdvajanja logističkih aktivnosti bili su: nerazumevanje troškovne ravnoteže, tradicionalna i konvencionalna inertnost, isticanje u prvi plan drugih poslovnih aktivnosti, modeli organizacije kompanije (Ballou, 2007, pp.333-334).

Nakon Drugog svetskog rata logistika je vrlo brzo postala naširoko prihvaćena. U SAD je 1963. godine formiran Nacionalni savet za upravljanje fizičkom distribucijom (engl. *National Council of Physical Distribution Management*) koji je već tokom 1985. godine preimenovan u Savet za upravljanje logistikom (engl. *Council of Logistics Management*), koji je formulisao koncept logistike kao jedne od oblasti upravljanja. Od tada, logistika i logistički sistemi su, pored vojne, doživeli i potpunu privrednu afirmaciju, što je dovelo do razvoja poslovne logistike. I kada su mnogi pomislili da se terminom logistika pokriva integrisano upravljanje, planiranje i kontrola (svih) aktivnosti povezanih sa kompletnim protokom proizvoda od njegovog izvora do krajnjeg cilja, pojavljuje se novi termin *upravljanje lancima snabdevanja* (eng. *supply chain management*).Tako je tokom 2004. godine Savet za upravljanje logistikom promenio naziv u Savet profesionalaca za upravljanje lancem snabdevanja (engl. *Council of Supply Chain Management Professionals*), što je dovelo do toga da se logistika od tada počinje shvatati i kao deo lanca snabdevanja. U njihovom rečniku pojmova logistika se definiše kao proces planiranja, sprovođenja i kontrole postupaka radi efikasnog i efektivnog kretanja i skladištenja dobara, usluga i svih relevantnih informacija od mesta proizvodnje do mesta potrošnje, a radi prilagođavanja zahtevima korisnika. Ova definicija uključuje ulazna, izlazna, unutrašnja i spoljnja kretanja roba i usluga.

Danas se za logistiku kaže da je savremena poslovna funkcija kojom se identifikuju, obezbeđuju, prate i kontrolišu svi resursi u najširem značenju te reči. Logistika konkretno podržava postupak upravljanja, tako što u integralnom obliku obezbeđuje kvalitativnu (po vrstama), kvantitativnu (po količini) i terminsku (prema rokovima) podršku sistema kojim se upravlja, odnosno koji se podržava. Rezultat te podrške jesu zahtevana raspoloživost, pouzdanost i funkcionalna podobnost elemenata sistema i sistema u celini.

Sa stanovišta poslovne (civilne) logistike, svrha logistike određena je sa sedam pravila („7R” – Seven Rights): *Osigurati dostupnost pravog proizvoda, u pravim količinama, u pravom stanju, na pravom mestu, u pravo vreme, za pravog kupca i po pravoj ceni.* Ako su ispunjena ova pravila, smatra se da je cilj logističkih aktivnosti ispunjen (Левкин, 2009, p.10).

Ovo određenje, ma koliko jednostavno izgledalo, sadrži najvažnije aktivnosti logistike, jer naglašava prostornu i vremensku dimenziju, čime obezbeđuje i temeljno shvatanje pojma logistike. Ovo određenje naglašava troškove i uslugu, koje su veoma bitne komponente za menadžere logistike, jer na osnovu njih donose odluke i ocenjuju neophodne promene u sistemu logistike. Sledeći aspekt je značaj pružanja usluga potrošačima – klijentima radi zadovoljenja njihovih želja i potreba. Naredni element je kvalitet, ono bez čega se danas ne može zamisliti nijedna proizvodna ili uslužna logistička delatnost. Najjednostavnije rečeno, zadatak logistike je da obezbedi maksimalne efekte sa minimalnim utroškom resursa, a na zadovoljstvo svih učesnika (i logističkog osoblja i korisnika logističkih usluga). Iza ovog jednostavnog zadatka krije se sva složenost logistike i nameće pitanje: „Kako zadovoljiti suprotstavljene zahteve?”.

Stanje u logistici i razvoj logistike kao poslovne funkcije pratio je razvoj logistike kao naučne oblasti. Dosadašnji stepen razvoja nauke, tehnike i tehnologije i savremeno okruženje utiču da se logistika proučava i posmatra dvojako – i kao nauka i kao praksa (veština, aktivnost). U naučnoj i stručnoj literaturi ne postoji jedinstvena i sveobuhvatna definicija logistike, već se ona definiše i tumači zavisno od cilja koji treba da se postigne, kao i od oblasti kojoj pojedini autori pripadaju. Veliki broj autora ne pravi nikakvu razliku između logističkih aktivnosti (logistike kao prakse) i logistike kao nauke. Iako je potrebno razlikovati sadržaje i značenje pojmova logistike kao nauke i logistike kao prakse, između njih je veoma teško postaviti čvrsto razgraničenje, jer je logistika kao nauka najvažnija osnova za logistiku kao praksu, i obrnuto, logistika kao praksa mora biti zasnovana na logistici kao nauci. Dakle, u drugoj polovini XX veka logistika se veoma brzo razvijala i kao nauka i kao aktivnost (praksa – veština), odnosno kao interdisciplinarna i multidisciplinarna nauka koja se izučava i primenjuje u svim sferama ljudske delatnosti, i to u mnogo širem i suptilnijem značenju od izvornog. Posebno se afirmisala u privredi i postala važan činilac u ekonomskom razvoju države. Logistika kao aktivnost (praksa – veština) u početnim stadijumima razvoja oslanjala se na veštinu i iskustvo, koji su u kasnijim fazama razvoja logistike svoje dominantno mesto ustupili nauci, odnosno naučnim spoznajama, zakonitostima i teorijama (Andrejić, Milenkov, 2012a, pp.103-106).

Razvoj i određenje vojne logistike

Napredno razmišljanje Barona Žominija, zasnovano na analizi Napoleonovih ratova, umnogome je uticalo i na druge vojne mislioce, pa je tako admiral *Alfred Mahan* (1840–1914) prihvatio termin *logistika* i uveo ga u rečnik mornarice SAD (slika 1). U svojim delima naveo je da „između strategije i velike taktike logično dolazi logistika. Strategija odlučuje gde da se deluje. Logistika je umetnost premeštanja vojske, ona je ta koja dovodi trupe do tačke gde dejstvuju i kontroliše pitanje snabdevanja. Velika taktika je ta koja određuje način bitke” (Mahan, 1918, p.49).

Slika1 – Ilustracija Mahanovog shvatanja logistike
Figure 1 – Illustration of Mahan’s concept of logistics
Рис. 1 – Иллюстрация концепта логистики по Махану

Marinac, pukovnik oružanih snaga SAD, George C. Thorpe (1875–1936), u svom delu „*Pure Logistics: The Science of War Preparation*”, koje je objavio tokom 1917. godine, podelio je ratovanje na tri dela: strategiju, taktiku i logistiku. U ovoj neobično maloj knjizi, Thorpe je, radi ilustracije, naveo da strategija predstavlja ratovanje oko toga koja predstava će se igrati; taktika je predstavljena kroz uloge glumaca, a logistika se bavi rukovođenjem pozornicom i sredstvima, kao i njihovim održavanjem. Publika koja je uzbuđena radnjom predstave i umećem izvođača zapravo gleda sve mudro sakrivene detalje rukovođenja pozornicom (Thorpe, 1986, p.28). Thorpe je napravio razliku između čiste i primenjene logistike. Čista logistika bavi se naučnom analizom kroz teoriju logistike i širim konceptom njene organizacije, dok se primenjena logistika zasniva na čistoj logistici. Njen predmet su opšti principi, detaljna razrada podele ljudstva po svim pitanjima logistike vezanim za pripremu za rat, kao i omogućavanje rata tokom celog njegovog trajanja.

Sve do Drugog svetskog rata reč logistika se vrlo retko koristila u svakodnevnom govoru prosečnog oficira vojske SAD, a njena upotreba bila je svedena na akademski nivo. Čak i onda kada je korišćena, služila je samo da se njome označe transport i snabdevanje na terenu, kao i sve neborbene službe u celosti (umesto termina „administracija”).

Tokom Drugog svetskog rata izraz logistika počinje sve češće da se koristi, a pojavljuje se i u gotovo svim novinskim člancima sa vojnom tematikom. Formiranje Snaga za obezbeđenje – podršku (engl. *Army Service Forces*), kao jedne od tri samostalne komponente oružanih snaga SAD, u martu 1942. godine znatno je doprinelo da se ovaj pojam ubrzo i zvanično uvede u upotrebu. Naime, Snage za obezbeđenje su u svom finalnom izveštaju iz 1947. godine, vezanom za period Drugog svetskog rata, dale naslov „Logistika u Drugom svetskom ratu”. U ovom izveštaju, pod pojmom logistika obuhvaćene su gotovo sve funkcije koje su ove snage izvršavale (nabavke, skladištenje, raspoređivanje opreme i zaliha; transport tereta i ljudstva; izgradnja i održavanje objekata; komunikacije; briga o bolesnima i ranjenima; poslovi vezani za mobilizaciju i briga o ljudima).

Kao posledica svega navedenog, nakon Drugog svetskog rata, ovaj pojam je formalno uveden u oružane snage SAD kroz izdanje FM 100–10 (engl. *Field Service Regulations, Administration*) iz 1949. godine, gde je logistika definisana kao vid administracije koji se bavi upravljanjem i obezbeđenjem zaliha, evakuacije i hospitalizacije, transporta i usluga.

Naredni kvalitativni iskorak načinjen je u izdanju FM 100-10 iz 1954. godine, gde se navodi da logistika obuhvata planiranje i sprovođenje onih aspekata vojnih operacija koji se bave:

1) projektovanjem i razvojem, nabavkom, skladištenjem, premeštanjem, raspoređivanjem, održavanjem, evakuacijom i raspolaganjem materijalima;

2) transportom, evakuacijom i hospitalizacijom ljudstva;

3) nabavkom ili izgradnjom, održavanjem, funkcionisanjem i raspolaganjem objektima;

4) nabavkom ili obezbeđenjem usluga.

Ovaj proces racionalizacije intenziviran je 60-ih godina pod upravom sekretara odbrane *Roberta S. McNamara* (od 1961. do 1968. godine), gde su primenom metoda i tehnika iz poslovnog sveta (statističke metode, operaciona istraživanja, analiza sistema, itd.) i uključivanjem civilnih stručnjaka u transformaciji vojne logistike, razdvojeni različiti elementi, aktivnosti i operacije u logističkim procesima, saglasno postavkama sistemske analize. I tada su nezavisne logističke službe povezane u okviru logističkih funkcija na nivou Ministarstva odbrane, radi veće efikasnosti i smanjenja troškova, kao i bolje logističke organizacije.

Jedan od najznačajnijih radova iz oblasti primene logistike u vojnoj nauci predstavlja knjiga američkog admirala Henri Eklza „Logistika u nacionalnoj odbrani”. Ovaj autor, na osnovu do tada prikupljenih saznanja, vojnu logistiku povezuje sa nacionalnom privredom, a njenu ulogu u vojsci tretira ravnopravno sa strategijom i taktikom, pri čemu i strategija i taktika, na osnovu raspoloživih resursa, „brinu” o planovima upotrebe vojske i specifičnim načinom upotrebe pojedinih specifičnih sredstava, a logistika materijalizuje te planove (Eklz, 1968, pp.49-61).

Iako je tokom 1968. godine borbeno pravilo oružanih snaga SAD FM 100–10 promenilo naziv u *Combat Service Support*, definicija logistike je opstala u gotovo nepromenjenom obliku sve do 2009. godine kada je promenjen naziv pravila FM 4-0 *Sustainment*, a definicija logistike preuzeta je iz JP 4-0 iz 2008. godine (Joint Chiefs of Staff USA, 2009, p.1-4).

Oružane snage SAD u svojoj doktrini JP 4-0, pod nazivom Doktrina logističke podrške združenih operacija (engl. *Doctrine for Logistic Support of Joint Operations*) iz 1995. godine definišu logistiku kao nauku koja se bavi planiranjem i izvođenjem pokreta i održavanjem snaga. Definisano je da se logistika, u svom najširem značenju, bavi svim onim aspektima vojnih operacija koji su navedeni i u prethodnim pravilima.

Određenje logistike kao nauke izbrisano je tokom 2008. godine, kroz izmenu doktrine oružanih snaga SAD JP 4-0, koja sada dobija naziv Združena logistika (engl. *Joint Logistics*). Prema ovoj doktrini, pod pojmom logistike sada se podrazumeva samo planiranje i izvršenje pokreta i podrške snaga, pri čemu je eksplicitno navedeno da ona obuhvata navedene aspekte vojnih operacija (dakle, nema više njenog najšireg ili užeg značenja, već se eksplicitno navodi šta obuhvata).

Izmenama doktrine oružanih snaga SAD JP 4-0 iz 2013. godine logistika se definiše samo kao „planiranje i izvršenje pokreta i podrške snaga”, čime je i formalno izmenjena dosadašnja odredba koja je eksplicitno navodila šta logistika obuhvata (Joint Chiefs of Staff USA, 2013, pp.I-1-I-2).

Malo izmenjeno određenje logistike može se naći i u doktrinarnom dokumentu oružanih snaga Velike Britanije JDP 4-0 pod nazivom „Logistika združenih operacija” (engl. *Logistics for Joint Operations*) iz 2007. godine. Ovde se logistika definiše kao nauka planiranja i izvođenja pokreta i održavanja snaga. U svom najširem značenju ona obuhvata one aspekte vojnih operacija koji se bave (Ministry of Defence UK, 2007, p.4):

1) projektovanjem i razvojem, nabavkom, skladištenjem, premeštanjem, raspoređivanjem, održavanjem, evakuacijom i raspolaganjem materijalima;

2) transportom ljudstva;

3) nabavkom ili izgradnjom, održavanjem, funkcionisanjem i raspolaganjem objektima;

4) nabavkom ili obezbeđenjem usluga;

5) medicinskom podrškom i podrškom zdravstvenim uslugama.

Pojmovno određenje logistike u NATO ostalo je nepromenjeno još od 1993. godine. Logistika za NATO predstavlja nauku koju definiše na isti način kao što je to urađeno u doktrini oružanih snaga Velike Britanije. Ovakva definicija pokriva širok spektar odgovornosti i uključuje različit broj područja rada unutar NATO-a. Ukoliko se na logistiku gleda i sa stanovišta stvaranja zaliha i sa stanovišta održavanja naoružanja i vojne opreme i podrške snagama, sasvim je jasno da se mogu uočiti tri ključna stanovišta u logistici NATO-a koja obuhvataju životni ciklus logističkih resursa: proizvodnju, podršku tokom upotrebe (servisna podrška) i potrošnju.

U Logističkom priručniku NATO-a (engl. *NATO Logistics Handbook*) iz 2012. godine logistika se definiše kao nauka o planiranju i izvršenju pokreta i podržavanja snaga. U svom najpotpunijem smislu, sa aspekta vojnih operacija, logistika obuhvata (NATO HQ, 2012, p.20):

– projektovanje i razvoj, nabavku, skladištenje, transport, distribuciju, održavanje, evakuaciju i povlačenje sredstava iz upotrebe. Pod sredstvima se podrazumeva oprema u najširem smislu, uključujući vozila, naoružanje, municiju, gorivo itd;

– transport ljudstva;

– nabavku ili proizvodnju, održavanje, opsluživanje i razmeštanje kapaciteta;

– nabavku ili obezbeđenje usluga;

– medicinske i zdravstvene usluge.

Unutar NATO-a prihvaćene su određene definicije aspekata logistike.

Proizvodna (akvizicijska) logistika predstavlja deo logistike koji se odnosi na procese i procedure istraživanja, projektovanja, razvoja, proizvodnje i prihvatanja sredstava. Ona obuhvata: standardizaciju i interoperabilnost, ugovaranje, obezbeđenje kvaliteta, nabavku rezervnih delova, analize pouzdanosti i odbrane, bezbednosnih standarda za opremu, određivanje specifikacija i proizvodne procese, probe i ispitivanja (uključujući i obezbeđivanje potrebnih objekata), kodifikaciju, izradu prateće dokumentacije, kontrolu konfiguracije i modifikacije. U Glavnom štabu NATO-a vodeća tela za ovu oblast su Odeljenje za investicije u oblasti odbrane (engl. *Defence Investment Division*, DI) potčinjeno Međunarodnom osoblju (engl. *International Staff*, IS) i Uprava za logistiku, naoružanje i resurse (engl. *Logistics, Armaments and Resources Division*). Najviše savetodavno telo NATO-a koje je odgovorno za koordinaciju u ovoj oblasti logistike jeste Konferencija nacionalnih direktora za naoružanje (engl. *Conference of National Armaments Directors, CNAD*).

Upotrebna (servisna) logistika predstavlja deo logistike koji premošćuje proizvodnu i korisničku logistiku i obuhvata one funkcije koje su povezane sa nabavkom, prijemom, skladištenjem, distribucijom i odlaganjem sredstava koja su potrebna za održavanje opreme i snabdevanje snaga. Iako je upotrebna logistika vezana za aktivnosti koje su potrebne da bi se obezbedilo da naoružanje i vojna oprema budu dostupni i spremni za upotrebu, ona zapravo počinje sa odlukom da se neki sistem uvede u naoružanje. Za ovu oblast, unutar NATO-a, odgovorno je posebno telo – NATO Organizacija za podršku (engl. *NATO Support Organisation* - NSPO).

Korisnička (potrošačka) logistika (engl. *Consumer Logistics*), poznata i kao operativna logistika (engl. *Operational Logistics*), predstavlja deo logistike koji se odnosi na prijem sredstava, skladištenje, transport, održavanje, upotrebu i povlačenje sredstava iz upotrebe. Na osnovu toga, korisnička logistika obuhvata kontrolu skladištenja, nabavku ili izradu sredstava (ne računajući materijale ni sredstva potrebna za podršku proizvodne logistike), kontrolu pokreta, izveštavanje o pouzdanosti i kvarovima, bezbednosne standarde za skladištenje, transport i manipulisanje i odgovarajuću obuku. U Glavnom štabu NATO-a (organizaciono potčinjena Međunarodnom vojnom osoblju) vodeće telo za ovu oblast je posebna Uprava za logistiku, naoružanje i resurse koja je zajedno sa Upravom za odbrambenu politiku i planiranje (engl. *Defense Policy and Planning Division*, DPP) Međunarodnog osoblja odgovorna za razvoj logističke politike i načela. Najviše savetodavno telo NATO-a u vezi s pitanjima logistike jeste Logistički odbor (engl. *Logistics Committee*, LC), čiji je primarni zadatak posvećenost korisničkoj logistici.

Tri domena životnog ciklusa i za njih odgovorna NATO tela prikazana su na slici 2. Budući da tri domena moraju da funkcionišu povezano između proizvođača i korisnika, tu su i dva dodata aspekta koja moraju da deluju u skladu sa logističkim funkcijama koje se izvršavaju: kooperativna logistika i multinacionalna logistika.

Slika 2 – Domeni životnog ciklusa
Figure 2 – Domains of a life cycle
Рис. 2 – Этапы жизненного цикла

Kooperativna (združena) logistika (engl. *Co-operative Logistics*) predstavlja koncept za koji još uvek ne postoji NATO definicija, ali može biti opisana na sledeći način: „kooperativna logistika je sveukupnost bilateralnih i multilateralnih korisničkih i proizvođačkih logističkih dogovora kako bi se optimizovao, koordinisao i racionalizovao način logističke podrške NATO snagama.” Kooperacija u logistici može biti sprovedena u širem sistemu, zasnovana na dogovorenim principima i postignuta u usaglašavanju sa setom osnovnih uputstava. Cilj je da se ostvari ušteda kroz ekonomsku skalu, usklađen proces životnog ciklusa i povećanje efikasnosti logističke podrške za vreme mira, kriza i rata.

Multinacionalna logistika (engl. *Multinational Logistics*) u multinacionalnim operacijama mora funkcionisati kao „pojačivač" efektivnosti snaga. Ovde rizici dolaze sa svih strana, resursi se smanjuju, i važi princip podele logističke odgovornosti, te korišćenje multinacionalne logistike postaje jedan od najvažnijih faktora za poboljšanje efikasnosti i efektivnosti snaga. Iako još uvek ne postoji opšteprihvaćena NATO definicija multinacionalne logistike, ova funkcija može biti shvaćena kao obezbeđenje logističke podrške operacijama na multinacionalan način, uvođenjem vodeće države, nacije sa specijalizovanom ulogom i multinacionalnom integracijom logističke podrške.

Što se tiče vojne logistike kod nas, ona se uglavnom razvijala empirijskim putem, a o teoriji se vrlo malo razmišljalo. U većem broju definicija koje se sreću u operativnoj praksi ne negira se civilna osnova logistike, niti se umanjuje celokupna civilna odgovornost u nacionalnoj odbrani, već se samo stavlja težište na vojnu stranu logistike i predstavlja gledište vojnog rukovodstva – menadžmenta. Nastale definicije vojne logistike vezane su za periode u kojima su nastajale, a posredno i za opšti naučni i tehnološki razvoj u tom vremenu (Andrejić, Milenkov, 2012b, p.53).

Konkretnije razmatranje logistike u oblasti odbrane, kod nas je sprovedeno u okviru istraživačkog projekta „Primena logističkog pristupa u organizovanju Vojske Jugoslavije", koji je realizovan kroz više studija, od 1997. do 2000. godine, gde su umesto pojmova pozadina i pozadinsko obezbeđenje uvedeni pojmovi logistika i logistička podrška i date sledeće definicije (Operativno-pozadinska uprava Sektora pozadine GŠ VJ, 1997– 2000, nd):

– „Logistika je veština i nauka upravljanja, inžinjeringa i aktivnosti u vezi sa zahtevima i resursima realizacije materijalne, zdravstvene infrastrukture podrške ciljeva, planova, programa i operacija Vojske Jugoslavije".

– „Logistička podrška predstavlja operacionalizaciju opštih postavki teorije i prakse logistike u organizaciji Vojske Jugoslavije i kao poseban sistem obezbeđuje da se usklađenim odnosom, organizacijom i angažovanjem logističkih službi realizacije materijalna, zdravstvena i infrastrukturna podrška Vojske Jugoslavije".

Navedeno je, takođe, da je uobičajeno da se pojmovi „logistika" i „logistička podrška" smatraju sinonimima, ali ako se preciznije analiziraju, pod pojmom logistika podrazumeva se i teorija i praksa, a pod pojmom logistička podrška samo praksa, pa je korektno praviti razliku.

Za potrebe odbrane i vojske, u apstraktnom smislu, pojam logistika se ne može objasniti jednom definicijom koja bi važila za sve prilike i sve vojske, kao što je navedeno, već se definiše u zavisnosti od potrebe i mogućnosti i navodi se šta se sve pod njom podrazumeva.

Razvoj i određenje poslovne (civilne) logistike

Preuzimanjem logističkih principa iz vojne sfere u poslovnu oblast došlo je do široke upotrebe termina u savremenoj teoriji upravljanja. U drugoj polovini dvadesetog veka logistika i logistički sistemi doživeli su potpunu privrednu afirmaciju, što je dovelo do razvoja poslovne (civilne) logistike, koja podrazumeva sistemski pristup upravljanju i kontroli fizičkog toka materijalnih dobara i potrebnih informacija koje poslovni sistem (preduzeće) šalje na tržište i prima sa tržišta.

Korišćenje atributa *poslovna (civilna)* učinjeno je ne samo da bi se napravila terminološka razlika u odnosu na vojnu logistiku, već i da bi težište bilo na logističkim aktivnostima koje se realizuju unutar jednog poslovnog sistema. Sredinom prošlog veka pojavljaju se autori koja govore o potrebi postojanja ravnoteže pojedinih troškovnih kategorija radi ostvarivanja ukupne optimizacije poslovanja kompanije i prednostima koje može ostvariti dobijanjem prave robe, na pravom mestu i u pravo vreme. Uvodi se termin fizička distribucija, kojim se označava praksa koordiniranog upravljanja dve ili više aktivnosti povezanih sa fizičkom isporukom proizvoda tržištu. Pokreću se i prvi edukacijski kursevi na ovu temu, koji ističu neophodnost posmatranja poslovnih aktivnosti sa stanovišta ukupnih troškova. U kontekst ukupnih troškova uključuju se aktivnosti kao što su transport, upravljanje zalihama, skladištenje, lokacijske odluke, itd. Godine 1964. izlazi prva knjiga koja u naslovu sadrži termin *poslovna logistika*[5] (pod kojim se podrazumeva fizička distribucija i fizičko snabdevanje) (Maslarić, 2014, p.19).

Dakle, danas se smatra da je logistika savremena poslovna funkcija kojom se identifikuju, obezbeđuju, prate i kontrolišu neophodni resursi poslovnog sistema u najširem značenju te reči.

Sa stanovišta poslovne logistike, definicije logistike mogu se svrstati u tri grupe.

U prvoj grupi definicija definisanje logistike usmereno je ka pokretu i protoku (tokovima), gde su obuhvaćene sve aktivnosti kojima se planira, upravlja i kontroliše prostorno-vremenska transformacija proizvoda i sve aktivnosti u praćenju količine, vrste, karakteristika, rukovanju i određivanju (identifikaciji, klasifikaciji) proizvoda. Logistika povezuje sve aktivnosti od mesta prijema do mesta predaje proizvoda, što znači da logistika treba da obezbedi isporuku pravih proizvoda (količina, vrsta, kvalitet) u dobrom stanju, u pravo vreme, pravo mesto, uz minimalne troškove.

U ovu grupu definicija može se svrstati definicija koju je dao američki Savet za upravljanje logistikom, odnosno Savet profesionalaca za upravljanje lancem snabdevanja (engl. *Council of Supply Chain Management*

---

[5] Heskett, J.L., Ivie, R.M., Glaskowsky, N.A., 1964, Business Logistics: Management of Physical Supply and Distribution, The Ronald Press, New York, USA

Professionals – CSCMP). Ona je široko prihvaćena i glasi: „Logistika je pojam koji obuhvata procese planiranja, kontrolu efikasnosti i efektivnosti tokova potrošnje i skladištenja sirovina obuhvaćenih tokovima finalnog proizvoda, kao i odgovarajućih informacija počev od njihovog porekla pa do potrošnje, vezano za prilagođavanje zahtevima kupaca. Ove aktivnosti mogu obuhvatiti i opsluživanje kupaca u zahtevanom vremenu, distribuciju komunikacionih veza, kontrolu zaliha, upravljanje materijalima, raspored obrade pojedinih proizvoda i davanje prioriteta službi opsluživanja, izbor lokacije skladišta, nabavku, rukovođenje procesom prodaje robe, transport i skladištenje" (http://cscmp.org, nd).

Takođe, definiciju logistike u kojoj dominantno mesto imaju tokovi objavila je i Evropska organizacija nacionalnih logističkih društava (engl. *European Logistics Association – ELA*): „Organizacija, planiranje, sprovođenje i kontrola tokova dobara od razvoja i kupovine preko proizvodnje i distribucije do krajnjeg kupca s ciljem da, uz minimalne troškove i minimalno trošenje kapitala, zadovolji zahteve tržišta" (http://www.elalog.eu, nd).

U ovu grupu definicija može se svrstati i definicija logistike koju je dao profesor Anikin, koja se vrlo često koristi u ruskoj literaturi: „Logistika je nauka o planiranju, organizovanju, upravljanju i kontroli kretanja materijala i tokova informacija u prostoru i vremenu od svog primarnog izvora do krajnjeg korisnika" (Anikin, Rodkina, 2013, p.39).

Druga grupa definicija logistike stavlja u fokus životni ciklus proizvoda ili usluge. Suština koncepta životnog ciklusa proizvoda ili usluge, ili uopšte sistema, jeste da se logistika javlja u procesu planiranja, projektovanja, inženjeringa, proizvodnje ili modifikacije, razvoja, upotrebe, kao i nakon perioda upotrebe proizvoda kada on zastari i završi u otpadu.

Jednu od definicija logistike koja pripada ovoj grupi dalo je Društvo inženjera logistike (engl. *Society Of Logistics Engineers – SOLE*): „...kao područje podrške koje menadžment koristi u toku životnog veka, ili sistem efikasnog korištenja resursa koji osigurava adekvatno razmatranje elemenata logistike za vreme svih faza životnog ciklusa, tako da se blagovremenim uticajem na taj sistem osigura efikasan pristup trošenju resursa" (http://www.sole.org/info.asp, nd). Ova definicija naglašava onaj deo sistema logistike koji se naziva unutrašnja logistika (engl. *inbound logistics*), tj. upravljanje materijalima.

Treća grupa definicija logistike orijentisana je ka uslugama. Zasniva se na ideji da se u koordinaciji sa korisnikom usluge (kupac, potrošač) omogući optimalna proizvodna aktivnost. Shodno tome, logistika je proces koordinacije nematerijalnih aktivnosti koje treba da se postignu radi efikasne usluge i u smislu troškova proizvodnje i u smislu korisnika. Težište ovih aktivnosti je u sledećim oblastima: najkraće vreme čekanja (odnosno vreme naručivanja, ponude, ugovoranja, kvalitet i sigurnost isporuke, kapacitet usluživanja, itd.), upravljanje uslugama i definisanje usluge u lancu distribucije.

Još sedamdesetih godina prošlog veka ukazivano je na višestruko značenje logističke usluge, pri čemu dominiraju tri pristupa (Gajić, et al., 2006, p.145):

– logistička usluga kao aktivnost poslovnog sistema (preduzeća) vezana za isporuku proizvoda i opsluživanje klijenata;

– logistička usluga kao mera prostorne i vremenske transformacije proizvoda i

– kvalitet logističke usluge kao sveobuhvatna poslovna filozofija preduzeća.

Osnovna težnja svakog logističkog sistema jeste da što preciznije definiše i utvrdi zahteve korisnika i da na osnovu njih formira adekvatnu ponudu logističkih usluga. To je bitno, jer su u vreme jake konkurencije, gde su proizvodi slični po tehnologiji proizvodnje i kvalitetu, nijanse stvorene razlikom u nivou logističkih usluga presudne u osvajanju tržišta. Kvalitetne usluge i zadovoljni korisnici obezbeđuju konkurentnost, tržišno učešće i dugoročni profit nosiocu logističkih usluga.

Određenje logističkog sistema

Za realizaciju logističkih aktivnosti razvijeni su različiti sistemi, koji se u literaturi i operativnoj praksi nazivaju sistemi logistike, logistički sistemi, sistemi podrške ili sistemi logističke podrške.

Postoje različiti koncepti određenja logističkog sistema, kao i brojne definicije, čiji pristupi se u osnovi zasnivaju na opštoj teoriji sistema i kibernetici. U razvijenim zemljama dominira koncepcija zasnovana na naučnim postulatima integralnog funkcionalnog koncepta, uvažavajući naučno-tehnička dostignuća, tehnička i doktrinarna rešenja sadašnjosti i budućnosti.

U svakom sistemu, pa i onom logističkom, neophodno je otkriti njegove osnovne (sastavne) delove, njihovu međusobnu povezanost, principe na osnovu kojih funkcionišu i instrumente kojima se regulišu odnosi između delova. S druge strane, logistički sistem je relativno samostalna celina (podsistem) većeg sistema (koji sadrži i druge podsisteme). Cilj svakog logističkog sistema jeste podrška osnovnoj delatnosti sistema kome pripada. U literaturi i operativnoj upotrebi poistovećuju se pojmovi sistem logistike, logistički sistem i sistem logističke podrške, što je u suštini ispravno, jer se određenje pojma vrši u zavisnosti od sistema kome pripada i autora koji ga definišu.

Logistički sistem je, u suštini, podsistem šireg sistema i kao takav mora biti usklađen sa drugim podsistemima i podređen cilju funkcionisanja šireg sistema. Svoje funkcionisanje ostvaruje kroz različite oblike tehnoloških procesa i usluga. Sistem je, prema nadležnostima, hijerarhijski ustrojen, s jedne strane, a sa druge je, načelno, prostorno razuđen, gde je svaka njegova organizaciona celina zaokružena i za date uslove univerzalna (Stanojević, Mišković, 2000, p.150).

U literaturi (Anikin, Rodkina, 2013, p.50) logistički sistem je definisan kao adaptivni sistem sa povratnim vezama, namenjen za obavljanje određenih funkcija i operacija logistike, koji se sastoji obično od nekoliko podsistema i ima jake veze sa okruženjem.

Sa poslovnog stanovišta logistički sistem je određen kao sistem čiji elementi su tokovi (materijalni, finansijski, informacioni itd.) nad kojima se odvijaju logističke operacije. U njemu su elementi međusobno povezani na osnovu zajedničkih ciljeva i kriterijuma uspešnosti.

Međutim, sve češće se koristi drugi uopšteniji metodološki pristup određenju logističkog sistema u poslovnim sistemima: „Logistički sistem je složeni organizacioni, ekonomski zaokružen sistem, koji se sastoji od elemenata, koji su međusobno povezani procesima upravljanja tokovima, čije funkcionisanje je određeno specifičnim ciljevima poslovne organizacije. Logistički sistem se zasniva na odvijanju tokova, koji se sprovode od strane kvalifikovanog osoblja i pritom koriste različita tehnička sredstva. Takođe, u logistički sistem su uključeni i infrastrukturni objekti”.

Pod terminom „toka” podrazumeva se mnoštvo učesnika, objekata, operacija i aktivnosti, koji se doživljavaju kao celina, postoje kao procesi u određenom intervalu i mere se u apsolutnim jedinicama. U današnje vreme naučnici iz različitih zemalja slažu se da je objekat logistike materijalni tok na celom svom putu kretanja, odnosno kretanje proizvoda, usluga, informacija, itd. od primarnog izvora do krajnjeg korisnika, a *predmet* je optimizacija troškova u tom lancu (Levkin, 2009, pp.20-22).

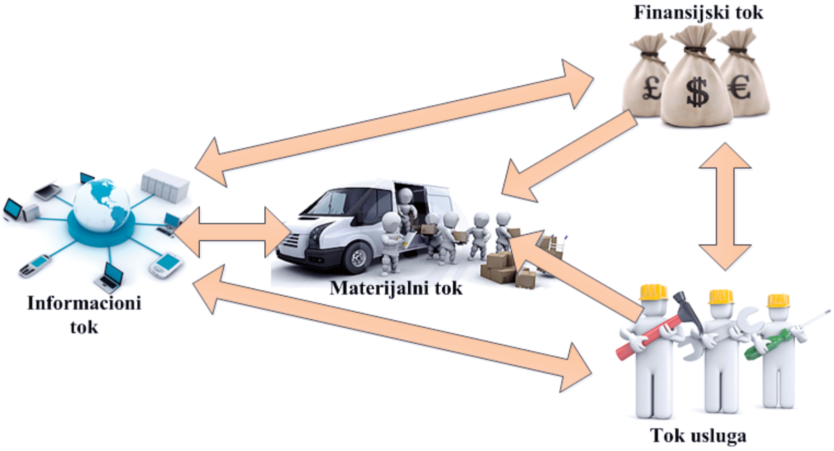
Osnovni tipovi tokova u logistici (slika 3) jesu:

1. Materijalni tok – kretanje proizvoda (različiti proizvodi, poluproizvodi, delovi, materijalna dobra, itd.) koje se razmatra u procesima raznih logističkih (utovar, istovar, sortiranje, itd.) ili tehnoloških operacija (kovanje, topljenje, montaža, itd.) i odvija se u određenom vremenskom intervalu.

2. Finansijski tok – usmereno kretanje finansijskih sredstava, koja cirkulišu u logističkom sistemu, kao i između logističkog sistema i njegovog okruženja, koja su neophodna za obezbeđenje efikasnog (efektivnog) kretanja materijalnog toka. Ova definicija podrazumeva: logistički novčani tok, što nije samo kretanje finansijskih sredstava, njihov smer kretanja, već i pravac kretanja finansijskih sredstava u logistici, vođen potrebom da se osigura odgovarajući materijalni tok.

3. Informacioni tok – skup uređenih poruka različitog oblika (govor, papir, magnetne medije, elektronske, i sl.), koje cirkulišu u sistemu logistike, kao i između logističkog sistema i okruženja, potrebnih za upravljanje procesima tokova.

4. Tok usluga – posebna vrsta aktivnosti kojima se zadovoljavaju društvene i lične potrebe (različite vrste *outsourcing* usluga, konsultantske usluge, pružanje informacija, itd.). Usluge mogu pružiti ljudi i oprema u prisustvu klijenata (korisnika) i u njihovom odsustvu, a usmerene su ka zadovoljavanju ličnih potreba ili potreba organizacije.



Slika 3 – Prikaz tokova u logistici
Figure 3 – Overview of the flows in logistics
Рис. 3 – Отображение логистической цепи

Stručnjaci iz oblasti logistike navode ključne parametre koji opisuju tok, i to: početnu i krajnju tačku toka, geometriju putanje (trajektorija), dužinu putanje (mera trajektorije), brzinu i vreme kretanja, srednju tačku, intenzitet (Pavlyuchenko, 2011, p.8).

Za opisivanje tokova koriste se razne klasifikacije: u pogledu razmatranja sistema, po stepenu kontinuiteta, po stepenu pravilnosti (regularnosti), po stepenu stabilnosti, po stepenu varijabilnosti (promenljivosti), po prirodi premeštanja elemenata, po stepenu periodičnosti, po stepenu promena u parametrima toka po unapred određenom ritmu, po stepenu složenosti, prema stepenu upravljivosti (kontrole), po stepenu uporedivosti (redosleda) elemenata toka.

U literaturi se može naći i određenje logističkog sistema kao skupa elemenata tehničke, tehnološke, organizacijske, ekonomske i pravne prirode radi optimizacije tokova materijala, roba, informacija, energije i ljudi na određenom geografskom području radi ostvarenja najvećih ekonomskih efekata (Zelenika, Pupovac, 2001, pp.361-376).

U literaturi se sreću različite klasifikacije logističkih sistema, kao što su npr.: opšti, specijalizovani, otvoreni, zatvoreni, centralizovani, decentralizovani, itd. Pored toga, pojedini autori ih dele na mikrologističke, makrologističke i globalne logističke sisteme, što je i prikazano na slici 4 (Tulembaeva, 2008, p.52).

Slika 4 – Prikaz jedne od podela logističkih sistema
Figure 4 – Overview of one systematisation of logistic systems
Рис. 4 – Некоторые разновидности логистических систем

Mikrologistički sistemi su ona preduzeća – proizvođači različitih proizvoda/usluga, koji se bave optimizacijom kretanja materijalnih i s njima povezanih finansijskih i informacionih tokova i poseduju logistički orijentisanu organizacionu strukturu. U skladu sa ovim određenjem, vojna logistika oružanih snaga jedne države može se posmatrati kao mikrologistički sistem.

Makrologistički sistemi su određena grupa objekata, povezanih određenim ekonomskih interesima, što se potvrđuje putem postojanja materijalno-finansijskih aranžmana između njih, i/ili zajedničkim ciljem na regionalnom nivou ili organizaciono-tehnološkim objedinjavanjem i imaju odgovarajuću logističku strukturu.

Globalni logistički sistem predstavlja grupu kompanija, koja ima sva obeležja makrologističkog sistema, a funkcioniše na teritoriji dve ili više zemalja. Kod globalnih logističkih kompanija uspešnom strategijom implementacije obezbeđuje se istovremenost postizanja ciljeva u svim odabranim geografskim regionima. Ove kompanije koriste sirovine koje su u različitim delovima sveta, lokacije glavnih trgovinskih i distributivnih centara, a određuju se na osnovu globalnog pristupa i prilagođavaju postojeće logističke tehnologije novim tržišnim uslovima.

Drugi autori izvršili su podelu logističkih sistema prema organizaciji na uninodalne i multinodalne, a prema upravljanju na homogene i heterogene sisteme (Russell, 2009, p.227). Uninodalna organizacija ima hijerarhijsku strukturu. Organizacija vlasti može se predstaviti piramidalnom strukturom, u kojoj lice na vrhu te piramide predstavlja krajnjeg donosioca odluke koji može da razreši bilo koju od razlika koje postoje između donosioca odluka na nižem nivou. Multinodalna organizacija nema ovakvog krajnjeg donosioca odluka i stoga zahteva postizanje sporazuma između dva ili više autonomnih donosioca odluka. Homogene organizacije su one koje imaju veću kontrolu nad svojim članovima nego što njeni članovi imaju nad njima, i tako teže smanjenju raznolikosti. Heterogene organizacije su one u kojima njeni članovi imaju veću kontrolu nad organizacijom nego što ona ima nad njima, i zato teže povećanju raznolikosti.

U literaturi (Ackoff, 1994, p.175) navedeno je da strukturu sistema čine različiti sistemski elementi i odnosi između njih, koji mogu da se predstave kao mreža. U skladu s tim, u literaturi (Gudehus, Kotzab, 2012, pp.437-445) navedeno je da strukturu logističkog sistema, odnosno logističke mreže, čine određeni elementi.

Logističko mesto, kao elementarni deo logističke mreže (sistema), može se definisati kao mesto na kojem se stvaraju materijalna i nematerijalna dobra, uz prethodni nalog ili zahtev, koristeći materijal i resurse kao što su ljudi, prostor, mašine i oprema. Više logističkih mesta smeštenih u jednom prostoru mogu se nazvati logističko središte ili logistički centar.

Logističku mrežu čine povezana logistička mesta organizovana u mrežu kojom se razmenjuju proizvodi i informacije. Logistička mreža nekog poslovnog subjekta predstavlja deo globalne logističke mreže koju obeležava mnoštvo različitih vlasnika i korisnika (učesnika). Sa stanovišta distribucije mreža ima oblik lanca. Logistička mreža je nosilac logističkih troškova nastalih usled izvršavanja zadataka na logističkom mestu i međusobne razmene.

Više logističkih centara u kojima se stvaraju slični efekti ili ako oni pokrivaju slične delove logističkog lanca može se izdvojiti i identifikovati kao logistička organizaciona jedinica.

Sa aspekta odvijanja aktivnosti uočavaju se operativna i administrativna logistička mesta. Operativna logistička mesta, prema unapred zadatom rasporedu, odnosno planu, prihvataju i prerađuju materijal iz logističke mreže i isporučuju gotov učinak (proizvod–uslugu) u mrežu. Administrativna logistička mesta stvaraju i obrađuju informacije važne za pokretanje materijalnih tokova, raspored radne snage i tok novca kroz logističku mrežu i među logističkim mestima. Pored ove podele, koja se temelji na objektima logističkog procesa, postoje i druge podele logističkih mesta.

Što se tiče određenja sistema logistike, odnosno sistema logističke podrške u oružanim snagama, on se definiše kao organizaciono-tehnološki sistem, koji svoje uspešno funkcionisanje zasniva na definisanim ciljevima i funkcijama. U oružanim snagama sistem logističke podrške predstavlja skup logističkih službi, gde su njihovi zadaci (delatnosti) po kriterijumu sličnosti grupisani u proizvodne funkcije, čiji se međusobni odnosi zasnivaju na određenim zakonima i principima. Dakle, suštinu sistema logističke podrške čine funkcije, kao osnovni elementi sistema. U domaćoj literaturi i operativnoj praksi često se pojavljuju nejasnoće u tumačenjima logističke podrške, logističkih funkcija i podsistema logističke podrške.

Logističke funkcije su pojedinačne, prema nekom principu integrisane delatnosti logističke podrške. Te delatnosti obavljaju pojedini za to strukturirani podsistemi u okviru sistema logističke podrške. Zavisno od toga kako su strukturirani, pojedini podsistemi mogu da realizuju jednu ili više logističkih funkcija, ali se zato, u principu, realizacija jedne funkcije nikad ne deli na dva podsistema. Do nedeljivosti funkcije dolazi zbog bolje uspešnosti sistema u slučaju da jednu funkciju realizuje samo jedan podsistem. Grupisanje funkcija (tako da više funkcija realizuje jedan podsistem) proizilazi iz potrebe da se obim pojedinih poslova uravnoteži, čime se obezbeđuje lakše upravljanje u sistemu logističke podrške (Mišković, Stanojević, 2001, p.147).

Logistički sistemi po svojoj prirodi spadaju u složene i dinamične sisteme koje karakteriše višedimenzionalnost i prisustvo velikog broja, po prirodi različitih elemenata, materijalnih i nematerijalnih tokova, koji su podložni stalnim promenama i modifikacijama. Ove sisteme odlikuje mnoštvo specifičnih ograničenja, elemenata i procesa koji su istovremeno u interakciji radi postizanja cilja. Na ovakve, u osnovi „veštačke" sisteme, znatno utiču upravljačka rešenja i stvorene povratne veze. Samim tim, projektovanje logističkih (drugim rečima: organizaciono-tehnoloških, proizvodnih, uslužnih, vojnih, poslovnih i šire shvaćeno organizacionih) sistema predstavlja visokostručan proces osmišljavanja delova, međusobnih veza i načina funkcionisanja tih sistema, radi poboljšanja njihove uspešnosti. Zajedničko funkcionisanje svih delova sistema na način da se sa najmanje uložene energije postignu najveći efekti garantuje uspešnost logističkih sistema. Sva zbivanja u ovim procesima neodvojivo treba povezati sa vremenom, kako u smislu stanja u sadašnjem trenutku, tako i sa mogućnostima nalaženja trendova i prognoze razvoja pojava u budućnosti i u vanrednim situacijama, koji, svi zajedno, zahtevaju planiranje „adekvatnog odgovora", čija će posledica biti efikasno i racionalno delovanje i funkcionisanje.

Logističke sisteme potrebno je permanentno usavršavati radi poboljšanja izlaznih pokazatelja uspešnosti (mogućnosti), kao i zbog promena koje mogu nastati u sferi okruženja ili tehnologije. Usavršavanje logističkog sistema najčešće se sprovodi kroz reprojektovanje postojećeg sistema, što nužno ne znači revolucione promene, već se omogućava evolutivni razvoj. Usavršavanje logističkog sistema najčešće se sprovodi kroz dve faze: opis i analizu funkcionisanja postojećeg sistema i izbor jednog od mogućih varijantnih rešenja, odnosno odgovarajućeg modela sistema (Stanojević, Mišković, 2000, p.150). Logistički sistemi spadaju u klasu sistema kod kojih je ključni faktor uspeha ubrzavanje materijalnih, uslužnih i informacionih tokova, kao i ubrzavanje procesa donošenja odluke. Osnova za razumevanje logističkog sistema je teorija sistema čija je osnovna zamisao da glavni problem nije u optimizaciji posebnih područja poslovanja, već u optimizaciji sistema kao celine.

Osnovna svojstva bilo kog logističkog sistema jesu (Milenkov, et al., 2014, pp.341-342):

– složenost. Sistem logistike karakteriše prisustvo velikog broja elemenata (delova), kompleksnost interakcija između pojedinih elemenata, kompleksnost funkcija koje sistem obavlja, složeno organizaciono upravljanje, uticaj velikog broja faktora okruženja u kojem se sistem nalazi;

- hijerarhičnost . Sistem logistike karakteriše potčinjenost elemenata sistema nižeg nivoa elementima na višem nivou;
- celovitost. Logistički sistem je integrisani skup elemenata koji su u interakciji jedni sa drugima. Elementi logističkog sistema moraju da funkcionišu kao jedna celina, što je osnovni koncept logističkog pristupa. Svaki element sistema ima sposobnost integracije i zajedničkog funkcionisanja. Takođe, dati cilj realizuje se logističkim sistemom u celini, a ne njegovim pojedinačnim elementima (delovima, podsistemima);
- deljivost. Sistem logistike sastoji se od podsistema koji imaju svoje podsisteme, i tako do najnižeg nivoa posmatranog sistema, na kojem se nalaze osnovni elementi ili nedeljivi delovi sistema. Kod tehničkih sistema ta podela na podsisteme je poznata kao podela sklopa na podsklopove, idući do osnovnog elementa tog sklopa;
- strukturalnost. Logistički sistem predstavlja specifičnu organizacionu strukturu, koja se sastoji od međusobno povezanih objekata i subjekata, koji realizuju određeni cilj;
- organizovanost. Elementi logističkog sistema i odnosi između njih organizovani su na određeni način;
- povezanost. Između elemenata sistema logistike i između sistema logistike i okruženja u kojem se nalazi, postoje veze koje omogućavaju izvršavanje zadataka koji su mu postavljeni ;
- sinergičnost. Logistički sistem ima kvalitete, svojstva, koji nisu odlika njegovim elementima ponaosob, ali se javljaju kada se njegovi elementi objedine u jedan koherentan sistem. „Efekat sistema je veći od sume efekata pojedinačnih elemenata";
- promenljivost. Parametri elemenata logističkog sistema mogu menjati svoje vrednosti pod uticajem promena okoline i promena u sistemu;
- stohastičko ponašanje. Nemogućnost da se predvidi ponašanje sistema logistike u određenim uslovima i pod uticajem okoline, zbog velikog broja slučajnosti u ponašanju sistema;
- adaptivnost (prilagodljivost). Sposobnost da sistem logistike promeni strukturu i svoje ponašanje pod uticajem okruženja.

Za određivanje mogućnosti (uspešnosti funkcionisanja) logističkog sistema poželjno je formirati određeni skup kriterijuma, koji se mogu nazvati logistički kriterijumi, odnosno kriterijumi uspešnosti (mogućnosti) logističkog sistema. Logistički kriterijumi predstavljaju merila ili meru pomoću kojih se na kvalitativan i kvantitativan način izražava stepen osposobljenosti logističkog sistema za izvršavanje definisanih zadataka, u skladu sa postavljenim ciljevima. U vezi s tim, za ocenu efikasnosti i efektivnosti logističke podrške definišu se dve osnovne grupe kriterijuma: kriterijumi operativnosti i kriterijumi ekonomičnosti (Nikolić, Stojanović, 2004, pp.27-34). Operativni kriterijumi služe za dobijanje ocene o uspešnosti posmatrane organizacije (stepen zadovoljenja potreba u vremenu, prostoru i u količinama), čime se izražava efikasnost organizacije. Kriterijumi ekonomičnosti posmatrane organizacije služe za dobijanje ocene o ceni realizacije zadatka i vezani su za efektivnost posmatranog sistema, odnosno za kvalitet proizvoda i usluga.

S obzirom na to da se logistički sistem sastoji od različitih podsistema sa njihovim specifičnostima, koji se mogu smatrati samostalnim sistemima, te u zavisnosti od njihove specifičnosti, primenjuju se određeni kriterijumi iz definisanog skupa kriterijuma (Nikolić, Stojanović, 2004, pp.26-27). Postoji više pristupa izboru kriterijuma za ocenu sistema logističke podrške. Najvažniji kriterijumi za ocenu sistema logističke podrške (Mišković, Stanojević, 2001, pp.149-150) jesu: efektivnost, efikasnost, elastičnost, fleksibilnost, troškovi, jednostavnost i pokretljivost.

U svom životnom ciklusu svaki logistički sistem ima jasno organizaciono i tehnološki profilisane faze u kojima se izvršavaju specifični zadaci, ostvaruju rezultati i definišu ciljevi. Logističke zadatke karakteriše prostorna, vremenska i organizaciono-tehnološka dimenzija. Svaki zadatak čini više aktivnosti koje su determinisane adekvatnim ulazno-izlaznim parametrima. Pri rešavanju problema u logističkim sistemima koriste se različiti pristupi i različite metode. Uspešnost rešavanja problema postiže se racionalizacijom i optimizacijom poslovnih aktivnosti, odnosno nalaženjem i sprovođenjem najcelishodnijih koncepata i metoda za poboljšanje i usavršavanje sveukupnog poslovanja sistema. Pristup koji se koristi u rešavanju problema racionalizacije i optimizacije sistema naziva se „logistički pristup”.

Dok jedni smatraju da pojam „logistički pristup” označava nešto sasvim novo, drugi zastupaju stav da je to samo novi naziv za nešto što je odavno poznato i da je reč o poznatom i razvijenom sistemskom i situacionom pristupu. Pobornici shvatanja da je logistički pristup nešto sasvim novo insistiraju na tome da je on znatno primenljiviji i da su sistemi projektovani na osnovu takvog pristupa veoma uspešni. Dakle, logistički pristup zasniva se na sistemskom i situacionom pristupu, ali istovremeno znači konkretizaciju i specijalizaciju ta dva pristupa u određenoj klasi sistema, odnosno sistema za podršku osnovne delatnosti šireg sistema.

Pored toga, pod logističkim pristupom podrazumeva se da je osnovna delatnost projektovana tako da omogući ili olakša podršku. Konkretizacija i specijalizacija su razlog za pojavu različitih definicija sistema logistike (pa i same logistike) koje su usko vezane za područje koje je blisko onome ko formuliše definiciju.

U oružanim snagama pod logističkim pristupom organizovanja podrazumeva se projektovanje i uspostavljanje funkcionalne logističke organizacije vojske i njeno povezivanje sa odgovarajućim nacionalnim institucijama, čime se, u skladu sa realnim mogućnostima društva u celini, na optimalan način obezbeđuje materijalna i kadrovska podrška vojske za realizaciju mirnodopskih i ratnih ciljeva i zadataka. Prema tome, logistički pristup primenjuje se u izgradnji logističke organizacije vojske i društva u celini (Mišković, Stanojević, 2001, p.147).

Logistički pristup, dakle, podrazumeva da se logistička organizacija vojske izrađuje tako da se u okviru pojedinih funkcija i odgovarajućih zadataka grupišu potrebni organi vidova, rodova i službi, a ne tako da se vidovi, rodovi i službe autonomno razvijaju bez nedovoljnog uvažavanja informacionog procesa i materijalnih tokova, koji se odvijaju u sistemu komandovanja i rukovođenja. Osnovne karakteristike logističkog pristupa su: stalni razvoj sistema, interakcija logističke podrške i osnovne delatnosti, stalna usmerenost prema poznatom cilju, itd. Za dostizanje ovih trendova savremene vojske primenjuju četiri osnovna pravila. To su: prilagođavanje doktrine, preoblikovanje strukture snaga, primena savremenih tehnologija i prilagođavanje programa osposobljavanja logističkih kadrova. Razlozi za ovakav pristup leže u činjenici da razvoj logističkih sistema zavisi od: sposobnosti prognoziranja razvoja pojava u budućnosti; brzine i kvaliteta osvajanja novih proizvoda i usluga; dubine i obuhvata izučavanja uticaja – faktora vezanih za elemente sistema i kvalitet njihovog komponovanja u celinu; sposobnosti upravljanja i prilagođavanja elementa i sistema u celini, u toku organizaciono-tehnološkog procesa i pri promeni uslova okruženja; kontinuirano obezbeđenje dobiti ili smanjenje troškova i povećanje efektivnosti i efikasnosti funkcionisanja.

Zaključak

Logistika i pojmovi vezani za nju definišu se na veliki broj relativno različitih načina, što je posledica visoke dinamičnosti i složene prirode samog logističkog konteksta (različite poslovne oblasti) i logističkog okruženja.

Vojna logistika predstavljala je i još uvek predstavlja osnovnu inspiraciju za civilno korišćenje logistike. Korišćenje termina logistika u civilne (poslovne) svrhe otpočelo je tokom 60-ih godina prošlog veka. Tada se javlja niz definicija logistike, koje su predlagali kako logistički profesionalci pojedinačno, tako i njihova profesionalna (akademska i stručna) udruženja. Osnovna razlika između vojnih i civilnih definicija logistike je u tome što termin vojna logistika drugačije tretira aspekt zadovoljenja potrebe krajnjeg korisnika (objekat interesa: čovek, sredstvo, organizacioni sistem kao celina), kao i to što se u njenim definicijama često naglašava realizacija logističkih procesa u vrlo dinamičnom i nepredvidivom okruženju.

Teorijski gledano, upravljanje vojnom i civilnom logistikom veoma je slično, ali je u praksi nešto drugačije. Najveća razlika je u određenju težišta i prioriteta u podršci osnovne delatnosti, u pokazateljima uspešnosti i u kompleksnosti logističkog sistema. Kompleksnost sistema vojne logistike ogleda se u širokom spektru zahteva koji se postavljaju pred sistem vojne logistike i širokom spektru aktivnosti koje on obuhvata, a koje se, po svojoj prirodi, ubrajaju u različite oblasti ljudskog delovanja (različiti poslovni sistemi i različiti sistemi civilne logistike), kao i u značaju ostvarivanja rezultata funkcionisanja. Pored toga, sistem vojne logistike mora da podrži oružane snage u miru, kriznim situacijama, mobilizaciji i ratu, gde cilj nije profit, već zaštita ljudskih života, očuvanje državne teritorije i sl., za razliku od poslovnih sistema gde su težišta i prioriteti usmereni na profit.

Efikasnost i efektivnost funkcionisanja vojne logistike ne može se proveriti na tržištu, za razliku od civilne logistike, već samo uporednim analizama. Posebna kompleksnost i specifičnost vojnih sistema je u tome što se oni projektuju i razvijaju u miru za uspešno funkcionisanje u različitim budućim ratnim uslovima. Iskustva iz prethodnih ratova nisu pouzdana, jer svaki rat ima svoje specifičnosti, a ratne igre i simulacije daju rezultate u strogo definisanim i ograničenim uslovima.

Takođe, stalne promene uslova u kojima funkcionišu i vojni i civilni sistemi, kao i potrebe za sve bržim reagovanjem na postavljene zahteve, nameću potrebu za neprestanim razvojem i dogradnjom sistema koji pružaju podršku. Razvoj logističkih sistema je jedna od najznačajnijih funkcija organizacije, čija realizacija omogućava sistemu promene prema novonastalim uslovima, razvoj, dogradnju itd., odnosno to je funkcija koja stvara potrebne preduslove za održanje i povećanje uspešnosti cele organizacije. Postojanje te funkcije u sistemu ne zavisi od toga koja se delatnost podržava kao osnovna delatnost, niti od toga ko sistem projektuje i uvodi ga u primenu. Dileme i sporenja, bilo da su terminološke ili suštinske prirode, ne smeju biti prepreka za razvoj, dogradnju, usavršavanje i uspešnost sistema logističke podrške.

U savremenim uslovima sistemi podrške predstavljaju veoma složene organizaciono-tehnološke i poslovno-ekonomske sisteme, gde pri projektovanju, reprojektovanju i razvoju tih sistema preovladava logistički pristup. Smatra se da su sistemi koji su razvijeni na osnovu takvog pristupa efektivniji, efikasniji, pouzdaniji, raspoloživiji i jeftiniji od drugih sistema. Sistemi koji su razvijeni na osnovu ovih pristupa nazivaju se sistemi logističke podrške (Andrejić, Milenkov, 2012b, pp.97-99).

Osnovne karakteristike logističkih sistema u savremenim uslovima jesu različite organizacione strukture, koje teže funkcionalnoj organizacionoj strukturi, uz zahtev da sistem koji podržavaju bude projektovan tako da omogući i olakša podršku (ugrađena pogodnost za podršku) i neprestani razvoj i dogradnju logističkih sistema.

Po novom konceptu podrške vojske, logistika predstavlja veliko organizaciono ograničenje pri odlučivanju o upotrebi oružanih snaga i postaje aktivni subjekat komandovanja, a ne objekat, zahtevajući od sistema koji pretenduje da bude podržan da se aktivno odnosi prema logističkom sistemu koji ga podržava (Andrejić, Milenkov, 2012b, pp.132-134).

Logistički koncept povećava transparentnost u logistici i celom sistemu, naglašava potrebu efikasnog upravljanja i uvodi optimizaciju i naučni pristup upravljanju, planiranju i ostvarenju planova, programa i zadataka. Logistika ima svoje naučno utemeljenje, kako u vojsci, tako i u celokupnom ekonomsko-privrednom sistemu, dok se (nekadašnji) pozadinski koncept (sa decentralizovanim službama pozadine) zasniva na empiriji, nema jaku naučnu i teorijsku osnovu, ne podržava upotrebu vojske u multietničkom okruženju i „međunarodnoj podeli rada”, a njegova izgradnja temelji se na iskustvenim osnovama, pretočenim u normativna dokumenta.

U skladu sa navedenim činjenicama i idejama, koje su prisutne u tvrdnjama teoretičara i uspešnih svetskih menadžera, može se iskazati moto savremene teorije organizacije i upravljanja koji glasi: brže, egzaktnije, fleksibilnije, jednostavnije, jeftinije i kvalitetnije! Jedinstvo ovih zahteva nije fikcija već se realno sprovodi u praksi najuspešnijih svetskih kompanija, ali i u mnogim armijama sveta.

Na osnovu navedenih pristupa i tumačenja može se zaključiti da je logistika savremena poslovna funkcija i praksa, ali i naučna disciplina čiji su predmet proučavanja logistički tokovi, logističke operacije, logističke funkcije, logistički principi, logistički troškovi, logistički sistemi, itd.

Literatura

Ackoff, R.L., 1994, Systems thinking and thinking systems, System Dynamics Review, Volume 10, Issue 2-3, pp.175–188.

Andrejić, M., Milenkov, M., Andrejić, I., 2012, Teorijske osnove i pristup sagledavanju izgradjenosti logistike odbrane kao nauke, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 60(3), pp.90-108.

Andrejić, M., Milenkov, M., 2012a, Pokazatelj izgrađenosti logistike odbrane kao nauke, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 60(4), pp.102-116.

Andrejić, M., Milenkov, M., 2012b, Osnovi logistike, udžbenik, Beograd, Medija centar „Odbrana“.

Аникин, Б. А., Родкина, Т.А. (Anikin, B.A., Rodkina, T.A.), 2013, Основы логистики: учебник, [e-book], Москва, Проспект.

Ballou, R. H., 2007, The evolution and future of logistics and supply chain management, European Business Review, 19(4), pp.332-348.

Eklz, E. H., 1968, Logistika u nacionalnoj odbrani, Beograd, Vojnoizdavački zavod.

Gajić, V., Kopić, Đ., Nikoličić, S., 2006, Kvalitet logističkih usluga i poslovna izvrsnost, *33. Nacionalna konferencije o kvalitetu*, Kragujevac, maj 10-12.

Gudehus, T., Kotzab, H., 2012, Comprehensive Logistics, 2nd edition, [e-book], Berlin Heidelberg, Springer Verlag.

http://cscmp.org/

http://dictionary.cambridge.org/dictionary/american-english/logistics

http://www.globalbook.rs/uploads/1/1/3/2/.../sun_tzu_-_umece_ratovanja

http://www.dhl-discoverlogistics.com

http://www.elalog.eu

http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Logistics.html http://www.sole.org/info.asp

Joint Chiefs of Staff USA, 2009, FM 4-0 Sustainment, Washington.

Joint Chiefs of Staff, USA, 2013, JP 4-0 Joint Logistics, Washington.

Левкин Г.Г. (Levkin G.G.), 2009, Логистика: теория и практика, [e-book], Ростов на Дону, Феникс.

Mahan, A. T., 1918, Mahan on Naval Warfare, [e-book], Boston, Little, Brown and Company.

Maslarić, M., 2014, Razvoj modela upravljanja logističkim rizicima u lancima snabdevanja, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu.

Milenkov, M., Nikolić, D., Milićević, M., Sokolović, V., 2014, Karakteristike logističkih sistema, pp.338 – 344, 17. Međunarodna konferencija ICDQM-2014, Beograd, jun 27-28.

Ministry of Defence UK, 2007, JDP 4-0 Logistics for Joint Operations (3rd Edition), Shrivenham.

Mišković, V., Stanojević, P., 2001, Logistika – savremeno tumačenje i dileme, Vojno delo, br.6, pp.141-156.

NATO HQ, 2012, NATO Logistics Handbook, [e-book], Brussels, NATO Graphics& Printing.

Nikolić, M., Stojanović, M., 2004, Kvantifikacija osnovnih kriterijuma logistike, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, 52(1), pp.26-36.

Operativno pozadinska uprava Sektora pozadine GŠ VJ, 1997. – 2000, Primena logističkog pristupa u organizovanju Vojske Jugoslavije, Istraživački projekat.

Павлюченко, И.В., (Pavlyuchenko, I.V.), 2011, Логистика: краткий теоретический курс, [e-book], Ульяновск.

Russell, L.A., Emery. F.E., 2009, On Purposeful Systems, London, Tavistock Publications.

Stanojević, P., Mišković, V., 2000, Osnovi metodologije projektovanja organizaciono-tehnoloških sistema, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 48(2), pp.144-156.

Thorpe, G.C., 1986, Pure Logistics. The Science of War Preparation, [e-book], Washington, National Defense University Press.

Тулембаева, А. (Tulembaeva, A.), 2008, Логистика, 3-е изд, [e-book], Алма-ты, Триумф „Т“.

Vujaklija, M., 1975, Leksikon stranih reči i izraza, Beograd, Prosveta.

Zelenika, R., Pupovac, D., 2001, Suvremeno promišljanje osnovnih fenomena logističkog sustava, Ekonomski pregled, 52 (3-4), pp.354-378.

Žomini, B., 1952, Pregled ratne veštine, Beograd, Redakcija vojnog dela.

Щербаков, В.В., (Shcerbakov, V.V.), 2009, Основы логистики: Учебник для вузов, [e-book], Питер.

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ЛУЧШЕГО ПОНИМАНИЯ ЛОГИСТИКИ

Марьян А. Миленков [а], *Милан* Ж. Дроняк [б], *Владан Д. Парезанович* [в]
[а] Университет обороны в г. Белград, Военная академия, Исследовательский центр по военной логистике
[б] Вооруженные Силы Республики Сербия, Командный штаб ПВО, Авиационный институт „Мома Станойлович”, Батайница
[в] Вооруженные Силы Республики Сербия, Командный штаб ПВО, Земун

ОБЛАСТЬ: логистика
ВИД СТАТЬИ: обзорная статья
ЯЗЫК СТАТЬИ: сербский

Резюме:

Логистику и логистические системы описывали многие авторы, выявившие целый ряд определений, которые различаются в зависимости от области применения логистики, таких как: военная логистика, бизнес-логистика, социальная логистика и пр. В своих определениях авторы старались выявить суть логистики в рамках военного искусства, деловой политики и научной дисциплины.

Логистика как вид деятельности существует с незапамятных времен, она развивалась параллельно с развитием цивилизации, поэтому логистические концепции, развивающиеся до сих пор, нужно принимать в соответствии с их появлением в различных областях деятельности, учитывая при этом актуальные тенденции.

Главными задачами логистики являются минимизация расходов и максимизация доходов, повышая эффективность и качество всех ее процессов. Именно эти противоречивые требования свидетельствуют о сложности природы данной сферы деятельности и освещают проблемы, которыми занимается логистика.

В данной статье мы обращаем внимание на возникновение и понятие определения термина – логистика, раскрывая путь ее развития, как в рамках военных, так и гражданских структур, освещая ее вклад и значимость для всех сфер деятельности общества.

Ключевые слова: *логистика, военная логистика, бизнес-логистика, логистические системы.*

CONTRIBUTION TO BETTER UNDERSTANDING OF LOGISTICS

Marjan A. Milenkov [a], *Milan* Ž. Dronjak [b], *Vladan* D. Parezanović [c]
[a] University of Defence in Belgrade, Military Academy,
Center for Research in Defence Logistics
[b] Serbian Armed Forces, Command of AF and AD,
VZ „Moma Stanojlović”, Batajnica
[c] Serbian Armed Forces, Command of AF and AD, Zemun

FIELD: Logistics
ARTICLE TYPE: Review Paper
ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

There are a number of definitions of logistics and logistics systems through which different authors, at different times and military, economic, market and social circumstances, tried to explain the essence of logistics

as a branch of the art of war, business philosophy, scientific discipline, etc. Although logistics ia a very old area of human activity, which was improving along with the development of civilisation, its terms are still in the process of developing and they should be accepted as they appear and how they appear in different human activities.

Introduction

A number of businessmen still describe logistics and its activities in an abstract way, as one kind of a "blackbox". This level of abstraction is unjustified and undesirable from the standpoint of the efficiency and efectiveness of such activities. In order to avoid abstraction, this paper attempts to contribute to a better understanding of the essence of logistics through the presentation of different approaches in determining the existing concepts and terminology, and thus make easier their further analysis in term of content, scope, characteristics, connections, complementarities, interdependance, etc.

Evolution of the term „logistics“

In scientific and professional literature, there are different attitudes and approaches regarding the origin of the term „logistics“. All of them are generally correct concerning the possibility to interprete logistics as an ambiguity term.

Historically, the term logistics is linked to the military, mathematical and business use. The origin of the military use of this term was related to the ancient states and Byzantium. However, Antoine-Henri Jomini is considered as the author of the first scientific papers related to military logistics in the classic sense. In his monumental work "Review of the art of war", published in 1837, he stated that the art of war is generally composed of five purely military branches: strategy, great tactics, logistics, artillery and engineering skills and detailed tactics.

In addition to the intensive use of the term "logistics" in the military terminology in XIX and early XX century, in the second half of the XX century logistics entered all economic activities of the civil sector. From the standpoint of business (civil) logistics, the logistics point is determined by seven rules ("7R" - Seven Rights).

The development and definition of military logistics

The advanced thinking of Baron Zomini, based on the analysis of Napoleon's wars, largely influenced other military philosophers. For example, Admiral Alfred Mahan accepted the term logistics and introduced it to the dictionary of the USA Navy. During World War II, this term was already widely used and it appeared in nearly all articles with a military theme.

After World War II, this term was formally introduced in the armed forces of the United States through the release of FM 100-10. The next big step forward was made under the direction of Secretary of Defense Robert S. McNamara (1961 – 1968), when the different elements, activities and operations in logistics processes were separated in accordance with the settings of a system analysis which used the methods and techniques from the business world (statistical methods, operational research, systems analysis, etc.) and included civilian experts. Previously independent logistic services were connected within the logistics function at the level of the Ministry of Defence, in order to become more efficient and to reduce costs and make a better logistics organization.

For NATO, logistics is defined as a science, in the same way as it was done in the doctrine of the armed forces of Great Britain. As for military logistics in our country, it was mainly developed empirically, while the theory was very little given a thought.

The development and definition of business (civil) logistics

The assumption of the logistics principles from the military sphere into the business area, has led to a widespread use of the term in the modern control theory.

Using the adjective commercial (civil) is not done only to make a terminological distinction in regard to military logistics, but also to put the emphasis on logistics activities that are carried out within one business system.

So, today it is considered that logistics is a modern business function used to identify, provide, monitor and control the necessary resources of the business system in the broadest sense of that word.

From the business logistics point of view, logistics definitions can be classified into three groups.

The definition of the logistics system

Different systems were developed in order to realize logistics activities, and in the literature and operational practices they are named systems of logistics, logistics systems, support systems or system of logistical support.

The logistics system is essentially a subsystem of a wider system and as such must comply with other subsystems and subordinate purpose of functioning of the wider system.

There are different classifications of logistics systems in the literature, such as general, specialized, open, closed, centralized, decentralized, etc. In addition, some authors divide them into micro, macro and global logistics systems.

Logistics Systems by their nature belong to complex and dynamic systems characterized by multi-dimensionality and the presence of a

large number of different elements, material and immaterial flows, subjected to constant changes and modifications. These systems are characterized by a multitude of specific constraints, elements and processes that simultaneously interact to achieve the goal.

During its life cycle, every logistics system has clear organizational and technological profiled phases of executing specific tasks, achieving results and defining objectives. Logistics tasks are characterized by spatial, temporal and organizational and technological dimensions.

Conclusion

The main objective of logistics is to improve the overall quality, to minimize total costs and to maximize profit. These are two opposing demands, which just shows the complexity of the area and the issues dealt with logistics.

Due to the complexity and presence of logistics in all areas of social life, this paper puts an emphasis on clarifying the use and the development of the term logistics in military and in business (civil) organizations, as well as on a contibution to a better understanding of the logistics system in particular.

Key words: *logistics, military logistics, business logistics, logistics system.*

Datum prijema članka / Paper received on / Дата получения работы: 17. 07. 2014.
Datum dostavljanja ispravki rukopisa / Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 02. 03. 2015.
Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje / Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 04. 03. 2015.

СТРУЧНИ ЧЛАНЦИ
PROFESSIONAL PAPERS
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

CONTRIBUTION TO THE MODELING OF A PNEUMATIC SEMI-ACTIVE CONTROL OF VEHICLE SUSPENSION

Nabil S. Khettou[a], *Miroslav* M. Demić[b],
Slavko R. Muždeka[a], *Milan* M.Krsmanović[a]
[a] University of Defense in Belgrade, Military Academy,
e-mail: nabil.khettou@hotmail.fr; slavko.muzdeka@gmail.com;
krsma@beotel.net
[b] Retired Professor,
e-mail: demic@kg.ac.rs

DOI: 10.5937/vojtehg63-7744

FIELD: Mechanical Engineering
ARTICLE TYPE:Professional Paper
ARTICLE LANGUAGE: English

Abstract:

This paper contributes to the modeling of a semi-active control of a quarter vehicle model using air springs. A conventional mass-spring-damper model has been used along with an air spring. Based on the theory of thermodynamics, the dynamic equation of the air springmodelwas established. The simulation model was implemented using MATLAB and the transfer functions with varying parameters were calculated. The simulation results show that air spring pressure, the valve diameter, the dumping coefficient and the mechanical stiffness affect the dynamic response of the system. A semi-active control methodology was then established by controlling the valve diameter using two declinations of an on-off logic switch based on the velocity of the suspended mass and the relative velocity at both ends of the air spring. The obtained results show reduced oscillation amplitudes around the natural frequency of the system.

Key words: *air spring, suspension, pneumatic, vehicle.*

Introduction

The automotive industry uses different kinds of suspension systems depending on costs, allowable space, kinematic properties and compliance attributes. The main purpose of a vehicle suspension system is to support the vehicle weight as well as to ensure a permanent liaison between the tires and the road,to minimize the relative displacement between the sprung and unsprung mass and to keep that displacement inthe range allowable by vehicle design (Hrovat, et al., 1988, pp.288-296).

Vehicle designers have given serious considerations to the suspension control system in order to enhance driving comfort, stability and road handling of the vehicle within the broad range of exploitation conditions. In fact, when accelerating, braking or bumping, high stiffness is required to minimize oscillations and enhance handling properties. When driving on a high category road, low stiffness is required for driving comfort (Karnopp, 2013, Gillespie, 1992).

These requirements cannot be achieved by passive suspension systems. Therefore, an increasing need has appeared over the last years for new suspension systems which can handle the broad range of driving conditions to improve driving comfort and handling properties. In the literature, these systems with controlled characteristics are called “active” and “semi-active” suspensions. Their classification can be found in (Wang, 2001), (Silani, 2004), (Robinson, 2012), and will not be given in this paper. In these new systems,air springs have found wide usein vehicle suspensions due to their key characteristic - they can change their dynamic stiffness depending on driving and road conditions.

The most commonly used vehicle models for research purposes are mainly quarter vehicle models (Sekulic, Dedovic, 2011, pp.231-244).Higherprecision can be achieved using half (Abbas, et al., 2013, pp.199-205) and full models (Demic, et al., 2006, pp.145-158).

A semi active suspension is composed of a spring type element and an adjustable dumper along with a control strategy. Numerous control schemes can be found in the literature. A concept based on changing natural frequency of the air spring has been introduced in (Porumamilla, et al., 2008, p.31001). The method consists of changing the dumping ratio of the system air spring-accumulator by opening and closing the connecting valve but no control was used. In (Porumamilla, 2007) a mathematical model, similar to the one established in (Porumamilla, et al., 2008, p.31001) was used along with a sliding mode controller with reference to a skyhook. A logic switch method was used in (Demic, 2005)based on the control of the damping coefficient under certain conditions.

In this paper, a semi active suspension of a quarter vehicle model is analyzed, using the air spring dynamic model developed in (Robinson, 2012). Two versions of the on-off logic switch method were used to test the semi active control of the suspension.

Quarter vehicle suspension model

The physical model of the quarter vehicle model is illustrated in Figure 1.The model consists of a mass supported by a spring type element, a damper, and an air spring, while the other ends are attached to the base. The reversible sleeve air spring is a rubber chamber with flexible walls which expands and retracts under pressure. The resulting vertical reaction of the spring that transmits directly to the mass support is expressed as:

$$F_{sp} = (P_{sp} - P_{sp0}).A_{eff} \tag{1}$$

Where A_{eff} is the effective area that supports the sprung mass, the function of the air spring height, P_{sp} is the absolute pressure in the air spring, andP_{sp0} is the absolute pressure in the air spring at equilibrium.

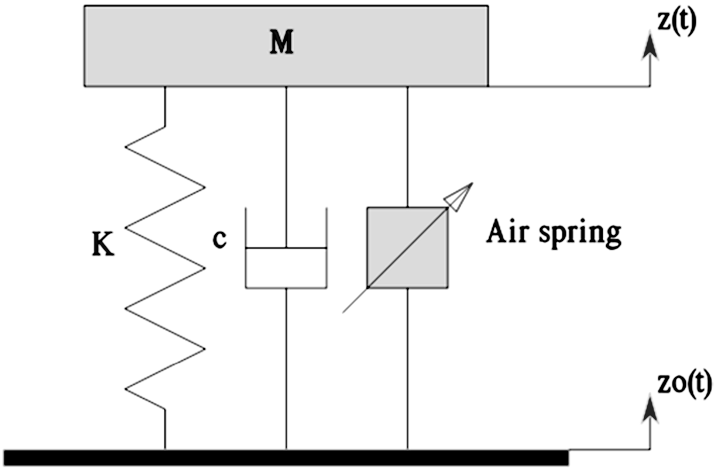


Figure 1 – Quarter vehicle model
Slika 1 – Četvrtinski model vozila
Рис. 1 – Четвертная модель автомобиля

The mass M shows a vertical bouncing motion. The motion is restricted to the vertical to the plan e_1, e_3. The system has one degree of freedom characterized by the generalized coordinate $z(t)$. It describes the deviation of the vehicle body from its reference position which coincides with the equilibrium position at$t = 0$ $(z(t = 0) = \dot{z}(t = 0) = (\ddot{z}(t = 0) = 0)$.

Using Newton’s Second Law of Motion with the assumed coordinate direction shown in Figure 2, the force balance on the suspended mass reads as:

$$M\ddot{z}(t) = -F_k - F_c - F_{sp} - M.g \tag{2}$$

Therefore, $\dot{\mathrm{V}}_{\mathrm{sp}}$ can be expressed as:

$$\dot{\mathrm{V}}_{\mathrm{sp}} = \left(\frac{\mathrm{dV_{sp}}}{\mathrm{dh}}\right).\left(\frac{\mathrm{dh}}{\mathrm{dt}}\right) = \mathrm{k}\dot{\mathrm{h}} \tag{18}$$

Bearing in mind that the volume of the reservoir is constant, the differential equation governing the pressure in the reservoir is:

$$\dot{P}_r = \frac{nRT_{r(e)}}{V_r}\left(\frac{P_r}{P_{r(e)}}\right)^{\frac{n-1}{n}}.\dot{m} \tag{19}$$

If the air spring oscillationsare considered isothermal, the dynamic equation of the reservoir would be:

$$\dot{P}_r = \frac{nRT_{r(e)}}{V_r}.\dot{m} \tag{20}$$

The differential equations have the following initial conditions:

$$P_{sp}(t=0) = P_r(t=0) = P_{sp(e)} \tag{21}$$

Because of further projected research purposes, the air spring choice was made so that it can support the weight of a quarter heavy road vehicle (20 tons).The air spring chosen for the simulation is the Firestone 1T15M-2 air spring. The working parameters are resumed in *Table 1*, (Firstone, 2007, p.93).

Table 1 – Working parameters for the simulation
Tabela 1 – Radniparametrizasimulaciju
Таблица 1 – Рабочие параметры для моделирования

h_e $[m]$	A_{eff0} $[m^2]$	$V_{sp(e)}$ $[m^3]$	V_r $[m^3]$	T_e $[K]$	C_d $[-]$	$P_{sp(e)}$ $[10^5 Pa]$	$A_{eff}(h)$ $[m^2]$	$V_{sp}(h)$ $[m^3]$
0,24	0,0485	0,011	0,04	293	0,63	$2-9$	$-0{,}05h + 0{,}0573$	$0{,}05h - 0{,}00156$

Dynamicequationofthevalve

In general, the air flow through an orifice is a highlynonlinear process, depending on numerous parameters. An equation governing air flow through a restriction was developed in (Zheng, et al., nd) which distinguishes whether the flow is laminar or turbulent:

$$if\ \frac{P_d}{P_u} > 0.518$$

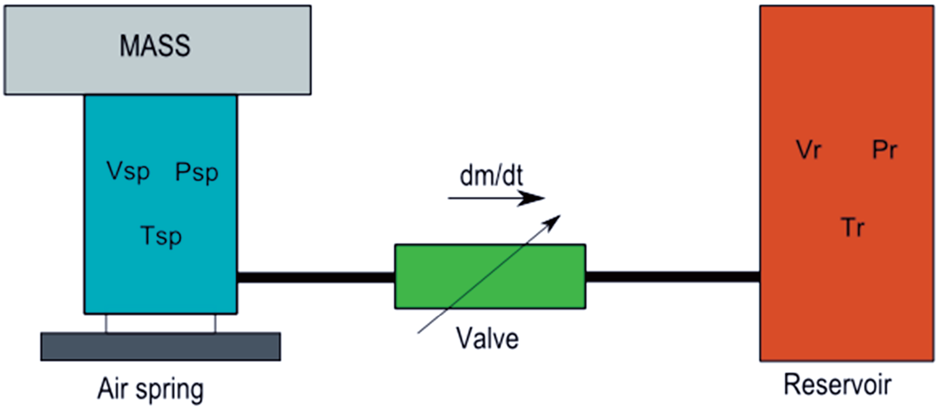


Figure 3 – Physical model of the air spring
Slika 3 – Fizički model vazdušne opruge
Рис. 3 – Физическаямодельпневматическойпружины

The pressure, volume and the density of air in the air spring are variable with the height of the air spring. Bear in mind the assumption that the air is an ideal gas, and that the air spring oscillation is regarded as an adiabatic process. The mass flow rate of air intothe air spring volume can be written as

Assuming an adiabatic transfer of the air, the relationship between the density and the volume of two different states can be expressed by

$$\frac{\rho_{sp}}{\rho_{sp(e)}} = \left(\frac{P_{sp}}{P_{sp(e)}}\right)^{\frac{1}{n}} \tag{9}$$

Where:

$\rho_{sp(e)}$: air density at equilibrium;

$V_{sp(e)}$: air volume spring at equilibrium;

n : air adiabatic exponent $(n = 1{,}4)$.

The ideal gas law at equilibrium can be expressed as

$$P_{sp(e)}V_{sp(e)} = m_{sp(e)}RT_{sp(e)} \tag{10}$$

Where:

R : is the air specific gas constant $R = 287{,}06\ J.Kg^{-1}.K^{-1}$;

$T_{sp(e)}$: is the air temperature at equilibrium.

The air density at equilibrium is

$$\rho_{sp(e)} = \frac{m_{sp(e)}}{V_{sp(e)}} \tag{11}$$

Replacing the expression of the mass of air at equilibrium in (10) leads to

$$\rho_{sp(e)} = \frac{P_{sp(e)}}{RT_{sp(e)}} \tag{12}$$

Substituting (12) in (7) and differentiating with respect to timeproduces

$$\dot{\rho}_{sp} = \frac{P_{sp(e)}}{nRT_{sp(e)}}\left(\frac{P_{sp}}{P_{sp(e)}}\right)^{\frac{n-1}{n}}.\dot{P}_{sp} \tag{13}$$

Substituting (13) in (8) and rearranging the terms produces the firstorder differential equation for the air pressure in the air spring

$$\dot{P}_{sp} = \frac{nRT_{sp(e)}}{V_{sp}}\left(\frac{P_{sp}}{P_{sp(e)}}\right)^{\frac{n-1}{n}}.\dot{m} + \frac{nP_{sp}}{V_{sp}}\dot{V}_{sp} \tag{14}$$

If the air spring oscillations are to be assumed as isothermal, then therelationship between the density and the volume of two different stateswould be

$$\frac{\rho_{sp}}{\rho_{sp(e)}} = \left(\frac{V_{sp}}{V_{sp(e)}}\right) \tag{15}$$

In this case, the differential equation for the pressure is

$$\dot{P}_{sp} = \frac{RT_{sp(e)}}{V_{sp}}.\dot{m} + \frac{P_{sp}}{V_{sp}}\dot{V}_{sp} \tag{16}$$

The volumeV_{sp} needs to be determined. Previous research has suggested that, for engineering purposes, the volume can be assumed to be a function of height only without significant loss in accuracy (Quaglia, Sorli, 2001, pp.443-475). The relation between the volume and the air spring height will be determined using the dynamic chart provided by the manufacturers

$$V_{sp} = V_{sp}(h) \tag{17}$$

Therefore, $\dot{\mathrm{V}}_{\mathrm{sp}}$ can be expressed as:

$$\dot{\mathrm{V}}_{\mathrm{sp}} = \left(\frac{\mathrm{dV_{sp}}}{\mathrm{dh}}\right).\left(\frac{\mathrm{dh}}{\mathrm{dt}}\right) = \mathrm{k}\dot{\mathrm{h}} \tag{18}$$

Bearing in mind that the volume of the reservoir is constant, the differential equation governing the pressure in the reservoir is:

$$\dot{P_r} = \frac{nRT_{r(e)}}{V_r}\left(\frac{P_r}{P_{r(e)}}\right)^{\frac{n-1}{n}}.\dot{m} \tag{19}$$

If the air spring oscillationsare considered isothermal, the dynamic equation of the reservoir would be:

$$\dot{P_r} = \frac{nRT_{r(e)}}{V_r}.\dot{m} \tag{20}$$

The differential equations have the following initial conditions:

$$P_{sp}(t=0) = P_r(t=0) = P_{sp(e)} \tag{21}$$

Because of further projected research purposes, the air spring choice was made so that it can support the weight of a quarter heavy road vehicle (20 tons).The air spring chosen for the simulation is the Firestone 1T15M-2 air spring. The working parameters are resumed in *Table 1*, (Firstone, 2007, p.93).

Table 1 – Working parameters for the simulation
Tabela 1 – Radniparametrizasimulaciju
Таблица 1 – Рабочие параметры для моделирования

h_e $[m]$	A_{eff0} $[m^2]$	$V_{sp(e)}$ $[m^3]$	V_r $[m^3]$	T_e $[K]$	C_d $[-]$	$P_{sp(e)}$ $[10^5 Pa]$	$A_{eff}(h)$ $[m^2]$	$V_{sp}(h)$ $[m^3]$
0,24	0,0485	0,011	0,04	293	0,63	$2-9$	$-0{,}05h+0{,}0573$	$0{,}05h-0{,}00156$

Dynamicequationofthevalve

In general, the air flow through an orifice is a highlynonlinear process, depending on numerous parameters. An equation governing air flow through a restriction was developed in (Zheng, et al., nd) which distinguishes whether the flow is laminar or turbulent:

$$if\ \frac{P_d}{P_u} > 0.518$$

$$\dot{m} = C_d S P_u \sqrt{\frac{1}{RT_e}\frac{2n}{n-1}\left[\left(\frac{P_d}{P_u}\right)^{\frac{2}{n}} - \left(\frac{P_d}{P_u}\right)^{\frac{n+1}{n}}\right]}.sign(P_d - P_u) \qquad (22)$$

$$if\ \frac{P_d}{P_u} \le 0.518$$

$$\dot{m} = C_d S P_u \left(\frac{2}{n+1}\right)^{\frac{1}{1-n}} \sqrt{\frac{2n}{n+1}\frac{1}{RT_e}}.sign(P_d - P_u) \qquad (23)$$

Where

$\mathrm{P_u} = \max(\mathrm{P_{sp}}, \mathrm{P_r}), \mathrm{P_d} = \min(\mathrm{P_{sp}}, \mathrm{P_r})$.

$\mathrm{S} = \pi\frac{d^2}{4}$is the area of the orifice.

$\mathrm{C_d}$is the coefficient of discharge of the orifice.

Simulation results and discussion

Because the dynamic model under study is nonlinear, it is quite difficult to solve the sets of differential equations (4), (14), (19) and (4), (16), (20) with analytical methods. The sets will be solved using numerical methods with a help of the MATLABsoftware package. The base excitation is set as a poly-harmonic function of ten harmonics with a frequency range from 0.5 to 30 Hz and anamplitude of 0.012 m.

The paper analyses the effect of the spring stiffness, the shock absorber damping coefficient, the valve diameter, the air spring pressure as well as the air exchange process (adiabatic/ isothermal) on the transfer function of vertical displacement.

Effect of the spring stiffness

Calculating the transfer function of vertical displacement with varying mechanical stiffness showsthat the amplitude of vertical displacement decreases asthe spring stiffness increases for excitations frequencies below 1 Hz (Figure 4). For frequencies higher than 1 Hz, suspension deformation increases as mechanical stiffness increases. On the abscise axis, the resonant frequency of the sprung mass grew slightly as mechanical stiffness increased.

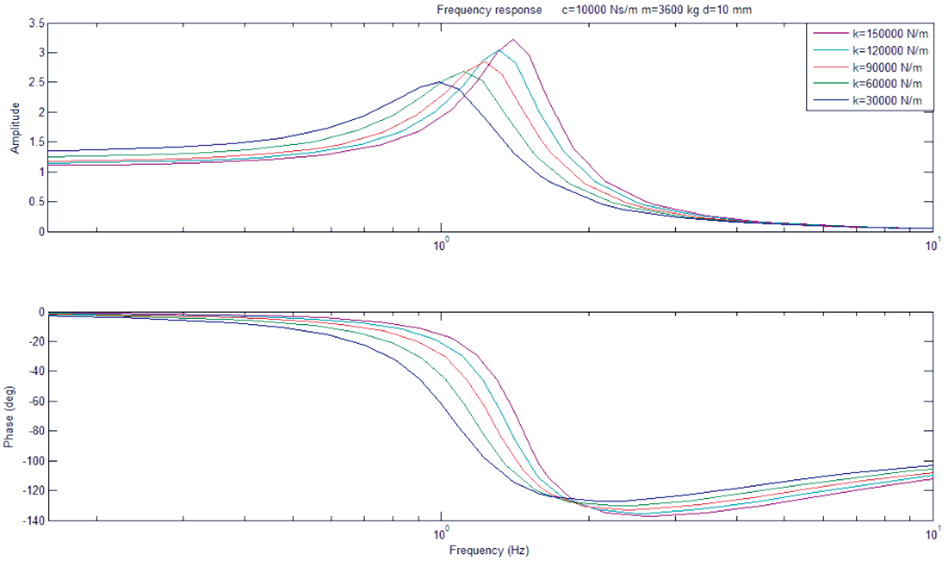


Figure 3 – Transfer function of vertical displacement for different values of spring stiffness
Slika 4 – Prenosna funkcijavertikalnogpomeranjazarazličitevrednostikrutostiopruge
Рис. 4 – Передаточная функция вертикального смещения при различных коэффициентахупругости пружины

Effect of the shock absorber damping

Figure 5 shows that the amplitude of vertical oscillations increases within the domain of resonant frequency as the damping coefficient increases. However, this increase didnot significantly affect the resonant frequency of the sprung mass (around 1.3 Hz). Smaller damping coefficients ensure better oscillatory comfort for frequencies above the resonant frequency.

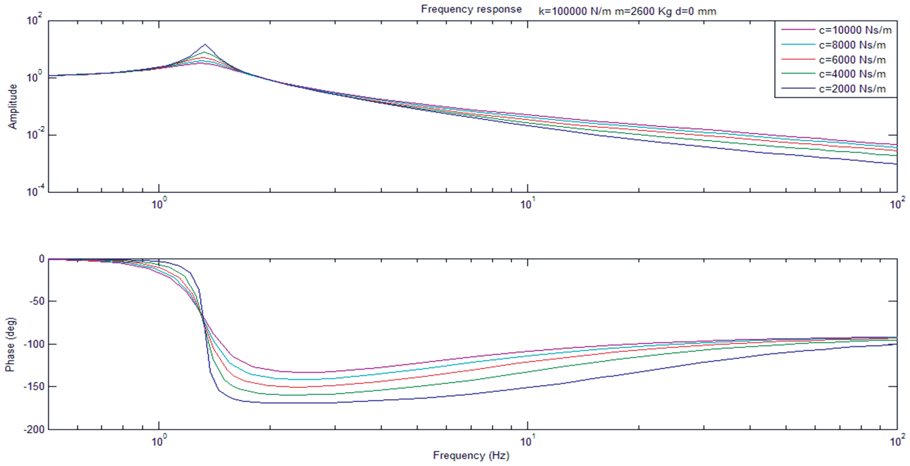


Figure 4 – Transfer function of vertical displacement for different damping values
Slika 5 – Prenosna funkcija vertikalnog pomeranja za različite vrednosti prigušenja
Рис. 5 – Передаточная функция вертикального смещения при различных коэффициентах затухания

Effect of the air spring pressure

As shown in Figure 6, enhancing the static pressure in the air spring results in the increase of both the resonant frequency and the vertical amplitude. This behavior is similar to the effect of mechanical stiffness, which means that as the static pressure in the air spring increases, the dynamic stiffness of the air spring risesaround the resonant frequency and higher.

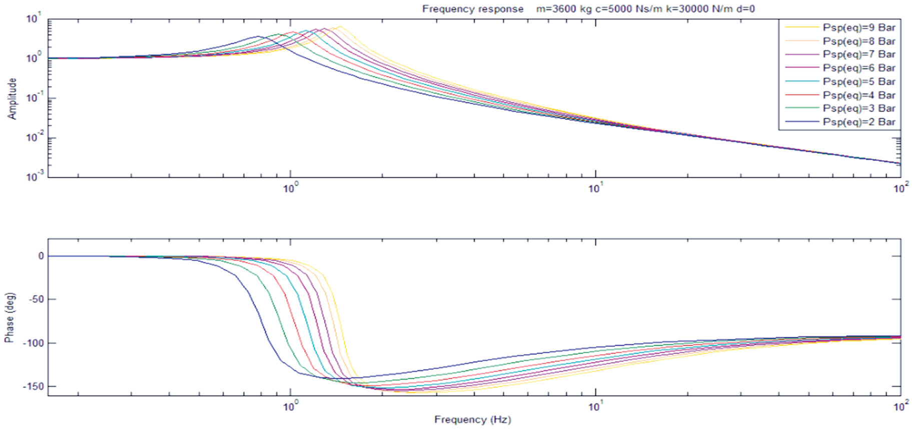


Figure 5 – Transfer function of vertical displacement for different values of static pressure
Slika 6 – Prenosna funkcija vertikalnog pomeranja za različite vrednosti statičkog pritiska
Рис. 6 – Передаточная функция вертикального смещения при различных коэффициентах статического давления

However, for frequencies below the resonant frequency, higher pressures give a better oscillatory behavior.This behavior is similar to the effect of mechanical stiffness, which means that as the static pressure in the air spring increases, the dynamic stiffness of the air spring rises around the resonant frequency of the sprung mass and higher. However, for frequencies below the resonant frequency, higher pressures give a better oscillatory behavior.

Effect of the air exchange process

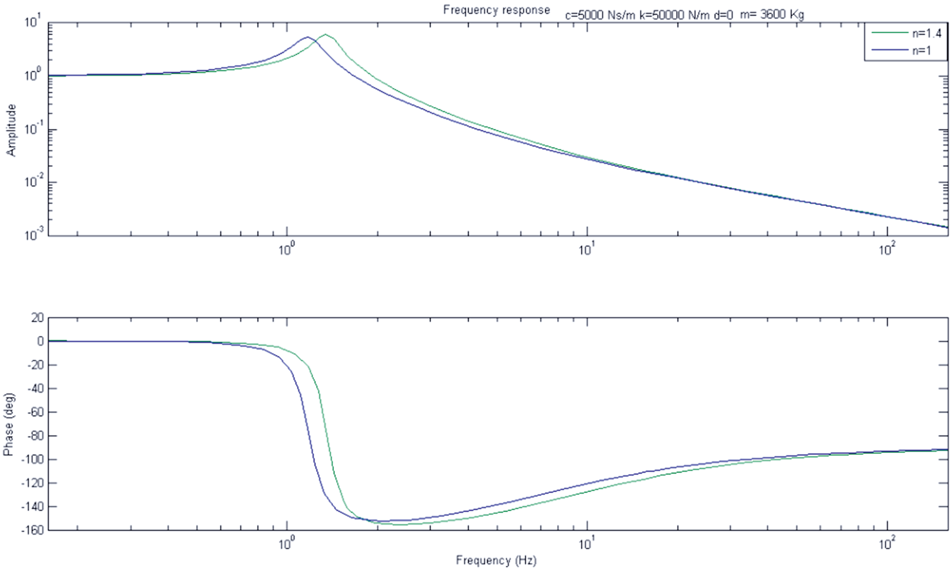


Figure 6 –Transfer function of vertical displacement for the adiabatic/ isothermal exchange
Slika 7 – Prenosna funkcija vertikalnog pomeranja za adijabatsku/izotermnu razmenu
Рис. 7 – Передаточная функция вертикального сдвига при адиабатическом / изотермическом обмене

The air exchange process does not affect significantly the amplitude of oscillations of the sprung mass around the resonant frequency (Figure 7). However, at lower frequencies (below 1.3 Hz), the adiabatic process (n=1.4) ensuresa better oscillatory behavior. Above 1.3 Hz, lower oscillation amplitudes were provided during the isothermal air exchange.

Effect of the valve diameter

It can be concluded from Figure 8 that the valve connecting the air spring and the reservoir behaves like a dumper. In fact, the transfer functions in Figure 8 are analogous to those in Figure 5 which represent the effect of the shock damper coefficient.

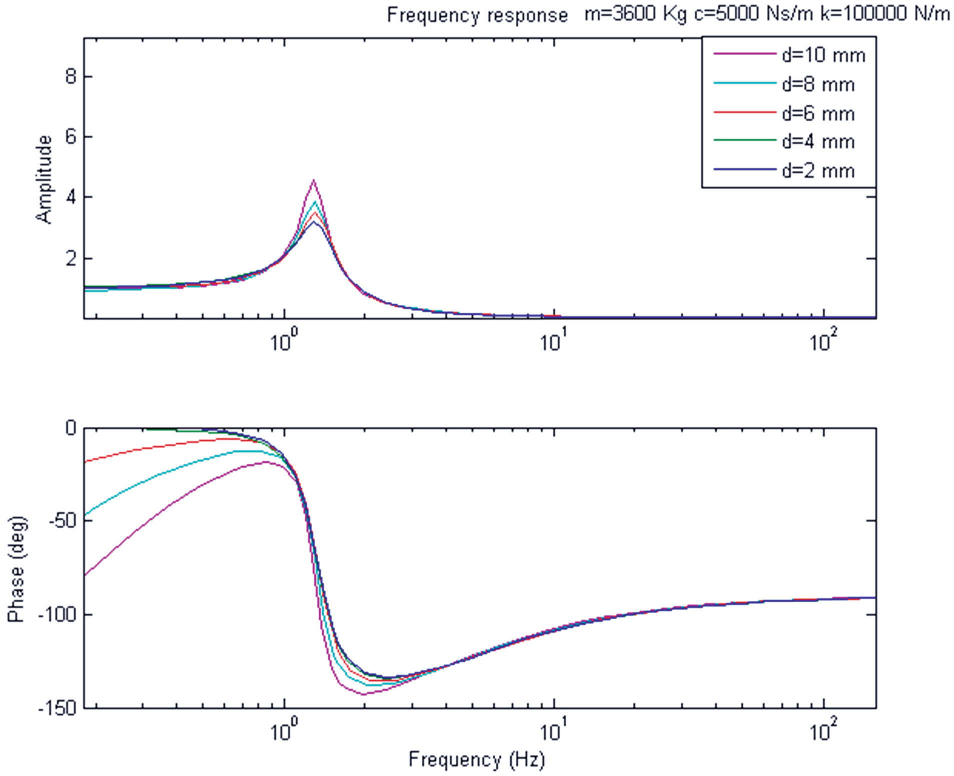


Figure 7 – Transfer function of vertical displacement for different valuesof the valve diameter
Slika 8 – Prenosna funkcija vertikalnog pomeranja za različite vrednosti prečnika ventila
Рис. 8 – Передаточная функция вертикального смещения при различныхдиаметрах клапан

For frequencies close to the resonance frequency, the higher the valve diameter, the higher the oscillation amplitude. This can be explained by the fact that the smaller the diameter of the orifice is, the higher the resistance to air flow through the valve gets. This causes the orifice to dissipate more energy as the air flows back and forth between the air spring and the reservoir.

Control strategy

The proposed control strategy is similar to the one used for semi-active dampers based on the measurement of relative velocity onthe both ends of the damper. The method consists of controlling the valve diameter of the air spring under certain conditions. In fact, when the velocities of the upper and the lower ends of the air spring (i.e. velocities of the sprung and the unsprung mass) have the same direction, the valve is set as fully opened. In the other case, the valve is set to closed. This strategy is called ''Direct switching logic''. Another version of this method will be tested by inverting the testing logic. When the velocities of the sprung and the unsprung mass have the same direction, the valve is set as closed. In the other case, it will be set as fully opened, hereafter referred to as ''Inverted logic switch". In term of equations, we can write:

$$\text{Direct switching: } \begin{cases} if\ \dot{z}.(\dot{z}-\dot{z}_0) > 0\ then\ d_{valve} = d_{max} \\ if\ \dot{z}.(\dot{z}-\dot{z}_0) \leq 0\ then\ d_{valve} = d_{min} \end{cases}$$

$$\text{Inverted switching: } \begin{cases} if\ \dot{z}.(\dot{z}-\dot{z}_0) > 0\ then\ d_{valve} = d_{min} \\ if\ \dot{z}.(\dot{z}-\dot{z}_0) \leq 0\ then\ d_{valve} = d_{max} \end{cases}$$

Results of the simulation and the discussion

The simulation of the control strategy is held under the same conditions as in the previous simulation. Asit can be seen from Figure 9, the controlling method influences both the amplitude of oscillations and the resonant frequency of the system.In fact, the oscillation amplitude drops around and below the resonant frequency (1.3 Hz) when applying the direct logic switch. For frequencies higher than the resonant frequency, the two graphs tend to coincide with each other. For the inverted switch, the same behavior was observed but with a smaller amplitude. On the other hand, when applying both controllers, the resonant frequency moves to the right of the frequency axis.

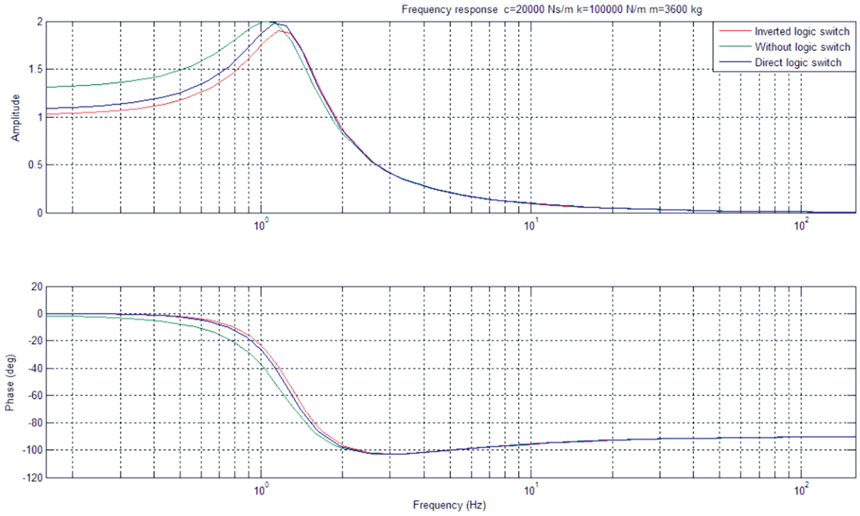


Figure 8 – Transfer function of vertical displacement with the logic switch controller
Slika 9 – Penosna funkcija vertikalnog pomeranja s kontrolom logičkog prekidača
Рис. 9 – Передаточная функция вертикального смещения, управляемая логическим контроллером

Conclusion

The results of the analysis presented in this paper have enabled us to consider the effect of the mechanical stiffness, the damping coefficient, the pressure in the air spring, the air exchange process as well as the valve diameter on the oscillatory behavior of a quarter vehicle model in the frequency domain. It has been observed that the change in the suspension parameters leads to the following conclusions:

- Amplitude of oscillations was reducedas mechanical stiffness was increased for excitation frequencies below 1.3 Hz. Within the zone of the resonant frequency and higher, the oscillation amplitudes were increased as spring stiffness increased.
- Higher damping coefficients provided less important oscillations of the sprung mass at excitation frequencies close to the resonant frequency. At frequencies above 1.3 Hz, a lower damping coefficient results in lower oscillation amplitudes.
- Air spring dynamic stiffness increases as static pressure rises. Higher pressures increase oscillations of the sprung mass around the resonant frequency and above it.
- The valve behaves as a shock damper. The smaller the diameter of the orifice, the higher the energy dissipation through the valve.

- Lower exchange exponent (isothermal process) ensures lower oscillations at the excitation frequencies below the resonance. Above the resonant frequency, the adiabatic process provided lower vibration amplitudes.

The observed semi-active control strategies with the “on-off” switch improved thesuspension characteristics by reducing the amplitude of oscillations around and below the resonant frequency. The inverted logic switch provided the lowest amplitude. However,no significant effect was observed when applying the control strategy at higher frequencies.

References

Abbas, W., Emam, A., Badran, S., Shebl, M., & Abouelatta, O. 2013. Optimal Seat and Suspension Design for a Half-Car with Driver Model Using Genetic Algorithm. Intelligent Control and Automation, 04(02), pp.199-205. doi:10.4236/ica.2013.42024.

Demic, M., Diligenski, D., & Demic, I. 2005. A contribution to design of semi-active vehicle suspension system. . In: International Congress, Automotive and Environment, Pitesti, Romania. CAR20051013.

Demic, M., Dilligenski, D., & Demic, I. 2006. A method of vehicle active suspension design. Forsch Ingenieurs, 70(3), pp.145-158. doi:10.1007/s10010-006-0025-5.

Firestone Industrial Products Company. 2007. Engineering Manuals & Design Guide Metric, Indiana.

Gillespie, T.D. 1992. Fundamentals of Vehicle Dynamics.SAE. doi:10.4271/r-114.

Hrovat, D., Margolis, D.L., & Hubbard, M. 1988. An Approach Toward the Optimal Semi-Active Suspension. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 110(3), pp.288-296. doi:10.1115/1.3152684.

Karnopp, D. 2013. Vehicle dynamics, stability, and control, 2nd ed.Taylor & Francis Group.

Porumamilla, H. 2007. Modeling, analysis and non-linear control of a novel pneumatic semi-active vibration isolator: A concept validation study. Iowa State University.

Porumamilla, H., Kelkar, A.G., & Vogel, J.M. 2008. Modeling and Verification of an Innovative Active Pneumatic Vibration Isolation System. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 130(3), p.31001. doi:10.1115/1.2807049

Quaglia, G., & Sorli, M. 2001. Air Suspension Dimensionless Analysis and Design Procedure. Vehicle System Dynamics, 35(6), pp.443-475. doi:10.1076/vesd.35.6.443.2040

Robinson, W.M. 2012. A pneumatic semi-active control methodology for vibration control of air spring based suspension systems.Iowa State University.

Sekulic, D., & Dedovic, V. 2011. The effect of stiffness and damping of the suspension system elements on the optimisation of the vibrational behaviour of a bus. International Journal for Traffic and Transport Engineering, 1(4), pp.231-24

Wang, F.C. 2001. Design and Synthesis of Active and Passive Vehicle Suspensions.University of Cambridge, Department of Engineering.

Zheng, Z., & Gu, R.. Light Industry Hydraulic and Pneumatic Transmission.Beijing, China: Light Industry Press.

ВКЛАД В МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОЛУАКТИВНОЙ ПОДВЕСКОЙ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Набил С. Кхеттоу[а], Мирослав М. Демич[б],
Славко Р. Муждека[а], Милан М. Крсманович[а]
[а] Университет обороны вг . Белград Военная академия
[б] профессор на пенсии

ОБЛАСТЬ: машиностроение
ВИДСТАТЬИ: профессиональная статья
ЯЗЫКСТАТЬИ: английский

Резюме:

В статье описано моделирование системы полуактивной пневматической подвески транспортного средства с применением четвертноймодели автомобиля. Рассматривалась подвеска традиционного типа (подрессоренная масса – масса-пружина-амортизатор) с применением пневматической пружины.

Динамические уравнения пневматического упругого элемента выведены на основе законов термодинамики.Имитационная модель была разработана при использовании программного обеспечения MATLAB. В моделиприведены передаточные функции вертикального смещения подрессоренных масс с переменными параметрами.

Результаты моделирования показывают, что на динамические характеристики системы влияют следующие факторы: давление в пневмокамере, диаметр клапана, коэффициент затухания и механическая жесткость пружины. Метод управления системой полуактивной подвески заключается в переменном диаметре клапана с использованием двухпозиционного переключателя, с учетом скорости смешения подрессоренных масс иотносительной скорости края пневмокамеры. Полученные результаты показывают, что примененные способ управления и конфигурация подвески обеспечивают снижение амплитуды колебаний подвески и равновесное положение системы.

Ключевые слова: *пневматическая пружина, подвеска, пневматик, автомобиль.*

DOPRINOS MODELIRANJU PNEUMATSKOG POLUAKTIVNOG UPRAVLJANJA SISTEMA OSLANJANJA VOZILA

Nabil S. Khettou[a], *Miroslav* M. Demić[b],
Slavko R. Muždeka[a], *Milan* M. Krsmanović[a]
[a] Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija
[b] penzionisani profesor

OBLAST: mašinsko inženjerstvo
VRSTA ČLANKA: stručni članak
JEZIK ČLANKA: engleski

Sažetak:

U radu je prikazano modeliranje poluaktivnog pneumatskog sistema elastičnog oslanjanja korišćenjem četvrtinskog modela vozila. Korišćen je konvencionalni model oslanjanja (ovešena masa – masa-opruga-amortizer), u kombinaciji sa vazdušnom oprugom. Dinamičke jednačine pneumatskog elastičnog elementa izvedene su na osnovu zakona termodinamike. Simulacioni model razvijen je korišćenjem programskog paketa MATLAB. U modelu su date prenosne funkcije vertikalnih pomeranja ovešene mase sa promenljivim parametrima. Rezultati simulacije pokazuju da na dinamičko ponašanje sistema utiču pritisak u vazdušnom jastuku, prečnik ventila, koeficijent prigušenja i mehanička krutost opruge. Metodologija poluaktivnog upravljanja sistemom oslanjanja zasniva se na kontroli prečnika ventila korišćenjem dva stanja jednog on-off prekidača, na osnovu brzine kretanja ovešene mase i relativne brzine krajeva vazdušnog jastuka. Dobijeni rezultati pokazuju da usvojeni način upravljanja i konfiguracija sistema oslanjanja obezbeđuje smanjenje amplitude oscilacija oko ravnotežnog položaja sistema.

Ključne reči: *vazdušna opruga, oslanjanje, pneumatici, vozilo.*

Datum prijema članka/Paper received on / Дата получения работы: 17. 02. 2015.
Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 12. 05. 2015.
Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 14. 05. 2015.

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK / MILITARY TECHNICAL COURIER, 2015., Vol. LXIII, No. 4

PLANING AND DESIGNING LARGE ENERGY SYSTEMS WITH A SPECIAL EMPHASIS ON THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Veselin D. Luburić[a], *Saša* T. Bakrač[b], *Miško* M. Milanović[c]
[a] Public Enterprise National Parks of Montenegro, Podgorica
e-mail: veselinluburic@yahoo.com
[b] Military Geographical Institute, Belgrade,
e-mail: sbakrac@yahoo.com
[c] University of Belgrade, Faculty of Geography,
e-mail: milanovic.misko@gmail.com

DOI: 10.5937/vojtehg63-6412
FIELD: Technology Development
ARTICLE TYPE: Professional Paper
ARTICLE LANGUAGE: English

Summary:

This paper analyzes the impact of planning and designing large power systems on the environment, such as the DSP 400 kV optical cable from the Montenegrin coast to Pljevlja. It is a very complex and multidisciplinary project, and involves the analysis of a number of important factors and cause-effect relationships that such a system can produce. The analysis was guided by the fact that this is an atypical example, from the planned and implemented aspect unknown both on the national and wider regional level. For this reason, it is challenging to shed light on the consequences of any such system and structure, which is specific in many ways, and whose repercussions in the near future are still vague. The paper discussed European and international experiences as well as their perceptions of problems with similar solutions in practice.

Ključne reči: *systems for supplying electricity, environmental protection, spatial planning.*

Introduction

National, regional, continental and worldwide requirements and needs for new energy infrastructures go along with the increase of difficulties and scope of interventions in setting up large facilities. For these reasons, the design of mega energy systems is a very complex and multidisciplinary activity, and includes the analysis of a number of important factors, as well as cause-effect relations that could be produced by such systems. The case study for the DSP 400 kV optical cable from the Montenegrin coast to Pljevlja is guided by the fact that it is an atypical example, from the planned and implemental aspect unknown both on the national and wider regional level. For this reason, it is very challenging to shed light on the consequences of such a grandiose system and construction, which is specific in many ways, and whose repercussions in the near future are still to be determined. Therefore, European and world experiences and their perceptions of the problems with similar solutions in practice are valuable here.

The analyses of some European and/or American systems for the supply of electricity (California, for example) show that, in addition to economic conditions and substitution of needs for electricity, planers have treated high sensible environmental conditions and reduction of negative consequences on the natural environment (Barton, 2005, pp.374-376). In this context, it is stated that environmental restrictions are essential for the process of planning guidance (Vajjhala, Fischbeck, 2007, pp.650-671). In this respect, most of the attention has focused on physical conditions of a certain area, land, forest cover, as well as on the impact of structural and mechanical design constrains because may affect the price of performing such projects. Certainly, time and spatial components have to be taken into account together with their impact on the changes in the plant species diversity and impact on the movement of animal species and their habitat. Somehow, the time and spatial changes of the plant species diversity are in a direct connection with the scope and method of work execution, even if there is no change in the features of other factors affecting the diversity (Filipović, Vukićević, 2011). Almost identical scores may be given to the planned project in Montenegro, which is more complex if we take into consideration the size of the territory and the fact that Montenegro is the first declared ecological state in the world. That is incorporated in the Constitution of the country. On the other hand, the need to address the deficit of electricity, the electricity export opportunities, and therefore the increase of the economic sustainability are the key challenges with which the Montenegrin societyis faced, possessing potentials but also still a low level of economic development.

In this context, it should follow the world experiences in the design and tracing overhead lines. All countries try, for economic reasons, to avoid inaccessible areas, or large line lengths of the routes that increase the cost price of the operationalization of the system. Since the transmission lines have in general inflexible routes that primarily relate to factories for electricity generation, the avoidance of inaccessible regions is not always feasible in the practice.

Instead, planners make concessions between line attributes and the features of the very locations, and one alternative is rarely dominant as compared to others (Vajjhala, Fischbeck, 2007, pp.650-671).

The modern world needs production of electricity and transport channels. The crucial issue regarding these large-scale infrastructural systems is the extent to which citizens are willing to give up the quality of the living space for the sake of comfortable life, and that sets a crucial issue – how to make a balance between the need for economic development on the one hand, and environment protection conditions as the modern life needs in the planning process, on the other hand.

In order to properly abstract the problem that is in the focus of this plan, and to obtain the correct perception of the situation and needs of Montenegro in the generation and sale of electricity, it is necessary to prepare a general cross-section view of the total regional-political, economic, social and real needs of the society for such systems. The best picture of the actual situation and needs may be given through the analysis of the balance sheet of the energy sector in the country in the last years or last decades. Thus, the balance sheet of the energy sector of Montenegro includes hydro potential whose current utilization is only 15%, coal production in TPP Pljevlja, and low production of energy from renewable sources, primarily production of solar energy.

The core problem of the state is deficit in the production of energy, enormous imbalance between real potentials and what is actually used in production. Network losses, together with other factors have caused the country to rely permanently on imports of electricity for years. That is a burden for a small economy such as Montenegrin. The period of the 90s of the last century until the beginning of 2000, as regards the energy sector, is characterized by the lack of investments in distribution and transmission sectors, the lack of investments in new electricity generation systems, the use of existing ones, as well as the prices that are not market-based, but in large part subsidized due to the mainly illiquid industrial sector. The energy sector reform in Montenegro started in 2003 with the adoption of the Energy Law that was the basis for the establishing of the market concept in the energy sector in a way that led to the transformation of the single electricity supplier –Electric Power Industry of Montenegro (EPMNE) to four functional units, as well as the establishment of an independent entity for the regulation of the electricity market – Energy Regulatory Agency (ERA). The energy system reform got the most striking form during 2010 in a way that the new Energy Law is harmonized with the energy acquis which also requires additional adaptation and harmonization of secondary legislation, in line with EU Directives. As Montenegro is one of the Contracting Parties in the Energy Community, it has committed to follow the 3rd Energy Package and all its requirements.

Today electricity in Montenegro is produced from two hydro power plants, 'Piva' and 'Perućica', as well as from the thermal power plant 'Pljevlja'. The total installed generation capacity of the power plants is

868 MW. Compared to this capacity, 76% of the energy is produced in the hydro power plants (685MW), while 24% of energy is produced from the thermal power plant (210MW) (Jablan, at al., 2013). Based on these indicators, it was concluded that the existing resources lead to two-thirds of the substitution of the needs for electricity consumption, while one third of the energy (about 1.300GWh) is still imported, mostly from the European interconnections, neighboring countries, Romania, etc.

In the meantime, the Energy Development Strategy of the Republic of Montenegro by 2025 (Government of Montenegro, 2007a) has been made, together with the associated Action Plan for the period 2008-2012, and the Energy Police of Montenegro by 2030 (Official Gazette of Montenegro, 2011). All these documents have perceived existing and potential energy resources in the country. The emphasize is given to the use of hydro potentials, mainly through large (priorities are the Komarnica and Morača rivers), but also small hydro power plants (SPP). However, these documents have not paid enough attention to the possibilities of electricity savings and other forms of renewable sources. The biggest step forward in this part has been made in the Energy Police of Montenegro by 2030, where the following key priorities are mentioned:

1. Security of supply.
2. Sustainable energy sector development.
3. Competitive energy market development.
4. Rational use of domestic resources.
5. Special attention to the environmental protection (Official Gazette of Montenegro, 2011).

However, this document also does not include innovative resolutions in electricity generation which would rely mostly on energy generation from renewable sources, primarily through solar panels using solar energy as a resource, particularly in the southern part of the country. An important and also missing indicator is the fact that the country announces a major investment, i.e. the construction of the II block for TPP „Pljevlja" whose construction would increase significantly the generation of electricity in the country. In this context should be considered the announced construction of the system for the 400 kV optical cable from the Montenegrin coast to Pljevlja by which energy surpluses will be transposed to the EU countries (DSP 400 kV, Montenegro coast to Pljevlja). If we add to all this a possibility to connect this system with other systems in the neighboring countries (primarily Bosnia and Herzegovina and Serbia), then this system takes on broader, regional frameworks, and Montenegro gets the status of an energy hub and an important centre for the export of electricity surpluses.

The subject matter of this paper is the preparation of the Spatial Plan (DSP) for installing the 400 kV optical cable from the Montenegrin coast to

Pljevlja, with described locations for setting up the converter station and base substations on the planned spots in the space. The subject matter covers the analysis of all parameters that caused the need for its development, the analysis of different options in route planning, and a general assessment of the rationality of the resolutions adopted in the plan, their implications for the space. Also the subject of the research focuses on the variant selected, but also on different models, scenarios which existed as a legitimate option and were more favorable in terms of environmental protection and impact on the space, but economically less sustainable for customers of the planning resolution development and potential investors.

In this way, a clear identification of all defined factors that more significantly affected such determination of the plan will be made, but also alternative variants will be given and their detection in important aspects. A particular attention is paid to the key points in the space, such as: the choice of initial cells for the converter station, selection of routes affecting the narrower and wider gravity space of the Lovćen National Park (NP), as well as the key indicators and measures to mitigate negative consequences for the environment (Bakrač, 2013, pp.587-594). In the following interactions we will see why this process and the planned system are very specific, not only for Montenegro but also for wider, regional environment.

Methodology

The analysis and verification of the results obtained in this paper include scientific methods known in the theory and practice. The basic starting scientific hypothesis is a method of the analysis that is based on the identification and interpretation of data collected and facts related to the phenomenon and processes that accompanied the development of DSP for the 400 kV optical cable. By the analysis of the data obtained, it is possible to make a comparison between the results of the planning document and hypothetic assumptions in the case of different scenarios that are again grounded in the national, regional, and modern European practice and experience. The analytical breakdown of the phenomenon and the processes is the basis for the creation of some conclusions that may be used as a platform for new knowledge-based processes and phenomena and facts logically linked to them. In this way, we move into the next methodological phase and framework, which we call the method of synthesis in the scientific application. It will be used in this research. Finally and fragmentary, and particularly in relation to the results of research and conclusions, we will use the deductive-inductive method which will serve to explain the facts, then the prediction of future events, and the disclosure of new facts in the planning.

Determination of potential routes and impacts on the environment

Transmission line route planning includes the analyses of variants and proposed optimal solutions whose corridor is 1 km wide. These variants and solutions have the least negative effects on the space. The corridor passes through eight Montenegrin municipalities: Kotor, Budva, Cetinje, Nikšić, Plužine, Šavnik, Žabljak and Pljevlja. The area of the intervention according to cartographic measurements is about 14.412 ha. The lenght of the corridor is about 181 km.

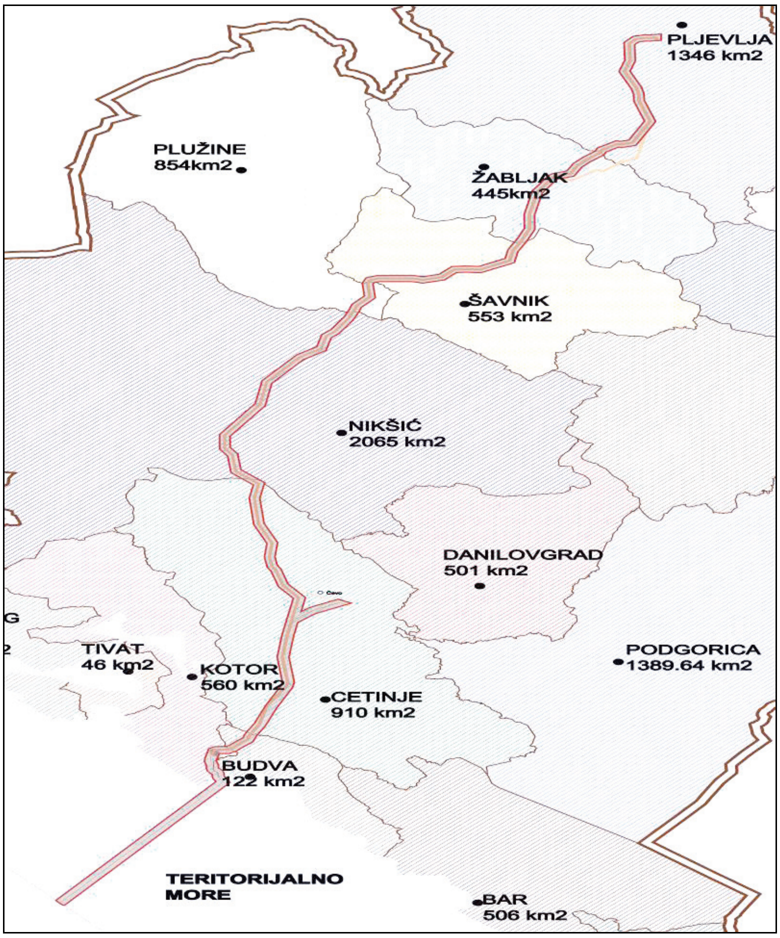


Figure 1 – Route map for 400 kV (Government of Montenegro, 2007b)
Slika 1 – Karta trase za 400 kV (Government of Montenegro, 2007b)
Рис. 1 – Карта трассы кВ (Правительство Республики Черногория, 2007b)

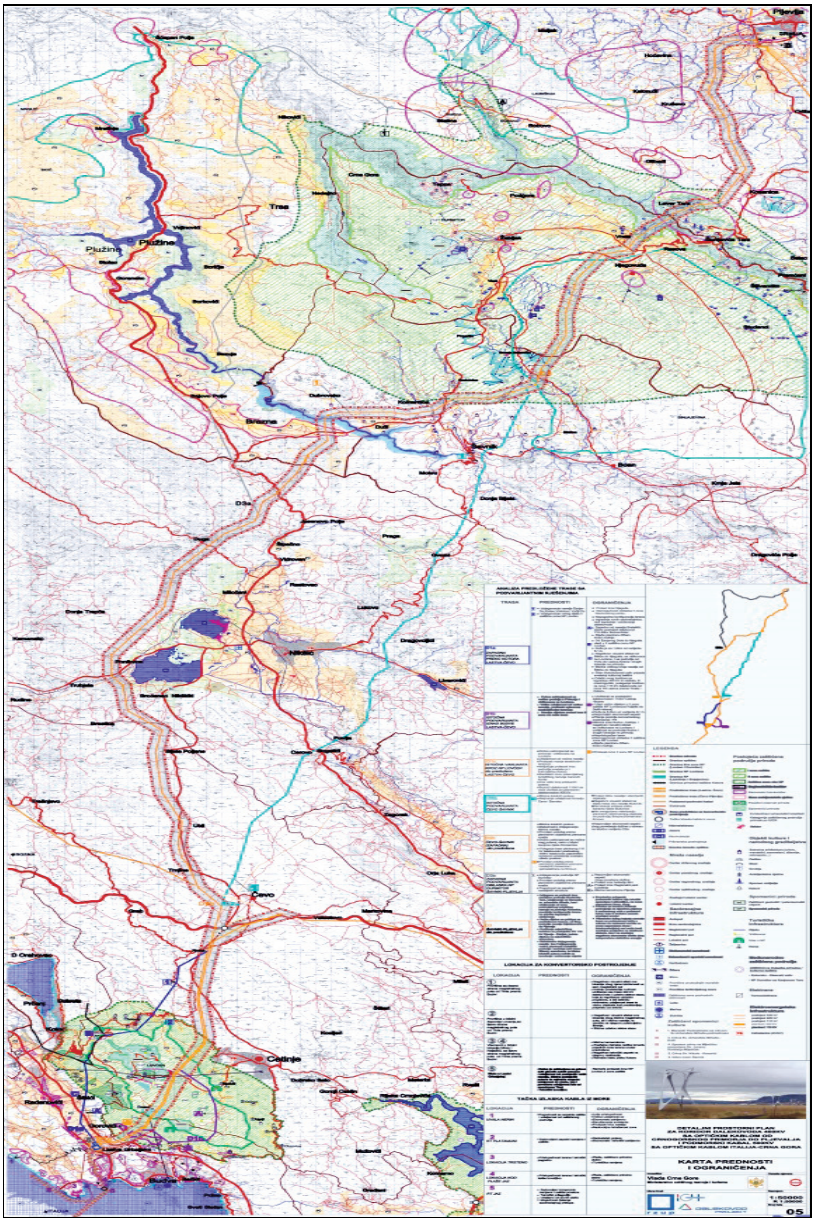


Figure 2 – Overview and a reduced scale map from the report on the environmental impact with a detailed analysis of the impact (Government of Montenegro, 2007b)
Slika 2 – Pregledna i umanjena karta izveštaja o uticaju na životnu sredinu sa detaljnom analizom (Government of Montenegro, 2007b)
Рис. 2 – Обзорная мелкомасштабная карта с анализом воздействия на окружающую среду (Правительство Черногории, 2007b)

The first analysis on route selection for the transmission line started with the assumption that a converter station on the Montenegrin coast can be located on two positions – in *Tivat municipality* or *Bar municipality*. The analyses conducted during the development of the Energy Development Strategy showed that the location Grbaljsko polje (Tivat) is more optimal in terms of resolving the issue of stable supply of electricity to the Montenegrin coast. Therefore, from the beginning of the development of the study on connecting Montenegro with Italy through a submarine cable, the construction of the substation in Tivat municipality was discussed as a basic variant.

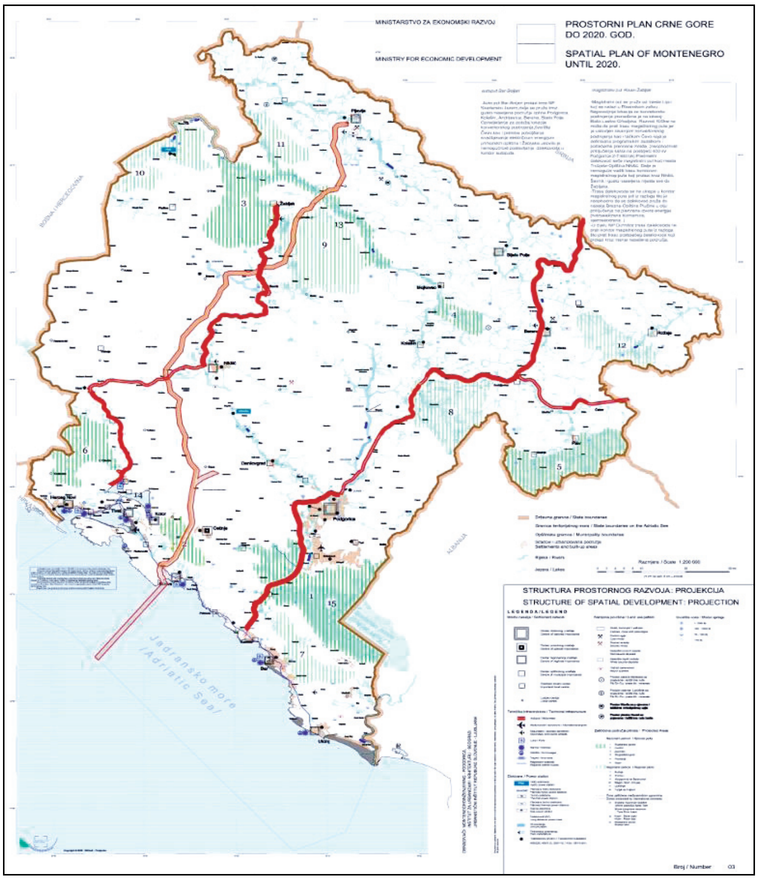


Figure 3 – Overview and a reduced scale map of the selected route and a potential one with the initial and final locations (Government of Montenegro, 2007b)

Slika 3 – Pregledna i umanjena karta izabrane i potencijalne trase sa početnom i krajnjom lokacijom (Government of Montenegro, 2007b)

Рис. 3 – Обзорная мелкомасштабная карта, с прокладкой выбранного маршрута от точки к точке прибытия (Правительство Республики Черногория, 2007b)

The feasibility study for the suggested connection between Italy and Montenegro is made based on the analysis of a range of factors and parameters. This study pointed out a number of advantages of the first option. The space restrictions of the option have been used as the most important argument, or to set Bar municipality as a starting point for the optical cable. The crucial disadvantages of this option in the study are as follows:

- Impossibility to supply electricity in the Western part of the Montenegrin coast;
- Preliminary space analysis which indicated that setting of the cable and the construction of the converter station in Bar would result in a significantly larger length of the transmission line;
- The problem of the transmission line crossing over the Skadar Lake National Park;
- The presence of archeological sites in the offshore zone around Bar, that could be jeopardized by possible laying of a submarine cable to Italy.

A dilemma occurred between professionals and scientists and there was a strict division of opinions in the selection and final orientation between these two options. In the beginning, a more preferred variant was a so-called Western variant which would avoid the possibility of putting the route of the cable through the protected area, such as the Lovćen NP, but in the end, the second variant was chosen. The key reason for this option was sublimated in the perception that a so-called Western variant is more degrading for the space, as in that case the cable route would go through the Kotor serpentines (as a kind of architectural phenomena), and further continue through Njeguši village, where some economic capacities are planned to be built in the future Lovćen NP. Proponents of this option used this as an argument, emphasizing particularly the possibility to compromise the visual integrity of Kotor-Risan bay (under the UNESCO protection).

By the analysis of special components, as well as the adherence to the modern trend pattern in Spatial Planning, and the overall complexity of natural elements, this option has had some advantages compared to the finally selected one. The alternative one, a so-called Western variant of the transmission line, would definitely avoid the possibility of crossing the Lovćen NP, and endangering the visual impression of the space is the option existing in both possible variants.

In the further planning of the transmission line corridor, the particular attention was paid to the analysis of possible locations for landing points.

The Strategic Environmental Impact Assessment (SEIA) was done parallelly for the DSP 400 kV optical cable. Generally, and based on more measurable scientific methods valid in modern European practice and some indicators, it stated that they had chosen the route with the least negative points compared to other options, taking into consideration negative consequences for the environment.

The planned concept defined the segments of the infrastructural corridor starting with the submarine cable from the entrance in the territorial waters of Montenegro to the landing points of the submarine cable, the underground cable to the future converter station and substation and the overhead transmission line to Pljevlja. The natural features of the transmission line corridor, the created values and the plans for the next planned period present the basis for the assesment of the ecological capacity of the space and the prevention of potential conflicts in the space.

In regard to the use of indicators, the negative impact of the chosen route was rated as the least likely, the duration of the impact of transmission lines with associated infrastructure systems as generally short-term, and the frequency of negative parameters of the route as occasional. Using these indicators, the Strategic Environmental Impact Assessment compared to the chosen planning route really has shown the least possible negative impact for the environment, but there is definitely the other dilemma that the results of the assessment could have been different if they had used other scientific methods which are also scientifically based and very credible in modern European practice, and which could establish a different assessment of the impact on the route selected (Bakrač, et al., 2012, pp.165-178).

One cannot help feeling that the choice the parameters was the most adequate since the least possible impact of the route is just at a place where it cuts two protected areas (Lovćen NP and Durmitor NP). The Durmitor NP has double protection: domestic and international framework (UNESCO). Due to its overall natural values, this park was proclaimed a national park at the national level in 1952, while the ambiance representativeness of the space and wealth of natural elements recommended it for a dual international protection at the highest level (Official Gazette of Montenegro, 1997). Therefore, in 1977, the river Tara basin (the major part of the river flow is in the Durmitor NP framework) was proclaimed as a Biosphere Reservation under the MAB-Program - „Man and Biosphere", and the overall massif of the Durmitor NP was put on the ENESCO list in 1980 as the area of a universal value from the aspect of natural and cultural values and rarities. Observing the specific facts which have shown dominantly the „correctness" of the resolution achieved, it is possible that the assessment is correct, taking into consideration individual parameters (the chosen route passes the least populated areas, there is the least cutting of the forest cover, the least concentration of biological diversity and the least important ecosystems and habitats out of the national park zone). For these reasons, it could be concluded that such an outcome of the route chosen is adequate.

As particularly valuable in the whole concept of the protection of the elements of the environment, the SPU paid a special attention to the following: landscaping concept and general guidelines for landscaping. The guidelines for landscaping have planned planting of greenery in the function of: visual protection – Z1 and greenery in the function of protection – Z2. The guidelines for the arrangement plan the following:

- connection of green spaces into a simple system of dense and high vegetation;
- maximum preservation of the existing trees;
- preservation of the existing configuration of the field;
- landscape design harmonized with the ecological specifics of an district;
- landscaping is to provide synergy between nature and infrastructures constructed;
- make a selection of plant material that is reversible on ecological environment in accordance with compositional and functional requirements.

Based on the analysis of the documents predicting the mitigation of the effects of the convertor station and the whole cable route in the entire territory in general, it could be concluded that this document was prepared in accordance with the heritage of modern scientific achievements known in European practice that there are high-quality resolutions to minimize the impacts on the area.

However, in terms of a total spatial aspect (visual route impact), as well as the mentioned facts that the selected options influence the areas of two national parks, then certainly there is a dilemma whether the planning outcome and some other alternative resolution in the planning choice would be more optimal and acceptable, from the aspect of the protection of the natural values of the area.

Example of the substation

Taking into consideration the character of the terrain in the entire Montenegrin coast, which obviously complicates finding an appropriate, relatively flat terrain of large dimensions requred for locating the convertor station and substation, the analysis of several potential locations that meet required criteria has been conducted.

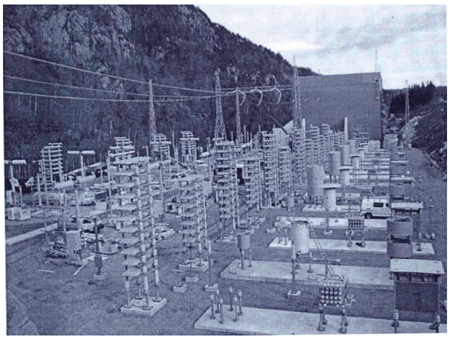


Figure 4 – Appearance of the planned base station
Slika 4 – Izgled planirane bazne stanice
Рис. 4 – Внешний вид планируемой базовой станции

Figure 5 – Lastva Grbaljska location on with the converter station will be built
Slika 5 – Lastva Grbaljska mesto gde će biti izgrađena konvertorska stanica
Рис. 5 – Ластва Грбальска, местность под строительство станции конвертера

The location selected as the most favorable is on the left side of the main road from Tivat to Budva. It is well sheltered from almost all main road directions, and, as a possible route of the 400 kV transmissions line, provides the passage through the Lovćen NP by the eastern variant over Budva. Besides the positive visual effect, we can emphasize the character of a field inappropriate for some other purpose, its distance from the existing larger settlements, the vicinity of the existing roads to the shortest possible distance to the coast (leaving the optical cable from the sea), and the corresponding distance from the Tivat airport.

Results of the research

Based on the analyzed elements, valid and scientifically based postulates as the ultimate achievements of the research subject with a particular emphasis on the DSP for the 400 kV optical cable, it could be concluded that the planning and the development of the document are mostly based on the economic parameters and perceptions used by the energy sector in Montenegro together with potential investors – TERNA company from Italy. Their perception was to achieve the connection for the future supply of electricity through a submarine cable by which electricity would be transmitted from Montenegro to other countries with the fewest investments in the infrastructure or the least rehabilitation of negative consequences on the situation and environmental processes. From these reasons the results implicate the planning of such public communications and participations relating to transmission lines as well as other very dominant structures that are or to be made by man in nature.

The research results for this country in general, and the mentioned case in particular, have shown the whole duality of efforts to make a balance between interests and economic logic, on the one hand, and a strict criterion in the protection of social and environmental conditions, on the other hand. In that context, it is very hard and challenging for spatial planners, want to base their development strategy on a sustainable basis according to the proclaimed Millennium Goals from Rio (1992), to plan and maintain the balance between economic, socio-demographic, ecological and other optimal needs of a system.

As one of the key results in the analysis of general perceptions, with a special focus on the case study, we should stress the lack of involvement and the level of required knowledge of certain structures of the local and regional character that indirectly relates to local communities and associations, NGO Sector, etc. Insufficient public involvement and the lack of transparency in making such important decisions may certainly complicate the subsequent implementation and better understanding of the whole process. In this way, significant results could be achieved in obtaining legitimacy of the process, which would be ultimately grouped into the following facts:

1. The public has information (a broader basis of collective knowledge).
2. More innovative resolutions.
3. Quality control.
4. Better implementation.
5. Knowledge dissemination and awareness.
6. Opportunity to impact the processes of increasing the transparence of the process when planning these mega systems for electricity generation.

Discussion and conclusion

The increase of electricity consumption and connection of new lines and neighborhoods for the purpose of supply calls decision makers to design energy lines in a way to minimize effects on the health of population, conservation of landscape values, reducing the harassment of wildlife and conservation of values of the whole biodiversity. Energy lines can have a significant impact on the environment both during the construction and implementation phases. Therefore, this is a very complex subject in very populated places or sensitive ecosystems.

Such planning and approach to planning processes open many dilemmas and controversies how and in which way to install such large systems, with the preservation of the essential values of the space and the environment. This is a particularly complex issue as the Montenegrin territory is especially small (13.812 km^2), the configuration of the terrain is such that it is dominated by high mountain ranges, that rivers cut deeply into their vallies, weather conditions are caused by the field exposition with very visible snow cover during winter months, etc. It is challenging and very complex to plan the development of such a system on such a small territory with 5 national parks and other forms of protected, in a habitat that will, in the next period, quite likely be proclaimed the NATURA 2000 site, and, on the other hand, to plan economic growth and development which will not significantly compromise the original values of the nature and threaten ecological processes and regularity.

Spatial planners and other complementary professions will face a difficult but achievable goal - to plan measures for natural resources protection in such a small and spatially complex territory, and to meet the needs of the society for optimal growth and development (including a construction of large energy systems, such as the installation of the optical cable for 400 kV with a converter station and associated infrastructure elements during the chosen route).

By the analsis of various solutions in the broader context, it can be concluded that certain solutions imply larger or smaller negative effects on the space, which is an inevitable price of socio-economic development. Bearing in mind the general assessment alternative solutions compared to the elements of sustainable development, the most favorable alternative solutions chosen are those which are evaluated as the most acceptable compared to the defined goals of the spatial development.

While defining the location of the landing points, the location of the converter station and the route of the transmission line corridor, although the attention was paid to the protection of landscapes and ambiental values by placing facilities on sheltered positions, it is possible to expect certain negative effects on the micro-sections. A special problem in this respect is passing the transmission line through the Tara river Canyon, in other words, the area designated as a zone with the first level of the protection regime. In this context, it is necessary to consider the possibility to minimize this impact and to use the route of the existing corridor.

Carefull tracing of the transmission lines avoids the impact of the elements of the transmission system on settlements, populaton and human health, aa well as on the protection of immovable cultural properties by their traversing. In addition, the offered solution is technically and economically acceptable. Finally, the implementation of the project will have a positive impact of national importance, which will create the preconditions for the development of various economic sectors, espcially tourism and energy.

References

Bakrač, S., Milanović, M., Marić, M., & Marković, S., 2012, Ecological risk assessment in the function of environmental protection, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 60(4), pp.165-178. doi:10.5937/vojtehg1204165B

Bakrač, S., 2013, Determination of key points in ecological risk assessment-importance of choice, pp.587-594, *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine,* Subotica, Palić. April 04-06.

Barton, L.J., 2005, Energy Policy Act of 2005, pp.374-376, *Transmission Infrastructure Modernization*, Washington.

Filipović, D., & Vukićević, S., 2011, *Introduction of the interested public into the procedure for the strategic assessment of the impact to the environment*, Belgrade, Association of Space Planers of Serbia.

Government of Montenegro, 2007a, *Energy Development Strategy of Montenegro until 2025*, Podgorica, Ministry of Economic Development of Montenegro.

Government of Montenegro, 2007b, *Spatial Plan of Montenegro Until 2020.- Ordering party*, Podgorica, Ministry of Economic Development Contract No01/367/2/02.

Jablan, N., Dakovic, M., & Marojevic, J., 2013, *Sustainable energy in Montenegro*, Podgorica, The Government of Montenegro.

Official Gazette of Montenegro No. 20/97, 1997, *Spatial plan of special purpose for Durmitor National Park,* Podgorica.

Official Gazette of Montenegro No. 47/11, 2011, *Energy Politics of the Republic of Montenegro 2011–2030, Detailed spatial plan for the corridor of a 400 kV optical cable from the Montenegrin coast to Pljevlja and for the 500 kV submarine cable optical cable Italy-Montenegro*, Podgorica.

Vajjhala, S.P., & Fischbeck P.S., 2007, Quantifying sitting difficulty: A Case Study of U.S. Transmission Line Sitting, *Energy Policy*, 35(1), pp.650-671.

ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУПНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, С УЧЕТОМ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Веселин Д. Лубурич [а], *Саша* Т. Бакрач [б], *Мишко* М. Миланович [в]
[а] ГП Национальные парки Республики Черногория, г. Подгорица
[б] Военно-географический институт, г. Белград
[в] Географический факультет Белградского университета

ОБЛАСТЬ: технологическое развитие
ВИД СТАТЬИ: профессиональная статья
ЯЗЫК СТАТЬИ: английский

Резюме

В работе представлен анализ планирования и проектирования крупных электроэнергетических систем и прогноз воздействия на окружающую среду по проекту: «Детальный ландшафтный план (ДЛП) 400 кВ и волоконно-оптические линии связи от Черногорского побережья до г. Плевле.

В статье применяется комплексный междисциплинарный анализ ряда релевантных факторов, а также приведен прогноз причинно-следственных связей при эксплуатации энергосистем.

Анализ основывается на том, что данный пример атипичен, как в аспекте планирования, так и в аспекте выполнения, а на национальном и региональном уровне недостаточно исследован. Поэтому считаем особо важным пролить свет на последствия строительства энергоустановки и ее эксплуатации, нестандартной во многих вопросах, которые в настоящий момент сложно предусмотреть.

В работе также представлены подобные, воплощенные в жизнь, проекты за рубежом и обсуждаются позиции зарубежных специалистов по данному вопросу, основанные на практическом опыте.

Ключевые слова: *системы электроснабжения, охрана окружающей среды, ландшафтное планирование.*

PLANIRANJE I PROJEKTOVANJE VELIKIH ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA I NJIHOV UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU

Veselin D. Luburić [a], *Saša* T. Bakrač [b], *Miško* M. Milanović [c]
[a] JP Nacionalni parkovi Crne Gore, Podgorica
[b] Vojnogeografski institut, Beograd
[c] Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet

OBLAST: tehnološki razvoj
VRSTA ČLANKA: stručni članak
JEZIK ČLANKA: engleski

Sažetak

U radu se analizira uticaj planiranja i projektovanja velikih elektroenergetskih sistema na životnu sredinu, kao što je Detaljni prostorni plan (DPP) postavljanja 400 kV optičkog kabla od Crnogorskog primorja do Pljevalja. To predstavlja vrlo kompleksan i multidisciplinaran posao i podrazumeva analizu niza bitnih faktora, kao i uzročno-posledičnih veza koje jedan takav sistem može proizvesti. U analizi se rukovodilo činjenicom da se radi o atipičnom primeru, s planerskog i *izvedbenog aspekta nepoznatog na nacionalnom, ali i širem regionalnom nivou. Zbog toga je bilo potrebno rasvetliti posledice jednog ovakog sistema i konstrukcije, koji je specifičan po mnogo čemu, i čije se reperkusije u bližoj budućnosti tek mogu nazreti. U istraživanju su razmatrana evropska i svetska iskustva, i njihova percepcija posmatranja problema sa sličnim rešenjima u praksi.*

Uvod

Nacionalni, regionalni i ukupni svetski zahtevi i potrebe za novom energetskom infrastrukturom idu paralelno s povećanjem poteškoća i obima intervencija u postavljanju velikih objekata. Analiza nekih evropskih i američkih sistema za snadbevanje električnom energijom (primjer Kalifornije) pokazuje da su se, osim ekonomskih uslova i potreba za električnom energijom, planeri odgovorno odnosili prema uslovima životne sredine i umanjenju negativnih posledica po prirodno okruženje. U tom kontekstu se navodi da su ograničenja životne sredine suštinska briga u procesu usmeravanja planiranja (Vajjhala, Fischbeck, 2007, pp.650-671). Zato se velika pažnja posvećuje fizičkim uslovima određenog prostora: zemljištu, šumskom pokrivaču, izgledu predela, uticaju na strukturna i mehanička ograničenja projektovanja i slično. Gotovo identične ocene mogu se izreći i za planirani poduhvat u Crnoj Gori, koji je još komleksniji ako se ima u vidu veličina teritorije. Planirana izgradnja sistema 400 kV optičkog kabla od Crnogorskog primorja do Pljevalja omogućiće povezivanje ovog sistema sa drugim sistemima u okolnim državama (Bosna i Hecegovina, Srbija i druge)*, čime poprima šire, regionalne okvire.*

Predmet istraživanja

Predmet istraživanja je usvojeni DPP za potrebe postavljanja 400 kV optičkog kabla od Crnogorskog primorja do Pljevalja, sa opisanim lokacijama za postavljanje konvertorskog postrojenja i baznih trafostanica na planiranim tačkama u prostoru. Predmetom istraživanja obuhvaćena je analiza svih parametara koji su uslovili potrebu njegove izrade, analizu različitih opcija trase u planiranju, kao i generalnoj oceni o utemeljenosti usvojenih rešenja iz Plana i njihovim implikacijama na prostor.

Predmet istraživanja fokusiran je na izabranoj varijanti, ali i na drugačijim modelima, scenarijima koji su postojali kao legitimna opcija, a koji su možda bili povoljniji sa aspekta zaštite životne sredine i uticaja na prostor, ali ekonomski manje održivi za naručioce izrade planskog rešenja i potencijalne investitore. Naročita pažnja posvećena je ključnim tačkama u prostoru, kao što su: izlazak kabla iz mora, izbor početnih stanica za konvertorsko postrojenje, izbor trasa koji tangiraju uži i širi gravitacioni prostor, kao i ključnih indikatora i mera za ublažavanje negativnih konsekvenci po stanje životne sredine (Bakrač, 2013, pp.587-594).

Metodologija

U analizi i verifikaciji dobijenih rezultata korišćen je metod analize, kojim se vršila identifikacija i interpretacija prikupljenih podataka i činjenica. Analizom dobijenih podataka vršeno je upoređivanje dobijenih rezultata planskog akta i hipotetičkih postavki u slučaju drugačijeg scenarija. Na osnovu analitičkog preseka pojava i procesa dobijeni su određeni zaključci koji mogu poslužiti kao platforma za nova utemeljena znanja, procese i pojave i s njima logički povezanim činjenicama, što čini sledeću korišćenu metodološku fazu – metod sinteze.

Na kraju, upotrijebljena je deduktivno-induktivna metoda, naročito u delu koji se odnosi na rezultate istraživanja i zaključke, a radi objašnjenja postojećih i otkrivanja novih činjenica i predviđanja budućih događaja u planiranju.

Određivanje potencijalnih trasa i uticaj na životnu sredinu

Tokom planiranja trase dalekovoda analizirane su varijante i predložena optimalna rešenja čiji je koridor širine 1 km, a koja imaju najmanje negativnih efekata na prostor. Prema kartografskom merenju površina iznosi oko 14.412 ha, a dužina koridora je oko 181 km.

Prve analize na temu odabira trase dalekovoda započete su polazeći od pretpostavke da se konvertorsko postrojenje na Crnogorskom primorju može locirati na dve pozicije – u opštini Tivat ili opštini Bar. Konačno, izabrana varijanta je tzv. Istočna varijanta.

Analizom prostornih komponenti, kao i poštovanjem zakonitosti modernih trendova u prostrornom planiranju, ali i sveobuhvatnom kompleksnošću prirodnih elemenata smatramo da je ova opcija imala određene prednosti u odnosu na konačno izabranu. Alternativna, tzv. Zapadna varijanta dalekovoda, izbegla bi mogućnost prelaska preko NP Lovćen, a ugrožavanje vizuelne impresije prostora jeste opcija koja postoji u obe moguće varijante.

Prilikom daljeg planiranja koridora dalekovoda, posebna pažnja posvećena je analizi mogućih lokacija za izlazak kabla iz mora (landing point).

Rezultati istraživanja i zaključak

Na osnovu svih analiziranih elemenata može se izvesti zaključak da se planiranje i izrada dokumenta uglavnom zasnivala na ekonomskim parametrima i percepcijama kojim se, pre svega, rukovodio energetski sektor u Crnoj Gori zajedno sa potencijalnim investitorom – kompanijom TERNA iz Italije. Uočeno je, kao nedostatak planiranja, nedovoljno uključivanje javnosti i netransparentnost prilikom donošenja ovako značajnih odluka.

Analizirajući varijantna rešenja, može se zaključiti da određena rešenja impliciraju veće, a neka manje negativne efekte na prostor.

Imajući u vidu generalnu ocenu varijantnih rešenja, u odnosu na elemente održivog razvoja, kao najpovoljnija varijantna rešenja izabrana su ona koja su u odnosu na definisane ciljeve prostornog razvoja ocenjena kao najprihvatljivija.

Iako se prilikom definisanja lokacije izlaska kabla iz mora, lokacije konvertorskog postrojenja i definisanjem trase koridora dalekovoda vodilo računa o zaštiti predela i ambijentalnih vrednosti, postavljanjem objekata na zaklonjene pozicije, moguće je očekivati određene negativne efekte na mikrodeonicama. Kao poseban problem ističe se prelazak dalekovoda preko kanjona reke Tare, odnosno prostora koji je označen kao zona sa I stepenom režima zaštite. U tom kontekstu neophodno je sagledavanje mogućnosti minimiziranja ovog uticaja i korišćenja trase postojećih koridora, kako bi se ovakvi uticaji sveli na najmanju meru.

Pažljivim trasiranjem dalekovoda izbegnut je uticaj elemenata prenosnog sistema na naselja, stanovništvo i ljudsko zdravlje, kao i na zaštitu nepokretnih kulturnih dobara njihovim zaobilaženjem. Pored toga, ponuđeno rešenje je tehnički i ekonomski prihvatljivo. Na kraju, realizacija projekta imaće pozitivan uticaj od nacionalnog i regionalnog značaja koji će stvoriti preduslove za razvoj različitih privrednih grana, pre svega turizma i elektroenergetike.

Ključne reči: *sistemi za snadbevanje električnom energijom, zaštita životne sredine, prostorno planiranje.*

Datum prijema članka / Paper received on / Дата получения работы: 07. 07. 2014.
Datum dostavljanja ispravki rukopisa / Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 04. 04. 2015.
Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje / Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 06. 04. 2015.

ПРОЦЕНА БЕЗБЕДНОСНЕ УГРОЖЕНОСТИ ЉУДИ И ИМОВИНЕ ОД ЕФЕКАТА ЕКСПЛОЗИЈЕ ЕКСПЛОЗИВНИХ СРЕДСТАВА У ВОЈСЦИ СРБИЈЕ

Дејан С. Стојановић
Војска Србије, 4. бригада КоВ, Врање
e-mail: dejans44@yahoo.com

DOI: 10.5937/vojtehg63-7245

ОБЛАСТ: заштита животне средине
ВРСТА ЧЛАНКА: стручни чланак
ЈЕЗИК ЧЛАНКА: српски

Сажетак:

Циљ овог рада јесте да омогући предвиђање догађаја у наредном периоду на основу што већег броја прикупљених релевантних података који могу да представљају потенцијалну опасност, ризик и претњу од појаве ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије. Реализација постављених циљева истраживања у овом раду захтевала је примену адекватних метода и техника ради упознавања и проучавања постојећих теоријских и практичних, као и предлагања нових решења у области интересовања. Током истраживања предметног подручја коришћене су следеће научне методе: компаративна метода, анализа садржаја и позитивистичка метода.

Истраживањем су обухваћени проблеми у радној околини, који могу да настану деловањем различитих претњи, изазвани различитим субјектима и одређеним догађајима, а затим, на основу њиховог испољавања, идентификовани су потенцијални облици угрожавања људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије. Детаљном анализом сакупљених података о потенцијалним облицима угрожавања људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава разматрани су претходно идентификовани облици угрожавања и одређене њихове последице. Оцењен је ниво угрожавања људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава, на основу чега се одлучује којим облицима угрожавања и у којој мери се треба бавити у наредном периоду.

Кључне речи: *опасност, претња, процена, војска, ризик, експлозив.*

Увод

На сваком простору, односно радној околини на којој се налазе експлозивна средства[1], постоји потенцијална опасност од могуће појаве ефеката експлозије, што би довело до угрожавања безбедности људи и имовине. Да би се та могућност свела на минимум или потпуно елиминисала и при томе повећала безбедност људи и имовине, предузимају се све могуће активности и мере које су у надлежности одређених органа из Министарства одбране уз сарадњи са Министарством унутрашњих послова у чијој надлежности је Сектор за ванредне ситуације, Управа за управљање ризиком (Mlađan, 2009, p.37).

Министарство одбране је у обавези да предузима одређене активности и мере како би заштитило припаднике Војске Србије од појаве ефеката експлозије експлозивних средстава[2]. Које ће мере заштите и активности да предузму и у којој мери зависиће од метода и начина на који ће се извршити процена безбедносне угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава, а зависиће и од тога колико је њен садржај објективан и непристрасан, јер са прејудицирања и испољавања утицаја може усмеравати ка доношењу погрешне одлуке. Због тога одговорне службе у функцији Министарства одбране изналазе најбоље механизме за процену стварне ситуације угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у радном окружењу. Једна од могућих варијанти за процену тренутне ситуације јесте процена безбедносне угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије која има за циљ да у зависности од идентификовања и анализа потенцијалних претњи од могуће појаве ефеката експлозије експлозивних средстава укаже на могуће узроке, вероватноћу, домете, актере и последице испољавања опасности који утичу на стање безбедности Војске Србије и њених припадника у целини.

Процена безбедносне угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава је област која је од посебног значаја за проучавање, сагледавање и анализу у секторима одбране и безбедности сваке земље, а у Србији је нарочито заступљена у последњој декади, када се уочио њен значај у свим сегментима без-

---

[1] Експлозивна средства се састоје од експлозивног пуњења као основног елемента и свих других придодатих елемената (иницијалне каписле, детонаторске каписле, чауре итд.) који су тако конципирани да одређеним активирањем експлозивног пуњења изазивају ефекат експлозије уништавајући материјална средства и сав живи свет у непосредној околини.

[2] Министарство одбране обавља послове који се односе на уређивање, планирање, организовање, спровођење и контролу безбедности и здравља на раду, заштите животне средине и заштите од пожара и експлозије, у складу са законима којима се уређују те делатности. Сл. гласник РС бр. 116/07, 88/09 и 104/09, стр. 9.

бедности. Анализирајући ставове у студијама „*Приступ методологији интегралног управљања ризиком у организацији",* З. Кековић, Г. Глишић и Н. Комозец и „*Процес интегралног управљања ризицима у организацијама"* З. Кековић и В. Николић, као и више других аутора који су се бавили сегментима из процене безбедносне угрожености људи и имовине, тражили смо решење које би најприближније одговарало предметној области, како би се у проблематици повећања безбедности људи и имовине остварила одређена унапређења предметне области чија је важност значајна за умањење појаве ефеката експлозије експлозивних средстава и смањење неизвесности при доношењу важних одлука.

Процена безбедносне угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава

У односу на обухватност садржаја, процена безбедносне угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава може бити општа и селективна. Општа процена је свеобухватна, израђује се за читаву Војску Србије и у њој се разматрају опасности[3], ризици[4] и претње[5] са којима Војска Србије у том моменту јесте или се процењује да може бити суочена, што може имати утицаја на њену безбедност и одбрану. Селективна процена је по свом карактеру ограниченог обима, како по захвату државне територије, тако и по броју и врсти опасности, ризика и претњи, који се у њој разматрају (Tatomir, 2011, pp.41-55).

У овом случају, процена безбедносне угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава обухвата теоријску обраду одређених процедура или фаза које су сукцесивно повезане, зависе једна од друге и тичу се читаве Војске Србије. На основу њихове разраде касније ће зависити одлука за ублажавање или елиминисање опасности, ризика и претњи од ефеката експлозија експлозивних средстава у Војсци Србије.

---

[3] Опасност је суштинско својство или способност нечега да потенцијално може узроковати повреду. Смернице за процену ризика Европске уније, Агенција за службене публикације ЕУ, Луксембур, 1996.

[4] Према Војној енциклопедији, ризик је свесно излагање опасности од могућности различитих исхода, односно представља одређени степен вероватноће наступања неког догађаја с неповољним последицама, при чему његово отклањање или смањење зависи од нивоа познавања појаве у којој је садржан.

[5] Претња је могућност настанака неке штете или извесност настајања штете или нежељене последице по објекат безбедности.

Слика 1 – Процедуре или фазе којима се третирају опасности, ризици и претње од појаве ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије
Figure 1 – Procedures or phases in treating hazards, risks and threats from ordnance explosion effects in the Army of Sserbia
Схема 1 – Процедуры или этапы, оценивающие опасность, риски и угрозу взрыва в Вооруженных силах Республики Сербия

Под овим се подразумевају следеће процедуре или фазе којима се третирају опасности, ризици и претње од појаве ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије (Keković, Nikolić, 2006, p.415):

– дефинисање проблема од ефеката експлозије експлозивних средстава;
– идентификовање потенцијалних опасности, ризика и претњи;
– анализирање потенцијалних опасности, ризика и претњи;
– оцењивање нивоа опасности, ризика и претњи.

Дефинисање проблема насталих од ефеката експлозије експлозивних средстава

Дефинисање проблема који се јављају услед појаве ефеката експлозије експлозивних средстава представља увод за даљи ток безбедносне процене угрожености лица и имовине од тих ефеката, јер се у овој фази сагледавају сви проблеми који могу настати у Војсци Србије. Како би се створила потпуна слика о угрожености свих лица и имовине од појаве ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије, неопходно је правилно дефинисати све проблеме који настају деловањем различитих опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије експлозивних средстава (Tatomir, 2011, pp.41-55).

Проблеме који утичу на вероватноћу појављивања опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије, могу изазвати:

– различити субјекти или људи са намером да се проузрокује догађај са штетним последицама услед предвидивих или непредвидивих догађаја и

– одређени догађаји или појаве као дејства случаја или више силе да својим испољавањем угрозе безбедност припадника Војске Србије.

Проблем могуће појаве ефеката експлозије експлозивних средстава који могу изазвати различити субјекти или људи су:

– спољашњи и унутрашњи напади (тероризам, диверзије, саботаже и слично);

– пропусти унутар организације (пропусти постојећег обезбеђења, неусклађеност са прописима и правилима, недовољна едукација и неправилно организовање лица која раде са експлозивним средствима и слично);

– различите криминалне радње (паљевине, крађе, преваре, утаје, разбојништва, компјутерски криминал и слично);

– неправилан транспорт (непоштовање саобраћајних прописа, превоз експлозивних средстава технички неисправним возилом и слично).

Проблем могуће појаве ефеката експлозије експлозивних средстава који могу изазвати одређени догађаји или појаве су:

– природне непогоде (земљотреси, поплаве, олује, пожари и слично);

– техничко-технолошке непогоде (пожари и експлозије на машинама за производњу експлозива, спојеви на електричним инсталацијама и слично);

– нестабилност и самоиницирање експлозивних средстава (чување експлозивних средстава на отвореном, нередовно проветравање просторија за смештај и чување експлозивних средстава и слично);

– недовољно прилагођавање и уређење простора (сигурност простора, условност простора и безбедност простора на коме се налазе експлозивна средства);

– савремене технологије (неисправност противпровалних и противпожарних система, беспилотна летелица са даљинским управљањем – дрон, разни механизми за активирање експлозива и слично).

Ови проблеми који се појављују у безбедносном окружењу могу бити и комбиновани, а који проблем ће бити актуелан у Војсци Србије и у ком периоду није могуће потпуно предвидети, али се зато, на основу њиховог изучавања, могу претпоставити или предвидети потенцијалне опасности од могуће појаве експлозије експлозивних средстава и пратити, као и утицати на њихово ескалирање (Keković, et al, 2010, p.249).

Правилно дефинисање проблема у безбедносном окружењу има изузетан значај за идентификовање потенцијалних опасности, ризици и претње од ефеката експлозије експлозивних средства у Војсци Србије.

Идентификовање потенцијалних опасности, ризика и претњи

Циљ овог корака јесте препознавање свих потенцијалних претњи, ризика и опасности којима би се угрозила безбедност лица и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије, на основу којих се израђује свеобухватна листа опасности, ризика и претњи, засниваних на догађајима и околностима који могу спречити, умањити или успорити нарушавање безбедности лица и имовине (Keković, et al, 2010, p.246). Свеобухватна идентификација опасности, ризика и претњи је од суштинске важности, јер се опасност, ризик или претња, која у овом стадијуму није идентификована, искључује из даље анализе. У овом случају идентификовање потенцијалних опасности, ризика и претњи извршено је на основу логично повезаних свих субјеката и догађаја који могу да изазову опасност, повећају ризик и представљају претњу од могуће појаве ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије, а то су:

1. просторне опасности, ризици и претње у које спадају: сигурност простора, безбедност простора, условност простора и остале просторне опасности;
2. опасности, ризици и претње по људе у које спадају: едукација људи, поштовање прописа и правила, повреда на раду и остале опасности по људе;
3. експлозивне опасности, ризици и претње у које спадају: застарела експлозивна средства, забрањена експлозивна средства, оштећена експлозивна средства и остале експлозивне опасности;
4. техничко-технолошке опасности, ризици и претње у које спадају: проналажење експлозивних средстава, њихова производња и кријумчарење, као и остале техничко-технолошке опасности.

При идентификовању ових опасности, ризика и претњи којима се угрожава безбедност људи и имовине у Војсци Србије, узете су у обзир све релевантне и ажуриране информације до којих се дошло истраживањем. Тренутно се неће третирати опасности, ризици и претње које се у прошлости нису појавиле као потенцијална опасност, ризик или претња угрожавању безбедности људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије. Али, то не значи да се неће појавити у наредном периоду, па их треба имати у виду приликом израде неке наредне процене безбедносне угрожености људи и имовине.

Анализа потенцијалних опасности, ризика и претњи

Анализом опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије експлозивних средстава разматрају се сакупљени подаци од претходно идентификованих опасности, ризика и претњи, као и њихове негативне и позитивне последице. Последице се могу одредити на основу исхода неког догађаја или низа догађаја, односно, на основу доступних информација, познатих података и догађаја (Keković, et al, 2010, p.246). Негативне последице јављају се у случајевима где је исход сваког догађаја у којем се експлозивна средства спомињу као главни узроци дешавања најчешће катастрофалан, а позитивне последице јављају се у случајевима у којима се избегне катастрофа, а безбедност људи и имовине се не угрози у већој мери. Да би позитивне последице биле што израженије у односу на негативне, неопходно је приступити изради анализе опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије експлозивних средства са посебним степеном детаљности.

- Просторне опасности, ризици и претње

Од када је човек почео да развија своју свест, почео је и развој његовог схватања простора у којем живи. Од првобитног схватања само оног простора у којем је могао да се креће и да лови, током времена растао је и развијао се простор у којем се налази и тиме је простор постао одраз свести о његовом постојању, што значи да је простор, како год да га описујемо, ипак само људска творевина у коју човек улаже одређени напор како би је прилагодио својим потребама. Самим тим, и простор на којем се налазе експлозивна средства представља људску творевину и све промене које настану на њему зависе од њега (http://analogija.com/strane/pr.dimenzije.html, nd).

Прилагођавање и уређење простора на којем се налазе експлозивна средства је сложена активност која зависи од одређивања степена опасности, ризика и претњи за сва лица која се налазе на том простору. То се може постићи ако се разматрају сигурност, безбедност и условност простора, као и ако се разматрају остале просторне опасности, ризици и претње.

Сигурност простора

На одређеном простору из било којих разлога налазе се разна експлозивна средства, било да је то предвиђено урбанистичким планом за смештај и чување експлозивних средстава или је то неко застарело експлозивно средство, остало из ратних дана, које под одређеним околностима увек може да експлодира и при томе доведе до одређених људских и материјалних губитака. На основу тога поставља се питање: колико човек који се налази на том простору има осећај личне сигурности? Мисли се, пре свега, на могућност несметаног задовољавања основних физиолошких потреба (исхрана, кретање, одмор, здравље, што је најчешће условљено радом, и прибављање средстава за живот), на неприкосновеност (неповредивост) менталног и физичког интегритета, слободно одлучивање, понашање и испољавање духа и самоафирмације. Укратко, то је стање личне сигурности и заштићености појединца од могуће појаве експлозије експлозивних средстава на одређеном простору (слика 2).

Слика 2 – Појава експлозије експлозивних средстава на одређеном простору
Figure 2 – Ordnance explosion at a designated area
Рис. 2 – Взрыв боеприпасов на определенной местности

Овакво стање личне сигурности може се посматрати и као субјективно одсуство страха од угрожености, и као објективно одсуство опасности од повређивања или смрти услед појаве експлозије и обрнуто. У зависности од присутности или неприсутности страха, услед појаве или могуће појаве опасности од ефеката експлозије експлозивних средстава, човек се осећа сигурним или несигурним на одређеном простору на којем се налазе експлозивна средства (Mijalković, 2009, pp.40-43).

Очигледно је да је сигурност појединаца на одређеном простору где прети опасност од експлозије експлозивних средстава, директно повезана са психичким стањем лица и реалним стањем да у једном тренутку може доћи до експлозије. То се може илустровати једним примером: у касарни се налази неексплодирано експлозивно средство у рушевинама бившег наставног сервиса, заостало из времена агресије НАТО снага на нашу земљу. Лица која дужи период раде у овој касарни не осећају се угроженим, јер страх није присутан, будући да су се временом навикли на присутност тог експлозивног средства, иако постоји могућност да објективно буду угрожени, док лица која се први пут срећу са овом појавом осећају одређени страх, иако објективно не постоји могућност да дође до експлозије, јер је простор обележен и обезбеђен.

На основу тога може се закључити да се лица која раде или бораве поред места на којем се налази неексплодирано експлозивно средство осећају безбедним или сигурним да неће доћи до експлозије експлозивног средства једино ако код њих није присутан страх и ако је одсутна опасност. Ова сигурност присутна је код свих лица која бораве дуже у близини неексплодираног експлозивног средства, зато што код њих није присутан страх. Али, са друге стране, у оваквом случају може доћи до опуштања лица која раде са експлозивним средствима. На пример, ако се минер који годинама разминира експлозивна средства, у једном моменту опусти због рутинског рада, може страдати. У одређеном случају страх од нежељеног исхода је и пожељан, али само до одређене границе.

Безбедност простора

Безбедност простора у којем се налазе експлозивна средства представља заштићеност лица од угрожавања и повређивања његове личности, права и имовине од унутрашњих и спољашњих извора опасности (Mijalković, 2009, p.64). У зависности од простора у којем се налазе експлозивна средства, унутрашњи и спољашњи извори опасности који утичу индиректно или директно на безбедност могу се манифестовати на различите начине. То ћемо илустровати кроз пример у којем на безбедност простора од експлозије експлозивног средства директно или индиректно утиче спољни и унутрашњи фактор

У примеру заосталог неексплодираног експлозивног средства из НАТО бомбардовања наше земље спољни фактор опасности био би угрожавање простора од стране цивилних лица која се несвесно или свесно нађу унутар простора у којем се налази неексплодирано експлозивно средство. Цивилна лица се у овом случају могу наћи на овом простору из више разлога, као што је, на пример, присуство Отвореном дану, односно дружење цивила са војском. Унутрашњи извор опасности може бити опасност од настанка експлозије од стране лица која раде унутар самог комплекса, а која несвесно,[6] због

---

[6] Анализом статистичких података за период 1974–1994. године, доказује се да је узрочник експлозије на првом месту човек, изазивајући их нехатом, непажњом, поступцима у алкохолисаном стању и то у 68% случајева, док је, на пример, електрична енергија узрочник у око 9,7%.

извођења одређених радова могу да се нађу у угроженом простору и непажњом доведу до активирања неексплодираног експлозивног средства (Pavlović, et al, 2003, p.107). Примера попут овог има много: крађа експлозивног средства из складиштеног простора од спољних или унутрашњих извора опасности или избијање пожара споља или унутар комплекса. То су неки од извора опасности који директно или индиректно утичу на нарушавање безбедности простора на којем се налазе експлозивна средстава.

Да би се повећала безбедност на овом простору спроводе се одређене мере посредством физичког обезбеђења, техничких средстава заштите, уз примену савремених безбедносно-заштитних метода чувања експлозивних средстава, чиме се утиче на одржавање безбедности унутар самог простора и у његовој непосредној близини. Будући да постоји стална могућност негативног утицаја низа фактора на квалитет чувања и одржавања експлозивних средстава у Војсци Србије, јавља се потреба за извршењем адекватне анализе безбедности простора на основу којих се предузимају одређене мере предострожности.

Условност простора

Условност простора на којем се налазе експлозивна средства треба да представља простор који ће бити тако пројектован и уређен како би спречио сваки пренос експлозије и ширење пожара. У том случају веома је важно да правилан распоред објеката и инфраструктуре око објеката омогући условност за нормално функционисање свих лица на том простору, као и да им повећа безбедност на виши ниво приликом настанка експлозије. Знајући да се експлозија шири огромном брзином и при томе ствара велику топлоту и притисак који руши и кида све пред собом, поставља се питање: да ли уопште у оваквом случају постоји икаква заштита од експлозије (Radovanović, 2011). Једна од могућих превентивних мера је пројектовање и планирање простора на којем треба да се налазе експлозивна средства (Priručnik, 2000, pp.27-29).

У овом случају, параметри који, условно речено, дефинишу урбанистичке услове приликом пројектовања и планирања простора су:

1. однос висина објеката у којима се налазе експлозивна средства и висина околних објеката (искуства показују да је повољнија варијанта ако је објекат захваћен експлозијом нижи од објеката који га окружују него обрнуто и то због слабијег струјања ваздуха и релативне заклоњености од ветрова који дувају);

2. положај објеката, где се првенствено мисли на њихову удаљеност у односу на суседне објекте, која треба бити толика да не

дозволи преношење експлозије са једног објекта на други (Plan zaštite od požara u vojnim skladištima ubojnih sredstava, 2008);

3. могућност доласка и пролаза ватрогасних возила до објеката захваћених експлозијом експлозивног средства, што се регулише прилазним путевима (ширина и пропусна моћ саобраћајница од ватрогасних станица до угрожених објеката је у директној вези са успешношћу гашења и санације простора захваћеног експлозијом, јер се брзим стизањем ватрогасних возила смањује време слободног развоја пожара након експлозије);

4. зеленило и растиње између објеката за чување експлозивних средстава такође може да одигра значајну улогу у спречавању преношења и развоја експлозије, првенствено због смањења струјања ваздуха, као и делимичне апсорпције топлоте. Свакако да високо растиње има много већи позитивни ефекат од ниског, при чему се препоручује да између објеката постоје стабла зимзеленог дрвећа која смањују ударни талас услед веће детонације експлозивних средстава;

5. материјали уграђени у објекат за чување експлозивних средстава, као и опрема која се налази у њима имају одређени утицај на интензитет горења и брзину ширења експлозије (особине тих материјала, пре свега запаљивост и отпорност на високе температуре носећих елемената умногоме одређују условност простора за безбедан рад);

6. уградња различитих техничких система (система за брзо откривање експлозије, алармирања и аутоматског гашења пожара након експлозије, подељености објекта пожарним вратима и ватроотпорним преградама, евакуационих излаза и степеница за евакуацију, итд.), чиме се повећава безбедност људи који се налазе на простору на којем се чувају и складиште експлозивна средства;

7. унутрашња и спољашња хидрантска мрежа која је елемент техничких система, али је због свог значаја за само гашење пожара издвојена у ову целину (допремање воде за гашење пожара након експлозије представља веома велики проблем за ватрогасце) (Priručnik, 2000, pp.27-29).

Остале просторне опасности, ризици и претње

У остале просторне опасности, ризике и претње спадају све остале штетности које на било који други начин угрожавају одређени простор на којем се налазе експлозивна средства од могуће појаве ефеката експлозије. Ту спадају разне ископине које могу да доведу до проналаска одређеног експлозивног средства на одређеној дубини, разни шумски пожари који могу да активирају неексплодирано експлозивно средство које се налази на том простору, остало из НАТО бомбардовања наше територије (као што су били пожари 2012. године у околини Г. Вртогоша, у општини Врање и слични случајеви).

- Опасности, ризици и претње по људе

Човек је почео да израђује и развија експлозивна средства како би остварио своју надмоћ у друштву. Међутим, касније долази у ситуацију да тражи механизме за повећање своје безбедности и сигурности, јер су током последњих деценија експлозивна средства толико усавршавана да данас стварају проблем људској заједници, како у рату, тако и у миру (Mijalković, 2009, p.72). Жеља за освајањем територија и примат у друштву довели су човека у позицију да улаже значајна финансијска средства у њихов развој. Историја је показала да континуални развој и иновације експлозивних средстава имају врло значајан утицај на све области човековог живота и рада. Под тим утицајем човек се суочава са огромним изазовима адаптирања и адекватног одговарања на бројне проблеме који настају производњом, чувањем и коришћењем тих средстава. Проблеми донекле могу да се реше едукацијом људи из ове области, поштовањем правила и прописа, смањењем повреда на раду и обољења у вези са радом, као избегавањем свих других опасности, ризика и претњи.

Едукација запослених

Едукација која се односи на рад са експлозивним средствима врши се на одређеним местима која су специјализована за обучавање лица која се баве овом проблематиком. Лица која се ангажују и запошљавају у фабрикама наменске индустрије за производњу експлозивних средстава едукују се и обучавају по посебном програму на основним академским студијама, средњим техничким школама и различитим курсевима. На основу чињенице да је иновација постојећих експлозивних средстава стално присутна, знање из ове области мора непрекидно да се допуњује, те лица која раде са експлозивним средствима морају да имају широк спектар знања из ове области, што им омогућава сигурност и поузданост у раду, а, што је још битније, тиме се смањују изненађења и нежељене последице. Нажалост, у неким ситуацијама, ни знање из ове области, па чак ни и искуство, не могу да помогну како би се избегли несрећни догађаји.

Узрок настанка несрећа у наменској индустрији за производњу експлозивних средстава у већини случајева је недовољна едукација запослених, јер се људски кадар који се прима преко агенција и задруга недовољно обучава и понекад не прође читаву обуку пре него што се размести тамо где је неопходан (да би се наруџбина реализовала на време).

Претходних година наменска индустрија је расписивала конкурсе на које су се јављали људи из целе земље и ту би се бирали најбољи. Пре неколико година влада је, ради подмлађивања кадра, дала отпремнине старијим радницима (са огромним искуством) и запослила људе без радног искуства на овим пословима, на подручјима на којима се налазе наменске индустрије за производњу експлозивних средстава. Због повећања броја послова, са новопримљеним људима едукација није извршена до краја, што је имало за последицу низ инцидентних ситуација у којима је изгубљено или лакше (теже) повређено неколико људи. Притом је причињена и велика материјална штета, која за санацију настале штете изискује одређене финансијске издатке.

Поштовање прописа и правила

На местима на којима се налазе експлозивна средства примењују се прописи и правила која утврђују начине и поступке понашања свих лица, на основу којих је могуће избећи нежељене догађаје, односно догађаје са смртним исходом. Због важности правила и прописа, њихов садржај мора бити јасан и потпуно прецизиран. Ако садржај правила и прописа није потпуно дефинисан, односно двосмислен је и тумачи се на разне начине, онда се не поштује у потпуности, чиме се угрожава безбедност свих лица и имовине од могуће појаве ефеката експлозије експлозивних средстава.

Правила и прописи који се издају у писаној и штампаној форми морају бити истакнути на видном месту и поштовани од свих лица. Непоштовање ових правила и прописа може да утиче на угрожавање безбедности свих људи који се нађу на том простору (као што је био случај са кадетима Војне академије, 18.06.2012. године, на ИВП „Пасуљанске ливаде”).

Приликом извођења редовне обуке кадета Војне академије на ИВП ,,Пасуљанске ливаде”, смртно су страдала два кадета, а седам је лакше повређено. Ванредни догађај десио се када је експлодирала застарела неексплодирана граната 30 mm од БГА због непоштовања мера безбедности и неправилног поступања кадета приликом проналажења гранате (слика 3).

За овај интервидовски полигон прописан је поступак приликом проналаска неексплодираног експлозивног средства. Када се такво средство пронађе забрањено је додиривање средства рукама или неким предметом, већ то место треба видно обележити и случај пријавити надлежним органима који даље поступају по својим правилима.

Због две жртве и седам лакше повређених кадета, овај случај се третира као догађај са негативним исходом.

Међутим, немили догађај у фабрици „Милан Благојевић” у Лучанима третира се као догађај са позитивним исходом, јер, када се догодила експлозија на преси за производњу ракетних горива, на велику срећу, упркос веома снажној детонацији, није произвео озбиљније повређивање радника. Радници на преси су се придржавали прописа о раду и заштити и захваљујући томе спасили су своје животе. Чињеница је да је то најопаснији део процеса производње, па се тим пресом и управља са удаљености. Радници због тога нису били у погону већ на местима одакле управљају процесом. Суштина рада на оваквим местима јесте да се строго морају поштовати процедуре и прописи. На основу тог поштовања прописа и правила у овом случају су избегнуте веће жртве и оштећења имовине.

Слика 3 – Ванредни догађај на ИВП „Пасуљанске ливаде”
Figure 3 – Emergency at the Pasuljanske livade training field
Рис. 3 – Чрезвычайная ситуация ИВП «Пасулянске ливаде»

Повреда на раду

Повредом на раду сматра се свако обољење које се десило на радном месту и у вези је са радом. Овакве повреде на раду представљају професионално обољење и циљ сваке установе је да смањи њихов број или их избегне. Да би се избегло професионално обољење, утврђују се опасности и штетности на радном месту и у радној околини (http://www.paragraf.rs/propisi/zakon _o_radu.html). При утврђивању података о опасностима и штетностима на радном месту и у радној околини полази се од постојећег стања безбедности и здравља на раду и то на основу важећих стручних налаза о извршеним прегледима и испитивањима средстава за рад, као и о извршеним испитивањима услова радне околине и извештајима о претходним и периодичним лекарским прегледима свих лица која раде у посебним условима рада, односно раде у окружењу где се налазе експлозивна средства.

Један од битних сегмената за смањење опасности, ризика и претњи на радном месту јесте праћење психофизичког оптерећења свих лица која раде у посебним условима и правовремено реаговање на сваки вид замора који ремети психички и здравствени статус, чиме се уједно утиче на повећање радне ефикасности. Тако је у „Техничкоремонтном заводу” у Чачку, приликом копања канала за полагање нових цеви за снабдевање водом, пронађен неексплодирани пројектил 76 mm. Присебност радника у том тренутку спасла их је од нежељених последица и могућих повреда на раду. Чим су приметили пројектил, одмах су прекинули са даљим радовима и о томе известили надлежне у ТРЗ Чачак. Место проналаска пројектила одмах је обезбеђено и прописно обележено натписом. Пројектил је касније доведен у стање трајне и потпуне безопасности, тако што је уништен детонацијом.

Овај случај третира се као догађај са позитивним исходом, јер безбедност људи и имовине није била угрожена.

Остале опасности, ризици и претње

У опасности, ризике и претње спадају и све остале штете које на било који други начин угрожавају људску популацију, животну средину и материјална добра од могуће појаве ефеката експлозије експлозивних средстава. Ту спадају опасности од механичких повреда при раду са машинама за истовар и утовар експлозивних средстава, опасности при чувању и одржавању експлозивних средстава, вежбе са минско-експлозивним средствима, гађање личним и колективним наоружањем и друго.

- Опасности, ризици и претње од експлозија

Експлозивна средства у што краћем интервалу, под дејством одређених спољних утицаја, хемијским разлагањем стварају велики притисак и ослобађају велику енергију у виду топлоте или гасова, способну да изврши механички рад над околином. Овим процесом се делимично или потпуно оштећује или уништава околина и тиме изазивају одређени људски и материјални губици (Radovanović, 2011) због чега се експлозивне материје сматрају једним од потенцијалних узрочника угрожавања безбедности лица и имовине. С тим у вези, може да се претпостави колико су велике опасности, ризици и претње од ефеката експлозије експлозивних средстава. Због тога и најмање опасности, ризици и претње од ефеката експлозије експлозивних средстава не смеју да се занемаре, јер су последице у већини случајева катастрофалне, црпу велике ресурсе, ометају функције и процесе, утичу на финансијску стабилност и на способност испуњавања мисије или циља организације или институције која је директно или индиректно одговорна за појаву експлозије.

Да би се избегле и најмање опасности, ризици и претње од могуће појаве експлозије експлозивних средстава, потребно је обавестити се о потенцијалним узрочницима (застарела, нестабилна и оштећена експлозивна средства).

Застарела експлозивна средства

Сва експлозивна средства којима је прошао рок употребе у односу на протекло време од године израде, третирају се као застарела и издвајају се на посебно место, одакле се након стварања услова уништавају или рециклирају. Уништавање експлозивних средстава подразумева одговарајући процес детонације, сагоревања или друге видове уништавања којима се они доводе у стање трајне и потпуне безопасности и нешкодљивости за животе, имовину и околину. Али, у пракси се овај поступак не примењује увек, јер се делови пројектила из претходних ратова, којима је рок употребе прошао, могу и даље наћи на одређеним местима на којима се не би смели налазити.

Пример оваквог случаја је скорашњег датума и десио се у Богутовачкој Бањи приликом радова на изради заштитних грудобрана испред објеката за смештај експлозивних средстава. На дубини око 1,5 m пронађена су два пројектила 155 mm. Радови на изради грудобрана одмах су прекинути, а место проналаска пројектила обезбедила су надлежна лица. Стручна екипа пиротехничара извршила је увид у стање пронађених пројектила и том приликом утврдила да се ради о пројектилима из Другог светског рата који су, на сву срећу, били потпуно безопасни у моменту проналаска и без упаљача, те су пренети на најближу платформу и прописно обележени.

Овај случај третира се као догађај са позитивним исходом, јер није било угрожавања безбедности људи и имовине.

Нестабилна експлозивна средства

Под нестабилним експлозивним средствима[7] подразумевају се сва експлозивна средства која под утицајем спољних услова могу да угрозе безбедност људи, покретних и непокретних средстава и сва друга материјална добра. То се односи на експлозивна средства која се, под утицајем високе спољне температуре, одређених померања или

---

[7] Постоје експлозивна средства код којих хемијска реакција може настати спонтано, без било каквог импулса побуђивања, као што је амонијумјодид (NH_4J), али због њихове нестабилности, као и опасности при раду, у пракси се не употребљавају у таквом стању, већ се њихова осетљивост смањује додавањем различитих адитива до степена који дозвољава њихову практичну примену.

трења, самоиницирају и изазивају експлозију која се убрзо може проширити на остала експлозивна средства и изазвати катастрофу ширих размера. Употреба ових експлозивних средстава се у више случајева забрањује, а за неке је пожељно забранити или прекинути производњу. Пример за то је случај који се десио пре седам година у војном складишту експлозивних средстава на Карађорђевом брду код Параћина. До експлозије је дошло када се, услед излагања сунчевим зрацима, запалила противавионска муниција која је чувана на отвореном простору. Радило се о противавионским гранатама које су биле без металне кошуљице, што је још додатно повећавало њихову нестабилност.

Након самоиницирања противавионских граната уследило је ширење пожара на противтенковске гранате, што је довело до серије експлозија. Током овог инцидента учињена је већа материјална штета и лакше су повређена двадесет и три лица. Овај инцидент представља догађај са негативним исходом, због чега је из Министарства одбране било наложено да се сва експлозивна средства која се чувају на отвореном простору пребаце у условне објекте. То је постигнуто уништавањем више од 30.000 t муниције (која је била вишак) и изградњом нових затворених складишта, а застарелим складиштима која су изграђена пре 50 година предстоји инфраструктурно срећивање како би се створили микроклиматски услови неопходни за хемијску стабилност барута.

Оштећена експлозивна средства

Оштећеним експлозивним средствима сматрају се сва експлозивна средства која су током одређених промена у току производње, складиштења, манипулације, ратних дешавања или на било који други начин доживела деформацију у односу на првобитно стање. Са таквим експлозивним средствима треба да се ради пажљиво, како не би дошло до њиховог изненадног активирања.

То потврђује скорашњи догађај у којем су страдала два подофицира Војске Србије, а након месец дана и један цивилни пиротехничар, код Панчићевог врха током чишћења терена од експлозивних средстава заосталих из НАТО бомбардовања Србије. Иако су били стручњаци из ове области, малу непажњу платили су сопственим животима. Претпоставља се да је до експлозије дошло у тренутку када су деминерским штапом дотакли експлозивно средство које је било у земљи.

Скоро свако експлозивно средство које се баци са одређене висине и при томе се одмах не активира, има на себи одређену деформацију у односу на правобитно стање, која у одређеном тренутку померања може да утиче на активирање експлозивног средства и да га чини непредвидивим за његово уклањање и деактивирање са места где се налази. Због тога се приликом рада са оштећеним експлозивним средствима мора обратити пажња на све мере заштите како не би дошло до нарушавања безбедности свих лица који се нађу у његовој непосредној близини. Ови инциденти представљају догађаје са негативним исходом, јер су приликом њихових дешавања страдала три лица.

Остале опасности, ризици и претње изазвани ефектима експлозије

У опасности, ризике и претње од ефеката експлозије експлозивних средстава спадају и оне које на било који други начин угрожавају људску популацију, животну средину и материјална добра. Ту спадају опасности од: неексплодираних експлозивних средстава, непознатих експлозивних средстава, неразликовања школских од бојевих експлозивних средстава, као што је био случај у Краљеву у касарни Јарчуљак када је погинуо водник Павел Крајч и повређено једанаест војника у експлозији ручног бацача *зоље*.

- Техничко-технолошке опасности, ризици и претње

Савремени начин заштите од експлозивних средства, као и начин производње и пословања у овој области, користи широку грану технологије. При томе се мора имати у виду да је ефективно коришћење технологије захтев веома високих перформанси. То практично значи да је начин на који пословање при производњи експлозивних средстава користи технологију есенцијалан за опстанак и напредак у суровој тржишној утакмици, јер немогућност да се приступи новој технологији неминовно води у стагнацију или назадовање, док, с друге стране, приступ новим технологијама и иновацијама доказано води ка модернизацији и усавршавању експлозивних средстава. Међутим, тај пут ка усавршавању експлозивних средстава повезан је са бројним и врло озбиљним опасностима, ризицима и претњама. Управо због тога су процеси проналажења и откривања недозвољених експлозивних средстава отежани и све је чешћа појава њиховог кријумчарења, чиме су угрожени човеков опстанак, стабилност и безбедност у ери високих технологија.

Због бројних и веома разноврсних технологија које се рапидно мењају на, такорећи, дневном нивоу, немогуће их је овде у целини разматрати и анализирати. Због тога ће, као типични представници високих технологија, бити разматрани следећи: производња, проналажење и откривање експлозивних средстава, који могу представљати опасност, ризик и претњу по људске животе и материјална добра.

Производња експлозивних средства

Производња експлозивних средства је од великог значаја за развој привреде и економије једне државе. Због тога свака држава улаже велика финансијска средства за модернизацију и усавршавање техничко-технолошког начина производње експлозивних средстава.

У нашој земљи наменска индустрија за производњу експлозивних средства налази се у компанијама: „Крушик”, Ваљево; „Прва искра”, Барич; „Слобода”, Чачак; „Милан Благојевић”, Лучани и „Први партизан”, Ужице. У зависности од потреба пословања ових компанија и зараде коју су оствариле продајом и извозом својих финалних производа, врши се модернизација производних капацитета. Потребе за модернизацијом машина за производњу експлозивних средстава много су веће од остварених. Због тога смо, нажалост, имали и ванредне догађаје у наменским индустријама за производњу експлозивних средстава са људским губицима и материјалним штетама (слика 4).

Слика 4 – Ванредни догађај у индустрији за производњу експлозивних средстава
Figure 4 – Emergency at an ordnance production facility
Рис. 4 – Чрезвычайная ситуация на производстве взрывчатых веществ

Хронолошки след немилих догађаја у наменској индустрији за производњу експлозивних средстава у последњих неколико година изгледао је овако:

1) 29. маја 2006. године – експлозија у „Првој искри” у Баричу однела је три живота, док су три радника повређена;
2) 4. септембра 2009. године – у четири снажне експлозије у Барутном одељењу наменске индустрије „Први партизан” у Ужицу, седам радника је погинуло, а тринаест је повређено;
3) 10. маја 2010. године – у детонацији у наменској производњи „Крушик” у Ваљеву два радника су лакше повређена;
4) 27. децембра 2010. године – у низу експлозија у фабрици „Слобода” у Чачку причињена је велика материјална штета;
5) 21. септембра 2011. године и 25. јуна 2012. године – у експлозијама у фабрици „Милан Благојевић” у Лучанима повређени су радници.

Први, други и четврти случај из наменске индустрије за производњу експлозивних средстава представљају догађаје са негативним последицама због људских жртава и причињене велике материјалне штете, док остали случајеви представљају догађаје са позитивним последицама.

Проналажење експлозивних средстава

Најпоузданији метод проналажења експлозивних средстава је ручни, али је очигледно врло спор, изузетно ризичан, опасан и напоран, јер особа која то ради може нормално да ради само 20 до 30 минута пре него што затражи одмор. Због тога се у последње време за проналажење експлозивних средстава све више користе техничка средства за детекцију експлозивних средстава (металдетекторска врата и ручни детектори метала) у која нису директно укључени људи. Највише је коришћен метод проналажења експлозивних средстава детекцијом садржаја метала, мада је мање примењив за неметална експлозивна средства. Иако постоје различите технологије детекције метала, основни концепт је исти. Када се глава детектора креће преко металне масе, детектор реагује на промену магнетског поља. То иницира чујни сигнал који упозорава оператора. Покретањем главе детектора напред-назад и лево-десно, локација се може ограничити на неколико центиметара. Али, сви детектори који се користе за откривање експлозивних средстава имају извесна ограничења, што повећава опасност, ризик и претњу од могуће појаве ефеката експлозије експлозивних средстава.

Постоје два основна недостатка својствена свим ручним детекторима експлозивних средстава: немогућност да пронађу неметално средство и немогућност да разликују експлозивно средство од металних фрагмената. Они могу генерисати 100 до 1000 лажних сигнала за свако реално експлозивно средство, што значи утрошак времена и губитак концентрације. Детектори се могу подесити да буду довољно осетљиви да детектују предмете који садрже и најмање количине метала. Временом су се развијали пластични експлозиви[8] са врло мало металних делова, па их детекторима метала није могуће пронаћи. Развојем хемијских упаљача ни најмањи делови упаљача нису морали да буду метални. Због ових ограничења детектора експлозивних средстава, опасности, ризици и претње од појаве ефеката експлозије су већи (Radovanović, Blagojević, 2010).

---

[8] Пластични експлозив је експлозив C_4 који је најјачи експлозив 21. века и служи за уништавање већих објеката и људи у њима, а обично се активира електронским - детонаторима као што су: сат са алармом, акумулатор са жицама і др.

Кријумчарење експлозивних средстава

Правовременим откривањем експлозивних средстава спречава се њихово кријумчарење из Војске Србије. За ову сврху користе се рендгенски уређаји са монитором. Они су веома важни за рано откривање експлозивних средстава, те тако имају важно место у систему заштите од угрожавања безбедности људи и имовине. Овде се нећемо бавити принципима рада ових уређаја, већ ћемо се усмерити на техничка ограничења која је могуће да се испоље и омогуће кријумчарење експлозивних средстава у недозвољене сврхе (за терористичке нападе, диверзије, саботаже или остварење неких других циљева). Треба нагласити да рендгенски уређај са монитором није свемогућ и зато постоје многа техничка ограничења. Ограничења су мања уколико је уређај савременији. Увек треба имати на уму да је нека ствар стварно прегледана онда када је детаљно и ручно испитана, при чему је рендгенски уређај са монитором само помоћно средство. Такође, није увек могуће извршити детаљан преглед рендгенским уређајима са монитором због великог протока људи на појединим местима, због чега се сваки пртљаг не отвара, што посебно долази до изражаја када у ограниченом времену треба прегледати већу количину ствари.

За спречавање кријумчарења експлозивних средства може бити проблем и тумачење рендгенског снимка. Некад је то сасвим једноставно, јер експлозивно средство може бити постављено у најповољнији положај за препознавање. У пртљагу нема никаквог другог садржаја и све је јасно. Међутим, уколико је пртљаг пун различитих предмета, различите величине и од различитог материјала и када се предмети преклапају или, још горе, када су растављени на саставне делове, онда је могуће експлозивна средства лако прокријумчарити, што говори да не треба ништа препустити случају, већ сваки сумњив предмет добро проверити и то визуелно (Radovanović, Blagojević, 2010).

Остале техничко-технолошке опасности, ризици и претње

У остале техничко-технолошке опасности, ризике и претње спадају све остале опасности од појаве ефеката експлозије експлозивних средстава које проузрокују технички уређаји и њихова инсталација. Ту спадају опасности од: неисправне громобранске инсталације, плинске боце, варнице која настаје од уређаја за заваривање, машина за производњу експлозивних средстава и од свих других уређаја који могу да изазову ефекат експлозије код експлозивних средстава.

Оцењивање нивоа опасности, ризика и претњи

Оцењивање нивоа опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије експлозивних средстава представља услов за одлуку о томе које опасности, ризике и претње треба разматрати и у којој мери. У неким условима, ако је оцена нивоа опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије експлозивних средстава мала, може нас вратити на претходно питање или, ако је оцена велика, може нас водити ка одлуци да се опасност, ризик и претња од ефекта експлозије експлозивних средстава не ублажава ни на који други начин осим предузимањем конкретних мера за њихово елиминисање.

У којој мери треба разматрати опасност, ризик и претњу од ефеката експлозије експлозивних средстава зависиће од израчунатог нивоа опасности, ризика и претње од ефеката експлозије експлозивних средстава.

Ниво опасности, ризика и претње од ефеката експлозије експлозивних средстава може се израчунати према следећем обрасцу: Н = В x П, при чему је:

В – вероватноћа да опасност, ризик или претња од могућег угрожавања безбедности људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава резултира негативним догађајем. Представља комбинацију учесталости дешавања опасности, ризика и претње и рањивости у односу на опасност, ризик и претњу, а израчунава се према обрасцу : В = У # Р, где је:

- **У** – учесталост или фреквенција дешавања, појављивања, односно понављања опасности, ризика и претње од могућег угрожавања безбедности људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије;
- **Р** – рањивост или осетљивост на опасности, ризик и претње, односно представља постојеће стање заштите које предузима Војска Србије од могуће појаве ефеката експлозије експлозивних средстава.

– П – последице или ефекат који негативан догађај има на Војску Србије која трпи материјалне и људске губитке од ефеката експлозије експлозивних средстава, а манифестује се као величина губитка (штете) у односу на важност радне околине и израчунава се према обрасцу: П = Ш # К, где је:

- **Ш –** штета, вредност, величина оштећења имовине Војске Србије, односно негативан догађај који је изазвао ефекат експлозије експлозивног средства на одређеном простору и оставио последице;
- **К** – критичност, пресудност или важност имовине за Војску Србију за коју је негативан догађај који је изазвао ефекат експлозије експлозивних средстава на одређеном простору оставио последице.

Да би одлука била валидна и постојећа вршено је израчунавање ниво опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије и то на основу претходне анализе и постојећег обрасца за израчунавање степена опасности, ризика и претњи.

Ниво опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије експлозије експлозивних средстава рачуна се на следећи начин:

– **Учесталост** – највиши систем који трпи последице од ефеката експлозије експлозивних средстава је Војска Србија, а уједно је и као институција одговорна за учесталост ових појава, које могу да се степенују као: 1 – врло ретко, 2 – повремено, 3 – често, 4 – претежно и 5 – веома често. На основу претходног анализирања опасности, ризика и претње од ефеката експлозије експлозивних средстава, учесталости или понављање опасности, ризика и претњи од могућег угрожавања безбедности људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије у периоду од последњих осам година степенује се са 4 – претежно;

– **Рањивост** – највиши систем који трпи последице од ефеката експлозије експлозивних средстава је Војска Србије, а уједно је и као институција одговорна за рањивост или осетљивост од ових појава које могу да се степенују као: 1 – врло велика, 2 – велика, 3 – средња, 4 – мала и 5 – врло мала. На основу претходног анализирања опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије постојеће стање заштите од могућег угрожавања безбедности људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије у периоду од последњих осам година може да се степенује са 2 – велика;

– Вероватноћа да опасност, ризик и претња од ефеката експлозије резултира негативним догађајем, може се степеновати на следећи начин: 1 – ретко, 2 – мало вероватно, 3 – умерено вероватно, 4 – вероватно и 5 – скоро сигурно. На основу комбинације учесталости (оцењен оценом 4) и рањивости (оцењено оценом 2) (В = У # Р) вредност вероватноће да опасност, ризик и претњу од ефеката експлозије експлозивних средстава резултира негативним догађајем је 4 – вероватно, што је неповољно за безбедност људи и имовине (табела 1);

Табела 1 – Комбинације учесталости и рањивости
Table 1 – Combinations of frequency of occurrence and vulnerability
Таблица 1 – Соотношение частоты инцидентов и ранений

РАЊИВОСТ УЧЕСТАЛОСТ		Врло велика	Велика	Средња	Мала	Врло мала
		1	2	3	4	5
Врло ретко	1	3	2	1	1	1
Повремено	2	4	3	2	2	1
Често	3	5	4	3	2	2
Претежно	4	5	**4**	3	3	3
Стално	5	5	5	4	3	3

– **Штета** – мера оштећења радне околине на којој се налазе експлозивна средства може бити изражена различитим степенима: 1 – врло мала, 2 – мала, 3 – средња, 4 – велика и 5 – врло велика. После низа експлозија експлозивних средстава у Војсци Србије које су се десиле у последњих осам година, смртно је страдало петнаесторо људи, лакше и теже рањено педесет и при томе је причињена велика материјална штета, тако да на основу ових података резултат штетних догађаја је 4 – велика;

– **Критичност** – мера вредности или важности простора на којем је дошло до појаве експлозија експлозивних средстава за институцију као што је Војска Србије, може бити изражена различитим степенима: 1 – врло велика, 2 – велика, 3 – средња, 4 – мала и 5 – врло мала. На простору на којем је дошло до појаве експлозије експлозивних средстава стварају се велики материјални губици који изискују велика финансијска средства за обнову, али они немају исту тежину као и губици људских живота. Свака материјална штета може да се надокнади, док људске жртве не могу да се врате, тако да је на основу ових чињеница резултат критичности 2 – велика;

– **Последице** – вредности које представљају негативан догађај остављају последице на Војску Србије као највишу институцију која трпи материјалне и људске губитке од ефеката експлозије експлозивних средстава, а оне се могу степеновати на следећи начин: 1 – врло лака, 2 – лака, 3 – средњетешка, 4 – тешка и 5 – изразито тешка. На основу комбинације штете (оцењене са оценом 4) и критичности (оцењене са оценом 2) (П = Ш # К) добија се величина за последице које настају од ефеката експлозије експлозивних средстава и она је 4 – тешка, што је неповољно за Војску Србије (табела 2).

Табела 2 – Комбинације штете и критичности
Table 2 – Combinations of damage and criticality
Таблица 2 – Соотношение ущерба и критических ситуаций

КРИТИЧНОСТ ШТЕТА		Врло велика	Велика	Средња	Мала	Врло мала
		1	2	3	4	5
Врло мала	1	3	2	1	1	1
Мала	2	4	3	2	2	1
Средња	3	5	4	3	2	2
Велика	4	5	**4**	3	3	3
Врло велика	5	5	5	4	3	3

У односу на добијене вредности вероватноће и последице, ниво опасности, ризика и претње од ефеката експлозије експлозивних средстава сврстава се у следеће категорије:

- врло мала опасност, ризик и претња, занемарљиви (Н = 1 и 2),
- мала опасност, ризик и претња (Н = 3, 4 и 5),
- умерено велика опасност, ризик и претња (Н = 6, 8 и 9),
- велика опасност, ризик и претња(Н = 10, 12, 15 и 16),
- изразито велика опасност, ризик и претња (Н = 20 и 25).

Процењени опасности, ризици и претње се, према датој категорији, могу сврстати у прихватљиве (Н = 1, 2, 3, 4 и 5) и неприхватљиве (Н = 6, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 20 и 25).

Табела 3 – Производ вероватноће и последице
Table 3 – Product of likelihood and consequences
Таблица 3 – Коэффициент вероятности и последствий

ПОСЛЕДИЦА ВЕРОВАТНОЋА		Врло лака	Лака	Средње-тешка	Тешка	Изразито тешка
		1	2	3	4	5
Ретко	1	1	2	3	4	5
Мало вероватно	2	2	4	6	8	10
Умерено вероватно	3	3	6	9	12	15
Вероватно	4	4	8	12	16	20
Скоро сигурно	5	5	10	15	20	25

Према добијеном резултату на основу производа вероватноће и последице (Н = В × П), ниво опасности, ризика и претње од ефеката експлозије експлозивних средстава је велики и није прихватљив за Војску Србије која треба озбиљно да се позабави овим проблемом (табела 3) (Keković, et al, 2010, pp.250-253).

Резултати истраживања и дискусија

У складу са предметом и циљевима истраживања, као и доступним информацијама, у овом раду постављена је хипотеза (http://www.ef.uns.ac.rs/Download/metodologija_nir/12%20hipoteza%20istrazivanja.pdf): проценом сваке потенцијалне опасности, ризика и претње смањују се или ублажавају појаве ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије и тиме се повећава ниво заштите живота и здравља људи, материјалних добара и човекове средине.

Резултати истраживања су показали да је постављена хипотеза делимично тачна, јер процена безбедносне угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава не може у потпуности да повећа безбедност људи и имовине, али зато може да допринесе правилним процењивањем одређене ситуације и да у датом тренутку помогне у одлучивању како би се смањила појава ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије (http://gimza.edu.rs/novosti/?p=234).

Допринос овог рада састоји се у научној дескрипцији постојећих знања, као и идентификовању и анализирању свих потенцијалних опасности, ризика и претњи од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије, што би имало за последицу подизање нивоа безбедносне заштите лица и имовине од губитака услед појаве ефеката експлозије експлозивних средстава.

Прописана правила која регулишу чување и одржавање експлозивних средстава недовољно се поштују. Одржавање је лоше, а експлозивна средства су застарела, што је доводило до инцидентних ситуација и несрећа са трагичним исходом. Санације после експлозија експлозивних средстава захтевају одређене финансијске издатке који оптерећују буџет Републике Србије, због чега се јавља потреба за све већим улагањем у концепт процене безбедносне угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије.

Закључак

Војска Србије користи експлозивна средстава ради очувања независности, територијалног интегритета и суверенитета земље од оружаног угрожавања споља, чиме доприноси јачању националне безбедности. Поред тога, користи их и за потребе наменске индустрије, чиме доприноси јачању привреде и економије у земљи (http-://www.fb.bg.ac.rs/download/Download/Zakon%20o%20odbrani.pdf).

Експлозије експлозивних средстава у наменској индустрији за производњу експлозивних средстава, складиштима убојних средстава, касарнама и на полигонима за обуку војника, упозоравају на неопходност укључивања свих расположивих ресурса како би се овакви догађаји у Војсци Србије свели на минимум, а који за последицу имају губитке у људским животима и имовини. Ови догађаји су трајног карактера и, у последње време, све више забрињавају и Војску Србије, односно захтевају адекватне мере за решавање оваквих догађаја.

Опасности од ефеката експлозије експлозивних средстава, евидентиране у претходном периоду, указују на то да постоји велика вероватноћа да ће се поново јавити у будућности, што имплицира неопходност предузимања мера како би се њихова учесталост смањила или потпуно елиминисала. Потребно је да се сваком припаднику Војске Србије обезбеди континуитет безбедног функционисања у радној средини из којег се развијају процеси изградње стварног осећаја безбедности, а поред тога треба обезбедити и здраву животну средину за све грађане Републике Србије који живе у непосредној близини простора где постоји потенцијална опасност да дође до појаве ефеката експлозије експлозивних средстава (http://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_radu. html).

Ако желимо да опасност, ризик и претњу од ефеката експлозије експлозивних средстава ублажимо или смањимо на нижи ниво за период који предстоји, а самим тим и повећамо безбедност људи и имовине од појаве ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије, потребно је дизајнирати стратегију за елиминисање или ублажавање безбедносне угрожености људи и имовине од ефеката експлозије експлозивних средстава у Војсци Србије, о чему ће бити речи у неком од наредних бројева часописа.

Литература / References

Keković, Z., Nikolić V., 2006, Proces integralnog upravljanja rizicima u organizacijama, Bezbednost, Beograd, 48(3), pp.414-424.

Keković, Z., Glišić, G., Komozec, N., 2010, Pristup metodologiji integralnog upravljanja rizikom u organizaciji, Vojno delo, Beograd, 62(3), pp.243-257.

Mijalković, S., 2009, Nacionalna bezbednost, Beograd, Kriminalističko - policijska akademija.

Mlađan, D., 2009, Sprečavanje i suzbijanje požara, havarija i eksplozija, Beograd, Kriminalističko - policijska akademija.

Pavlović, A., Injac, J., 2003, Protiveksplozivna zaštita - metodologija određivanja zona opasnosti - zapanjive tečnosti i gasova, Beograd.

Plan zaštite od požara u vojnim skladištima ubojnih sredstava, 2008, Beograd, Vojska Srbije.

Priručnik za polaganje stručnih ispita radnika koji rade na poslovima zaštite od požara, 2000, Beograd, Vatrogasni savez Srbije.

Radovanović, R., 2011, Bezbednosna zaštita lica i imovine, prezentacija, Beograd, Kriminalističko - policijska akademija.

Radovanović, R., Blagojević, M., 2010, Sistem fizičko-tehničke zaštite, Beograd, Kriminalističko - policijska akademija.

Tatomir, D., 2011, Procena izazova, rizika i pretnji bezbednosti Republike Srbije u funkciji planiranja upotrebe Vojske Srbije, Vojno delo, Beograd, 63(1), pp.41-55.

Hipoteza istraživanja [Internet], Dostupno na: http://www.ef.uns.ac.rs/Download/metodologija_nir/12%20hipoteza%20istrazivanja.pdf., Preuzeto dana 02.11.2014.godine.

Prostor i njegove dimenzije, [Internet], Dostupno na: http://analogija.com/strane/pr.dimenzije.html, Preuzeto dana 05.10.2014.godine.

Zakon o odbrani, [Internet], Dostupno na:

http://www.fb.bg.ac.rs/download/Download/Zakon%20o%20odbrani.pdf, Preuzeto dana 12.10.2014.godine.

Uočavanje naučnog problema i formulacija HIPOTEZE, [Internet], Dostupno na: http://gimza.edu.rs/novosti/?p=234, Preuzeto dana 01.10.2014.godine.

Zakon o radu, [Internet], Dostupno na: http://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_radu.html, Preuzeto dana 09.09.2014.godine.

ПРОГНОЗ УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ИМУЩЕСТВА ОТ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЗРЫВА ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ РЕСПУБЛИКИ СЕРБИЯ

Деян С. Стоянович, Вооруженные силы Республики Сербия,
4. бригада пехотных войск, г. Вранье

ОБЛАСТЬ: охрана окружающей среды
ВИД СТАТЬИ: профессиональная статья
ЯЗЫК СТАТЬИ: сербский

Резюме:

Целью данного исследования является возможность предусмотреть события, на основании сбора как можно большего количества релевантных данных о потенциальной опасности, рисках и угрозе безопасности от последствий взрыва взрывчатых веществ в Вооруженых сидах Республики Сербия.

Осуществление поставленных целей исследования требует применения соответствующих методов и техник при ознакомлении с данными и изучения теоретических и практических решений, а также принятия новых решений по предотвращению данных проблем.

В исследовании применены следующие научные методы: сравнительный метод, анализ содержания и позитивистский метод.

Данное исследование освещает проблемы в области охраны труда и окружающей среды, возникающие при угрозах безопасности от различных субъектов, либо событий. На основании их выявления определены потенциальные виды угроз, как для населения, так и имущества, от последствий взрыва взрывчатых веществ в Вооруженных силах Республики Сербия.

При подробном анализе имеющихся данных о потенциальных видах угроз для населения и имущества от последствий взрыва взрывчатых веществ, выявлены все отрицательные и положительные старороны последствий взрыва.

Приведенный в статье анализ уровня угрозы для населения и имущества от последствий взрыва взрывчатых веществ дает возможность определить виды угроз и принять обоснованные решения померам их предупреждения.

Ключевые слова: *опасность, угроза, прогноз, войска, риск, взрывчатые вещества.*

ASSESSMENT OF THE SECURITY RISK TO PEOPLE AND PROPERTY FROM ORDNANCE EXPLOSION EFFECTS IN THE SERBIAN ARMED FORCES

Dejan S. Stojanović, The Army of Serbia, 4th Army brigade, Vranje

FIELD: Environmental Protection
ARTICLE TYPE: Professional paper
ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

The research goal is to enable prediction of events in the incoming period on the basis of a large number of collected relevant data that may represent a potential risk and the danger of ordnance explosion effects in the Army of Serbia. The realization of the objectives of the research requires the use of appropriate methods and techniques for dating and study of existing teoretical and practical solutions as well as proposing new ones in the areas of interest. During the research, the following scientific methods were used: comparative method, content analysis and positivist method.

The investigation has covered situations which may arise at workplace due to various threats caused by both the human factor and chains of events, followed by the identification of potential forms of risk to people and property by ordnance explosion effects in the Army of Serbia. The collected data on potential forms of endangering people and property by ordnance explosion effects were analysed and their positive and negative consequences were discussed. The levels of safety risks to people and property from ordnance explosion effects are assessed and decisions are made about the forms of threat and to what extent they will be dealt with in the future.

Assessment of the safety risk to people and property from the effects of ordnance explosions

The assessment of the safety risk to people and property from the effects of ordnance explosions comprises a theoretical treatment of certain procedures or stages which are successively connected, interdependent and which concern the whole Army of Serbia. On the basis of their analysis, decisions will later be made to ease or eliminate hazards, risks and threats from the effects of ordnance explosions in the Army of Serbia.

This involves the following procedures or phases for treating such hazards, risks and threats:

- *– defining the problem of the effects of ordnance explosions;*
- *– identifying potential hazards, risks and threats;*
- *– analysing potential hazards, risks and threats;*
- *– evaluating the levels of potential hazards, risks and threats.*

Defining the problem of ordnance explosion effects

Defining the problem arising from the effects of ordnance explosionsrepresents an overview of all the problems that may arise in the Serbian Army due to possible occurrence of ordnance explosion *effects. Problems that affect the probability of occurrence of hazards, risks and threats of the effects of explosions of ordnance in the Serbian Army are defined on the basis of factors that can cause them:*

– human factor with the intention to cause an event with harmful consequences caused by foreseeable or unforeseeable events.

– certain events or occurrences due to accidents or force majeure which pose a risk to the safety of members of the Army of Serbia.

Identifying potential hazards, risks and threats

Identifying potential hazards, risks and threats was done on the basis of all relevant and updated information gained from the study, namely:

– space hazards, risks and threats, including: area security, area safety, space conditionality and other space hazards, risks and threats,

– human hazards, risks and threats, including: education, respect the rules and regulations, injuries and other human hazards, risks and threats,

– explosive hazards, risks and threats, including: obsolete ordnance, prohibited ordnance, damaged ordnance and other explosive hazards, risks and threats,

– tehnical - technological hazards, risks and threats, including: detecting ordnance, ordnance production , ordnance smuggling and other tehnical - technological hazards, risks and threats.

Analysis of potential hazards, risks and threats

Potential hazards, risks and threats of ordnance explosion effects are analysed based on reviewed data collected from previously identified hazards, risks and threats as well as their negative and positive effects. Consequences can be determined based on the outcome of an event or series of events, ie, on the basis of available information, known data and events. Negative consequences occur in cases where the outcome of each event involving ordnance as the main cause is most frequently disastrous, and positive effects occur in cases in which disaster is avoided and the safety of people and property is not threatened to a greater extent.

Assessment of the level of potential hazards, risks and threats

Assessing the level of potential hazards, risks and threats of ordnance explosion effects is a prerequisite for determining which hazards, risks and threats should be considered and to which extent, depending on the calculated levels of potential hazards, risks and threats of the effects of ordnance explosions.

The level of hazards, risks and threats of the effects of ordnance explosions can be calculated using the following pattern $N = V \times P$.

According to the results based on the product of probability and consequences (N = V × P), a high level of hazards, risks and threats of the effects of ordnance explosions is not negligible for the Army of Serbia, and should be seriously addressed.

Conclusion

Ordnance explosions in ordnance production facilities, ordnance warehouses, barracks and military training grounds point to the necessity to apply all available resources to minimize such events which result in losses of human lives and property. Since they have occurred in the previous period, there is high likelihood that they may occur again, which implies that prevention measures must be taken to reduce or eliminate them completely.. Each member of the Army of Serbia should be provided with continuously safe working environment; in addition, it is necessary to provide healthy environment for all citizens of the Republic of Serbia.

In order to reduce hazards, risks and threats of ordnance explosion effects to a lower level and thus increase the safety and security of people and property in such occurrence, in the Army Serbia, it is necessary to design a strategy to eliminate or mitigate the safety and security risks to people and property from ordnance explosion effects in the Army of Serbia.

Key words*: hazards, threats, assessment, army, risk, explosives*.

Датум пријема чланка /Paper received on / Дата получения работы: 02. 12. 2014.
Датум достављања исправки рукописа /Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 21. 04. 2015.
Датум коначног прихватања чланка за објављивање /Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 23. 04. 2015.

ВОЈСКА СРБИЈЕ У ОБЕЗБЕЂЕЊУ ОД УДЕСА ИЗАЗВАНИХ ОПАСНИМ МАТЕРИЈАМА

Срђан З. Рутић[а], *Дејан* Р. Инђић[б]
[а] Војска Србије, Команда за обуку, Центар АБХО Крушевац,
e-mail: srdjan.rutic@gmail.com
[b] Универзитет одбране у Београду, Војна академија
e-mail: vladaindjic@open.telekom.rs

DOI: 10.5937/vojtehg63-6786
ОБЛАСТ: заштита животне средине, hemijske tehnologije
ВРСТА ЧЛАНКА: стручни чланак
ЈЕЗИК ЧЛАНКА: српски

Сажетак:

У раду је приказано место и улога Војске Србије у обезбеђењу удеса изазваних опасним материјама. Описано је функционисање обезбеђења кроз предузимање мера контроле хемијске опасности, заштиту од хемијске контаминације и уклањање последица. Приказан је метод израде плана обезбеђења гарнизона од удеса изазваних опасним материјама. Сагледавањем свих елемената процене потенцијалног удеса изазваног опасним материјама и њиховог међусобног утицаја изводи се закључак на основу којег се планира и изводи обезбеђење јединица и установа Војске од таквог удеса. При томе, Војска Србије има значајно место и улогу у обезбеђењу од удеса изазваних опасним материјама.

Кључне речи: *токсична хемикалија, процена ситуације, опасне материје, АБХО, удес изазван опасним материјама.*

Увод

Удеси изазвани опасним материјама реално су могући у свако време и свуда, а посебно у урбаним срединама где су лоцирана хемијска постројења, складишта опасних хемијских материја и где је интензиван саобраћај и транспорт опасних и штетних материја.

Последице удеса изазваних опасним материјама могу бити: велики број мртвих, повређених или контаминираних, затроване животиње, контаминирана храна, вода, земљиште и објекти, немогућност употребе објеката производње или транспорта, немогућност обраде пољопривредног земљишта и коришћења за исхрану, немогућност живљења у угроженом рејону за дуже време, као и други облици деградације животне и радне средине[1].

Опасност од хемијске контаминације настале при удесима изазваним опасним материјама разноврсне су и могуће, што потврђују догађаји у протеклих неколико година. Вероватноћа дешавања удеса на постројењима и при транспорту опасних материја није мала; посебно ако се узме у обзир застарелост технолошког процеса у погонима хемијске индустрије и истрошеност ресурса за чување и заштиту опасних материја. С друге стране, наша земља спада у транзитне земље, те је повећан промет опасних материја на међународним путним коридорима. Сваки транспорт опасних материја у било којој грани саобраћаја повезан је са ризиком од настанка удеса. Реална опасност од оваквих нежељених последица прети у сва три подсистема система транспорта: превозу, утовару и истовару.

Удеси изазвани опасним материјама стварају могућност да насталим последицама буде угрожена Војска Србије, као и остале структуре друштва, што намеће потребу да се и она организује у оквиру самозаштитне и безбедносне функције. У одређеним случајевима Војска Србије може бити главни носилац мера одговора на удес, без обзира на то да ли је непосредно угрожена или не.

Војска Србије је саставни део друштва, размештена је на одговарајућим просторима и може, као и остале структуре друштва, бити угрожена последицама хемијског удеса. Ради очувања оперативне, функционалне и друге способности команди, јединица и установа Војске Србије, неопходно је на свим нивоима организовати обезбеђење од удеса са опасним материјама (Rutić, 2009).

Обезбеђење Војске Србије од удеса изазваних опасним материјама

Обезбеђење Војске од хемијских удеса (Privremeno uputstvo za obezbeđenje Vojske Srbije od nuklearnih i hemijskih udesa u miru, 2008, p.6) део је укупног обезбеђења Војске. Предузима се ради превентивног деловања, раног упозорења и узбуњивања јединица и предузимања хитних мера хемијске заштите, пружања прве помоћи, умањења и уклањања последица, чиме се стварају повољни и безбедни услови за живот и рад јединица и установа Војске у случајевима хемијских удеса.

---

[1] После удеса у Севезу (Италија) скинут је горњи слој земљишта (око 30 цм) са површине од 30 км^2. Али, и поред тога, због таложења токсичне материје – диоксина земљиште је и даље остало неупотребљиво за дужи период.

Обезбеђење од хемијских удеса обухвата (Rutić, 2009):

- контролу хемијске ситуације;
- заштиту од хемијске контаминације;
- уклањање насталих последица.

Садржаје обезбеђења Војске Србије од хемијских удеса планирају и реализују команде свих нивоа организовања у складу са Привременим упутством за обезбеђење Војске Србије од нуклеарних и хемијских удеса у миру и својим задацима, могућностима и расположивим средствима и опремом, а у сарадњи са надлежним органима цивилне власти, предузећима и другим организацијама.

Контрола хемијске опасности

Мере контроле хемијске опасности настале услед удеса изазваних опасним материјама организују се и спроводе ради откривања опасности, комплексног сагледавања и праћења ситуације, те правовременог обавештавања о ванредној ситуацији.

Тежишна мера контроле ванредне ситуације јесте хемијско извиђање које обухвата: откривање, детекцију и идентификацију токсичних материја, праћење и утврђивање граница контаминираног земљишта (КонЗ-а), давање сигнала хемијске опасности, контролно-заштитну службу – КЗС (слика 1) и израду и достављање извештаја са хемијског извиђања.

Слика 1 – Успостављање КЗС
Figure 1 – Establishing CPS
Рис 1 – Установка СЧС

За ефикасну контролу ванредне ситуације од изузетног је значаја опремљеност јединица и установа Војске специјалним средствима детекције и идентификације (за хлор, амонијак и др.), стандардизација метода, као и обученост и оспособљеност кадрова за рад у овим специфичним условима. Контролу хемијске опасности у Војсци Србије врше јединице АБХО и заводи за превентивну медицину ВМА и војних болница.

Заштита у условима хемијског удеса

Заштита људи, животиња, хране, воде и средстава у условима хемијских удеса представља мере и поступке којима се спречава или умањује контаминација и њене штетне последице по команде, јединице и установе Војске Србије.

Хемијска заштита у условима удеса изазваних опасним материјама састоји се од: заштите људи, заштите животиња, заштите материјалних средстава и заштите хране и воде. Заштита људи постиже се: употребом заштитиних средстава, заклањањем у објекте колективне заштите, ограничавањем кретања и организацијом контролно-заштитне службе (КЗС), забраном коришћења контаминиране хране, воде и ТС, евакуацијом из угрожених рејона, организацијом боравка и савлађивања контаминиране атмосфере (КонА).

Специфичност хемијске заштите у условима хемијских удеса огледа се у томе да средства која су у опреми Војске Србије (слика 2) не штите успешно у свим условима и случајевима специфичне контаминације. Зато се намеће потреба да се јединице и установе ВС опремају специјалним средствима заштите (слика 3) која су неопходна за извршавање задатака и других активности у примарно и накнадно захваћеном рејону.

Слика 2 – Формацијска средства НХБ заштите
Figure 2 – NBC protection equipment
Рис. 2 – Спецформа для защиты от РХБ воздействия

Слика 3 – Специјална средства НХБ заштите
Figure 3 – Special NBC protection equipment
Рис. 3 – Спецсредства для защиты от РХБ воздействия

То се, пре свега, односи на цедила заштитне маске (слика 4), изолационе апарате, специјална возила за извиђање са филтровентилационим уређајима и др. Преглед специјалних цедила за заштиту од токсичних и индустријских хемикалија приказан је у табели 1.

Слика 4 – Специјална цедила за заштиту од токсичних и индустријских хемикалија
Figure 4 – Special filters for the protection from toxic and industrial chemicals
Рис. 4 – Специальные фильтры для защиты от токсичных химических веществ

За заштиту органа за дисање и тела користе се општа и специјална средства заштите. Људство које врши интервенције користи за заштиту органа за дисање изолационе апарате, а остало људство формацијска средства заштите или филтере посебне намене.

За колективну заштиту људства неопходно је користити објекте колективне заштите, а могу се употребити и просторије које треба херметизовати.

Табела 1 – Преглед цедила заштитне маске за заштиту од индустријских гасова (ЈУС Ж.Б1.002)
Table 1 – Gas mask filters for protection against industrial chemicals (JUS Ž.B1.002)
Таблица 1 – Список фильтров для противогазов (ЈУС Ж.Б1.002)

Oznaka na cedilu	Боја	Намена
A	СМЕЂА	Органске паре и растварачи
B	ЦРВЕНА	Кисели гасови и паре
CO	ЦРНА	Угљен-моноксид
E	ЖУТА	Сумпор-диоксид
G	ПЛАВА	Цијановодоник
J	ЦРВЕНА са плавом траком	Хлороводонична киселина
K	ЗЕЛЕНА	Амонијак
L	ЖУТА са црвеном траком	Сумпор-водоник
O	СИВА са црвеном траком	Арсен-водоник и фосфор-водоник
HgČ	СИВА са црном траком	Живине паре
NeČ	НАРАНЏАСТА	Радиоактивни јод
BČ	ЦРВЕНА са црном траком	Кисели гасови, паре и аеросоли

У рејонима где је приасутна већа концентрација контаминаната неопходно је ограничити кретање, а савлађивање рејона и извршавање задатака обавити моторним возилима са филтровентилационим уређајима (ФВУ).

Организовање хемијске заштите обухвата:

– поступке јединица на знак упозорења и узбуне,
– начин заштите људства од контаминације,
– мере за заштиту животиња, хране, воде и материјалних добара и
– избор погодних рејона и праваца за евакуацију из угрожених рејона.

Команде и јединице Војске заштиту од хемијске контаминације организују на основу извршених процена опасности. Да би процене опасности биле квалитетне, неопходно је располагати ажурним подацима катастра загађивача. Надлежни државни органи и службе врше ажурирање података о врсти и количини опасних материја, локацији и евентуалном транспорту. На основу процена могућих опасности планирају се одговарајуће превентивне мере. Такође, за потребе заштите разрађују се прецизна упутства за поступање дежурних органа, тимова, јединица и установа у заштити људства, стоке, хране, воде, средстава, опреме и објеката.

Упозорење и извештавање обавља се линијом дежурних органа – оперативних центара кроз редовне и ванредне извештаје, у складу са упуствима за рад ових органа. Обавештавање се врши између суседа и разменом података са одговарајућим органима државне управе.

Уклањање последица хемијског удеса (санација)

Уклањање последица хемијског удеса у миру организована је делатност носилаца задатака обезбеђења Војске Србије, којом се умањују или уклањају последице, а опасност по људе своди се на најмању могућу меру (Privremeno uputstvo za obezbeđenje Vojske Srbije od nuklearnih i hemijskih udesa u miru, 2008). Степен уклањања последица удеса директно ће зависити од карактера и масе испуста, својстава материје, карактеристика рељефа, климатских услова и од припремљености и техничке оспособљености јединица које изводе такве радове.

Уклањање последица обухвата:

- указивање прве помоћи,
- санитетско збрињавање повређених и контаминираних,
- санирање места (објеката) хемијског удеса,
- хемијску деконтаминацију,
- уклањање препрека и рушевина, и
- успостављање нарушеног система командовања и редовних активности.

Санитетско збрињавање повређених и контаминираних обухвата:

- указивање прве помоћи,
- тријаж,
- евакуацију,
- деконтаминацију контаминираних и
- лечење.

За уклањање последица дејства хемијских удеса оперативним плановима се предвиђају посебне снаге и средства. Величина и састав тих снага и начин њиховог ангажовања разрађују се у складу са процењеном опасношћу. За ефикасно уклањање последица хемијских удеса веома је значајна размена информација и координација активности између угрожених или на санацији ангажованих јединица Војске са представницима локалне самоуправе и представницима предузећа у којем је дошло до удеса.

Слика 5 – Евакуација повређених и оболелих при хемијском удесу
Figure 5 – Evacuation of the injured and contaminated in a chemical accident
Рис. 5 – Эвакуация пострадавших при химической аварии

У састав снага за уклањање последица укључују се: јединице АБХО (хемијско извиђање рејона и деконтаминација), инжињеријске јединице (рашчишћавање препрека, скидање слоја земље), логистичке јединице (обезбеђење хране, воде и осталих средстава), јединице ваздухопловства и противваздухопловне одбране (извиђање и интервенције у рејонима високе контаминације), јединице војне полиције (одржавање реда, регулисање саобраћаја) и друге. Од ових снага могу се формирати посебни привремени састави (групе, одреди и сл.), при чему се санитетско збрињавање повређених (слика 5) обавља у гарнизонским амбулантама, војним и градским болницама и ВМА.

Санирање места (објекта) хемијског удеса обухвата активности на уређењу угроженог рејона, тако да се омогући ефикасна евакуација људства и извлачење материјалних добара, а објекат удеса доведе у стање којим се најмање угрожава животна средина.

Деконтаминација људи обавља се у оквиру деконтаминационе станице АБХО или на посебно уређеним просторима. За деконтаминацију људи могу се користити месни капацитети, уз контролу и ангажовање стручних органа.

План обезбеђења гарнизона од хемијских удеса

План обезбеђења од хемијског удеса (удеса) у миру израђује се на нивоу гарнизона (аеродрома, сидришта) Војске Србије. Носилац израде плана је команда гарнизона (аеродрома, сидришта), а у изради се непосредно ангажују:

– координациони тим за обезбеђење од нуклеарних и хемијских удеса у миру,

– други стручни органи команди и јединица у гарнизону и

– одговарајући надлежни и стручни органи државне управе, предузећа која се баве производњом, складиштењем или транспортом опасних материја.

Планом се обухватају сви битни садржаји од интереса за организацију обезбеђења активности којима се стварају услови за живот и рад јединица (установа) у случају удеса.

Основа за израду Плана су: “Упутство за обезбеђење Војске Србије од нуклеарних и хемијских удеса у миру”, издање ГШ ВС, 2008. године (у даљем тексту Упутство) и “Правилник о методологији за процену опасности од хемијског удеса и од загађивања животне средине, мерама припрема и мерама за отклањање последица”, (Службени гласник РС, 60/1994), у даљем тексту Правилник.

План обезбеђења од хемијског удеса начелно садржи:

– процену опасности од хемијског удеса,

– закључак из процене и

– наређење за организацију обезбеђења.

Уз ова основна документа прикупљају се и друга неопходна документа која омогућавају бољу организацију обезбеђења (карта са приказом елемената процене, план ангажовања снага, упутства за рад екипа, план ТкИ и сл.).

Основу плана чини процена опасности од хемијског удеса, а од квалитета процене зависиће и квалитет обезбеђења од хемијског удеса у миру.

Процена опасности од хемијског удеса

Процена опасности обавља се у континуитету, непрекидно се прате врсте, особине, количине и положај потенцијалних извора хемијске опасности, ажурира се и налази у писаном облику у документима Плана обезбеђења.

Утврђивање врсте потенцијалних загађивача

У оквиру ове процене дефинише се број предузећа и других објеката, њихов положај у односу на војне објекте и врста и количина опасних материја којима располажу. Подаци о предузећима и другим објектима који се баве производњом, прерадом, складиштењем, транспортом и другим активностима, а у вези са опасним материјама изузетно су важни и полазна су основа других процена. Ови подаци добијају се из надлежне службе у општини, а податак о бављењу делатностима у вези са опасним материјама из шифре делатности. Подаци се могу упоредити и са подацима које поседује комунална инспекција, односно инспектор за заштиту животне средине, а које поседује одељење Министарства одбране одређене општине. Истовремено се добијају и подаци о врсти и количини опасних материја.

Количина опасних материја

На основу добијених података сачињава се списак предузећа, као и врсте и количине опасних материја. Користећи члан 4. Правилника, који дефинише да се процена опасности, односно ризика од удеса и опасности од загађивања животне средине, планирање мера за отклањање последица удеса врши када су опасне материје које могу изазвати удес присутне у количинама једнаким или већим од наведених у Листи опасних материја (прилог 1 Правилника), израђује се катастар потенцијалних извора опасности. У табели 2 приказан је део опасних материја које се наводе у прилогу 1 Правилника.

Важно је напоменути да податак о томе да неко поседује опасне материје не значи и да представља потенцијални извор опасности. Према томе, ко ће бити потенцијални извор опасности и „ући" у катастар потенцијалних извора одређује се на основу врсте и количине опасних материја које поседује. У Правилнику је дефинисан и поступак када се на једном месту налази више врста материја, односно када једна материја има, истовремено, својства више врста опасних материја.

Све неименоване материје дефинисане су Правилником. Тако, на пример, поред осталих, токсичне материје су дефинисане преко $ЛД_{50}$ и у ту групу спадају све материје чији је $ЛД_{50}$ мањи од 25 mg/kg телесне масе пацова при узимању преко уста (орално), итд.

Табела 2 – Листа опасних материја које се наводе у прилогу 1 Правилника (Službeni glasnik RS, 60/1994)
Table 2 – Dangerous goods treated in Attachment no. 1 of the Regulations (The Official Gazette of the RS, 60/1994)
Таблица 2 – Список опасных материалов, в соответствии с приложением № 1 Регламента (Службени гласник РС, 60/1994)

Материје или група материја	**Количина (т)**
I ИМЕНОВАНЕ МАТЕРИЈЕ	
1. Акрилонитрил	20
2. Амонијак	50
...	
27. Хлор	10
28. Хлороводоник (укапљени гас)	25
29. Цијано-водоник	5
II НЕИМЕНОВАНЕ МАТЕРИЈЕ	
30. Врло токсичне	5
31. Токсичне	10
32. Оксидирајуће	10
33. Експлозивне	10
...	
37. Запаљиве чврсте материје	50
38. Материје које у додиру са ваздухом развијају запаљиве гасове	50

Врсте и особине опасних материја

За сваку материју из катастара утврђују се њене особине. Ови подаци су значајни за врсту средстава за заштиту, начин деконтаминације, димензије захваћених рејона и др. Најзначајнији подаци који се морају знати су: назив материје (системски и тривијални), произвођач, година производње, квалитет (садржај чисте материје у %) и паковање.

Од физичких особина треба знати: агрегатно стање под нормалним условима (20°C и атмосферски притисак), боју, мирис, температуру топљења у °C, температуру кључања у °C, густину на 20°C и парну густину (лакша или тежа од ваздуха).

Од хемијских особина најзначајније су: молекулска маса, емпиријска и структурна формула, као и реакциона способност (осетљивост на влагу и хидролизу, на ваздушни кисеоник, могућност деконтаминације и особине продуката деконтаминације, понашање према киселинама и базама, запаљивост).

Наводе се и токсичне особине: степен токсичности (одређује се према Хемијско-технолошком приручнику, књига 4, стр. 6 – 20), квантитативне токсичне карактеристике (ЛД и ЛД$_{50}$, ЛЦ и ЛЦ$_{50}$), максимално дозвољене концентрације (у атмосфери насеља), осетљивост по мирису, токсично дејство и прва помоћ.

Од запаљивих и експлозивних карактеристика наводе се температура паљења, температура самопаљења, граница експлозивних смеша у вол. %, и класа опасности.

Осим наведених карактеристика, потребно је познавати начин обележавања опасних материја у транспорту. Према прописима АДР[2], на сваком возилу које превози опасне материје у друмском саобраћају мора постојати ознака – наранџаста рефлексна табла и са предње и са задње стране возила. У горњој половини табеле уписана је бројчана ознака опасности, а у доњој бројчана ознака опасне материје.

Бројчана ознака опасности састоји се од две или три цифре. Прва означава главну опасност према следећој класификацији:

2 Гас
3 Запаљиве течне материје
4 Запаљиве чврсте материје
5 Оксиданси или органски пероксиди
6 Токсичне материје
8 Корозивне материје

Друга и трећа цифра означавају додатну опасност:

0 Без значаја
1 Експлозивно
2 Издвајање гаса
3 Запаљивост
5 Запаљива оксидациона својства
6 Токсичност
8 Корозивност
9 Опасност од енергичне реакције услед разлагања или полимеризације.

Уколико су обе цифре исте главна опасност је веома изражена. Тако, на пример, број 66 означава изражену токсичност. Уколико је испред бројчане ознаке опасности стављен знак „X”, то значи да је изричито забрањено да материја дође у контакт са водом.

Тако, на пример, X623 означава токсични (6) гас (2) који је запаљив (3) и који не сме доћи у додир са водом (X). Бројчана ознака опасне материје увек се састоји од четири цифре, а налази се на УН листи (УН „List of dagerous goods most commonly carried”), што омогућава да се опасна материја идентификује. Листа је подложна променама и сада се на њој налази око 2.070 материја. У табели 3, дат је део листе.

---

[2] Европски споразум о међународном транспорту опасних материја у саобраћају на путевима (Accord europeen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route).

Табела 3 – Део УН „List of dangerous goods most commonly carried“
Table 3 – Part of the UN „List of dangerous goods most commonly carried“
Таблица 3 – Глава ООН „List of dangerous goods most commonly carried“

Ознака опасне материје	Ознака опасности	Назив материје
1005	268	Амонијак безводни
...		
1017	266	Хлор
...		
1040	236	Етеноксид (Етиленоксид)
...		
2073	268	Амонијак (вод. раст. 40%)
...		
3080	639	Изоцијанати група ; тп 20 - 60°C

Употребом ових података и израдом базе података може се врло брзо доћи до потребних података у вези са свим до сада наведеним особинама опасних материја.

Максимално једновремено ослобођене количине при удесу

Максималне једновремено ослобођене количине при удесу (у року од 30 минута) добијају се моделирањем ефеката, и то:

– идеални модели који претпостављају да је површина хоризонталног пресека контејнера (цистерне) константна, да се материја ослобађа из рупе у зиду, да се не ради о двофазном систему и да нема отпора при истицању;

– реални модели који узимају у обзир феномене трења,

– двофазни модели који узимају у обзир квалитет и специфичну запремину смеше паре и течности;

– модели који узимају у обзир нагло ослобађање течности, гасова и пара.

Положај извора опасности

У оквиру овог дела процене одређују се подаци по Упутству, и то:

– радне организације (предузећа, објекти) које се баве производњом, прерадом, складиштењем или транспортом опасних хемијских материја, а које могу угрозити јединице – установе у гарнизону;

– саобраћајнице којима се превозе опасне хемијске материје;

– врсте и особине хемијских материја (физичке, хемијске, токсичне);

– количине опасних хемијских материја које се користе у производњи или се чувају, односно транспортују,

– максимално једновремено ослобођене количине при удесу (у року до 30 минута), а које се могу наћи у окружењу.

Осим наведеног, процењује се положај потенцијалних извора опасности ако до удеса може доћи при транспорту опасних материја. При томе се утврђују подаци о комуникацијама којима се обавља транспорт, удаљеност комуникација од објеката, азимут, сектори на којима је вероватноћа удеса највећа, релативна висинска разлика, природне и вештачке препреке између извора опасности и угрожених објеката.

На основу ових података израђује се катастар потенцијалних извора опасности:

– графички (карта, скица)

На карти (Правилник предвиђа размеру од 1:500 до 1: 10.000) наноси се извор опасности: индустријски објекти, складишта, транспортна средства на комуникацијама. На карту се наносе изо- линије појединих концентрација пара (гасова), аеросола и чврстих честица опасних материја (у $\mu g/m^3$ или mg/m^3) и то за:

– концентрације које изазивају тренутну смрт или смрт у врло кратком времену;

– концентрације које су опасне за људе уколико се не изврши хитна евакуација;

– концентрације које могу бити штетне по здравље људи уколико изложеност траје дуже од 30 минута;

– концентрације које су одређене као максимално дозвољене (МДК) и

– концентрације које су одређене као гранична вредност имисије.

При прорачуну домета концентрација узимају се у обзир најнеповољнији метеоролошки услови, препреке између извора опасности и угроженог објекта, највероватнији правац ветра, објекти који каналишу кретање облака опасних материја (улице, висови, долине и слично).

Поред тога, на карту се уноси граница зоне одговорности гарнизона и објекти који су угрожени, затим јединице цивилне заштите, служба осматрања и обавештавања и други подаци. Такође, на карту се табеларно уносе правци и рејони за евакуацију.

У табелу се уносе подаци о извору опасности: назив радне организације (објекта), врсте и количине опасних материја, вероватни узрок настанка удеса, максимално једновремено ослобођена количина при удесу (30 минута после удеса)[3], начин и материје за неутралисање, удаљеност у километрима јединице ВС од извора опасности и азимут и минимално време које је на располагању (у најнеповољнијим условима за узбуњивање јединица).

---

[3] Ови подаци добијају се од координатора плана на нивоу предузећа (општине).

Процена угрожености јединица и објеката

Проценом угрожености јединица и објеката у ВС од могућих удеса са опасним материјама у зони одговорности сагледава се степен угрожености јединице и објеката, односно вероватноћа утицаја удеса на јединице и објекте у зависности од опремљености, обучености, размештаја јединица и објеката, логистичког обезбеђења, планирања обезбеђења гарнизона од хемијског удеса и командовања јединицама у току овог удеса.

При процени утицаја размештаја јединица на угроженост јединица процењује се: размештај објеката настањених људством, војних фарми и економија, складишта са артиклима исхране и квалитет складиштења, извори и начин снабдевања водом. Процена се обавља уобичајеном методом као и за друге потребе.

Кроз опремљеност јединица процењује се стање и квалитет опреме:

– за детекцију и идентификацију материје из катастра загађивача (да ли је јединица снабдевена специфичним детекторима, индикаторским цевчицама, могућност коришћења постојећих лабораторија за одређивање супстанци из катастра, средства за узимање узорака, да ли су разрађене методе за квалитативну и квантитативну хемијску анализу, да ли постоје потребне хемикалије, каква је организација контроле и оцена ефикасности, да ли су одређене референтне лабораторије, начин организације сарадње са органима са територије и др.);

– за хемијску заштиту (стање средстава за заштиту људи, животиња и материјалних добара, да ли постоје адекватна и специфична средства за заштиту органа за дисање и тела од материја из катастра, као и друге потребне опреме, нарочито изолациони апарати, средства за херметизацију, вентилацију и филтрацију објеката колективне заштите, стање медицинске заштите (постојање и опремљеност санитетских екипа), да ли су прописани поступци и организација заштите и др.);

– за уклањање последица (средства за збрињавање повређених, контаминираних, рашчишћавање препрека, деконтаминацију, врсте и количине материја за деконтаминацију опасних материја из катастра);

– да ли постоје прописане методе за деконтаминацију (да ли су одређене деконтаминационе станице АБХО као и одговарајући прорачуни потребних капацитета за деконтаминацију људи, одеће и опреме, начин деконтаминације људи, животиња, техничких средстава, хране и воде, одеће и опреме, земљишта и објеката на земљишту). Оцењује се и састав, јачина, опрема, обученост снага (екипа) и друго.

Ризик по јединице може да се креће од занемарљивог ризика до веома великог ризика. Ризик од удеса процењује се на основу вероватноће настанка удеса и обима могућих последица. Оценом ризика долази се до закључака да ли је ризик од опасних активности на одређеном простору прихватљив. Прихватљив ризик је онај којим се може управљати под одређеним условима предвиђеним прописима и активностима, а квантификује се на основу вероватноће настанка удеса и могућих последица (табела 4).

Табела 4 – Квалификација ризика (Službeni glasnik RS, 60/1994)
Table 4 – Risk qualifications (The Official Gazette of the RS, 60/1994)
Таблица 4 – Классификация рисков (Службени гласник РС , 60/1994)

Вероватноћа настанка удеса	Могуће последице удеса				
	Занемарљиве	Значајне	Озбиљне	Велике	Веома велике
Мала	I Занемарљив ризик	II Мали ризик	III Средњи ризик	IV Велики ризик	V Веома велики ризик
Средња	II Мали ризик	III Средњи ризик	IV Велики ризик	V Веома велики ризик	V Веома велики ризик
Велика	III Средњи ризик	IV Велики ризик	V Веома велики ризик	V Веома велики ризик	V Веома велики ризик

Уколико се ризиком не може управљати под одређеним условима предвиђеним прописима и предузетим активностима, он се не може прихватити.

Процена територије

Проценом територије сагледавају се сви њени елементи, који утичу на настанак удеса изазваног опасним материјама, ширење и понашање насталих ефеката, као и на ангажовање капацитета територије при решавању проблема контроле, заштите и уклањање последица.

Процењују се микрографске и урбанистичке карактеристике: насеља и шире околине, рељеф, покривеност, комуникативност, а посебно природне и вештачке препреке између извора опасности и објеката, могућност евакуације, као и правци за евакуацију. У оквиру процене разматрају се подаци о могућностима предузећа, Цивилне одбране и заштите, Службе осматрања и обавештавања за ангажовање по насталом хемијском удесу.

Процена метеоролошких и климатских фактора

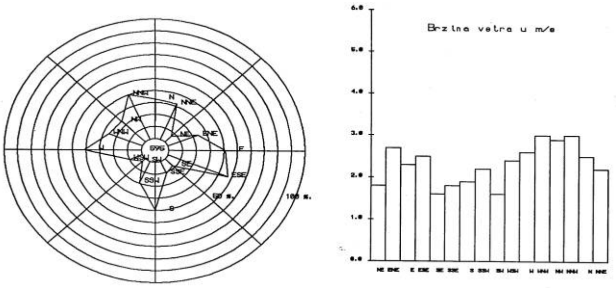
Локални климатски и метеоролошки услови знатно утичу на ширење и понашање контаминације у атмосфери и на земљишту. При процени се сагледавају следећи подаци:

– просечни и преовлађујући правци и брзине дувања приземних ветрова у односу на потенцијалне изворе хемијске опасности (на слици 6 је приказана ружа и брзине ветрова за Крушевац у периоду 1970–1990). На основу њих прогнозира се вероватноћа да се војни објекти нађу у зони накнадно захваћеног рејона (НЗР) контаминације;

– просечна температура ваздуха и тла. Коришћењем ових података и података о физичким особинама (тачка кључања, тачка мржњења, температура самозапаљивости и друго) предвиђа се стање, а на основу тога понашање опасних хемијских материја;

– релативна влажност ваздуха и количина падавина. Ови подаци дефинишу постојаност и понашање опасне материје у одређеном периоду године и дана.

Сви ови подаци добијају се обраћањем писменим захтевом, Хидрометеоролошком заводу Републике Србије (Jakšić, 1992).



Слика 6 – Руже и брзине ветрова у Крушевцу за период 1970–1990. године
Figure 6 – Wind roses and wind speeds in Krusevac for the period 1970 – 1990
Диаграмма 6 – Роза и скорость ветров в г. Крушевац за период 1970-1990г.

Прогноза примарно и накнадно захваћеног рејона

Примарно захваћени рејон (ПЗР) подразумева простор непосредно око објеката, транспортног средства на којем је дошло до удеса изазваног опасним материјама и у којем је опасна материја у течном (евентуално чврстом) стању и са које паре, гасове и аеросоле ветар односи у правцу дувања. Проценом ПЗР сагледавају се:

– димензије рејона и површина који се одређују на основу извештаја извиђачких органа и података предузећа и других органа;

– могуће концентрације опасних хемијских материја. Одређују се изоконцентрације и добијени подаци уносе се у карту.

Накнадно захваћени рејон (НЗР) јесте простор захваћен контаминацијом атмосфере и земљишта као последице дисперзије гасова, пара, аеросола и чврстих честица. Проценом се сагледавају:

– могуће варијанте праваца и димензије зона ширења опасних материја. Димензије зона ширења добијају се на основу дисперзионих модела при чему се узимају у обзир конфигурације терена и препрека између извора опасности и објеката;

– време пристизања опасних материја до објеката и јединица од момента настанка удеса. При прорачуну времена пристизања узимају се у обзир најнеповољнији метеоролошки услови (ветар 1–2 m/s, вертикална стабилност ваздуха – стабилан, умерене температуре) и непостојање препрека од извора до објеката и релативне висинске разлике;

– оријентирне границе опасних концентрација. Ови подаци одређују се помоћу прилога број 7 из Упутства. Добијени подаци наносе се на карту, при чему се узимају у обзир метеоролошки услови, као и карактеристике рељефа и насеља;

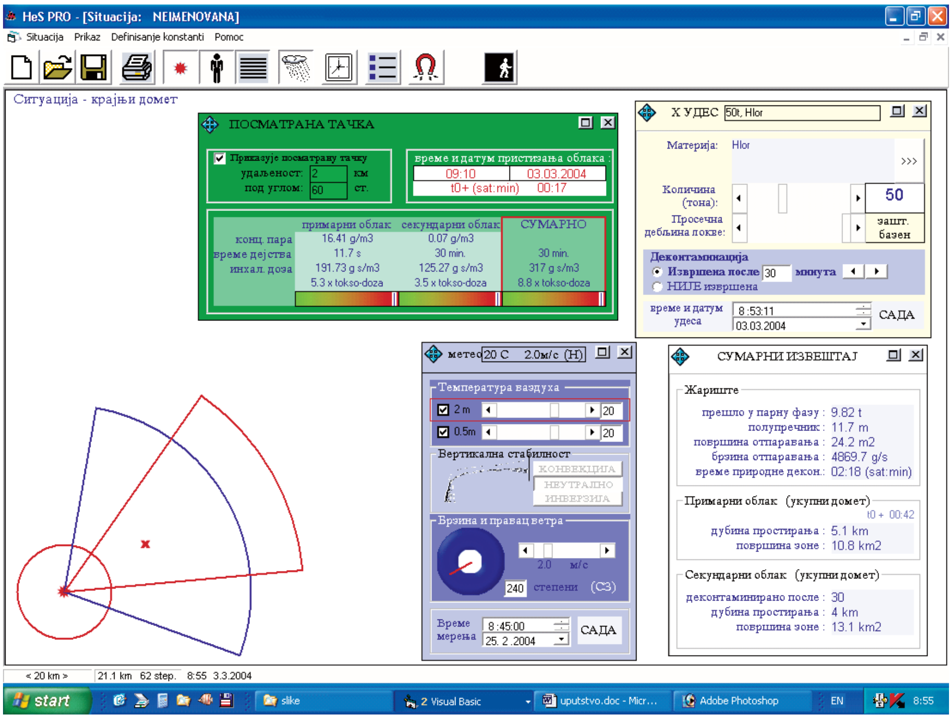
– трајање опасности. Одређује се на основу постојаности задржавања опасних материја у ваздуху, на тлу и у води у зависности од метеоролошких услова и физичко-хемијских карактеристика опасних хемијских материја.

Израда софтвера за моделовање прогнозе ширења контаминације и последица удеса у функцији је брзе детекције и идентификације настале опасности, како би мере заштите и уклањања последица биле адекватне.

Резултати процене хемијске ситуације, засновани на релативно једноставним математичким моделима, посебно су погодни, јер у кратком року дају приближну процену хемијске ситуације, на основу које се могу предузети одређене мере заштите јединица, становништва, материјалних средстава и животне средине.

HeSPRO v 1.0 или програмски пакет „АБХО прогноза”, користи се у јединицама АБХО Војске Србије, а настао је са идејом да се обједине функције процене и прогнозе ефеката дејства опасних материја (мирнодопских хемијских удеса и употребе бојних отрова) и нуклеарних удеса и удара. Настао је са тежњом да се обједине функције процене и прогнозе ефеката дејства опасних материја, како приликом мирнодопских хемијских удеса, тако и употребом високотоксичних материја (Luković i dr, 2004).

Програмски пакет је, за сада, у почетној фази развоја, односно имплементирана је функција процене ефеката хемијских удеса. Изглед корисничког интерфејса приказан је на слици 7.



☑ Приказује посматрану тачку
удаљеност: 2 км
под углом: 60 ст.

време и датум пристизања облака : 09:10 03.03.2004
t0+ (sat:min) 00:17

	примарни облак	секундарни облак	СУМАРНО
конц. пара	16.41 g/m3	0.07 g/m3	
време дејства	11.7 s	30 min.	30 min.
инхал. доза	191.73 g s/m3	125.27 g s/m3	317 g s/m3
	5.3 x tokso-doza	3.5 x tokso-doza	8.8 x tokso-doza

Х УДЕС 50t, Hlor
Материја: Hlor
Количина (тона): 50
Просечна дебљина локве: зашт. базен
Деконтаминација
● Извршена после 30 минута
○ НИЈЕ извршена
време и датум удеса 8 :53:11 03.03.2004

метео 20 C 2.0м/с (Н)
Температура ваздуха
☑ 2 m 20
☑ 0.5m 20
Вертикална стабилност
Брзина и правац ветра
2.0 м/с
240 степени (СЗ)
Време мерења 8 :45:00 25. 2 .2004

СУМАРНИ ИЗВЕШТАЈ

Жариште
прешло у парну фазу : 9.82 t
полупречник : 11.7 m
површина отпаравања : 24.2 m2
брзина отпаравања : 4869.7 g/s
време природне декон.: 02:18 (sat:min)

Примарни облак (укупни домет)
t0 + 00:42
дубина простирања : 5.1 km
површина зоне : 10.8 km2

Секундарни облак (укупни домет)
деконтаминирано после : 30
дубина простирања : 4 km
површина зоне : 13.1 km2

< 20 km > 21.1 km 62 step. 8:55 3.3.2004

Слика 7 – Програмски пакет HeSPRO – АБХО прогноза
Figure 7 – Software package HeSPRO - NBC Forecast
Рис. 7 – Набор программного обеспечения для прогнозирования HeSPRO – РХБЗ

Процена поседица удеса изазваног опасним материјама

Могуће последице хемијског удеса сагледавају се одвојено на примарно захваћеном рејону и накнадно захваћеном рејону, односно за рејон (објекат) удеса и за зону ширења опасних хемијских материја, на основу података о извору опасности, стању и распореду јединица и установа и метеоролошких података. На основу сагледаних могућих последица изводе се закључци о потреби предузимања мера и поступака у контроли, заштити и уклањању последица.

У примарно захваћеном рејону сагледавају се последице настале услед тренутног ослобађања опасних материја на 30 минута од насталог удеса, као и последице настале дуготрајним ослобађањем (цурењем) опасних материја. Могуће последице се процењују као: занемарљиве, значајне, озбиљне, велике и веома велике. Могуће последице процењују се на основу показатеља у табели 5 (Službeni glasnik RS, 60/1994).

Табела 5 – Показатељи за процену могућих последица хемијских удеса
Table 5 – Indicators for assessing the potential consequences of chemical accidents
Таблица 5 – Исходные данные для прогнозирования последствий химической аварии

ПОКАЗАТЕЉИ	ПОСЛЕДИЦЕ				
	Занемарљиве	Значајне	Озбиљне	Велике	Веома велике
Број погинулих	-	-	1-5	6-20	>20
Број повређених - интоксикованих	-	1-10	11-50	51-200	<200
Мртве дивље животиње	0.1 т	0.1-1 т	1-2 т	2-10 т	>10 т
Мртве домаће животиње	0.5 т	0.5-10 т	10-50 т	50-500 т	>500 т
Контаминирана површина	-	1-10 ха	10-100 ха	1-5 км^2	>5 км^2
Штете од удеса (мил.динара)	<0.02	0.02-0.2	0.2-2	2-10	>10

У накнадно захваћеном рејону сагледавају се:

– показатељи који одређују последице и процену могућих последица као у примарно захваћеном рејону;

– могући губици услед тровања и контаминације људи, животиња и др.;

– могуће последице настале услед неприлагођеног понашања припадника Војске и становништва (страх и паника);

– утицај на саобраћај (могућност за нормално одвијање саобраћаја, могуће забране и ограничења, начин регулисања и контрола саобраћаја, отклањање застоја и загушења услед неприлагођеног понашања људи, одређивање приоритета и др.);

– контаминације водених токова, извора и водовода и утицај на понашање јединица (установа) Војске и становништва;

– утицај контаминације на редовне активности Војске;

– могућности употребе одговарајућих материја за деконтаминацију, односно неутрализацију.

Закључак из процене

Сагледавањем свих елемената процене потенцијалног удеса изазваног опасним материјама и њиховог међусобног утицаја изводи се закључак на основу којег се планира и изводи обезбеђење јединица и установа Војске (Jakšić, Biočanin, 1996).

Закључак обухвата:

– степен угрожености јединица – установа Војске и објеката у зони размештаја од потенцијалних удеса са опасним материјама,

– расположиво време за предузимање потребних активности у обавештавању – узбуњивању јединица о опасности и предузимању мера заштите,

– мере које је неопходно предузети за заштиту и на који начин,

– мере које треба предузети ради смањења могућих и уклањања насталих последица,

– проблеме из обезбеђења које треба решавати и са којим органима државне управе, радних и других организација на терену и

– снаге (јединице) и средства које треба имати у готовости (опремљене и обучене) за потребе интервенције у угроженим рејонима и за уклањање насталих последица у јединицама и на објектима Војске, код угрожених објеката и становништва (утврђивање врсте и степена опасности, праћење понашања, спасавање, евакуација, збрињавање, деконтаминација и др.).

Садржај Плана обезбеђења од удеса у миру на нивоу гарнизона

План обезбеђења од удеса изазваног опасним материјама у миру ради се на нивоу гарнизона и њиме се обухватају сви битни садржаји од интереса за ораганизацију обезбеђења и извршавање задатака, мера и активности којима се стварају услови за живот и рад јединица (установа) у удесима.

План обезбеђења од удеса изазваног опасним материјама у миру начелно садржи:

– извод из Оперативног плана обезбеђења од хемијских удеса у миру;

– процену опасности од хемијских удеса;

– закључак из процена;

– наређење за организацију обезбеђења, којим се обухватају: циљ, задаци, носиоци, снаге, средства, мере и поступци, организација командовања и везе, начин обезбеђења снага које се ангажују на посебним задацима у контроли и уклањању последица, извештавање и обавештавање;

– остала потребна документа:

• наређење команданта за формирање координационог тима,

• упутство за рад координационог тима,

• методологија рада координационог тела – тима,

• упутство за поступак дежурних органа у случају хемијских удеса,

• шема узбуњивања јединица и привремених састава у случају хемијских удеса,

- план садејства и сарадње,
- преглед ангажовања посебних снага и средстава – привремених састава (састав, распоред, могућности и капацитети и др.) и
- графикони, шеме, прегледи којима се омогућује успешнија организација и командовање обезбеђењем.

Закључак

Сагледавањем свих елемената процене потенцијалног удеса изазваног опасним материјама и њиховог међусобног утицаја изводи се закључак на основу којег се планира и изводи обезбеђење јединица и установа Војске од таквог удеса. При томе, треба нагласити да Војска Србије има значајно место и улогу у обезбеђењу од удеса изазваних опасним материјама.

Организација одговора на удес изазван опасним материјама, као један од приоритетних задатака, изузетно је сложена и комплексна активност, која захтева потпуну стручну оспособљеност свих субјеката, а у складу са израђеним Планом обезбеђења гарнизона од удеса изазваних опасним материјама.

Организовање управљања ризиком код оваквих врста ванредних ситуација изузетно је сложена и комплексна активност, која захтева систематизован и мултидисциплинарни приступ. Крајњи циљ свих напора при разматрању овог проблема своди се на тзв. минимизацију ризика у свим фазама процеса управљања акцидентним ситуацијама.

Литература / References

Jakšić, S., 1992, Plan obezbeđenja garnizona (aerodroma) od hemijskih udesa u miru, Kruševac.

Jakšić S., Biočanin R., 1996, Obezbeđenje od hemijskih udesa u miru, 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.

Privremeno uputstvo za obezbeđenje Vojske Srbije od nuklearnih i hemijskih udesa u miru, 2008, Beograd, GŠ VS, Uprava za operativne poslove.

Rutić, S., 2009, Obrazovne potrebe starešinskog kadra Vojske Srbije za upravljanje u udesima sa opasnim materijama, magistarska teza, Niš.

Službeni glasnik RS, 60/1994, Pravilnik o metodologiji za procenu opasnosti od hemijskog udesa i od zagađivanja životne sredine, merama pripreme i merama za otklanjanje posledica, Beograd, JP „Službeni glasnik“.

ВООРУЖЕННЫЕ СИЛЫ РЕСПУБЛИКИ СЕРБИЯ И МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

Срджан З. Рутич [а], *Деян* Р. Инджич [б]
[а] Вооруженные силы Республики Сербия, Штаб по обучению,
Центр РХБЗ, г. Крушевац,
[б] Университет обороны в г. Белград, Военная академия

ОБЛАСТЬ: охрана окружающей среды, химические технологии
ВИД СТАТЬИ: профессиональная статья
ЯЗЫК СТАТЬИ: сербский

Резюме:

В данной статье представлено положение и роль Вооруженных сил РС в обеспечении мер защиты от аварийно химически опасных веществ. Описаны мероприятия по предупреждению последствий аварий на химически опасных объектах, защите от химического поражения и ликвидации последствий аварии.

В статье также описаны методы реализации плана безопасности гарнизона от последствий аварий на химически опасных объектах. В результате изучения всех данных прогнозирования потенциальной аварии на химически опасных объектах принято решение, на основании которого планируется ввести программу по защите частей и учреждений Вооруженных сил РС от аварий химически опасных веществ.

В заключении объясняется насколько важна роль Вооруженных сил РС в мероприятиях по предупреждению, смягчению и ликвидации последствий ядерных и химических аварий.

Ключевые слова: *токсичные химикаты, оценка ситуации, опасные вещества, РХБ, авария с выбросом опасных веществ.*

SERBIAN ARMY AND THE RISK MANAGEMENT OF ACCIDENTS INVOLVING DANGEROUS SUBSTANCES

Srđan Z. Rutić [a], Dejan R. Inđić [b]
[a] Serbian armed forces, Training Command, CBRN Centre, Kruševac
[b] University of Defence in Belgrade, Military Academy

FIELD: Environmental protection, Chemical technology
ARTICLE TYPE: Professional Paper
ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

The article describes the role and the place of the Serbian Army in the risk management of accidents involving dangerous substances as well as the activities such as taking measures for controling chemical *hazards, protection from chemical contamination and elimination of consequences. A method of plan drafting for the risk management in garrisons in case of accidents involving dangerous substances has been presented. Taking into account all the elements of the assessment of potential accidents involving dangerous substances and their mutual influence serves as a basis for planing and organising preparedness of units and institutions of the Army for accidents involving dangerous substances. The Serbian Army has a significant place and role in dealing with accidents with hazardous materials.*

Introduction

Accidents involving dangerous substances are possible at all times and everywhere, especially in urban areas with chemical plants, warehouses for hazardous chemical materials and heavy traffic and transport of hazardous and toxic substances.

The consequences of accidents involving dangerous substances can pose a threat to the Serbian Army as well as to other structures of the society, which requires organizing protective safety mesures. In certain cases, the Serbian Army can be a major carrier of measures addressing accidents, regardless of whether it is directly affected or not.

The chemical accident risk managemnet in the Army is a part of the overall risk management in the Army. Preventive actions, early warning,alert of units and emergency measures of chemical protection are taken, as well as first aid, mitigation and elimination of consequences, thus creating favorable and safe conditions for life and work of the units and institutions of the Army in case of chemical accidents.

The chemical accident risk management includes (Rutić, 2009):

- *chemical accident control;*
- *protection against chemical contamination;*
- *elimination of the resulting consequences.*

The chemical accident control plan for peacetime conditions is made at the level of garrisons (airports, ports). Garrison (airport, port) commands are responsible for such a plan, notably the following personnel:

- *coordination team for the risk management of peacetime nuclear and chemical accidents*
- *other professional bodies in garrison commands and units, and*
- *relevant competent and professional bodies of public authorities and enterprises engaged in the production, storage or transportation of dangerous goods.*

The plan includes all the essential elements important for the organization of activities that create conditions for life and work of units (institutions) in case of an accident.

The Plan is based on "Guidelines for the risk management in the Army of Serbia in case of nuclear and chemical accidents in peace", published by SAF, 2008 and "The regulations on the methodology for hazard assessment from chemical accidents and environmental pollution , *measures of preparedness and remediation of consequences“ The Official Gazette of the Republic of Serbia No. 60/1994).*

The chemical accident management plan generally includes:

- chemical accident hazard assessment,

- assessment conclusion, and

- order for the organization of risk management activities.Besides these basic documents, other relevant documents are collected to ensure a better organization of chemical accident risk management (a map with assessment elements, a task force engagement plan, guidelines for team activities, etc.).

The Plan is based on a chemical accident risk assessment, the quality of which affects the quality of the overall risk management of chemical accidents in peacetime.

Risk assessment is carried out continuously - types, characteristics, quantities and locations of potential sources of chemical hazards are continously monitored, updated and incorporated in the written form into the Risk Management Plan.

A software package, ”HeSPRO”, was created with the intention of combining the assessment and forecasting of the effects of dangerous substances both in peacetime and during the use of highly toxic substances (Lukovic, et al., 2004).

Conclusion

Taking into account all the elements of the assessment of potential accidents involving dangerous substances and their mutual influence serves as a basis for planing and organising the risk management of accidents involving dangerous substances at the level of units and institutions of the Army. The Serbian Army has a significant place and role in the risk management of accidents with hazardous materials.

The organization of emergency responses to accidents involving hazardous materials, as one of priority tasks, is an extremely complex activity that requires fully qualified profesionalsable to effectively respond to an accident with hazardous materials in accordance with the prepared Plan of the garrison level risk management of accidents with hazardous materials.

The organization of risk management in these types of emergencies is an extremely complex activity requiring a systematic and multidisciplinary approach. The ultimate goal of allefforts in addressing this problem is to minimize the risk in all phases of managing accident situations.

Key words: *toxic chemicals, assessment, hazardous materials, NBC, accidents involving dangerous substances.*

Датум пријема чланка / Paper received on / Дата получения работы: 21. 09. 2014.
Датум достављања исправки рукописа / Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 15. 10. 2014.
Датум коначног прихватања чланка за објављивање / Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 17. 10. 2014.

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK / MILITARY TECHNICAL COURIER, 2015., Vol. LXIII, No 4

ПРЕВЕНТИВНЕ МЕРЕ ЗА БЕЗБЕДАН РАД СА МИНАМА У МУЛТИНАЦИОНАЛНИМ ОПЕРАЦИЈАМА

Ненад В. Ковачевић[a],
[a] Универзитет одбране у Београду,
Војна академија, Кадетска бригада,
e-mail: www.inz.84kula@gmail.com

DOI: 10.5937/vojtehg63-7330

ОБЛАСТ: безбедност и здравље на раду, инжињерија
ВРСТА ЧЛАНКА: искуства из праксе
ЈЕЗИК ЧЛАНКА: српски

Сажетак:

Након поновног пријема Републике Србије у Уједињене нације (УН) припадници Министарства одбране (МО) и Војске Србије (ВС) ангажују се у мултинационалним операцијама (МнОп). Прво ангажовање, са три војна посматрача, било је у МнОп-у УН у Источном Тимору (УНМИСЕТ) од 26. јуна 2002. године. До затварања ове мисије тамо се налазило пет припадника МО и ВС. Тренутно је ангажовано 247 припадника МО и ВС у укупно 10 мултинационалних операција УН широм света, у различитим улогама. У току тог ангажовања један од кључних проблема су поступци приликом наиласка на неку врсту минско-експлозивних средстава (МЕС). С тим у вези, пуна пажња треба да се посвети превентиви, односно квалитетној припреми лица која се упућују у МнОп.Чланак представља преглед тренутно расположиве литературе и искустава припадника МО и ВС који су били ангажовани у МнОп-у УН, а у вези са безбедним радом са МЕС, односно минама

Кључне речи: *превенција, мултинационалне операције, безбедност, експлозиви, мине.*

Увод

Због употребе МЕС у току оружаних сукоба, као и њихове неумерене и неконтролисане употребе, велики је број територија на којима се оне налазе. То отежава функционисање система и институција друштва, али представља и сталну опасност по живот, како локалног становништва, тако и припадника МнОп-а. Опасност је посебно изражена у државама где се одвијају оружани сукоби или су се недавно завршили, а није занемарљива ни у оним државама где су се сукоби одавно окончали. У таквим друштвеним околностима одређени део територија, на којима се налазе мине и остала МЕС заостала из оружаних сукоба, није прописно обележен. Локално становништво, као и припадници МнОп-а, нису упознати са локацијама наведених територија, што узрокује могућност настанка минског инцидента приликом кретања, односно проласка кроз њих. Такође, поред неинформисаности о територијама на којима се налазе мине и остала МЕС заостала из оружаних сукоба, други узроци минских инцидената су необученост људства, како локалног становништва, тако и припадника МнОп-а, на препознавању таквих територија. Необученост људства подразумева и непознавање и примену безбедносних мера и поступака при раду са МЕС. Чести узроци минских инцидената су и непажња и радозналост.

Ради превенције настанка минских инцидената оружане снаге које упућују своје припаднике у МнОп посебну пажњу посвећују квалитетној и правовременој припреми својих припадника. Припрема се у великој мери односи на познавање опасности које могу проузроковати МЕС, али и на познавање и примену поступака и мера за безбедан живот и рад у МнОп-у, како општих, тако и посебних. Једна од мера које се предузимају јесте и израда брошура или приручника којима се припадници МнОп-а упознају са опасностима од експлозивних средстава на територији и општим поступцима припадника МнОп-а у случају наиласка на њих.

Припремање и обуку лица и јединица из састава МО и ВС, као и праћење и координацију њиховог ангажовања у МнОп-у и другим операцијама очувања мира и безбедности у региону и свету спроводи Центар за мировне операције Генералштаба ВС. Задаци овог центра су:

- избор, селекција, обука, припремање и опремање појединаца и јединица за МнОп,
- планирање, организација и реализација транспорта појединаца, јединица, наоружања и војне опреме у зоне МнОп-а,
- командовање, координација и контрола ангажованих снага у МнОп-у,
- планирање, организација и реализација националних и међународних курсева, семинара и предавања по садржајима значајним за учешће у МнОп-у.

У табели 1 приказан је преглед тренутног ангажовања припадника МО и ВС у МнОп-у УН, са називима МнОп, бројем лица и дужностима на које су она упућена. (http://www.mod.gov.rs.com)

Табела 1 – Преглед ангажовања припадника МО и ВС у МнОп-у УН
Table 1 – Review of the engagement of the MoD and the SAFpersonnel in UN MNOPs
Таблица 1 – Обзор участия МО и ВСРС в МнОп ООН

МнОп у којима учествују припадници МО и ВС			
Р.бр.	МнОп	Број лица	Категорија
1.	КОНГО – MONUSCO	8	Штабна група и санитетски тим за евакуацију ваздушним путем
2.	ЛИБЕРИЈА – UNMIL	5	Војни посматрачи
3.	ОБАЛА СЛОНОВАЧЕ – UNOCI	3	Војни посматрачи
4.	КИПАР – UNFICYP	46	Штабни официр, војни посматрачи, чланови патроле и припадници пешадијског вода
5.	ЛИБАН – UNIFIL	144	Штабни официри и припадници пешадијске чете
6.	БЛИСКИ ИСТОК – UNTSO	1	Војни посматрач
7.	EUTM Somalia	5	Штабни официр и санитетски тим
8.	EUNAVFOR Somalia ج Operation ATALANTA	16	Штабна група и аутономни тим за заштиту бродова
9.	ЦЕНТРАЛНОАФРИЧКА РЕПУБЛИКА – MINUSCA	14	Војни посматрачи, штабни официри, особље војне болнице нивоа 2
10.	EUFOR RCA	5	Санитетски тим
	УКУПНО	247	

Употреба МЕС кроз историју

Минско-експлозивна средства подразумевају целокупну војну опрему која садржи експлозиве, материјале за нуклеарну фузију и фисију, као и биолошке и хемијске агенсе. То су:

- бомбе и бојеве главе,
- навођени и балистички пројектили,
- артиљеријски и минобацачки пројектили, ракете и мало наоружање,
- све врсте мина,
- торпеда и подводни пројектили,
- пиротехника,
- касетне бомбе,
- лансирни механизми,
- пуњења и средства која иницирају ракетно гориво,
- електроиницирајућа експлозивна средства,
- недопуштена и импровизована експлозивна средства и
- сви остали предмети или компоненте које су по природи експлозивни (Radić, 2001).

Минско-експлозивна средства имају веома дугу примену у оружаним сукобима. Захваљујући својим основним карактеристикама, експлозивном дејству и ефекту који оставља на непријатеља, употреба МЕС током историје ратовања стално се повећавала. Са сваким новим оружаним сукобом експлозивна средства су усавршавана, што је резултирало да данас у свету постоји велики број различитих експлозивних средстава.

Историја развоја и усавршавања наоружања и војне опреме, али и напретка науке (однос наоружање и војна опрема-наука је двосмеран и каузалан), забележила је следеће карактеристичне датуме за развој МЕС:

- 1190. године п.н.е. – тројанске трупе користиле су запаљива средства против грчке морнарице;
- 500–470. године п.н.е. – у тактици Кинеза Фау Ли Јена описана је употреба камених кугли и запаљивих лопти приликом опсаде градова;
- 160–122. године п.н.е. – Кинези су пронашли црни барут, смесу 76,2% калијум-нитрата, 15,4% дрвеног угља и 8,4% сумпора;
- 222. године – Римљани су у поморским биткама почели да користе запаљиву смесу израђену од негашеног креча и асфалта која се палила у додиру са водом;

- срединoм 7. века Грк Калиникос је усавршио римску запаљиву смесу и пронашао „грчку ватру” која се састојала од: нафте, сумпора, смоле и негашеног креча;
- 1073. године – Мађари су при опсади Београда први користили црни барут у Европи;
- 1250. године – калуђер R. Bacon направио је црни барут, састава: 41,2% калијум-нитрат, 29,4% сумпора и 19,4% дрвеног угља;
- 1326. године – у Венецији су израђени метални топови који су избацивали ђулад под притиском гасова, насталих сагоревањем барута.
- 1627. године – K. Wiendl први је користио црни барут за откопавање руда;
- 1654. године – J. R. Clauber пронашао је амонијум-нитрат (који се користи као оксиданс у привредним експлозивима);
- крајем 17. века – J. Lowestern пронашао је живин-фулминат;
- 1780. године – C. L. Berthollet пронашао је калијум-хлорат;
- 1845. године – откривена нитроцелулоза, а A. Soborero пронашао је нитроглицерин;
- 1853. године – Аустријанци замењују црни барут нитроцелулозним барутом који стављају у батерије топова;
- 1867. године – A. Нобел је пронашао динамит;
- 1873. године – пронађен пластични експлозив (нитроцелулоза + нитроглицерин);
- 1884. године – пронађен двобазни барут;
- 1870. године – добијен је тринитротролуен (ТНТ);
- 1891. године – T. Curtis пронашао олово-азид;
- 1894. године – произведен је пентрит;
- 1944. године – почела је производња ливених двобазних барута за погон ракетних пројектила.

До најмасовније израде нових МЕС свих врста дошло је током Другог светског рата, што је резултирало великим бројем погинулих и повређених, како припадника оружаних снага, тако и цивилног становништва. Међутим, и у локалним оружаним сукобима након Другог светског рата израда нових врста МЕС у свету није заустављена већ, напротив, рапидно је настављена.

Данас се у свету производе МЕС која су много опаснија од оних која су се користила кроз историју. С тим у вези, УН, ОЕБС и бројне међународне организације предузимају мере да се количине експлозивних средстава у свету смање, а да се неконвенционална (нехумана) МЕС више не производе и не користе.

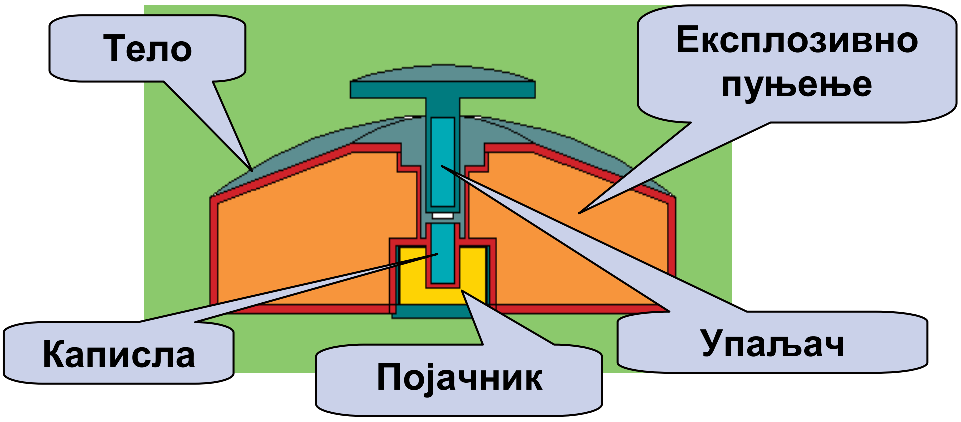
Врсте мина

Врста експлозивних средстава која је узрок многих несрећа, како за време оружаних сукоба тако и након истих, су мине. Исте се сматрају најопаснијим експлозивним средствима, а разлог су следеће карактеристике мина:

- Могућност различитих начина активирања.
- Постојаност и поузданост.
- Велика осетљивост.
- Велико убојно дејство.
- Лакоћа постављања.
- Добра могућност маскирања.

Мине представљају врсту МЕС која се поставља на или у земљу или на неку другу површину како би се активирала због присутности или контакта са особом или возилом. Због свих својих карактеристика за мину се каже и: ,,Мина је перфектан војник. Она никад не спава, никад не пита за плату или за храну, никад не промашује, не пита о задатку и не брине о жртвама. На дужности јој не треба замена педесет или више година. Веома ју је тешко пронаћи и није скупа за куповину.” (NATO, 2010)

Начелно, свака мина се састоји од: тела мине, експлозивног пуњења, упаљача, каписле и појачника. Мина са основним деловима приказана је на слици 1.



Слика 1 – Мина са основним деловима
Figure 1 – Mine with the essential parts
Рис.1 − Мина с основными частями

На основу података Уједињених нација, тренутно у свету има преко 600 врста мина које се класификују према различитим критеријумима. Међутим, најчешћа је подела према намени, и то на (подела која се користи у МнОп-у):

- Anti personnel mines – мине за уништавање живе силе (противпешадијске мине) и
- Anti vehicle mines или Anti tank mines – мине за онеспособљавање и уништавање возила или противтенковске мине. (http://www.mineaction.org)

Anti personnel mines (противпешадијске мине) намењене су за уништавање и онеспосбљавање живе силе непријатеља. Генерално су малих димензија, различитих облика и могу бити израђени од различитих материјала (дрвета, пластике или метала). Активирају се најчешће услед физичког контакта и потезањем потезне жице, а могу и диригованo или помоћу временског упаљача. Углавном се постављају у земљу, али се могу поставити и на земљу или неке друге површине. Скоро увек се постављају да буду сакривене и замаскиране. Ова врста мина класификује се према критријуму начина дејства, и то на:

- Blast mines – мине, које дејствују силом експлозије (нагазне мине) и
- Fragmentation mines – распрскавајуће мине (мине које дејствују силом експлозије и фрагментима). (http://www.mineaction.org)

Blast mines – мине које дејствују силом експлозије (нагазне мине) због мале количине експлозива (око 0,1 кг) не наносе смртне повреде, већ обично повреде доњих екстремитета, које због своје озбиљности најчешће доводе до ампутације, што има велики психолошки утицај на људство. Нагазне мине најчешће су цилиндричног облика, пречника од 70 до 160 мм и висине од 50 до 100 мм. Међутим, један број нагазних мина су правоугаоног облика, димензија од 100x180 мм до 150x300 мм. Нагазне мине могу бити различитих боја, али најчешће су маслинасте, зелене, црне, браон или сиве боје. Најозбиљније повреде наносе нагазне мине са кумулативним пуњењем. (http://www.defence.gov.au/uxo/index.asp)

Fragmentation mines – распрскавајуће мине (мине које дејствују силом експлозије и фрагментима) имају веће количине експлозива (од 0,3 до 0,5 кг) и намењене су да истовремено изазову повреде већем броју људи. Већина ових мина има тело мине од метала или у својој конструкцији има металне куглице које доприносе убојнијем дејству на циљ. Распрскавајуће мине дејствују у пречнику од 360° и смртно дејство начелно остварују у полупречнику од 10 до 50 м. Распрскавајуће мине, чији резултат активирања су фрагменти неједнаке величине, могу да остваре смртоносно дејство и на 100 м раздаљине. Приликом дејства ове мине могу нанети и смртне повреде. Постоје три основна типа распрскавајућих мина:

- Stake Anti-Personnel Mines – противпешадијске мине постављене на кочић,
- Directional Fragmentation Anti-Personnel Mines – усмерене распрскавајуће противпешадијске мине и
- Bounding Fragmentation Anti-Personnel Mines – одскочне распрскавајуће противпешадијске мине (http://www.defence.gov.au/uxo/index.asp)

Stake Anti-Personnel Mines – противпешадијске мине постављене на кочић намењене су да изазову исовремено повреде већем броју људи. Углавном се активирају потезањем потезне жице. Постављају се на дрвени или метални кочић око 200 мм изнад п-одлоге, а могу се постављати и на дрвећа и објекте. Обично су зелене боје, а могу бити у боји дрвета и метала. На мину се могу поставити две или више потезних жица које се учвршћују за други објекат (углавном други кочић или дрво). Није редак случај да се у земљу дуж протезања потезне жице постављају нагазне мине. (http://www.mineaction.org)

Directional Fragmentation Anti-Personnel Mines – усмерене распрскавајуће противпешадијске мине намењене су да истовремено изазову повреде већем броју људи усмереним дејством детонације. Већина мина ове врсте изгледа као закривљени правоугаоник, поседује ножице и углавном су маслинасте, црне, браон и зелене боје. Мине постављене и припремљене за дејство најчешће се активирају из даљине, а могу и потезањем потезне жице. Фрагментни материјали (углавном тело мине и куглице) дејствују према циљу у захвату углова од 60° по хоризонтали и 3° по вертикали. Начелно, куглице имају убитачно дејство на 50 м од места експлозије. (http://www.defence.gov.au/uxo/index.asp)

Bounding Fragmentation Anti-Personnel Mines – одскочне распрскавајуће противпешадијске мине намењене су да истовремено изазову повреде већем броју људи. Најчешће се укопавају тако да је само упаљач изнад површине, а активирају се на притисак (нагаз) или на потезање потезне жице. Начелно су димензија до 150 мм у пречнику и до 300 мм у висину. Одскочне распрскавајуће противпешадијске мине, након покретања ланца детонације, одскачу до 1 м висине, и дејствују у пречнику од 360° и остварују смртно дејство у полупречнику од 10 до 50 м. Начелно, фрагменти имају убитачно дејство на 25 м, а рањавајуће на 100 м од места експлозије. (http://www.defence.gov.au/uxo/index.asp)

Anti vehicle mines или Anti tank mines – противтенковске мине, намењене су за онеспособљавање и уништавање возила. Као и противпешадијске мине углавном се активирају на притисак (потребна је већа сила притиска), али могу и другим начинима, а нарочито када су опремљене специјалним упаљачима. Постављају се, углавном, на путним комуникацијама за моторна возила. Није редак случај да се уз противтенковске мине постављају и противпешадијске мине. Противтенковске мине најчешће су округлог и квадратног облика, димензија од 230 мм у пречнику и 100 мм у висину до 400 мм у пречнику и 160 мм у висину. Тело мине може бити од дрвета, пластике или метала и различитих боја. Против- тенковске мине обично се активирају на притисак од 120 кг до 150 кг. С обзиром на то да је једна од намена противтенковских мина и онеспособљавање и уништавање тенкова, оне садрже веће количине експлозива, па су, у случају да их активирају цивилна возила, последице по њих и људство у њима катастрофалне.

Мински знакови

Територије на којима се налазе мине често нису обележене знаковима који указују на њихово присуство, а често се не могу ни приметити, јер су укопане или маскиране за разлику од осталих експлозивних остатака из оружаних сукоба, који се углавном налазе на површини. Међутим, одређени знаци могу указивати на постојање мина на одређеној територији. То могу бити:

- места вођења оружаних борби: бивши положаји јединица, простор између положаја једне од сукобљених страна, као и простор између положаја две сукобљене стране;
- напуштени објекти и области које локално становништво не користи за кретање – неодржавање објеката и области око њих након оружаних сукоба, непостојање стаза до објеката, висока вегетација;
- трагови војне опреме: амбалажа (сандуци, кутије, бурад и слично) за паковање војне опреме, амбалажа за минско-експлозивна средства и слично;
- возила оштећена експлозијама, мртве или повређене животиње;
- локације на којима се налазе кратери у тлу настали од експлозије и сумњиви трагови на тлу (избочине у земљи, земљане хумке поред травнатих површина, симетричне рупе на путевима);
- области и објекти инфраструктуре значајни за оружане снаге: аеродроми, хелидроми, важне саобраћајнице, пунктови, области око војних база и слично.

Знакови који се користе, а који указују на постојање мина на одређеној територији могу бити :

- формацијски знакови – најчешће квадратног или троугластог облика, црвене или жуте позадине са исписаним упозорењем. Слова и симболи најчешће су беле или црне боје;
- приручни знакови – најчешће се израђују од камених и дрвених материјала.

Примери обележавања граница са опасном територијом помоћу камења су следећи:

- камење се поређа дуж границе са опасном територијом, а она половина камена која је ближа опасној територији обоји се у црвено или
- на одређеном растојању дуж границе са опасном територијом камење се сложи у виду хумки.

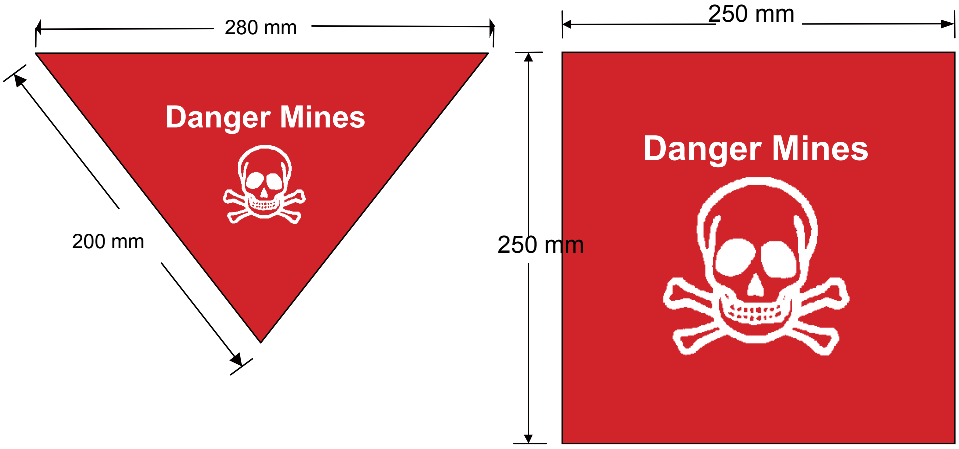
Такође, уз помоћ осталих приручних материјала, као што су лименке, гране дрвећа, фарба, платна и слично, могу се обележити границе са опасном територијом. Начини обележавања су:

- исцртавање минских знакова на тлу на граници са опасном територијом,
- побадање грана дрвећа у земљу и њихово обележавање неким црвеним предметом,
- израда знака од грана дрвета у виду стрелице или
- постављање тканина на дрвећу на граници са опасном територијом.

Знак за обележавање опасне територије, а који је у складу са УН стандардима, има следеће карактеристике:

- квадратни или троугласти облик, црвене позадине;
- на знаку је уцртан препознатљив симбол лобање и укрштених костију или неки други симбол;
- слова, лобања и укрштене кости су беле боје;
- упозорење је написано на једном од 6 језика препознатљивом припадницима УН и на локалном језику и
- водоотпоран је и траје минимум 6 месеци у свим климатским условима.

Знак би требало да буде постављен тако да је уочљив за лица која наилазе на опасне територије. На слици 2 дати су примери знакова за обележавање опасне територије квадратног и троугластог облика



Слика 2 – Мински знакови
Figure 2 – Mine simbols
Рис. 2 – Предупреждающие минные знаки

Трајно обележавање опасне територије, на основу међународних стандарда, врши се постављањем ограда од стубова обојених у црвено, са провученом жицом и минским знаковима на одређеном растојању. У случају да нисмо опремљени стандардним знаковима и средствима можемо се послужити и приручним средствима (камењем), али притом се морају поштовати стандарди за обележавање опасних територија.

Мере и поступци за безбедан рад са минама

Сваки мински инцидент оставља тешке и нежељене последице, како за учеснике инцидента, тако и за све присутне на територији где је настао. Стога је, ради смањења настанка минских инцидената извршена анализа њиховог настанка. Установљено је да су најчешћи узроци инцидената у којима су учествовали припадници МнОп-а следећи:

- неприпремљеност за задатак (неупознавање са опасним територијама у области реализације задатка),
- кретање ван дозвољених праваца,
- скретање са дозвољених праваца (најчешћи разлози: трагање за краћим путем, извиђање и фотографисање области, узимање сувенира, радозналост, упражњавање физиолошких потреба и слично),
- неправилно приближавање жртви минског инцидента (прилажење повређеном без провере територије),
- необученост и
- недисциплина.

Такође, установљено је да су узрочници минских инцидената најчешће лица следећих категорија:

- лица која су изгубила страх од минског инцидента, јер су већ дужи период изложена минској опасности,
- лица која немају јасну слику минске опасности и
- лица која су самоуверена у владању ситуацијом.

На основу изведених закључака установљене су и опште мере које треба предузети како се не би затекли у опасној територији:

- проучити задатак и извршити припреме за реализацију задатка;
- упознати се са опасним територијама и локацијама оружаних сукоба на одређеној територији (у координацији са претпостављеном командом, организацијама које се баве разминирањем и локалним становништвом) и проучити врсте локација на којима су мине најчешће постављане;
- дефинисати границе безбедних и сумњивих територија на основу прикупљених података (подаци о територијама морају се редовно ажурирати);
- упознати припаднике јединице са прикупљеним подацима и проверити њихово познавање поступка у случају наиласка на знакове опасне територије;
- кретати се искључиво по сигурној територији и паркирати возило на сигурној територији;
- ако постоји сумња у безбедност територије стати и вратити се назад;
- по могућности кретати се по асфалтним путевима, бетонираним и утабаним стазама;
- обучити људство и
- спречити сваки облик самовоље и недисциплине.

Мере које треба да предузимају припадници МнОп-а непосредно пре кретања на задатак и у току кретања:

- пре кретања проверити средства комуникације и у току кретања одржавати (проверавати) везу са претпостављеном командом и наглашавати место тренутне локације и следећу локацију за јављање;
- проверавати рад ГПС (глобалног позиционог система);
- уз себе увек имати санитетска средства за пружање прве помоћи и знати их наменски употребити;
- приликом јутарњих кретања дозвољавати припадницима локалних или државних институција да се крећу испред;
- држати безбедно одстојање приликом кретања;
- носити заштитну опрему (панцир, шлем и друго) и у моторном возилу;
- прозор од моторног возила држати пар милиметара отворен;

- приликом кретања осматрати област ради опажања знакова који указују на могуће присуство опасне територије у одређеној области и знакова за обележавање опасне територије и
- пронађену мину или МЕС који су заостали из оружаног сукоба не треба дирати и не померати већ само обележити.

Мере које треба предузети приликом кретања моторним возилом су следеће:

- доставити команди податке о датуму и времену кретања, као и о планираном правцу. У случају промене правца кретања потребно је доставити податке о новом правцу кретања. У случају немогућности комуникације са командом у току кретања никако не треба мењати правац кретања, јер ће претпостављена команда, у случају потраге, ићи по правцу који је достављен у подацима;
- кад год је могуће треба путовати са пратиоцем, по могућству са оним који познаје територију и путеве. Путовање у два возила у већини случајева је пожељније. Када се кретање обавља у колони, кад год је могуће треба обезбедити раздаљину између возила од 50 до 100 м, односно тако да се може одржавате визуелни контакт;
- не треба отпочињати путовање ујутро, односно док локални саобраћај не постане активан. Планирати путовања на сигурним територијама и избегавати кретања по нестабилним путевима (услед киша, одрона и слично), односно оних који могу одвести са планираног правца;
- не треба путовати ноћу. Планирати путовање тако да се заврши два сата пре заласка сунца, како би команда могла да реагује по видном времену, јер се трагови возила и мински знакови не виде ноћу;
- кад год је могуће треба се кретати асфалтираним путевима, чак и онда када због тога путовање дуже траје. Избегавати кретање по избочинама и удубљењима на асфалтним путевима;
- треба обратити пажњу на препреке на путу, јер оне могу усмеравати на кретање ка мини, импровизованој експлозивној направи или ка опасној територији;
- не треба користити путеве на којима су већ раније постављана импровизована експлозивна средства.

Мере које треба предузети приликом кретања без моторног возила, односно пешачењем, следеће су:

- ангажовати локалног водича да води групу и обезбедити удаљеност од најмање 5 м, а идеално растојање било би 25 м између чланова групе;
- не кретати се кроз територије обрасле растињем, већ асфалтираним путевима;

- носити собом средства за комуникацију и комплет прве помоћи;
- не померати препреке, јер могу бити миниране;
- не улазити у напуштене објекте и не кретати се испод мостова;
- не прикупљати непозната средства.

Најбоље информације о локацији опасних територија могу се добити од локалног становништва. Ради добијања информација о њима потребно је поставити следећа питања:

- Да ли је било минских инцидената на овој територији?
- Шта је узрок несреће (мина или остаци МЕС из оружаног сукоба)?
- На којој локацији и када се догодила несрећа?
- За које локације сумњате или знате да се на њима налазе мине или експлозивна средства заостала из рата?
- Да ли је било борби на овој територији и на којим локацијама?
- Да ли су на том месту пролазиле или биле стациониране оружане снаге?
- Да ли је било експлозија на територији и на којим локацијама?
- Да ли постоје територије и објекти на њима (путне комуникације, поља, куће, извори воде и слично) који се не користе ?
- Које путне комуникације су безбедне за кретање?
- Да ли постоје објекти оружаних снага које треба избегавати?
- Да ли су означене опасне територије и каквим знаковима?

Поступак припадника МнОп-а у случају наиласка на опасну територију који се најчешће користи познат је под скраћеним називом. Заправо се ради о акрониму **S.A.N.D.Y.** и подразумева следеће радње:

- **STOP –** стоп мине, што подразумева – заустави се и не померај се;
- **ASSESS –** процена, што подразумева процену да ли је неко физички угрожен, који индикатори опасне територије су присутни, растојање до безбедне територије, могућност изласка из опасне територије, могућност контакта са претпостављеном командом;
- **NOTE –** опажање, што подразумева опажање врсте мина коришћених за израду опасне територије, величину опасне територије, датум и време уласка у опасну територију, позицију, временске услове;
- **DRAWBACK –** незгода, што подразумева: ако има повређених, разминирати стазу до повређеног, проверити да ли има мина око њега, евакуисати га до безбедне територије; ако има неоштећеног возила, остати у њему и чекати да тим за разминирање дође; ако има оштећеног возила одлучити шта је безбедније, чекати у њему или израдити пролаз до безбедне територије;

- **INFORM –** известити, што подразумева: одмах известити претпостављену команду о инциденту, обележити опасну територију, тако да је уочљиво за друге, обавестити локалне државне институције и организације које се баве разминирањем (Ministarstvo odbrane Australije, 2003).

Други поступак који се користи, а који је сличан претходном, подразумева следеће радње:

- **STOP –** стоп мине; заустави се и не померај се;
- **WARNING –** упозорење; упозори и друге;
- **REPORT –** извештај; извести претпостављеног о ситуацији,
- **ASSESS –** процена; процењивање да ли је неко физички угрожен, који индикатори опасне територије су присутни, растојање до безбедне територије, могућност изласка из опасне територије, могућност контакта са претпостављеном командом;
- **ACTION –** акција; преузимање одређених мера. Ако има повређених разминирају се стазе до њих и проверава да ли има мина у њиховој околини. Затим се евакуишу до безбедне територије. Уколико постоји неоштећено возило, може се боравити у њему док тим за разминирање не дође, а ако је возило оштећено, одлучује се шта је безбедније – чекати у њему или израдити пролаз до безбедне територије (Ministarstvo odbrane Australije, 2003).

Веома је важно напоменути да мину, након проналаска, приликом израде пролаза до безбедне територије не треба разминирати већ означити, и наставити даље са израдом пролаза поред пронађене мине до безбедне територије. У случају недостатка формацијских средстава за разминирање, за израду пролаза треба користи приручна средства (нож или шипку од пушке користити као пипалицу, а футролу ножа, папирне марамице и остале личне ствари користити за обележавање граница пролаза кроз опасне територије). Приликом проналаска мине она се са безбедног одстојања уништава активирањем постављеног експлозива, а ретко се разминирава, превасходно због могућности активирања допунских упаљача (Uprava inžinjerije, 1999).

Поступци припадника МнОп-а приликом израде пролаза у опасној територији до безбедне територије су следећи: визуелно прегледати простор испред себе и уочити да ли има знакова о постављеној мини – да ли се уочава потезна жица, нагазна звезда, упаљач или се уочавају уздигнути бусени траве или хумке земље. У случају да се уочи мина или упаљач од мине, треба је означити, односно поред ње треба поставити уочљив знак (у недостатку формацијских средстава за обележавање може се поставити, на пример: папирна марамица, футрола ножа и слично) и наставити даље са израдом пролаза до безбедне територије у паралелном смеру. На слици 3 приказан је припадник МнОп-а приликом визуелног прегледа земљишта.

Слика 3 – Визуелни преглед земљишта
Figure 3 – Visual inspection of the ground
Рис. 3 – Визуальный осмотр земли

Визуелно или у случају високе вегетације жицом, шипком од пушке или другим приручним средством треба проверити да ли се можда испред нас налази жица мине постављене на потез. Провера се врши тако што се једно од наведених средстава за рад лагано подиже од тла увис (на сваких 0,2 м ширине пролаза) проверавајући да ли средство за рад наилази на отпор. У случају наиласка на отпор и визуелно треба утврдити шта изазива отпор и, у случају да се ради о жици од мине постављене на потез, треба је означити и наставити даље са израдом пролаза до безбедне територије у паралелном смеру са жицом (не прескакати потезну жицу и не стављати знак за обележавање преко жице). На слици 4 приказан је припадник МнОп-а приликом прегледа потезне жице од мина.

Слика 4 – Преглед потезне мине
Figure 4 – Inspecting a trip mine
Рис. 4 – Осмотр противопехотной мины

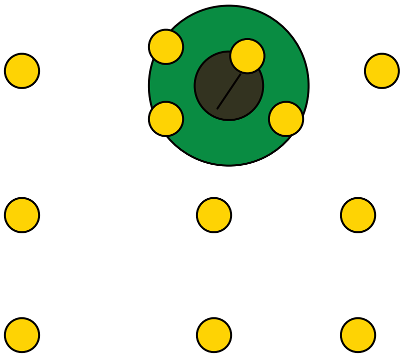
У случају да се повлачењем жице није наишло на отпор, може се лагано прстима препипати тло испред нас. Испитује се површина испред, дубине 0,2 м и ширине 1 м, односно ширине пролаза који се израђује ради уочавања мине или упаљача мине. У случају да се наиђе на мину, треба је означити и наставити са израдом пролаза. Припадник МнОп-а који прегледа земљиште рукама приказан је на слици 5.

Слика 5 – Преглед земљишта рукама
Figure 5 – Inspection of the ground with hands
Рис. 5 – Ручной осмотр земли

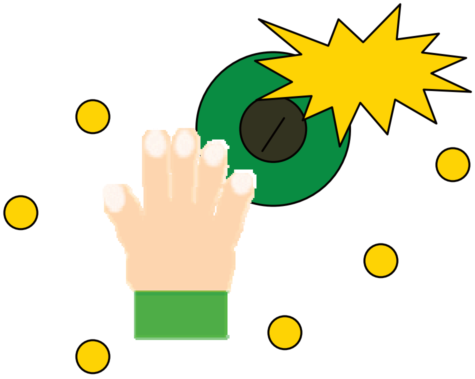
Помоћу средства за рад – пипалице, шипке, носача значки, ножа и сличних средстава треба затим испитати прегледану површину. Средство за рад треба да уђе у тло под углом од 30° и у дубину од најмање 0,05 м, а размаке између убода треба правити на сваких 0,02 м у једној линији. Преглед земљишта ножем приказан је на слици 6.

Слика 6 – Преглед земљишта ножем
Figure 6 – Inspection of the ground with a knife
Рис. 6 – Осмотр земли ножом

У случају да нема мина на 0,1 м од унутрашње стране граница разминиране површине треба постављати знакове (у недостатку формацијских средстава за обележавање разминиране површине може се поставити нпр. папирна марамица, футрола ножа и слично) како би се обележила разминирана површина. У случају да се наиђе на мину, треба је означити и наставити са израдом пролаза. На сликама 7 и 8 приказан је правилан и неправилан распоред убадања пипалицом или другим средством у земљу.



Слика 7 – Правилан распоред убадања средства при прегледу земљишта
Figure 7 – Correct use of prodders during ground inspection
Рис. 7 – Безопасное заглубление ножа при осмотре



Слика 8 – Неправилан распоред убадања средства при прегледу земљишта
Figure 8 – I ncorrect use of prodders during ground inspection
Рис. 8 – Неправильное заглубление ножа при осмотре

У случају да смо се затекли у возилу и да претпостављамо да се налазимо на опасној територији, израду пролаза треба започети из возила на исти начин као да се налазимо и на тлу. Рад је приказан на слици 9.

17 3 2004

Слика 9 – Преглед земљишта из возила
Figure 9 – Mine detection from a vehicle
Рис. 9 – Осмотр земли из машины

Након прегледа земљишта из возила и установљавањем да је земљиште безбедно, настављамо са разминирањем у клечећем ставу. На слици 10 приказан је рад припадника МнОп-а при разминирању у клечећем ставу.

17 3 2004

Слика 10 – Разминирање у клечећем ставу
Figure 10 – Demining in a kneeling position
Рис. 10 – Разминирование в положении «сидя»

Када се створе услови, односно када се разминира довољна земљишна просторија, са разминирањем се наставља у лежећем ставу. На слици 11 приказан је рад припадника МнОп-а при разминирању у лежећем ставу.

Слика 11 – Разминирање у лежећем ставу
Figure 11 – Demining in a prone position
Рис. 11 – Разминирование в положении «лежа»

Закључак

Ризик од повређивања на раду је у последњих неколико година често предмет бројних расправа и дискусија, нарочито од почетка примене одредби Закона о безбедности и здрављу на раду. Ризик, као комбинација вероватноће и последица опасног догађаја, свакако се може умањити или пак елиминисати искључиво правовременом и савесном применом превентивних мера при коришћењу опреме за рад, које сваки појединац (независно од категорије лица) треба перманентно да примењује и да их се придржава (Kovačević, 2014, p.167). Квалитетна обука, као процес, са свим својим елементима, основна је мера превенције настанка несрећа од експлозивних средстава. База (основа) било које врсте обуке, су: извођачи-инструктори, покретне ствари трајне и потрошне вредности и литература. Овај рад представља скроман допринос аутора на проширивању постојеће литературе у овој области.

Рад са минама, али и осталим врстама МЕС, веома је напоран и комплексан психофизички посао, који изискује, пре свега, веома добро теоретско познавање мина, телесно напрезање, али и практичну обученост за њихово разминирање. Израдом и употребом нових уџбеника, правилника, лекција и приручника у којима се разматра рад са минама, приликом припреме лица предвиђених за ангажовање у МнОп ризик од повређивања се може у великој мери смањити, односно у великој мери се може учинити на плану побуђивања свести у погледу могућих опасности и последица које могу настати приликом нестручног рада са минама. Приликом израде нове литературе потребно је максимално имплементирати искуства у раду са минама, која су стекли припадници ВС и МО, али и страних оружаних снага, у МнОп-у УН.

Литература / References

E-mine: The UN mine action gateway, [Internet], Dostupno na: <http://www.mineaction.org>, Preuzeto dana: 05. 12. 2014.

Kovačević, N. 2014. Preventivne mere za bezbedan i zdrav rad pri korišćenju amfibijskog transportera PTS-M.*Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier,* 62(2), pp.166-179.

Ministarstvo odbrane Australije. 2003. *Ordnance items description.*Kanbera. Appendix E.

NATO. 2010. *Mine and counter mine.*Turska.

Radić, N.V. 2001. *Minsko ratovanje.*Beograd: Vojnoizdavački zavod.

Unexploded ordnance within Australia, [Internet], Dostupno na: <http://www.defence.gov.au/uxo/index.asp>, Preuzeto dana: 05. 12. 2014

Uprava inžinjerije VJ, 1999. *Minsko eksplozivna sredstva NATO.*Beograd: Vojnoizdavački zavod.

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО РАЗМИНИРОВАНИЯ В РАМКАХ МНОГОНАЦИОНАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ООН

Ненад В. Ковачевич [a],
[a] Университет обороны в г. Белград, Военная академия,
Кадетская бригада

ОБЛАСТЬ: безопасность и охрана труда, инжиниринг
ВИД СТАТЬИ: практический опыт
ЯЗЫК СТАТЬИ: сербский

Резюме:

После обновленного членства Республики Сербия в Организации Объединенных Наций (далее по тексту: ООН) служащие Министерства обороны Республики Сербия (далее по тексту: МОРС) и Вооруженных сил Республики Сербия (далее по тексту: ВСРС) стали вновь принимать участие в многонациональных операциях (далее по тексту: МнОп).

В первой операции, проведенной в рамках МнОп ООН в Восточном Тиморе (после обновленного сотрудничества) приняло участие трое наших военных наблюдателей, а с 26.06.2012г, до завершения данной миссии общее количество служащих МОРС и ВСРС, принявших участие в ее процессе составило пять человек.

На сегодняшний день в десяти МнОп ООН, проводимых в разных странах мира, участвуют 247 представителей МОРС и ВСРС.

Ключевой проблемой, возникающей в процессе осуществления МнОп ООН является процедура при обнаруживании минновзрывных устройств (далее по тексту: МВУ).

Если мы хотим избежать нежелательные последствия от неадекватных действий в подобной ситуации, то нам необходимо вовремя посвятить должное внимание профилактике, и профессиональной подготовке лиц-участников МнОп.

Главной проблемой при профессиональной подготовке служащих МОРС и ВСРС, направляемых в МнОп ООН является отсутствие достаточного количества квалифицированных инструкторов, так же как и учебных пособий.

Статья представляет собой «сублимат» доступной на данный момент литературы и опыта участников МОРС и ВСРС в МнОп ООН, в области охраны труда, с акцентом на профилактические мероприятия при обнаруживании МВУ.

Ключевые слова: *профилактика, многонациональные операции, безопасность, взрыв, мины.*

PREVENTIVE MEASURES FOR SAFE AND HEALTHY WORKING WITH MINES IN MULTINATIONAL OPERATIONS

Nenad V. Kovačević [a],
[a] University of Defence in Belgrade, Military Academy, Cadet brigade

FILED: Safety and Health at Work, Engineering
ARTICLE TYPE: Professional Practice
ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

After the re-admission of the Republic of Serbia to the United Nations (UN), members of the Ministry of Defence (MoD) and the Serbian Army Forces (SAF) have been engaged in multinational operations (MNOP). The first engagement of three military observers was in UN MNOP in East Timor (UNMISET) from 26.06.2002. Until the closing of the mission, there were five members of the MoD and SAF engaged. Currently, there are 247 members of the MoD in 10 UN MNOP worldwide, engaged in different roles. During UN multinational operations, one of the key problems is posed when encountering some kind of explosive ordnance (referred to in the article as MES). In order to avoid consequences of improper explosive ordnance handling, full attention has to be paid to prevention, i.e. good preparation, During the preparation of MoD and SAF members to be sent to UN MNOP, the main problems concern professional staff (a small number of qualified and trained instructors) and necessary literature. The *paper presents a review of the currently available literature and the experience of the MoD and SAF members who were engaged in UN MNOP in dealing with explosive ordnance, notably mines.*

Introduction

The method of choosing MoD members for participatingin UN MNOP is given as well as the tabular review of the engagement of the MoD and SAF members in UN MNOP from 2002 to the present.

Basic concepts related to mines

This part deals with the basic theoretical aspects of mines according to NATO literature. The basic types of mines, based on the application criterion, are explained.

Measures and procedures for safe work with mines

The basic procedures of detecting land mines and their further treatment, in accordance with the regulations applied in UN MNOP, are given. This part of the text is enriched with illustrations offering a better explanation of the procedures and a possibility of visualizing them.

Conclusion

In conclusion, the article emphasizes a necessity to increase a number of appropriate written sources as well astrained instructors in order to improve training and raise the level of preparation of MoD and SAF individuals and units for their engagement in UN MNOP.

Key words*: prevention, multinational operations, safety, explosives, mines.*

Датум пријема чланка / Paper received on / Дата получения работы: 11. 12. 2014.
Датум достављања исправки рукописа / Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 22. 01. 2015.
Датум коначног прихватања чланка за објављивање / Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 24. 01. 2015.

REVIEW OF A BOOK BY SREĆKO STOPIĆ: SYNTHESIS OF METALLIC NANOSIZED PARTICLES BY ULTRASONIC SPRAY PYROLYSIS

Milena D. Stopić
MEAB Chemie Technik GmbH, Aachen, Deutschland,
e-mail: milena@meab-mx.com

DOI: 10.5937/vojtehg63-8350

FIELD: Chemical Technology
ARTICLE TYPE: Review
ARTICLE LANGUAGE: English

Summary:

Nanotechnology belongs to the key innovative technologies for powder production. Ultrasonic spray pyrolysis is a versatile method for the formation of nanosized particles of metals, oxides and composites. This work deals with Ag, Cu and Au nanoparticles formed by ultrasonic spray pyrolysis using the horizontal and vertical reactor. Furthermore, a direct synthesis of $Ru\text{-}TiO_2$ *and* $RuO_2\text{-}TiO_2$ *nanoparticles with the core and shell structure was investigated. The molar fractions of precursors, solvent type, and the process temperature play the crucial role in the formation of core and shell structures. Moreover, the influence of the reaction parameters (temperature, residence time, solution concentration and ultrasonic frequency) on the morphological characteristics of the prepared nanoparticles was studied. A decrease in the solution concentration decreases the final nanoparticle size. An increase in temperature from 150°C to 1000°C leads from an irregular form to a more spherical one. Subsequently, a model of metallic nanoparticle formation from an aerosol droplet could be proposed. Using ultrasonic spray pyrolysis, ideal spherical metallic particles were obtained at temperatures above the melting point. A scanning mobility particle sizer (SMPS) was used for the on-line determination of nanoparticle size distribution. The collection of nanosized particles was* *performed in an electrostatic field. The scale up of the ultrasonic spray pyrolysis method was successfully applied for the synthesis of silver powder from a water solution of silver nitrate.*

Key words: *metal, powders, synthesis, ultrasonic spray pyrolysis.*

Introduction

This book “Synthesis of metallic nanosized particles by ultrasonic spray pyrolysis” by Srecko Stopic was published by Shaker Verlag, Kohlsheid, Germany. It belongs to the written literature from the Institute for Process Metallurgy and Metal Recycling of the RWTH Aachen University in Germany. This work represents the collected activities in nanotechnology performed by Dr. Srecko Stopic at the IME Process Metallurgy and Metal Recycling of the RWTH Aachen University between 2003 and 2013. His activities during this period revolved around three important hydrometallurgical processes:

1. dissolution of metal from ores into a solution during high pressure leaching in an autoclave (Stopić, Friedrich, 2011, pp.29-44)
2. neutralization/precipitation processes for cleaning wastewaters using a cascade line and an electrocoagulation reactor (Pavlović, et al, 2007, pp.518-522),
3. synthesis of metals from different solutions for producing submicron and nanosized powders by using ultrasonic spray pyrolysis (Stopic, 2013, pp.1-15).

This work deals with the third part of the above-mentioned research and describes the synthesis of metallic and oxidic particles from the precursor solution using the ultrasonic spray pyrolysis method (USP). Owing to the ability to control the process parameters such as the ultrasonic frequency, the concentration of the solution, the residence time of the aerosol, the gas flow rate and the reaction temperature, it is possible to produce powders with morphologies that satisfy even more demanding requirements of advanced engineering materials (Song, et al, 2011, pp.210-215). As a final step, the thorough collection of the small amount of collectable nanosized metallic particles in an electrostatic field or the improvement of the collection process itself, represent some of the most challenging tasks concerning ultrasonic spray pyrolysis.

A significant improvement of the powder characteristics (smaller particle size and a more spherical form with a higher specific surface area) was obtained by the application of an ultrasonic atomizer for the

---

* The author would like to thank PRIZMA, Kragujevac, in particular for their permanent support in experimental work and in publishing this book.

preparation of aerosols. The USP process was carried out using powerful ultrasound on the corresponding water solution of metallic salts such as silver nitrate, copper sulphate, ruthenium chloride and gold chloride, forming the aerosol with a constant droplet size, which depends on the characteristics of the liquid (surface tension, density and viscosity) and the frequency of the ultrasound (Bogovic, et al, 2011, pp.455-459). The produced aerosols were transported into the hot wall tubular vertical and horizontal reactor, thus enabling the chemical reaction in a very small volume of a droplet in order to form submicron and nanosized powder. Spherical, non-agglomerated, nanosized particles of metals (Cu, Ag, Au), and mixed metal/oxides particles (Ru/TiO_2 and RuO_2/TiO_2) were produced with new and improved physical and chemical characteristics. The high costs associated with small USP facilities, producing large quantities of uniform, nanosized (submicron) metallic particles, limit the use of generated nanomaterials in many practical applications.

This book was written in English and partially in German language (only the summary of this book) and contains 8 chapters, 120 pages, 84 figures, 16 tables and 100 cited references.

Description of chapters

The first Chapter „Nanotechnology“ written on ten pages focuses on: nanoparticles (properties and synthesis), different spray pyrolysis methods and commercial application and perspectives. The word “Nano” (symbol n) is derived from the Greek meaning dwarf, and was firstly officially confirmed as a standard in 1960 denoting a factor of 10^{-9}. It is frequently encountered in science and electronics for prefixing units of time and length. Nanostructured materials have shown an explosion of scientific and industrial interest over the last few decades. These unique powders are distinguished from conventional polycrystalline micron materials by their fine crystallite sizes. A significant higher fraction of atoms are located at the surface of nanosized powders in comparison to conventional prepared powders. This structural characteristic is responsible for the enhanced reactivity of nanoparticles compared to submicronic powders. Changes in properties at the nanosized level have especially an impact on: electrical (higher conductivity in ceramics), magnetic (increase of coercivity down to a critical grain size), mechanical (enhanced ductility, toughness, and formability of ceramics), and optical (increase in luminescent efficiency of semiconductors) characteristics. The synthesis of nanoparticles contains two different strategies: “Top-Down” and “Bottom-Up“. The „Top-Down” approach is based on mechanical grinding of initial powders to small dimensions. The meaning of “Bottom-Up” is related to the physicochemical preparation methods (synthesis in the gas and liquid phase). Ultrasonic spray pyrolysis includes the formation of single droplets of the precursor solution in a form of an aerosol and a subsequent thermal decomposition in a hot wall tubular reactor for metal powder production. For the reasons of simplicity, ultrasonic spray pyrolysis was used for the production of metallic particles, oxides and composite materials.

The second chapter “State of the art in the synthesis of nanosized powder” was written on twelve pages. This chapter contains the introduction, the general principles of ultrasonic spray pyrolysis, the aerosol synthesis route, ultrasonic-modulate two fluid atomization and nanoparticles in modern life. Nanoparticles are mostly used in medicine, automotive industry, catalysis and environmental protection. Gold nanoparticles are used in destroying tumors (Rudolf, et al, 2012, pp.195-212). Nanosilver has become one of the most commonly used powders in consumer products. It is used as an antibacterial material in filters for air and water purification, also in t-shirts, as well as in conductive nanoinks for printed circuits, sensors, and catalysts.

The third chapter “Mechanism and kinetics of nanosilver production by ultrasonic spray pyrolysis” contains the introduction followed by the description of the decomposition of silver nitrate in the horizontal reactor and the thermochemical analysis of the decomposition of silver nitrate, as well as the experimental work and its procedure, results and discussion with a model of nanoparticle formation. A differential thermal and thermalgravimetric analysis of the decomposition of silver nitrate in nitrogen was performed by different heating rates (5, 10, 20, 40°C) using a Derivatograph NETZSCH STA 409 with α -Al_2O_3. The calculated value of the activation energy for the heating rates between 5°C· min^{-1} and 40°C·min^{-1} was E_A= 137 kJ·mol^{-1}, which confirms that the decomposition of silver nitrate is a chemical rate controlled process depending on the reaction temperature. Pure silver nanoparticles were prepared by the ultrasonic spray pyrolysis of aqueous solutions of silver nitrate in the nitrogen atmosphere at a new vertical reactor technology line with improved productivity of powder and the on-line measurement of nanoparticles. The reduction of silver nitrate and the final sintering of silver nuclei took place almost instantly at 600°C.

The fourth chapter ”Synthesis of copper nanoparticles by ultrasonic spray pyrolysis” was written on ten pages. The aerosol generation by the ultrasonic spray of copper-solutions followed by the hydrogen reduction pyrolysis is suitable for the synthesis of spherical, non-agglomerated and uniform nanopowders of copper with particle sizes from D = 30 - 700 nm. Copper sulphate and copper acetate were both suitable for preparing copper powder using the ultrasonic spray pyrolysis method. It was confirmed that both precursor materials (copper sulphate and copper acetate) allow the production of fully spherical and dense particles of a size between 100 nm and 700 nm. In comparison to copper sulphate, the use of copper acetate enables a complete reduction even at 800°C. HCOOH can be used to provide a reductive atmosphere in situ during spray pyrolysis and thus makes it unnecessary to use gaseous H_2. The use of $CuSO_4$ may result in sulphur contamination, the risk of CuAc is the formation of sticky surfaces due to the presence of organics. The increase of the reaction temperature from 800 to 1000°C leads to a complete hydrogen reduction of the solution of copper sulphate. The increase of the precursor concentration increases the final particle size and the uniformity of the obtained Cu-powder. On the powder surface, a thin oxide film is present (a protective layer of Cu_2O). Nanoparticles are mostly used in catalysis and against different bacteria.

The fifth chapter ”Synthesis of gold nanoparticles by ultrasonic spray pyrolysis” was also written on ten pages. Spherical and cylindrical nanosized particles of gold were synthesized by the ultrasonic atomization of chloride-nitrate solutions based on gold alloying elements (Cu, Ag, Zn and Ni) and a decomposition of the obtained solution at temperatures between 300°C and 800°C in the hydrogen and nitrogen atmosphere (Đokić, et al, 2012, pp.528-538). A new methodology was proposed for gold recovery from jewellery scrap. After the leaching of jewellery scrap in chloric acid/nitric acid, the formed solution was investigated in an ultrasonic generator. The subsequent ultrasonic spray pyrolysis of the obtained solution in the hydrogen atmosphere produces nanosized gold particles.

The sixt chapter ”Synthesis of nanoparticles based on ruthenium-titania by ultrasonic spray pyrolysis” was reported on 13 pages. Ideally spherical nanoparticles of Ru/TiO2, of an average diameter between 10 and 800 nm, were prepared in a single-step ultrasonic spray pyrolysis process at 800°C. A core-and-shell structure was revealed by the FIB and SEM analysis. The performed EDS analysis has shown that the majority of the core consists of titanium oxide, while the shell is predominately composed of ruthenium (Stopic, et al, 2013, pp.3633-3635). Spherical RuO2/TiO2 particles with a mixed core-and-shell structure were prepared in a single step spray pyrolysis process, as potential candidates for a catalytic application. The molar ratio of the fractions of the precursors, a solvent type and the process temperature play the crucial role in the formation of the core-and-shell structures of RuO2/TiO2. Spherical nanosized core-shell RuO2-TiO2 particles were prepared by a novel multi step variant of ultrasonic spray pyrolysis. The comparison of the results from the EDX analysis with a hard-sphere model confirmed a nearly perfect core-and-shell structure of the particles. Further investigations shall be directed towards the process optimization of the reaction parameters in order to obtain tailored core-shell nanoparticles.

In the reported conlusions, the nanosized particles of silver, gold, copper, Ru/TiO_2 and RuO_2/TiO_2 with the core- and shell structure were described. Different precursors of metal salts: copper sulphate, copper acetate, silver nitrate, ruthenium-chloride and chloroauric acid were successfully used for the synthesis of metallic particles. Tetra-n-butilorthotitanat as a precursor was used for the formation of titanium oxide. Different mechanisms of the nanoparticle synthesis were described. Generally, the main influences of the parameters on the particle size were reported. Notably, the part “from the horizontal laboratory reactor to the scale up of the USP-method” was briefly described. The industrial scale for nanopowder production using ultrasonic spray pyrolysis contains: 1) system of five aerosol ultrasonic generators PRIZNano, 2) high-temperature furnace with five wall-heated reactors, 3) two electrostatic filters, and 4) vacuum system (Matula, et al, 2013, pp.1-5).

Conclusions

This book was written in English and partially in German language. The content of this book contains 8 chapters, 120 pages, 84 figures, 16 tables and 100 references. This book describes in details: importance of nanotechnology, principles of ultrasonic spray pyrolysis and other methods for the synthesis of nanosized particles, application of nanosized particles, USP synthesis of nanosized particles of silver, gold, copper, Ru/TiO_2 and RuO_2/TiO_2 and partially the scale up of ultrasonic spray pyrolysis.

Srećko Stopić

Synthesis of metallic nanosized particles by ultrasonic spray pyrolysis

IME Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling
Institut und Lehrstuhl der RWTH Aachen

IME

SHAKER VERLAG

References

Bogovic, J., Schwinger, A., Stopic, S., Schroeder, J., Gaukel, V., Schuhmann, P., & Friedrich, B. 2011. Controlled droplet size distribution in ultrasonic spray pyrolysis. *Metall,* 10, pp.455-459.

Đokić, J., Rudolf, R., Tomić, S., Stopić, S., Friedrich, B., Budič, B.,. Čolić, M. 2012. Immunomodulatory Properties of Nanoparticles Obtained by Ultrasonic Spray Pirolysis from Gold Scrap.*Journal of Biomedical Nanotechnology,* 8(3), pp.528-538. doi:10.1166/jbn.2012.1405

Matula, G., Bogovic, J., Stopic, S., & Friedrich, B. 2013. Scale up of ultrasonic spray pyrolysis process for nanopowder production-Part I. *Heat Treatment,* 1, pp.1-5.

Pavlović, J., Stopić, S., Friedrich, B., & Kamberović, Z. 2007. Selective removal of heavy metals from metal-bearing wastewater in a cascade line reactor. *Environ Sci Pollut Res Int,* 14(7), pp.518-522. pmid:18062485. doi:10.1065/espr2006.09.345

Rudolf, R., Friedrich, B., Stopic, S., Anzel, I., Tomic, S., & Čolić, M. 2012. Cytotoxicity of Gold Nanoparticles Prepared by Ultrasonic Spray Pyrolysis. *Journal of Biomaterials Applications,* 26(5), pp.195-212.

Song, J., Koch, C., Wang, L.L., Stopic, S., Bogovic, J., Friedrich, B., . . . Fuhrmann, A. 2011. Nanoscale Particles Enhanced Gold Plating. *Advanced Materials Research,* 320, pp.210-215. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.320.210

Stopic, S. 2013. Synthesis of nanosized metallic particles from an aerosol. *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier,* 61(3), pp.99-112. doi:10.5937/vojtehg61-3601

Stopic, S., & Friedrich, B. 2011. Pressure hydrometallurgy: A new chance to non-polluting processes. *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier,* 59(3), pp.29-44. doi:10.5937/vojtehg1103029s

Stopic, S., Friedrich, B., Schroeder, M., & Weirich, T.E. 2013. Synthesis of TiO2 core/RuO2 shell particles using multistep ultrasonic spray pyrolysis. *Materials Research Bulletin,* 48(9), pp.3633-3635. doi:10.1016/j.materresbull.2013.05.050

ОБЗОР КНИГИ СРЕЧКА СТОПИЧА «СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫМ ПИРОЛИЗОМ»

Милена Д. Стопич
MEAB Chemie Technik GmbH, Aachen, Германия

ОБЛАСТЬ: химические технологии
ВИД СТАТЬИ: обзор
ЯЗЫК СТАТЬИ: английский

Резюме:

Нанотехнология является ключевой иновационной технологией в производстве порошковых изделий. Распыление порошков ультразвуковым пиролизом имеет широкое применение в сфере образования частиц нанопорошковых металлов, оксидов и композитов.

Данная работа освещает процессы образования наночастиц серебра, меди и золота методом ультразвукового пиролиза, с использованием горизонтального и вертикального реакторов. Исследуется прямой синтез наночастиц на основе Ru-TiO_2 и RuO_2-TiO_2 со структурой ядро-оболочка. Молярный состав прекурсора, вид растворителя и средняя температура играют важную роль в образовании частиц, имеющих такую структуру. В работе представлен анализ воздействия реакционных свойств (температура, время задерживания, концентрация раствора и частота ультразвука) на морфологические характеристики наночастиц.

Повышение температуры от 150°C до 1000°C может вызвать, как деформирование частицы, так и образование сферической частицы. В работе также рассматривается новая модель образования металлических наночастиц из капли аэрозоля.

В процессе распыления ультразвуковым пиролизом идеальные сферические частицы образуются при температуре ниже точки плавления. Для сортировки величины частиц на основании траектории движения частиц в электростатическом поле используется устройство, данные которого отслеживаются в режиме онлайн.

Сбор наночастиц проводится в электростатическом поле. Рост производственных объемов порошковых изделий, изготовленных методом ультразвукового распылительного пиролиза способствовал успешному внедрению данного метода для синтеза порошка серебра из раствора серебра нитрата.

Ключевые слова*: металл, порошки, синтез, ультразвуковой распылительный пиролиз.*

PRIKAZ KNJIGE SREĆKA STOPIĆA: SINTEZA NANOČESTICA METALA ULTRAZVUČNIM RASPRŠIVANJEM U USLOVIMA PIROLIZE

Milena D. Stopić
MEAB Chemie Technik GmbH, Aachen, Nemačka

OBLAST: hemijske tehnologije
VRSTA ČLANKA: prikaz
JEZIK ČLANKA: engleski

Sažetak:

Nanotehnologija pripada ključnim inovativnim tehnologijama za proizvodnju prahova. Raspršivanje prahova ultrazvučnom pirolizom višestruko je korišćeno za formiranje čestica nanoprahova metala, oksida i kompozita. Ovaj rad odnosi se na nanočestice srebra, bakra i zlata, formiranih ultrazvučnom pirolizom korišćenjem horizontalnog i vertikalnog reaktora. Direktna sinteza nanočestica na bazi Ru-TiO_2 i RuO_2-TiO_2 sa strukturom sastavljenom od jezgra i ljuske dalje je ispitivana. Molarni udeli prekursora, tip rastvarača i procesna temperatura imaju odlučujuću ulogu u formiranju čestica sa ovom kombinovanom strukturom. Zatim, ispitivan je uticaj reakcionih parametara (temperatura, vreme zadržavanja, koncentracija rastvora i frekvencija ultrazvuka) na morfološke karakteristike pripremanih nanočestica. Uvećanje temperature od 150°C do 1000°C vodi od jednog nepravilnog oblika do proizvodnje sfernih čestica. Nakon toga, bio je predložen model formiranja metalnih nanočestica od kapi aerosola. Korišćenjem procesa raspršivanja preko ultrazvučne pirolize idealno sferne čestice dobijene su na temperaturi ispod tačke topljenja. Uređaj za određivanje raspodele veličine čestica korišćenjem različite pokretljivosti čestica u elektrostatičkom polju korišćen je za on-line analizu tokom proizvodnje čestica. Sakupljanje nanočestica izvršeno je u elektrostatičkom polju. Uvećanje proizvodnje prahova raspršivanjem ultrazvučnom pirolizom uspešno je primenjeno za sintezu prahova srebra iz vodenog rastvora srebronitrata.

Ključne reči: metal, prahovi, sinteza, raspršivanje ultrazvučnom pirolizom.

Datum prijema članka / Paper received on / Дата получения работы: 25. 05. 2015.
Datum dostavljanja ispravki rukopisa / Manuscript corrections submitted on / Дата получения исправленной версии работы: 20. 06. 2016.
Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje / Paper accepted for publishing on / Дата окончательного согласования работы: 22. 06. 2015.

САВРЕМЕНО НАОРУЖАЊЕ И ВОЈНА ОПРЕМА
MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT
СОВРЕМЕННОЕ ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Нова словачка самоходна топ-хаубица EVA[1]

Словачка компанија *Slovakia Konstrukta Defence* приказала је нову самоходну топ-хаубицу 155 мм на изложби наоружања IDET у граду Брно.

Нови систем, под називом EVA, самоходни је топ на камиону, а састоји се од артиљеријског оруђа 155 мм Л 52 на модификованом камиону *Tatra* 6X6 са опцијом употребе и шасије 8X8. Систем је развијен за само девет месеци, тако што су употребљена многа решења са хаубице *Zuzana 2.*

Развој оруђа углавном је финансирала компанија *Konstrukta Defence* са одређеном помоћи словачких министарстава економије и одбране.

Систем је релативно лак; масе само 22 тоне, што омогућава већу тактичку и стратешку мобилност, дуг је 11,2 м, висок 2,7 м и широк 2,55 м, што му омогућава транспорт авионом C-139. С друге стране, систем има велику ватрену моћ и солидан домет до 41 км са пројектилима ERFB-BB (пројектили повећаног домета).

Максимална брзина возила је до 90 км/х на путу или 55 км/ч ван пута са минималним радијусом дејства од 600 км.

Самоходна топ-хаубица EVA

Типичне индиректне ватрене мисије спроводе се путем система за управљање ватром у оквиру возила којим је могуће испаљивати више граната са симултаним детонацијама са 4 до 6 граната у минути, као и појединачним дејством. Систем за управљање ватром у потпуности је аутоматизован, подаци се добијају путем инерцијалне навигационе опреме, што омогућава командиру возила да убаци податке, док аутоматски пуњач и систем за управљање ватре раде остали део посла.

---

[1] Jane's International Defence Review July 2015.

Међутим, систем је могуће употребљавати и у директном ватреном окршају нишанећи оружјем путем дневне ТВ камере у боји – са широким видним пољем од 12X9 степени или 2.4X1.8 степени, али и термалном камером са видним пољем од 12X9 степени и 4X3 степена. Нишански систем такође је опремљен и интегрисаним ласерским даљиномером за мерење раздаљина од 50 до 7,500 м. То омогућава оружном систему да прецизно гађа циљеве величине 2,3X2,3 м на даљинама до 1.500 м дању и ноћу.

Систем, такође, поседује и оптички нишан за употребу у ванредним ситуацијама.

Топ-хаубица има елевацију од -3,5 до 75 степени и могуће ју је окретати за 40 степени на сваку страну. Испаљује дводелну муницију од које се 24 комада налазе у возилу, док их је половина у аутоматском пуњачу спремно за паљбу. Пунилац може испалити пет граната у првој минути и до 12 граната у прва три минута, док је капацитет ручног пуњења 3 гранате у минуту.

Возило ступа у акцију када се спусте стабилизатори и оруђе спреми за паљбу, што је укупно два минута, док је за напуштање ватреног положаја потребно упола мање времена. Возилом управља посада од три члана који не морају напуштати кабину оклопљену до нивоа STANAG 4568, ниво 2, док се не испали свих 12 граната.

Драган Вучковић (Dragan Vučković), e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

Разоткривање носача: Индија и Кина развијају своју поморску авијацију[2]

Две најмоћније азијске морнарице лансирају своје авионе са ревитализованих руских носача авиона и убрзано граде своје поморске капацитете.

Ваздушне операције са носача авиона представљају окосницу флексибилне поморске пројекције силе. Азијски ривали, Кина и Индија, поставили су носаче авиона као најважнији елемент развоја поморских снага, користећи елементе руских технологија, али и развојем поморских снага, ослањајући се на своје искуство и технолошки ниво.

Кина је релативно нова по питању операција у које су укључени носачи авиона и морала је да почне од почетка, без авиона, бродова, обуке или оперативног искуства. За разлику од ње, Индија је прославила 62. рођендан своје поморске ескадриле и има 54 године искуства у вези с употребом носача авиона. У том смислу, индијски званичници тврде да су у знатној оперативној предности у односу на ривалске морнарице, укључујући морнарицу народноослобилачке војске Кине.

Индијска ратна морнарица једна је од малог броја светских морнарица која употребљава платформе као што су: CATOBAR (помоћ катапулта приликом полетања и заустављања приликом прихвата авиона), VTOL (вертикално полетање и слетање) и STOBAR (скраћено узлетање и заустављање препреком приликом слетања), што не само да повећава искуство морнаричких пилота, већ утиче и на развијање нових напредних тактика, техника и процедура носача авиона (ТТП).

---

[2] Jane’s International Defence Review July 2015.

Кина је са своје стране доказала да поседује способност концентрисања својих стратешких ресурса ради изградње бродова и авиона у кратком интервалу.

Индијска морнарица ће половином 2016. године расходовати свој носач авиона INS *Viraat,* бивши британски носач HMS *Hermes* класе *Centaur*, носивости 24.000 тона који је већ 57 година у оперативној употреби, а од 1987. године налази се у служби индијске морнарице.

Трошкови одржавања носача *Viraat* су све већи, а палубни ловци бомбардери *Sea Harrier* су десетковани, што је утицало на одлуку индијске морнарице о повлачењу носача из оперативне употребе. Тада ће индијска морнарица остати само са једним носачем авиона, INS *Vikramaditya* (бивши *Admiral Gorhkov*), класе Kijev, носивости 44.750 тона, који је Индија набавила током 2004. године.

Носач *Vikramaditya* (храбар као сунце) израђен је као ваздухопловна крстарица, класе Kijev*,* у бродоградилишту Nikolayev South (бродоградилиште на обали црног мора), а накнадно је опремљен у Русији „скакаоницом" за операције STOBAR за употребу у индијској ратној морнарици. Носач авиона је, почетком 2014. године, стигао у своју нову базу, INS *Kadamba,* у југозападној Индији, са ловачком групом састављеном од авиона МиГ-29К (НАТО ознака Fulcrum-D), док је од маја ове године формално усидрен у бази Koshi.

Опремање и модернизација носача у бродоградилишту Северодвинск, у северној Русији, коштало је око 2,3 милијарде долара и трајало је скоро девет година. У трошкове је урачуната и ловачка група од 16 авиона МиГ-29К, од којих су четири двоседа МиГ-29КУБ намењена за обуку пилота. Сама ловачка група коштала је око 525 милиона долара. Авиони су опремљени мултифункционалним доплер радарима и модерним електро-оптичким системима.

Носач *Vikramaditya* неће задуго бити усамљен, јер ће му се до краја 2018. године придружити INS *Vikrant* (Храбри), носивости 40.000 тона. Брод је резултат програма под називом „Пројекат 71" који предвиђа изградњу и испоруку носача авиона у конфигурацији STOBAR са „скакаоницом". Брод се налази у фази изградње у бродоградилишту Cochin Shipyard Limited у југозападном делу Индије.

Као и *Vikramaditya, Vikrant* ће, такође, располагати ваздушном групом састављеном од авиона МиГ-29К. Испорука свих 45 авиона МиГ-29К/КУБ индијској морнаричкој ескадрили, под називом INAS 303 „*Black Panthers",* биће завршена до краја 2017. године.

Од 2020. године ваздушна група носача *Vikrant* биће појачана домаћим авионом *Light Combat Aircraft (Navy) LCA (N)* – лаки борбени авион, који је тренутно у фази развоја.

У периоду од 2020. до 2021. године индијска морнарица планира да започне са изградњом свог трећег носача авиона, класе Vikrant – Indigenous Aircraft Carrier II (IAC-II) – домаћи носач авиона, носивости 65.000 тона за који се очекује да ћеући у оперативну употребу током 2030. године. Индијско министарство одбране одобрило је првих 4,83 милиона долара за започињање рада на концепту платформе која ће имати назив INS Vishal (Велики).

Иако је планирано да брод буде у класи *Vikrant,* сви су изгледи да ће IAC-II бити носач у конфигурацији CATOBAR. Постоји могућност да ће носач бити опремљен електромагнетним лансирним системом (EMALS- Electro Magnetic Aircraft Launch System) који је развила компанија General Atomics.

У сваком случају, очекује се да ће конвенционални или електро-магнетски катапулти бити у могућности да лансирају ловце теже од авиона МиГ-29К, уз ваздушне платформе за рано упозоравање и контролу и, евентуално, беспилотне летелице.

Према индијској поморској доктрини, борбене групе носача авиона имају задатак да контролишу море и да поседују „високо развијену могућност испоруке убојних средстава”.

Када носач авиона IAC-II буде уведен у оперативну употребу, он ће испунити захтеве индијске морнарице за постојањем две групе носача авиона, док би трећа била у резерви.

Група носача авиона испуниће амбиције Индије за пројекцију силе, осигурати економске интересе тако што ће контролисати морске путеве снабдевања и обликовати регионално окружење према свом стратешком интересу.

Групе носача авиона такође су неопходне у погледу сузбијања изазова које поставља кинеска ратна морнарица у области Индијског океана.

Viraat

Откако је уведен у индијску морнарицу, носач авиона *Viraat* је прошао четири генерална ремонта. Претходно га је користила британска морнарица, а учествовао је и у Фокландском рату. Последњи генерални ремонт урађен је пред крај 2012. године, а с обзиром на његову старост одустало се од даљих улагања у његов ремонт.

INS Viraat са својим застарелим авионима Harrier и хеликоптерима Sea King

Након што *Viraat* буде расходован, седам делимично модернизованих авиона *Mk 51 Sea Harrier* и три двоседа Мк 61, једини преостали од 30 авиона које је1984. године поручила Велика Британија, биће пребачени у базу INS Hansa, где ће на крају бити расходовани.

Након четворогодишњег одлагања, током 2008. и 2009. године, компанија Hindustan Aeronautics Limited (HAL) завршила је програм модернизације авиона *Sea Harrier,* што је укључивало замену вишенаменског радара за управљање ватром *Sea Fox* радаром Elta EL/M-2032, што му је повећало домет до 100 км. У исто време, авиони *Harrier* модификовани су тако да могу носити ракете ваздух-ваздух Rafael *Derby* за захват циљева ван визуелног домета, што им је, макар на папиру, вратило способност правих пресретача.

Програм модернизације харијера је критикован, јер је „оперативно компромитовао" способност ловаца с обзиром на то да други системи авиона, као што су Head-up display, навигациони системи и компјутери за захват циљева, нису адекватно модернизовани. Такође, постављено је питање ефикасности ракета *Derby,* јер их је набављено свега 20 и то са малим бројем резервних делова.

Vikramaditya

Носач авиона *Vikramaditya,* носивости 44.750 тона, саграђен је 1987. године у Украјини и назван *Admiral Gorshov,* а расходован је 1996. године. Његова обнова, на основу пројекта индијске морнарице под називом Пројекат 11430, започела је 2005. године и подразумевала је изградњу 234 нових делова који су уграђени у носач, што му је повећало тежину за 2.500 тона челика и довело до пренамене брода са конфигурације VTOL на конфигурацију STOBAR, тако што је додата „скакаоница".

Некадашња ваздухопловна крстарица класе Kijev, INS Vikramaditya, модернизована ваздушном групом састављеном од авиона МиГ-29 К

Овакав задатак захтевао је уклањање 10 топовских места и 12 лансера за ракете брод-брод и брод-ваздух из совјетске ере, који су се налазили на предњем делу носача. Затим је продужена и ојачана полетно-слетна писта, додата рампа под углом од 14 степени, као и три кабла за заустављање авиона од по 30 метара.

Укупно је измењено или поново изграђено 1.750 од бродских 2.500 одељака.

Урађена је измена на 22 палубе носача *Vikramaditya* ради смештања нових сензора, као што су радари за ваздушно осматрање, домета до 500 км, опрема за електронска дејства и систем за борбено управљање Agat LE-SORUB-E који прибавља и обрађује податке са носача и других спољних сензора ради изналажења одговарајућих тактичких решења, углавном за мисије ловачке групе.

Полетно-слетна палуба са укрцаним авионима МиГ-29К

Носач је, такође, опремљен аутоматизованим радарским комплексом *Resistoir-E* који помаже у контроли ваздушног саобраћаја и обезбеђује потребне летне податке. На задњем делу носача постављена је и структура са јарболима на којима се налазе комуникационе антене.

Композитни комуникациони систем Mk II, који се налази на носачу *Vikramaditya,* развила је индијска компанија *Bharat Electronics Limited.* Он служи за управљање екстерним и интерним комуникацијама, док додатни тактички систем за прикупљање података Link 11 повезује брод са мрежноцентричним операцијама.

Постављено је више од 2.300 км електричних каблова, модернизовани су лифтови за допремање авиона и муниције и климатизациони систем, док је простор адекватно опремљен за 1.600 чланова посаде. Постављена су два реверзибилна постројења за осмозу, која производе 400 тона воде дневно, а модернизоване су и јединице за дестилацију.

Замењен је првобитни погон и уграђено је осам модерних парних котлова који покрећу четири пропелера и генеришу 180.000 KS. Поврх тога, носач је опремљен са шест турбодизел алтернатора који производе 18 MW снаге и омогућују постизање максималне брзине од 30 чворова и оперативни радијус од 7.000 миља током 45 дана на мору.

Ваздухопловни комплекс носача *Vikramaditya* дизајнирала је руска компанија Russia Nevskoye Design Bureau (NDB) и подразумева 30 авиона, од којих су две ескадриле са укупно 24 авиона МиГ-29К/КУБ и хеликоптери Камов Ка-31 Helix-*B*, старији *Westland Sea King* Mk42B/C и застарели *Chetak (Alouette III).*

Индијска морнарица се нада да ће, током следећих три до пет година, заменити хеликоптере *Chetak* новом домаће развијеном летелицом у оквиру програма Naval Utility Helicopter (NYH) – морнарички наменски хеликоптер. Министарство одбране тренутно проучава понуде које су поднеле индијске компаније у сарадњи са страним произвођачима за учешће у програму производње више од 100 мотора са склопивим роторима.

МиГ 29 К/КУБ одабран је због своје величине, али и због истоветности авиона у индијској флоти која користи МиГ-29 још од 1985. године.

У својој конфигурацији К, МиГ-29 покреће мотор Klimov RD-33MK, потиска од 9.000 кг који има смањену термалну слику и бездимне моторе (за разлику од претходних верзија), а карактерише га и једноставније одржавање, нарочито у поређењу са авионима *Harrier*.

Модел К такође поседује радар *Zhuk-ME* са побољшаном обрадом сигнала и радијусом откривања циљева до 120 км. Летелица, такође, поседује и побољшан четвороканални fly-by-wire контролни систем.

Индија није покушавала да интегрише ракете *Derby* у авионе МиГ 29 већ је користила ракете Р-77 (НАТО ознака АА-12 „*Adder*") као примарну ракету за захват циљева ван визуелног домета. МиГ 29К има 13 подвесних носача који могу понети до 5.500 кг борбеног товара, укључујући ласерске и електрооптичке планирајуће авио-бомбе,, ракете ваздух-земља и противбродске ракете, као и крстарећу ракету BrahMos намењену за уништавање бродова на већим даљинама.

Кабина авиона МиГ-29К има три вишенаменска екрана од течног кристала (у двоседу МиГ-29 КУБ има седам таквих екрана) и ласерске жиронавигационе модуле француске компаније Sagem SIGMA 95, као и осматрачки и нишански систем компаније *Thales „Topsight-E"* монтиран у пилотској кациги. МиГ-29 има повећан капацитет резервоара за гориво и премазан је материјалом за абсорбовање радарских зрака.

Што се тиче самог носача, *Vikramaditya* је испоручена без оружаног система за блиску одбрану (ЦИWC – close in weapon system), након што је морнарица одлучила да одбаци руски систем *Kashtan,* али ће брод, током јуна 2015. године, бити опремљен ракетним системом за блиску одбрану Barak-1 компаније Rafael/Israel Aerospace Industries. Носач ће бити опремљен вертикалним лансерима са по 24 ракете, као и са четири аутоматизована двострука топа 30 мм АК-630М са брода *INS Godavari* који је расходован.

Инсталирање система за блиску одбрану биће изведено у матичној луци носача *Vikramaditya,* у бази Karwar, а тада ће бити инсталиран и радар за тражење, праћење и навођење Elta EL/M-2221 као примарна јединица за захват циљева система Barak-1.

Постоји могућност да нови систем Barak-8 PDMS, који има домет од 70 км, за разлику од система Барак-1 домета 12 км, замени систем Barak-1, али није познато да ли би радар EL/M-2221 STGR могао да подржава нови систем.

Vikrant

Крунски драгуљ индијске бродоградње, носач авиона *Vikrant* од 40.000 тона у STOBAR конфигурацији је у току јуна 2015. године исловио из свог дока у бродоградилишту.

Поринуће новог индијског носача авиона Vikrant

Радови су застали током 2013. и 2014. године због недостатка средстава, али је у мају 2015. речено да ће труп брода бити завршен након седам година изградње. Индијски званичници су изјавили да би брод могао поћи на пробну пловидбу током 2016. године да би ушао у оперативну употребу до краја 2018. године.

Након увођења у индијску ратну морнарицу, полетно-слетна писта носача омогућиће високу фреквенцу полетања авиона с обзиром на то да *Vikrant* има две писте и може лансирати два авиона један за другим. Са друге стране, може истовремено зауставити само један авион, користећи троструки зауставни кабл.

Носач авиона је резултат индијског програма Пројекат 71, програма домаћег носача авиона. Али, упркос таквом називу, увезено је око 50% погона и око 70% оружаних система и ваздухопловног дела. Са друге стране, 90% трупа брода је домаће производње, тако да је проценат учешћа Индије у изградњи носача око 55%.

У оквиру пројекта 71 учествовала је и француска компанија DCNS која је надгледала пројекат носача *Vikrant* и интеграцију погонског система на основу уговора закљученог 2004. године у вредности од 30 до 40 милиона долара.

Шпанска компанија *Navantia* такође је била укључена у експертизу пројекта по питању интеграције ваздушне групе носача.

Погонска група укључује четири гасне турбине General Electric LM-2500 које генеришу 80 MW (120,000 КС), што би било довољно да брод развије брзине од око 28 чворова. Радијус дејства требало би да буде око 7.500 миља.

Очекује се да ће цена носача *Vikrant* бити нешто више од 3 милијарде америчких долара, што представља увећање од око 6 пута у односу на цене предвиђене буџетом 1990. године.Чак се очекује да ће цена порасти и до 4 милијарде америчких долара. Индијски парламентарни комитет је, поред ових оцена, изнео и чињеницу да је програм изградње носача прекорачио рокове за осам година.

Када је у питању ваздушна група, она ће у почетку садржати само авионе МиГ-29, али ће касније бити појачана ловцима LCA (N). Морнарица је изнела своје потребе за 40 LCA (N), укључујући и двоседе моделе за обуку. Међутим, пројекат LCA (N) такође је у кашњењу, великим делом због недостатка институционалне подршке Министарства одбране и морнарице. Први прототипи LCA (N) полетели су у априлу 2012. године, са кашњењем од четири године, а 2014. године први пут су полетели са реплике полетне стазе носача авиона.

Тренутно, LCA (N) опремљен је моторима General Electric F404GE-IN20, али ће ловац у оперативној употреби бити опремљен снажнијим моторима GE F414.

Очекује се да ће САД, на основу билатералног споразума о одбрани и технологији, пренети Индији 17 технологија које ће, поред осталог, омогућити инсталацију електромагнетног катапулта, како би индијска морнарица могла да набави авионе *Hawkeye* E-2C/D и Ф-35C за програм IAC-II.

Упркос свему, морнарица се нада да ће ове лекције бити значајне у погледу будућих пројеката. На крају се ради, ипак, о првом домаћем носачу авиона.

Кинески носач авиона напредује по плану

У септембру 2013. морнарица кинеске ослободилачке војске увела је у оперативну употребу свој први носач авиона *Liaoning* од 60.000 тона, да би затим кренула у програм набавке знања, вештина и процедура који ће обезбедити солидну основу за рад на програму за изградњу четири до шест носача авиона. У том смислу, Кинези посматрају *Liaoning* више као брод за обуку и развој него као оперативно средство.

Ради смањивања техничких изазова и времена потребног за развој носача авиона, Кина је набавила делимично комплетиран носач авиона *Kuznetsov*, класе *Varyag* од Украјине. Носач је пројектован за време Совјетског Савеза и поринут 1985. године. Није познато у каквом је стању био брод када је током 2002. године стигао у луку Dalian, али је ремонтован и измењен пре него што су августа 2011. године започета тестирања. Током новембра 2012. године, два месеца након увођења у оперативну употребу, прве летелице слетеле су на палубу носача.

Брод је пројектован тако да може користити авион Су-33, велику једноседу варијанту авиона Су-27, преправљену за коришћење „скакаонице” у оквиру STOBAR операција. За време разговора о набавци авиона Су-33 са Русијом, Кина је размишљала и о употреби своје верзије J-15 коју производи компанија *Shenuang Aircraft Corporation* (SAC), као и дериватив авиона Су-27 под називом J-11Б.

Претпоставља се да би карактеристике авиона J-15 биле сличне руском Су-33, максимална полетна маса од 33.000 кг, подвесни товар од 6.500 кг и максимални домет до 2,300 км. Иако је авион врло сличан Су-33, Кина тврди да се не ради о копији, јер је авион опремљен кинеском електроником, вероватно оном која је употребљена у авиону J-11Б.

Компанија САЦ успешно производи летелице изведене од Су-27, када су у питању конструкције авиона и авионских инструмената, али има проблем са турбофан моторима који су и даље Ахилова пета кинеског војног програма. На фотографијама је приказан мотор WC-10A Taihang, намењен авионима J-11Б и J-15, а присутни су озбиљни проблеми у набавци мотора Saturn-NPO AL-31 FN из Русије за лиценциране летелице Су-27 и за домаћи *Shengdu* J-10.

Сви авиони који полећу и слећу са носача *Liaoning* опремљени су са AL-31F.

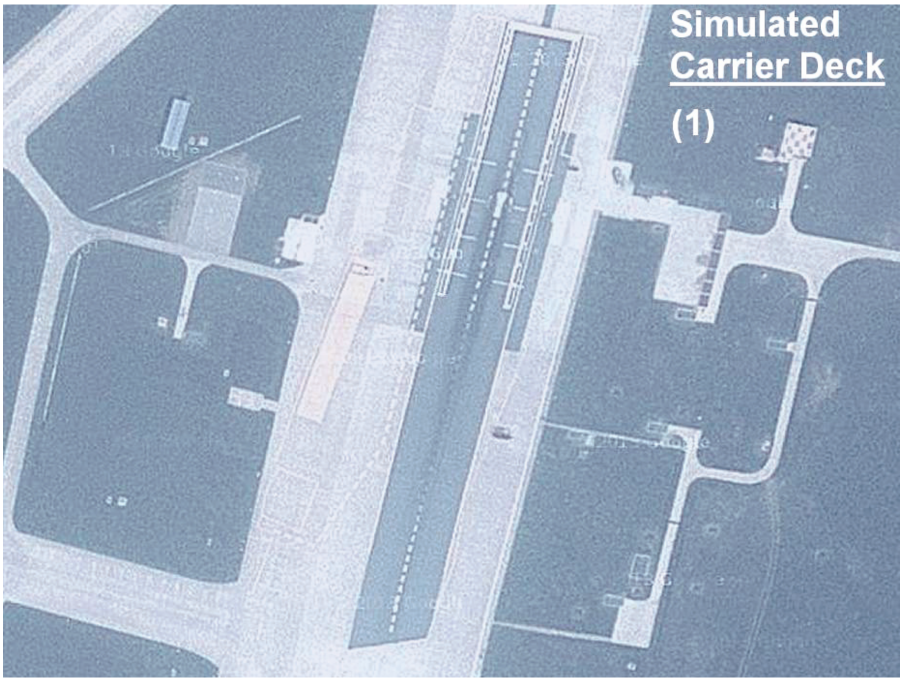
Први J-15 полетео је 2009. године, а израђено је шест прототипова. Такође, направљена је и „скакаоница” која се користи за тестирање J-15.

Обука пилота је главна компонента програма развоја носача. Од пилота се захтева да су летели на најмање пет различитих типова авиона, да имају више од 1.000 часова лета у ловцима треће генерације и да су млађи од 35 година. С обзиром на то да постоји око 10 ваздухопловних пукова који користе авионе JX-7, J-10, J-11Б и Су-30 МКК, ваздушне снаге Кине имају велики број искусних пилота који испуњавају ове критеријуме.

Авио-база Huandicun је основно место где се обучавају пилоти на пистама које су означене као полетно-слетна стаза носача Liaoning.

Првих пет пилота носача завршило је обуку током 2012. године, док је друга група од осам пилота завршила са обуком у новембру 2014. године.

Матична база носача *Liaoning* налази се 50 км југозападно од луке Qingdao. Знатно су проширена постројења за подршку носачу, тако што је саграђено нових 580 м заштитних обалних зидова. Слична база саграђена је и на острвима Хаинан. Ова база налази се близу спорних делова јужног кинеског мора, а управо у њој боравио је носач авиона *Liaoning* током новембра и децембра 2013. године.



Део авионске писте у бази Huangdicun који је израђен тако да у потпуности изгледа као полетно-слетна палуба носача авиона Liaoning

С обзиром на то да их нема на фотографијама, претпоставља се да се магацини са убојним средствима и горивом налазе у склоништима под земљом.

За време обимног ремонта у бази Dalian, уклоњени су руски оружни системи и сензори и замењени кинеском опремом. У том смислу, резервни делови за најважнију опрему биће доступни из домаћих извора. Наоружање носача *Liaoning* ограничено је на одбрамбене системе, што подразумева три оружна система за блиску одбрану Type 1130 и четири лансера са по 18 ракета кратког домета XQ-10.

Носач *Lianoning* ће у операцијама бити у саставу борбене групе, која ће му пружати заштиту. Пратња ће се састојати од разарача Type 052D, чији вертикални системи за лансирање ракета садрже ракете HHQ-9б, домета до 150 км, противподморничке ракете, као и ракете брод-брод дугог домета YJ-18. Други бродови из пратње, као што су фрегате Type 054A *Jiangkai II,* опремљене су вучним сонарима са опцијом мењања дубине и предвиђени су за противподморничку заштиту групе носача.

Поврх разарача и фрегата у улози заштите, група носача авиона имаће и бродове за подршку са укрцаним горивом, муницијом и другим средствима. С обзиром на то да је *Liaoning* конвенционални носач авиона, потребно му је пуњење горивом свака три до четири дана, нарочито уколико летачке операције захтевају максималну брзину од 30 чворова. Предвиђена је изградња већих и бржих бродова за подршку од постојећих бродова за снабдевање Туре 903А, којих је четири у оперативној употреби, док се још најмање три налазе у фази изградње.

Још нема званичне потврде о броју авиона на носачу, али се цитира изјава капетана носача *Liaoning* да ће ваздушна група носача бити састављена од 36 авиона, од којих су 24 J-15 и 12 хеликоптера: четири З-18 за електронска и радарска дејства , шест З-18 у противподморичкој улози и два З-9 намењених трагању и спасавању.

Нови кинески носач авиона Liaoning на пробној пловидби

Фотографије носача *Lianoning* приказују место за паркирање до 12 J-15 са слободним простором за лансирање и прихват авиона. Претпоставља се да је авионски хангар дуг од 150 до 180 м и широк од 26 до 29 м и да има капацитет за прихват још 16 до 18 J-15.

Међутим, величина авиона J-15 отежаће маневре на писти и у хангару када се укрца 36 летелица. До сада су примећена само четири авиона на палуби, а с обзиром на динамику производње авиона и обуке пилота оцењено је да ће бити потребно још две године за потпуну попуну носача летелицама и пилотима.

Америчка канцеларија морнаричке обавештајне службе (US Office of Naval Intelligence ONI) претпоставља да носачу авиона *Liaoning* највише одговара улога ваздушне одбране флоте, али су могуће и мисије удара на противничке бродове. На фотографијама авиона J-15 са носача примећене су ракете ваздух-ваздух и ракете брод-брод. Очекује се да ће авиони у борбеним ваздушним патролама бити опремљени ракетама PL-8 и PL-12, али и са YJ-83К као противбродске ракете.

Слетање авиона J-15 на палубу носача Liaoning

Liaoning има три лансирне тачке, две са пистом од 105 м и трећом са додатних 90 м, која ће вероватно бити употребљавана за лансирање тежих транспортних авиона. Поставља се питање да ли ловац-бомбардер са максималним подвесним теретом може полетети са „скакаонице” што је потврђено фотографијама руског авиона СУ-33 који полеће са „скакаонице” носача са максималним подвесним теретом и са минималним ветром у леђа.

Учесталост полетања

Учесталост полетања остаје и даље врло спекулативна област, а с обзиром на то да је примарна улога носача *Liaoning* рад на развоју осталих носача авиона, то и неће бити главна брига кинеске ратне морнарице.

Када су у питању авиони, њихова критична компонента је доступност, а врло мало се зна о поузданости и сервисирању авиона J-15. Претпоставља се да је доступност авиона око 75%, тако да би ваздушна ескадрила од 24 J-15 имала 18 авиона спремних за мисије.

С обзиром на мали број пилота који су завршили обуку, питање посада авиона представљаће један од главних проблема. Време проведено на лету само је један део укупног заузећа пилота с обзиром на мисије планирања, брифинга, припреме летелице и дебрифовања које додају додатна четири сата на сваки лет. Америчка ратна морнарица ограничава пилоте једноседа на три лета или шест сати летног времена на дан. По овој рачуници било би потребно 27 до 36 пилота на 18 оперативних J-15.

С обзиром на релативно малу површину палубе STOBAR носача, јер област скакаонице није доступна за паркирање авиона, релативно је компликовано вршити померање средстава између лифтова, односно између хангара и летне палубе.

За време једне вежбе током 1997. године, амерички носач авиона *Nimitz* постигао је 2,2 полетања дневно по авиону Ф-14 и 4,7 по авиону Ф/А-18.

Вероватно је да кинеска ратна морнарица неће прећи доњи ниво учесталости полетања.

Грубо поредећи, британски носач авиона класе *Invincible*, са „скакаоницом” успевао је да постигне 60 полетања за пет дана са ваздушном групом од 18 авиона *Harrier ГР.9* и четири хеликоптера *Sea King* ASAC.7. Амерички носач авиона *Nimitz* успевао је да оствари 140 полетања на дан, док се очекује да ће носач авиона класе *Ford, DVN Gerald.R.Ford* достићи и 220 полетања на дан.

Иако ће недостатак катапулта ограничити лансирање и прихват већих авиона за подршку, као што су AEW платформе и летећи танкери, постоји могућност досипања горива авионима J-15 путем других авиона J-15, што је већ виђено на снимцима.

Примећен је двоседи прототип J-15C, па се поставља питање да ли је у питању верзија за електронско ратовање, што би сигурно утицало на ефикаснији рад ваздушне ескадриле, иако би смањило број авиона за ловачко-ударне мисије.

С обзиром на ограничење по питању већих авиона, очекује се да хеликоптери преузму противподморничку борбу, а познато је да је Кина купила од Русије девет хеликоптера Ка-31 у тој улози. Кинеска индустрија развила је, такође, и противподморничку верзију хеликоптера З-18, иако ниједан још није виђен на носачу.

Кина је од 2006. године поставила у орбиту мрежу сателита типа *Yaogan* у региону у којем ће деловати група носача. Уколико буде реализован програм балистичких ракета намењених ударима по носачима авиона ДФ-21 Д, очекује се да ће информације ове сателитске мреже стизати у реалном времену и бити пренети носачу.

По питању ваздушног осматрања, *Liaoning* је опремљен радаром Type 346 „*Dragon Eye” 3-Д* за који се очекује да открива циљеве у радијусу од 150 до 300 км. Противподморнички радари обезбеђују покривање изнад визуелног домета радара. Њиме су опремљени и ескортни разарачи Type 052D, који ће се налазити на одређеној раздаљини од носача.

Кинески извори наводе да кинеска ратна морнарица користи интегрисани дата-линк систем за који се сматра да је сличан дата-линк систему 16 који је у употреби у НАТО-у. Овај систем омогућава стварање оперативне слике између бродова и побољшава координацију ударне групе, што ће бити врло важно с обзиром на то да су потенцијалне мисије носача *Liaoning* у Јужном кинеском мору.

Кинески званичници су потврдили да Кина намерава да гради одређен број носача авиона, а те информације су поткрепљене наводима да је први домаћи носач авиона у фази изградње у бази Dalian, иако о томе није било званичне потврде.

Очекује се да ће следећи носач авиона бити још један у конфигурацији STOBAR, иако је било јавних коментара о успешном развоју електромагнетног система за лансирање авиона (EMALS), што је донекле потврђено фотографијама на којима се виде модификације на носном точку J-15 које га чине подесним за лансирање путем катапулта.

Следећи корак кинеске ратне морнарице могао би бити градња CATOBAR носача са „скакаоницом”, али и са електромагнетним катапултом.

Драган Вучковић (Dragan Vučković), e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

Кина гради мистериозну мини-подморницу[3]

Изгледа да је Кина израдила несвакидашњу подморницу, судећи по фотографијама снимљеним у бродоградилишту Wychang у провинцији Wyhan.

Сателитски снимци од 24. октобра 2014. године приказали су подморницу на Google Earth-у, а на њу је указао један сарадник вебсајта Bellingcat.

Сателитски снимци мини-подморнице

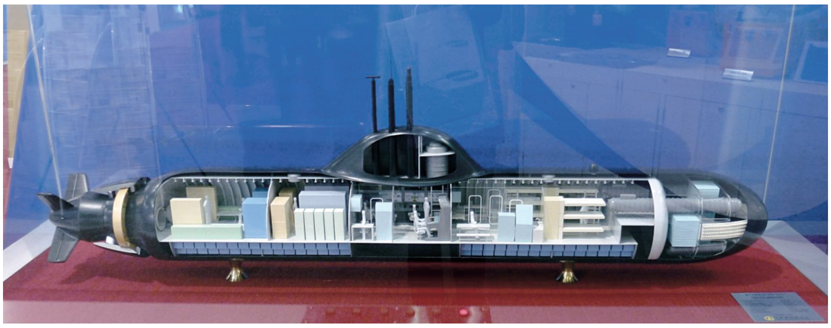
Слике показују пловило привезано за понтоне. Мини-подморница је напустила понтон пред крај новембра и на њено место је упловила друга подморница класе Type 041 *Yuan*. На основу приказаних снимака може се закључити да је дужина подморнице око 35 м, ширина око 4 м, а на основу тога се претпоставља да је носивост између 400 и 500 тона.

Бродоградилиште Wuchang задужено је за изградњу највећег броја подморница класе Type 039 *Song* и Type 041 *Yuan*. Бродоградилиште је, такође, изградило и највећу конвенционалну балистичку подморницу класе Type 032 *Qing*.

Мини-подморница из бродоградилишта Wuchang је, по својим димензијама, слична јужнокорејској подморници KCC 500A за коју се претпоставља да је концепт дизајна. Није познато да ли је ова подморница икада израђена, али је часопис IHS Jane's, у марту 2015. године, пренео информацију да је варијанта овог дизајна понуђена краљевској тајландској морнарици.

---

[3] Jane's Defence Weekly 1 July 2015.



Јужнокорејска подморница КСС 500А

Подморница КСС 500А дугачка је 37 м, носивости 510 тона, њоме управља посада од 10 чланова, а опремљена је са два тешка и четири лака торпеда. Међутим, њена основна намена је учествовање у специјалним операцијама с обзиром на то да има капацитет укрцавања 14 припадника специјалних операција.

Познато је да Кина настоји да обезбеди међународне уговоре за конвенционалне подморнице и да је једна варијанта класе 041 понуђена тржишту (класа 041 се означава и као Type 039А, али и као 039В и 039С). Тренутно, преговори су највише одмакли у вези с продајом осам подморница Пакистану, али су и Тајланд и Бангладеш потенцијални купци.

Међутим, иако је Кина спремна да извезе било коју од подморница које су у оперативној употреби у морнарици народноослободилачке војске Кине, није извесно да би ова мини подморница била понуђена за извоз.

Током марта 2015. године часопис IHS Jane's известио је о компјутерски генерисаним сликама које су се појавиле у кинеским медијима, а које илуструју подморницу класе 093 *Shang* са хангаром предвиђеним за смештај пловила за транспорт припадника специјалних операција. Иако тренутно нема доказа о таквим способностима, врло је вероватно да би кинеска ратна морнарица радила на развоју поморских специјалних снага.

Wuhan се налази 500 миља дубоко у копну и све подморнице које се граде у бродоградилишту Wychang транспортују се реком Yangtze ка обали. Није се појавила ниједна фотографија која би приказала мини подморницу током пловидбе реком, тако да је могуће да је она и даље прикривена у Wuhan-у или да су евентуално друге фотографије цензурисане од стране кинеских војних вебсајтова. Уколико је мини подморница предвиђена за специјалне операције, то је онда врло вероватно.

Драган Вучковић (Dragan Vučković), e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

Испоручена прва Пума[4]

Немачки Бундесвер је формално преузео прво оклопно борбено возило пешадије (ОБВП) које је испоручила компанија Пројект Systems & Management GmBH 24. јуна.

---

[4] Jane's Defence Weekly 1 July 2015.

ОБВП Puma

Прва серија ОБВП *Puma* употребљена је у интензивним пробним тестовима у Немачкој и другим земљама као што су Норвешка и Уједињени Арапски Емирати, што је довело до „одобравања за оперативну употребу” током априла 2015. године.

Првих седам возила *Puma* биће испоручено у центар за обуку Munster до краја 2015. године. Компанија ће наставити са испоруком возила центру за обуку где ће бити опремљена са осталом опремом, а затим предата војсци на период обуке од три месеца. Обучени војници ће се затим вратити у своје матичне базе са возилима где ће обучити друге.

Првобитни план је претпостављао набавку 405 возила *Puma,* али је то сада смањено на 350 возила која су предвиђена за испоруку до 2020. године. У оквиру тих 350 возила налазиће се и осам возила за обуку.

ОБВП *Puma* представља замену за постојећи ОВП *Marder 1* који је у употреби у немачкој војсци од 1971. године иако је од тада био константно модернизован с тиме да је последња верзија *Marder 1 A5* која је употребљавана у Авганистану.

Укупна вредност уговора за возило *Puma* сада је 4,3 милијарде евра, укључујући додатну опрему.

У поређењу са другим ОБВП које употребљава НАТО, немачка *Puma* има јединствени дизајн, тако што комплетна посада (командир, нишанџија и возач), као и шест припадника десанта, седе у трупу возила у специјалним седиштима за ублажавање последица детонације ради веће шансе за преживљавањем.

Инсталација даљински управљане куполе ослободила је место у трупу возила, али са друге стране то може довести до потенцијалног губитка могућности осматрања, јер је у куполу уграђена оптика за покривање осматрања у кругу од 360 степени.

Драган Вучковић (Dragan Vučković), e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

Русија приказује нову куполу са топом 57 мм[5]

Руска компанија UralVagonZavod открила је детаље у вези с развојем експерименталне даљински управљане куполе (DUK) 57 мм.

Купола АУ-220М наоружана олученим топом 57 мм

Нова купола ознаке АУ-220М наоружана је олученим топом 57 мм који се завршава специфичном рупичастом кочницом на устима цеви, а која представља деривацију поморског аутоматског топа А-220М.

У својој поморској конфигурацији DUK тежи око 6 тона, водено је хлађен, што му омогућава постизање цикличне паљбе до 300 граната у минути, с тим да се 200 граната налази у аутоматском пуњачу.

Верзија топа која је монтирана у куполу АУ-220М има нижу каденцу ватре, ограничену на 120 граната у минути, али је топ иначе предвиђен за јединачну паљбу или за кратке рафале. Топ испаљује високоексплозивне, поткалибарне и ласерски вођене пројектиле. Ови последњи могу прецизно погађати циљеве који су далеко ван домета стандардне муниције 57 мм. Морнаричка варијанта поседује и парчадну, као и пробојну трасерску муницију.

На основу навода компаније UralVagonZavod максимални хоризонтални домет топа је 12 км, док је вертикални домет до 8 км, што му омогућава захват копнених и ваздушних циљева.

---

[5] Jane's International Defence Review April 2015.

На куполи је монтиран и митраљез 7.62 мм РКТ, коаксијално, са десне стране топа и за њега је ускладиштено 2.000 метака. Купола је, такође, опремљена и лансерима димних бомби од 81 мм који су повезани са ласерским детекторима на куполи.

Опрема за контролу топа у потпуности је електрична и он се може окретати у кругу од 360 степени (брзином од 60 степени у секунди) и елевацијом од – 5 до + 75 степени (брзином од 40 степени у секунди). Купола АУ-220 М опремљена је компјутеризованим системом за управљање ватром кога подржава систем за прикупљање метеоролошких података са сензора који се налазе на врху куполе, што омогућава захват мобилних циљева, док је оружни систем у покрету. Дизајн даљински управљане куполе омогућава врло ниски профил. Командир и нишанџија имају стабилизовану двоосовинску нишанску справу која је монтирана на врху куполе, а поседује телевизијски и термални канал, као и ласерски даљинар. С друге стране, оваква конфигурација је потенцијално осетљива на штету од пешадијског наоружања и шрапнела.

Остатак куполе је израђен од завареног челика, што омогућава заштиту до нивоа STANAG 4569, ниво 3 са свих страна и до нивоа 5 на предњој страни, односно заштиту од граната 30 мм.

Последњих година постоји тренд у повећавању калибра оружја борбених возила пешадије (БВП) и то на Западу са увођењем топова од 25, 30, па и до 40 мм.

Развој система АУ-220М показује да се и Русија креће у том правцу. Поред тога, иако је Русија увела ласерски вођене пројектиле од 100, 115 и 125 мм, развој топа од 57 мм представља велику предност у односу на калибре топова других БВП, а овакав дизајн могао би имати своју примену и у морнарици. Пред крај 2013. године, Русија је показала макету возила 8Х8 Атом, опремљену куполом са топом 57 мм, али су радови на том возилу престали након увођења европских санкција Русији.

Драган Вучковић (Dragan Vučković), e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

Подморница А-26 за азијско-пацифички регион[6]

Компаније Saab Kockums приказала је своју нову подморницу А 26 у облику макете, опремљену новом генерацијом погона, независним од ваздуха (air independent propulsion AIP) на изложби наоружања IMDEX 2015 у Сингапуру током маја ове године.

Према најновијим спецификацијама компаније, подморница А 26 дуга је 62 м, широка 6 м и носивости 1.800 тона. Опремљена је AIP системом Stirling, што јој омогућује подводне патроле у трајању од 18 дана.

Осим четири лансирне цеви од 533 мм, А 26 је опремљена и еластичном цеви, под називом вишенаменски портал коју користе рониоци, као и одређен број даљински управљаних возила и подводних беспилотних возила. Подморница је, такође, опремљена и подводним возилом за транспорт ронилаца које се налази на леђном делу подморнице.

---

[6] Jane's International Defence Review July 2015

Подморница је оптимизирана ради веће издржљивости, преживљавања и бољих стелт особина. Употребљена је модуларна техника изградње којом су умањени бука и вибрације. На пример, Стирлинг погон и дизел мотор су тако пројектовани да умање емисију звука тако што су употребљене комбинације гумених делова у конструкцији. Постављене су акустичне плоче између платформе и трупа, што представља још један слој звучне изолације.

Компанија је једна од првих која је у великој мери употребила стелт материјале за дизајн командног торња. Дизајн командног торња представља врло пажљив баланс између хидродинамичких перформанси и јачине сонарног еха. Једна од ствари која највише одаје подморницу када је против ње употребљен активни сонар је командни торањ, тако да је у овом случају он тако пројектован да у највећој мери одбија долазни соларни пинг.

Иако је за подморницу А 26 тренутно предвиђена употреба традиционалних оловних батерија са киселином, компанија и даље истражује потенцијал литијум-јонских батерија. Та технологија тренутно још није доступна, али ће бити сигурно употребљена након обимних истраживања.

Програм А 26 добио је ветар у крила када је шведско министарство одобрило план за набавку две подморнице А 26 по цени од 982 милиона долара. Почетак производње очекује се пред крај године.

Компанија Saab Kockums верује да постоји потенцијални интерес за ову подморницу у азијско- пацифичком региону и то код најмање три државе. Једна од њих је и Аустралија са својим програмом SEA 1000 који предвиђа замену подморница класе *Collins*. Следећи потенцијални интересент је Сингапур, а затим и краљевска тајландска морнарица. У оквиру конкурса за набавку подморнице за тајландску морнарицу учествују и Кина са подморницом класе Type 041 *Yuan*, Немачка са подморницом Type 209/1400 и Type 210, Јужна Кореја са подморницом HDS-500PTH и Русија са подморницом класе Project 636 *Kilo* .

Драган Вучковић (Dragan Vučković), e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

Да ли је Ф-35 неуспешан у „догфајту”?[7]

Канцеларија за здружени програм Ф-35 *Lighting II* (Joint Program Office – JPO) предузела је неочекиван корак тако што је јавно бранила способности авиона Ф-35 у ваздушном боју. Овај корак је уследио након медијског извештаја који је оспорио способност авиона за „догфајт”.

У одговору на чланак који се појавио на сајту „War is Boring”, JPO је пружио своју верзију симуловане ваздушне битке која се одиграла у јануару ове године, где је „чисти” Ф-35 (без додатних резервоара за гориво и без подвесног терета) изгубио дуел са ловцем Ф-16 Д који је био оптерећен додатним резервоарима за гориво. Такође, JPO тврди да на сајту није приказана потпуна прича, а затим да Ф-35 није ни намењен за такву врсту борбе.

---

[7] Jane's Defence Weekly 8 July 2015

ЈРО наводи да је симулација имала за циљ проверу летних способности Ф-35 и да је улога ловца бомбардера Ф-16 Д била само визуелна референца за његову проверу. Такође, тврди да је „догфајт” био успешан, јер је доказао способност Ф-35 да маневрише до својих граница на позитиван и предвидљив начин и сматра да су злоупотребљени резултати теста с обзиром на то да је Ф-35 намењен за нападање и уништавање непријатеља на великим раздаљинама, а не у „догфајт” дуелима.

Сајт „War is Boring” је пренео извештај и мишљење пробног пилота Ф-35А након борбеног маневрисања авионом Ф-16.

У сајту је наведено да је Ф-35 имао мање снаге приликом маневрисања против ловца Ф-16, да није могао довољно брзо окренути нос авиона у циљу захватања противничког авиона на малим раздаљинама, што значи да није дошао до могућности употребе топа или ракете ваздух-ваздух кратког домета.

Поред тога, пилот који је иначе имао одређено искуство на авиону Ф-15Е *Strike Eagle,* известио је да ергономски облик кабине Ф-35, односно превелика пилотска кацига, релативно мали кокпит и немогућност погледа уназад, знатно отежава „догфајт”

Током јануара америчко ратно ваздухопловство је спровело симулацију блиске маневарске борбе између авиона Ф-16 и Ф-35

Осим што није био у могућности да обори Ф-16 на малој раздаљини, пилот Ф-35 није могао ни да га спречи да дође у позицију за успешан напад.

У свом одговору на чланак, ЈРО је навео да је Ф-35, који је употребљен у овом тесту, један од најстаријих у флоти и да је пројектован за испитивање, а не за летно маневрисање.

Авион Ф-35 није имао софтвер који би му омогућио да види непријатеља пре него што сам буде примећен. Затим, није имао специјалну стелт прекривку која оперативне Ф-35 чини невидљивим за радар. А, као треће, ЈРО наводи да авион није био опремљен оружаним системом или софтвером који би пилоту омогућио да нанишани непријатеља пилотском кацигом и да га гађа без потребе усмеравања авиона ка циљу. Такође, каже се да је било много симулационих ситуација у којима су формације од четири авиона Ф-35 напале формације од по четири ловца бомбардера Ф-16, где су авиони Ф-35 изашли као победници захваљујући својим сензорима, оружјем и стелт технологијом.

Иако изгледа да је чланак са сајта „War is Boring” прецизно описао искуство и коментаре пилота са тог тренажног лета, Ф-35 није никад ни пројектован за „догфајт”и да би у том смислу био боље да је летелица добила ознаку А-35 (А као Attack, односно јуришни авион). Са друге стране, ЈРО је у праву када каже да овај примерак Ф-35 (АФ-2) није био опремљен многим напредним системима који би му омогућили да порази своје противнике на средњим и великим даљинама.

Међутим, док ЈПО указује на неслагања између извештаја пилота и параметара мисије Ф-35, треба приметити да многе државе, које не могу себи приуштити усконаменске летелице, набављају Ф-35 као вишенаменски авион.

Иако напредни сензори и ракете чине да је класичан „догфајт” све мање вероватан, може се десити да Ф-35 буде доведен у ситуацију ангажмана циља у визуелном домету. Оно што сајт „War is Boring” настоји да истакне, а ЈРО не успева у довољној мери да одбаци, јесте да пилот често није у ситуацији да наметне свој начин борбе и да би у том смислу Ф-35 морао да поседује могућност борбе у стилу „догфајта”.

С обзиром на то да је Ф-35 намењен као замена авиону Ф-16, односно као главна ваздушна платформа, јасно је да ће његов недостатак у блиској ваздушној борби проузроковати велику забринутост код будућих оператера овог авиона, нарочито са изласком пете генерације руских и кинеских авиона као што су ПАК-ФА и Ј-20.

У међувремену, ЈРО и даље испитује како је овај поверљиви извештај изашао у јавност.

Драган Вучковић (Dragan M. Vučković), e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

Опремање антитерористичких група јединица за специјалне намене

Антитерористичке групе-АТГ, као организациони елементи јединица за специјалне намене, представљају мање високопрофесионалне целине, намењене, по правилу, за извршавање најсложенијих задатака у оквиру намене[8] конкретне јединице. Намењене су за извршавање акција из домена антитерористичких дејстава[9] у свим условима (првенствено теренским и климатским). Имајући у виду деликатност задатака, односно претњи са којима се могу суочити, ове групе, по правилу, попуњавају се најискуснијим припадницима конкретне јединице, од којих многи имају звања специјалиста. Искуство и стручност јесу претпоставка њихове поузданости и ефикасности приликом извођења дејстава. Веома важна јесте и посебна опрема и наоружање која се набавља за потребе јединица за специјалне намене. Данас се често могу чути или прочитати коментари како набавка модерне опреме и наоружања представља пуко помодарство, односно нерационално располагање наменским новчаним средствима. Новчана средства свакако јесу значајан фактор у овој области, јер су модерна опрема и наоружање веома скупи и поред чињенице да су јединице за специјалне намене, по правилу, мањи борбени састави[10], па су и набавке мањег обима. Као што се може претпоставити, новац је врло често ограничавајући фактор бројним јединицама, односно државним министарствима у оквиру којих су јединице устројене, што се, по правилу, одражава на квалитет опреме и наоружања у употреби, односно квалитет и интензитет обуке која се изводи. Ипак, скоро је општа пракса у свету да ове јединице у својим саставима имају припаднике, често изузетне техничаре и/или оружаре, организоване у посебне специјалистичке групе.. Они су задужени да прате техничка достигнућа из области наоружања и опреме, дају предлоге о набавци[11], организују и изводе тестирања, врше поправке модела који су већ у употреби, али и модификације и додатно унапређују постојеће конструкције. То је веома важно, јер се данашње безбедносне претње скоро непрекидно усложавају. Стога је неопходно одвајати знатна средстава за опремање јединица за специјалне намене.

---

[8] Намена јединице утврђује се правним актом, најчешће законом којим се уређују односи унутар полиције или војске конкретне државе или политичког ентитета, а подразумева скуп задатака које припадници јединице могу легитимно и легално извршавати, односно у којима могу пружати подршку или стручну асистенцију друге врсте.

[9] Борба против тероризма, уопштено, подразумева скуп тактичко-оперативних радњи, поступака и акција превентивног (противтероризам) и репресивног (антитероризам) карактера. Сходно томе, прве имају за циљ превенцију настанка штетних последица терористичких активности, док су друге усмерене на санирање насталих последица, односно спречавање њихових ескалација. Подела према овом критеријуму знатно је израженија у теорији, док у пракси многи не праве разлику, што понекад може довести и до мешања/сукоба надлежности различитих јединица којима намена није прецизно утврђена.

[10] Полицијске јединице најчешће су на нивоу водова или чете. Са друге стране, војне јединице могу располагати борбеним кадром и на нивоу батаљона или бригаде, попут Специјалне бригаде Војске Србије, или Батаљона војне полиције специјалне намене „Кобре“.

[11] Пре куповине опреме и/или наоружања, по правилу, организује се набавка ради тестирања. Уколико се предмети тестирања покажу као довољно добри према стандардима конкретне јединице, доноси се одлука о набавци одређеног контингента.

Опрема припадника антитерористичких група треба да задовољи, пре свега, тактички, заштитни и биомеханички критеријум. Да би опрема задовољила тактички критеријум нужно је да буде примењива у ситуацијама у којима ове групе најчешће могу извршавати задатке и дужности. Другим речима, на основу тактичко-техничких карактеристика, а према околностима конкретног случаја, треба да се помогне припадницима група да остваре предност[12] при примени овлашћења. Имајући у виду да околности конкретног случаја могу бити веома различите, често и атипичне, нове, јасно је да у оквиру овог критеријума постоји много поткритеријума које опрема мора задовољити, као што су маскирање, тј. стапање са окружењем, покретљивост и релативна удобност при ношењу, поузданост, једноставна употреба, монтирање, скидање и други.

Безбедносни критеријум подразумева балистичку и фрагментациону заштиту коју опрема мора[13] да задовољи. Балистичка заштита односи се на заштиту припадника од пенетрације балистичких пројектила у тело, при чему се мисли на оне који се испаљују из личног пешадијског наоружања: пиштоља, револвера, аутомата, сачмарица, јуришних пушака, пушака за прецизно гађање и лаких митраљеза. Треба нагласити да се за ове врсте наоружања израђују, како специфични калибри, тако и специфичне врсте муниције основних калибара, са одговарајућим балистичким карактеристикама, па и у овој сфери постоји константно „надметање” између квалитета заштитних производа и квалитета оних других. Фрагментациона заштита односи се на заштиту од пенетрације или наношења површинских повреда од фрагмената различите врсте (на пример комадићи стакла, зида, камења и слично). Јасно је да су фрагменти мање опасни по својој природи, али често се могу кретати великом брзином, иако нису испаљени из неке врсте наоружања[14]. Балистички производи, по правилу, обезбеђују и одређени ниво фрагментационе заштите, према различитим стандардима[15], док обрнуто често не важи.

Према биомеханичком критеријуму, опрема и наоружање треба да буду тако дизајнирани да су у складу са биомеханичким особинама и способностима просечног човека. Другим речима, треба што мање да му отежавају извођење вољних активности, односно да што мање ометају природна чула. Тако, примера ради, балистички прслук мора омогућити покрете трупа, посебно руку и врата. Са друге стране, балистички шлем треба да буде таквог дизајна да не заклања очи, односно сужава поље вида, не изолује уши, односно да прати просечну анатомију човечје главе. Ергономске карактеристике рукохвата пешадијског наоружања треба да одговарају анатомији шаке просечног човека, обезбеђујући му релативну удобност при употреби, што је једна од претпоставки ефикасне употребе.

---

[12] Подразумевајући да се одређена врста опреме и/или наоружања рационално користи, јер, примера ради, уколико припадник у условима смањене видљивости обуче зимско маскирно одело не ради се о рационалној употреби опреме, што значи да употреба у конкретном случају није тактички оправдана.

[13] Законска је обавеза произвођача балистичке опреме да гарантују истакнути ниво балистичке и фрагментационе заштите својих производа у оквиру периода гаранције.

[14] На пример, приликом јаких детонација.

[15] На пример, балистички шлем „М-05 S“ националног произвођача „Миле Драгић“ обезбеђује ниво балистичке заштите IIIA према стандарду NIJ STD 0106.01.

Балистички производи

Основни индивидуални балистички производи јесу балистички прслук, којим се штите витални органи торзоа, и шлем, који представља заштиту за главу. Поред тога, данас многи произвођачи нуде конструкције прслука на које се могу прикачити балистичка платна која штите руке, препоне и бутине. Балистичка заштита прслука остварује се употребом посебних материјала у изради, а свакако се може остваривати и увећавати уметањем балистичких плоча од материјала високе тврдоће (попут кевлара) које се умећу у џеп са предње стране груди и онај на леђној страни прслука. Од балистичких прслука треба разликовати обичне тактичке или борбене прслуке који служе само за убацивање потребне опреме и секундарног или прикривеног наоружања. За те потребе на прслуке се могу качити разне футроле (на пример футрола за лисице, футроле за резервне оквире, футрола за пиштољ и слично), а врло често конструкцијско решење јесте „MOLLE” систем[16] који се у пракси доказао као једноставан и поуздан, а састоји се од паралелних платнених гуртни које су на више места пришивене на спољашњој страни (прслука или ранца на пример), а на које се могу привезивати или качити разне футроле, торбице, гарабини и слично. Балистички прслуци се, по правилу, нуде у више боја, као и маскирних шара, а многи произвођачи их израђују од материјала који не рефлектују сунчеву светлост, не пропуштају воду, не горе, итд.

Опрема припадника АТГ српске Противтерористичке јединице – ПТЈ
Фото: Милош Јевтић

---

[16] Енгл. „Modular Lightweight Load-carrying Equipment“.

Балистички шлемови данас се израђују у више дизајна као што су „MICH”, „PASGT”, „FAST” и други, а по правилу дозвољавају и монтирање балистичког визира кроз који припадник може гледати, а који му обезбеђује и балистичку и фрагментациону заштиту главе и лица. Модерни шлемови често су опремљени и калупима за причвршћивање опреме, попут камера, односно носачима са стандардизованим шинама[17].

Од шлемова треба разликовати кациге које, најчешће, не пружају балистичку већ само фрагментациону заштиту, односно заштиту од последица ударца у главу (на пример, приликом пада на тло или ударца главом у стену, конструкцију возила, ваздухоплова и слично). Сходно томе, кациге није рационално носити приликом интервенција у оквиру којих се претпоставља да су осумњичени, или више њих, наоружани ватреним оружјем. Са друге стране, обавезне су приликом извођења алпинистичке обуке, падобранских скокова и слично.

У категорију балистичких производа убрајају се и тактички балистички штитови које, по правилу, носе вође антитерористичких група, често приликом упада у објекте у којима се налазе осумњичени или више њих, а за које се претпоставља да су наоружани ватреним оружјем. Балистички штитови могу бити индивидуални (и у оквиру ове категорије постоји више стандардизованих величина), односно групни, који су својом површином већи, али услед веће тежине нису згодни за индивидуално ношење, па су по правилу опремљени точкићима и погодни за гурање по тлу. Произвођачи нуде штитове који су опремљени балистичким визирима, као и светлима која се могу гасити и палити преко прекидача на ручки са унутрашње стране штита. Њима су слична и балистичка платна која на сличан начин носе вође група, штитећи како себе, тако и остатак групе.

Остали заштитни производи

У елементе заштитне опреме спадају и штитници за лактове и колена, односно за цеванице и подлактице[18]. Штитници за лактове и колена се једноставно монтирају на зглобове удова, било тако што се навлаче, слично стезницима, било тако што се причвршћују гуртнама које се провлаче кроз алке постављене са обе стране штитника. Тактичке наочаре су веома важан део опреме припадника, посебно када шлем није опремљен визиром. Штите очи од ситнијих честица, али и већих фрагмената који би могли изазвати тешка оштећења очију. Исто тако, пружају и заштиту од сунчеве светлости, а зависно од врсте пластичних уложака могу бити предвиђене за дневну светлост, вештачко осветљење, односно за ношење у условима смањене видљивости. Веома популарне јесу тактичке наочаре произвођача „ESS”, „Revision” и других.

Такође, значајна је улога и интервентне униформе или комбинезона у остваривању фрагментационе и климатске заштите. Интервентне униформе и комбинезони морају покривати што већи део тела, чинећи га тако „отпорнијом”

---

[17] По правилу са обе стране, изнад усека за уши.

[18] Штитници за цеванице и подлактице – надлактице најчешће се могу приметити код припадника приликом извршавања задатака и дужности ради одржавања или успостављања нарушеног јавног реда и мира, ређе приликом извођења антитерористичких акција.

целином према спољашњим условима, а приликом кретања, наравно, морају омогућавати механику покрета. Модерне униформе морају пружати одређен ниво хидро и термозаштите, заштите од ветра, морају се израђивати од незапаљивих материјала који уједно морају бити и веома отпорни на цепање. У категорији интервентних униформи, изузев маскирних, до недавно су предњачили модели у тамнијим бојама, најчешће црној и тамноплавој. Као основни аргумент у прилог овој пракси произвођача говори психолошки ефекат на околину, првенствено на осумњиченог или више њих. Ипак, доста времена је прошло од познате акције упада елитних британских „сасоваца”[19] у Иранску амбасаду у Лондону, 5. маја 1980. године, након које су црне униформе и гасне маске постале заштитни знак не само британских, већ и специјалаца свуда у свету. У наредним годинама овај психолошки ефекат је јењавао, а појавили су се и аргументи друге врсте који су давали предност другим бојама за израду интервентних униформи. Један од основних проблема црне боје јесте што се на уређајима за ноћно осматрање види веома јасно (као бела или бледосива боја). Стога произвођачи траже алтернативне боје, помоћу којих би се ова негативна последица црне боје или прихватљиво умањила или потпуно превазишла, па се данас могу приметити униформе и комбинезони у нијансама зелене, сиве и зеленосиве боје.

Маскирне униформе израђују се у разним маскирним шарама ради стапања са окружењем у којем се изводе дејства. Сходно томе, могу се разликовати урбане маскирне шаре (на пример AT Digital), руралне (на пример MarPat[20]), као и оне које се израђују за водено окружење.Такође, данас постоји и неколико шара које се сматрају универзалним, односно примењивим у скоро свим условима, као што је случај са шаром „Multicam”, која је у употреби, на пример, у елитној Управи „А” руске Федералне службе безбедности, затим у америчким Navy SEAL[21] јединицама, Специјалној јединици полиције – СЈП Републике Српске и бројним другим јединицама за специјалне намене.

У категорију заштитних производа могу се уврстити и чизме, чија је основна сврха да штите стопала од спољашњих услова – теренских и климатских. Шаре ђонова дизајнирају се у зависности од намене модела чизама, па тако произвођачи најчешће нуде моделе предвиђене за кретање у руралној средини, односно урбаном окружењу. Веома је важно да чизме омогућавају сигурну кретњу[22], имајући у виду да просечна опрема припадника антитерористичке групе за потребе интервенције може тежити и преко 10 килограма.

Наоружање

Специјалистичко наоружање припадника антитерористичких група састоји се од примарног и секундарног наоружања. Примарно је оно које припадник првенствено користи и најчешће се односи на врсту пешадијског на-

---

[19] Енгл. Special Air Service-SAS.

[20] Акроним од израза „Marine Pattern“, који означава дигиталну руралну маскирну шару, развијену за потребе америчких маринаца.

[21] Акроним се врло често погрешно преводи као „фока“ или „фоке“, зависно од контекста. Ипак, у питању је скраћеница од фразе „Sea, Air, Land”, којом се означава да се ове елитне јединице америчке морнарице обучавају да изводе дејства у свим условима.

[22] То, у највећој мери, зависи од квалитета шаре, као и квалитета материјала од којег се израђују ђонови.

оружања које ја примењиво у условима блиске борбе, а то су свакако аутомати, оружја за личну заштиту или јуришне пушке/карабини, али и борбене сачмарице. Ове последње су нарочито корисне приликом извођења упада у објекте затвореног типа, када је нужно извршити и „чишћење” просторија. Секундарно или резервно наоружање је оно чијој употреби припадник прибегава када из неког разлога није у могућности да користи примарно оружје, на пример, услед испражњивања оквира јуришне пушке припадник одмах прелази на употребу пиштоља услед ургентних околности.

Опрема припадника АТГ Специјалне антитерористичке јединице – САЈ
Фото: Милош Јевтић

Дакле, секундарно наоружање најчешће подразумева полуаутоматске или, ређе, аутоматске пиштоље у основним пиштољским калибрима: 9x19 mm Parabellum/Luger, .40S&W, .45 ACP. Такође, као секундарно наоружање могу се приметити и оружја за личну заштиту (енгл. Personal Defence Weapon-PDW) која се услед изражене компактности могу сместити у посебне футроле за спуштено ношење[23].

Модели оружја морају бити проверено поуздани, јер је то нужна претпоставка у остваривању предности у односу на осумњичена лица, посебно уколико су наоружана. Једна од претпоставки поузданости специјалистичког наоружања, поред фабричких конструкција, односи се и на ваљано одржавање наоружања, што указује на значај техничарских или оружарских група у оквиру јединица за специјалне намене.

Поред тога, околности случаја у којима се изводи интервенција увелико диктирају врсту наоружања, односно моделе који ће бити употребљени том приликом. Тако, на пример, уколико интервенција треба да се реализује у урбаној средини, пожељно је да наоружање буде изразито компактних димензија како би олакшало тактичку кретњу и напредовање припадника кроз уске ходнике и просторије унутар објеката.

---

[23] Као што је случај са немачким оружјем „HK MP7“.

У овим ситуацијама у пракси на глобалном нивоу могу се, као најзаступљенији, издвојити одлични модели аутомата „Heckler & Koch MP5” у различитим моделима: „A2” са фиксним кундаком, „A3” са извлачећим кундаком, затим модели са интегрисаним пригушивачима пуцња „SD3”, „SD6”, сви у калибру 9 милиметара. Поменути модели серије „MP5”, током пет деценија постојања, представљају сам светски врх у категорији аутомата, па готово и да не постоји модерна јединица за специјалне намене, а да не располаже бар неким од модела ове високопоуздане серије. Ипак, и поред доказане поузданости рада и прецизности паљбе[24], честе су ситуације када је припадницима антитерористичких група потребно оружје у већем калибру, те се за примарно наоружање бирају јуришне пушке/карабини најчешће у калибрима 5,56x 45 mm НАТО или 7,62x39 mm. Ова пракса данас добија бројне критичаре који „стручно” образлажу да је појављивање специјалаца опремљених пушкама „превише стресно за грађане”, јер делују „превише репресивно” и томе слично, те да употреба пиштоља или аутомата може бити „сасвим довољна”. Треба имати у виду да пиштољи, сходно својим балистичким карактеристикама, могу бити примењиви у условима блиске борбе (на неколико десетина метара, с тим да је ефикасни домет аутомата наравно већи од пиштоља у истом калибру), али не и у ситуацијама када је мета заклоњена или и сама опремљена балистичком опремом. Пушчани калибри одликују се и већом пробојном и већом зауставном моћи од пиштољских, те су јача гаранција специјалцима да ће њихова паљба неутрализовати мете и ситуацијама када је то нужно и у складу са правним прописима. Такође, чланови организованих криминалних и терористичких група су све боље опремљени и наоружани, често и веома квалитетним аутоматским оружјем. У таквим ситуацијама потпуно је нерационално да се специјалци наоружавају кратким оружјем, јер су тада осумњичени (или више њих) у великој предности. Нажалост, у пракси постоји више примера када претње нису схватане довољно озбиљно и када припреме безбедносних снага нису биле темељите. Свим тим случајевима заједничке су катастрофалне последице. Приликом скорашњих напада у Француској, конкретно у оквиру талачке ситуације у једном супермаркету у Паризу, терориста – одрасли мушкарац био је наоружан јуришном пушком система „калашњиков“, највероватније калибра 7,62x39 милиметара. Приликом извођења упада већина припадника антитерористичких група француске „RAID” била је опремљена полуаутоматским пиштољима „Glock-17” калибра 9 милиметара. У једном моменту наоружани терориста се залетео на специјалце распоређене на улазу у супермаркет. На доступним снимцима јасно се може видети да паљба из пиштоља није била довољна да заустави терористу у трку, који је, срећом, ударио у крило улазних врата и пао, па је тек затим неутрализован.

Припадници антитерористичких група могу прилагођавати оружја својим потребама, односно потребама услова у којима изводе интервенције, монтирањем тактичке опреме која је у употреби у конкретној јединици. Тако, на аутоматима, јуришним пушкама/карабинима, па и сачмарицама врло често се могу приметити рефлексни „red dot” или холографски нишани који у великој мери

---

[24] Чему доприноси и паљба из позиције забрављеног затварача, што је било веома смело решење у време када је конструкција серије „MP5“ настала.

олакшавају[25] и убрзавају маркирање и нишањење мета, односно дају бољу прегледност околине стрелцу. Нишани ове врсте представљају стандард у боље опремљеним јединицама, а најчешће се користе модели произвођача „Aimpoint”, „Trijicon”, односно „EOTech”. Поменути нишани јесу неувеличавајући, а ослобођени паралаксе често се могу комбиновати са увеличавајућим нишанским уређајима који се постављају са задње стране. Такође, могуће их је спустити у страну (такозвани „flip-to-side sights”), а веома су корисни приликом нишањења иза угла или заклона. Поред ових уређаја, оружја се могу опремати и ласерским обележивачима циља, тактичким лампама, вертикалним дршкама потхвата, затим пригушивачима пуцња и другом опремом.

Закључак

Имајући у виду деликатност задатака који се поверавају антитерористичким групама јединица за специјалне намене јасно је да је искусним специјалцима потребна и веома поуздана опрема како би њихове способности дошле до изражаја онда када је најпотребније.

Порука да „бој не бије свијетло оружје но срце у јунака” актуелна је и у данашње време. Међутим, уколико надлежни, укључујући команде јединица за специјалне намене, допусте да их развој технике, а посебно развој и усложавање безбедносних претњи престигну, постоји могућност да у константном надметању изгубе предност и постану слабији.

Милош Јевтић (Miloš Jevtić), уредник сајта specijalne-jedinice.com,
e-mail: info@specijalne-jedinice.com

Потцевни бацачи граната „ML40mk1” и „ML40mk2”

Развојем војне индустрије[26] почетком двадесетог века пешадија добија прве модерне ручне гранате[27]. Током наредних деценија, убрзани развој технологије имао је велику примену и у сфери војне индустрије, те се усавршавају и конструкције ручних граната, а уводе се у употребу и различите врсте, попут оних са парчадним дејством, кумулативним, запаљивим, као и димни пројектили и други. Сходно томе, лако се закључује да се ручне гранате употребљавају за уништавање живе силе, као и лакооклопљене технике, али и бункера и заклона друге врсте. Развој модерног ратовања захтевао је да се борац данашњице опреми платформом која му може омогућити да гранате испаљује на удаљеније циљеве и већом прецизношћу него што би то могао бацањем из руке. Управо то је основни разлог увођења у употребу потцевних бацача граната.

---

[25] Захваљујући кончаници коју пројектују диоде или ласери, стрелац не мора затварати друго око приликом нишањења.

[26] Занимљиво је истаћи да је током 1902. године британска Канцеларија за ратња питања (енгл. War Office) издала депешу у којој, поред осталог, тврди да ручне гранате, услед великог ризика по носиоце и несавршености конструкције, никада неће имати значајнију улогу у модерном ратовању. Ипак, само две године касније, након искустава из Руско-јапанског рата, Одбор за ратну технику добио је задатак да изради унапређени модел ручне гранате за потребе британске војске.

[27] Треба нагасити да идеје о ручним бомбама/гранатама потичу још из времена Византије.

Потцевни бацачи граната представљају врсту пешадијског наоружања које испаљује пројектиле различитих врста, а намењени су за уништавање живе силе (откривене и заклоњене) и лакооклопљене технике на блиским и средњим растојањима. Могу бити намењени индивидуалној[28] и/или групној употреби и са различитим режимима рада: од једнометних, преко полуаутоматских, па до искључиво аутоматских бацача граната.

У категорији индивидуалних могу се разликовати платформе које су функционалне искључиво монтирањем на пешадијско наоружање, по правилу, на јуришне пушке[29], као и платформе које се могу употребљавати и као самостално оружје које је тада сачињено најчешће од цеви, окидачке групе, кундака и механичких нишана. Посматрано глобално, највећи број модела израђује се за гранате калибра 40 mm, а са конструкцијског аспекта могу се издвојити „западњачка” решења, предвођена америчким конструкторима, и „источњачка” решења, предвођена руским стручњацима.

У категорију индивидуалних потцевних бацача граната могу се уврстити модели ПБГ „ML40mk1” и „ML40mk2”, поузданог аустријског произвођача „Madritsch Weapon Technology” (Madritsch Waffentechnik). Поменути модели могу се користити као самостално оружје, односно као додатак на јуришним пушкама. У великој мери израђени су од истих делова и са истим тактичко-техничким карактеристикама, а највећа разлика је у томе што су први прилагођени пушчаним системима „M-4/AR-15”, „AK” и „FN SCAR”, док су други рађени наменски за аустријске „bullpup” јуришне пушке „Steyr A1”, као и за моделе „A2Kdo” и „A3 40 mm” из исте серије.

Конструкција

Једнометни ПБГ, намењени за гранате 40 mm, функционишу по принципу високог, односно ниског притиска (High-Low Propulsion System). Платформе су изузетно модерног дизајна, компактних димензија и осетно мале масе[30]. Последња карактеристика је врло значајна, јер сваки додатак увећава укупну масу оружја, што може бити отежавајућа околност по стрелца, посебно при дужем ношењу. Мала маса ПБГ последица је употребе висококвалитетне тешко елоксиране легуре алуминијума „7075 T6”, која се користи и у авио-индустрији, а од које је израђен највећи број делова конструкција ових модела. Додатно, поменута легура показала се и изузетно отпорном на спољашње услове (пре свега климатске) и у складу је са НАТО стандардом „AC 225”. Сви спољашњи делови платформе су матирани, те не рефлектују сунчеву светлост. Конструкције платформи су једноставне за употребу, што знатно поједностављује практичну обуку припадника, а једноставно се и монтирају, односно скидају[31].

---

[28] У оквиру ове категорије могу се разликовати платформе које могу чинити саставни део личног наоружања стрелца и оне које се монтирају на специјализована службена возила.

[29] Монтирање се врши са доње стране цеви, па отуда и њихов назив, а преко различитих механизама, или качењем на стандардне „Picatinny” шине.

[30] Поређења ради, ови модели су за око 500 грама лакши од познатих „H&K M-320”.

[31] Према тврдњама произвођача, просечно увежбан стрелац може скинути платформу са пушке и прилагодити је за самосталну употребу за мање од 60 секунди.

Бацач граната монтиран на платформу за самосталну употребу
Фото: Madritsch Weapon Technology

Основне команде логично су распоређене и олакшавају обуку и употребу. Платформе су одлично балансиране, са добрим ергономским решењима, што много више долази до изражаја при самосталној употреби. У овој конфигурацији на задњем делу платформе смештен је телескопски кундак који потписује компанија “Magpul” и који је подесив на 6 дужина, а може се и преклопити у леву или десну страну. Амортизери трзаја смештени у кундак умањују интензитет удара у згиб рамена стрелца приликом паљбе. Испред кундака, са горње и доње стране смештене су две алке за качење тактичког ременика, а на горњој страни платформи налазе се и носачи стандардизованих MIL-STD-1913 “Picatinny” шина[32] на које се може опционо монтирати тактичка опрема. Испред носача шина смештен је склопиви механички нишан са 7 подеока за нишањење који су представљени бројевима беле боје и олакшавају нишањење у условима смањене видљивости. Платформе се, на захтев купца, могу опремити и оптичким увеличавајућим нишаном, односно рефлексним „red dot” нишаном, па се тако ове платформе могу прилагодити потребама и војних и полицијских јединица.

Рукохват платформе за самосталну употребу је одличне ергономије. Обарач је благо закривљен, а дуж њега смештена је полуга кочнице – предобарач, која вири у виду језичка и спречава нежељено окидање, тако што се подиже тек пошто се обарач повуче до краја. Окида се искључиво двоструком акцијом (енгл. Double Action Only-DAO). Браник обарача је четвороугаоног облика са закривљеним ивицама и не омета руковање ни када стрелац носи рукавице. Изнад обарача са обе стране[33] бацача смештена је полуга кочнице обарача која има два положаја представљена кружићима црвене и беле боје. Када је

---

[32] Постављени по принципу 9–12–3 сати.

[33] Распоређивањем команди са обе стране оружје се прилагођава леворуким и десноруким стрелцима.

полуга у доњем положају видљив је бели кружић, што значи да је обарач тада закочен. Супротно томе, када је полуга у горњем положају, видљив је црвени кружић, што значи да је оружје спремно за испаљивање гранате.

Бацач граната монтиран на пушчани систем „M-4/AR-15”
Фото: Madritsch Weapon Technology

Убацивање и избацивање гранате врши се са задње стране цеви, што је решење слично америчким моделима. Притиском тастера смештеног на задњем крају цеви, са леве стране, цев се отвара у леву страну[34] и стрелац може избацити, односно убацити гранату. Брављење се изводи склапањем цеви, тј. довођењем у праволинијски положај. Унутрашњост цеви је хромирана и ожлебљена удесно са шест жлебова и кораком увијања од 1:1200 mm (1: 47 инча).

Монтирање модела „ML40mk1” и „ML40mk2” испод цеви пушака не омета истовремено монтирање и пригушивача пуцња ни на једном систему јуришне пушке са којима су ови ПБГ компатибилни. Ове моделе усвојила је аустријска војска, а у употреби су и у јединицама за специјалне намене ове земље. Додатно, процеси њиховог усвајања су у току у неколико земаља Европске уније, што је свакако потврда да се ради о квалитетним платформама.

Тактичко-техничке карактеристике:

Ефикасни домет: 350–600 m, зависно од врсте гранате
Димензије платформе: 317x73x83 mm
Дужина цеви: 230 mm
Маса: 995 g
Сила окидања: 36 N

Милош Јевтић (Miloš Jevtić), уредник сајта specijalne-jedinice.com,
e-mail: info@specijalne-jedinice.com

---

[34] На захтев купца конструкција се може прилагодити и за отварање у десну страну.

На полигону Ашулук покрај Астрахана у Руској Федерацији, од 2. до 8. октобра текуће године, одржана је заједничка војна вежба Ратног ваздухопловства и противваздухопловне одбране Србије (РВ и ПВО) и Ваздушно-космичких снага Русије (*Воздушно-Космические Силы России* – ВКС) под називом „БАРС-2015”. Назив вежбе изведен је као скраћеница од: *„**Б**ратство **А**виаторов **Р**оссии и **С**ербии”*, односно „**Б**ратство **а**вијатичара **Р**усије и **С**рбије”.

Екипа Ратног ваздухопловства и противваздухопловне одбране Србије имала је шеснаест чланова, од чега седам пилота-ловаца из састава 101. ловачке авијацијске ескадриле „Витезови” која лети на фронтовским ловцима МиГ-29/УБ (службена ознака РВ и ПВО је Л-18 – једносед, односно НЛ-18 – двосед) и четворица пилота хеликоптера који лете на транспортним хеликоптерима Ми-8Т (ознака у РВ и ПВО: ХТ-40) из 890. мешовите хеликоптерске ескадриле „Пегази”. Наш тим предводио је пуковник Саша Мијаиловић, начелник Одељења за обуку Команде РВ и ПВО.

Тема вежбе „БАРС-2015” била је одбијање напада ваздухопловних снага непријатеља и заштита сопствених снага и објеката. Ловачка авијација обавила је теоријску и практичну припрему на аеродрому „Приволжски” на којем је базиран 116. наставни центар за борбену примену ловачке авијације ВКС са своје две ловачке авијацијске ескадриле, наоружане ловцима МиГ-29 верзија 9.12, 9.12А и 9.12Б и двоседима за преобуку МиГ-29УБ (9.51/А/Б), хеликоптерским одељењем Ми-8МТ/МТВ и неколико транспортних авиона Ан-26, те изнад самог полигона Ашулук, који се, осим за потребе авијације, користи и за обуку артиљеријско-ракетних јединица за противваздухопловна дејства. Треба подсетити да је на овом полигону спроведена и преобука првих пилота-ловаца тадашњег Југословенског ратног ваздухопловства на ловачки авион МиГ-29, који је и данас окосница ловачке компоненте борбене авијације нашег РВ и ПВО.

У оквиру реализоване вежбе, пилоти-ловци су, у мешовитим српско-руским посадама, извели неке од најсложенијих елемената летачке обуке, укључујући симулацију ваздушне борбе кроз увежбавање тактичких поступака борбе у ваздушном простору (ВаП-у) у саставу ловачког пара применом оружја малог домета, односно дејством по циљевима у ВаП-у, инфрацрвено самовођеним ракетама ваздух-ваздух малог домета типа Р-73, на висинама реда 9.000 метара. Као циљеви послужиле су светлеће авиобомбе САБ-250, калибра 250 kg. Поред тога, током вежбе спроведено је гађање циљева на земљи авионским топом ГШ-301, калибра 30 mm и ракетирање невођеним ракетним зрнима ваздух-земља типа С-8, калибра 80 mm.

Хеликоптерске посаде, такође мешовитог састава, увежбавале су задатке трагања и спасавања, као и дејство по циљевима на земљи невођеним ракетним зрнима С-5, калибра 57 mm и С-8, калибра 80 mm.

Све посаде, како оне на ловцима, тако и хеликоптерске, оствариле су стопроцентни учинак ватре по циљевима. Током вежбе мешовите посаде оствариле су преко 20 часова налета без иједног угрожавања безбедности летења.

Министар одбране Руске Федерације генерал армије Сергеј Шојгу одликовао је медаљама за борбену сарадњу пуковника Сашу Мијаиловића, те мајоре Дејана Беду, Сашу Илића и Зорана Јокића, а одликовања је на свечаној вечери, поводом успешно завршене вежбе, официрима Војске Србије уручио генерал-мајор Олег Чеснаков.

Представници два ваздухопловства закључили су да је вежба успешно реализована, да су посаде, без обзира на разлике у броју часова налета, оствариле висок степен синхронизованости и интероперабилности, а пилоти су имали прилику да размене своја искуства. Истакнуто је и да ће се сарадња два ваздухопловства, али и српских и руских оружаних снага у целини, наставити и обогатити у будућности.

Младен Тишма (Mladen Tišma), email: Mladen.Tischma@t-online.de

Историја ће забележити да је 2015. била година у којој су одржане две велике војне параде, које су обележиле још један јубилеј од завршетка Другог светског рата. Поред дефилеа руских оружаних снага у Русији, 9. маја, којом је обележена капитулација фашистичке власти у Немачкој, у Пекингу је, 3. септембра 2015. године, одржана војна парада у част 70. годишњице победе кинеског народа у рату отпора Јапану и поводом завршетка Другог светског рата. Повод за ову параду било потписивање „Акта о безусловној капитулацији Јапана”, 2. септембра 1945. године, на америчком бојном броду „Мисури” у водама Токијског залива. Тиме је стављена тачка на Други светски рат и обележено 70 година од победе кинеског народа у народноослободилачкој борби против Јапана.

Стране земље на паради у Пекингу

Међу страним земљама, чије трупе су учествовали у паради, били су Русија, Белорусија, Киргистан, Мексико, Монголија, Куба, Египат, Казахстан, Пакистан, Таџикистан, Камбоџа, Лаос, Фиџи, Венезуела, Вануату и Србија.

Позиву да присуствује тој величанственој манифестацији одазвало се више од 20 шефова држава и влада, међу којима су били руски председник Владимир Путин, јужнокорејска председница Парк Геунхје, генерални секретар УН Бан Кимун и председник Србије Томислав Николић.

Према одлуци највиших државних органа, ова земља обично одржава војне параде сваких десет година, на годишњицу оснивања Народне Републике Кине 1949. године. Иако је Кина земља са више хиљада година старом цивилизацијом, и увек је имала снажне војне снаге, савремени начин представљања војне силе исказује се овом парадом као компонента одбрамбених ресурса и као политичка порука.

Овом парадом Кина први пут у историји прославља крај Другог светског рата у Азији.

И ова парада била је, као и московска, спектакуларна манифестација војне снаге, спремности и способности свих компоненти друштва да учествују у одбрани те најмногољудније земље света. Тргом Тјенанмен, пред око 40 хиљада посетилаца, продефиловало је 12 хиљада припадника кинеске војске, представљено више од 500 врсти наоружања и војне опреме, као и 200 авиона. Велику војну параду отворио је кинески председник Си Ђинпинг. Пекинг су надлетали ловци и хеликоптери који су у лету формирали број 70.

Била је то смотра на којој су приказана најновија достигнућа Кине у војној технологији. Страни медији су коментарисали да је парада конципирана тако да представи растућу војну моћ Кине и њену одлучност да постане водећа сила Азије. Међутим, председник Си, пре почетка параде на тргу Тјенанмен у центру Пекинга, поручио је да искуство рата захтева да људи још више цене мир. Потом је нагласио да, без обзира на развој догађаја, Кина никад неће тежити хегемонији, и да нема амбиције да се шири, односно да никада неће другима нанети патње кроз које је она прошла. Те поруке говоре о другачијем виђењу савремених међународних односа. Најава да ће се број војника кинеске армије смањити за 300.000 и војска свести на око два милиона припадника, казује да је Кина свесна својег места на светској сцени и да не жели да прејудицира своју улогу. Наравно, страни медији су на то додали да ће Кина, ипак, и с тим смањењем бројног стања, и даље остати највећа војска на свету. Уз то, западни аналитичари су нагласили да је ова парада, прва од доласка актуелног кинеског председника Си Ђинпинга на чело државе 2012. године, као и да је то била прилика да се свету прикажу нова достигнућа у производњи оружја, а да се у домаћој јавности учврсти идеја националног идентитета.

Светски медији су забележили и да је парада у самој Кини изазвала изузетан интерес народа, а у домаћим медијима прерасло у национално одушевљење[35].

Опречна слика на Западу

О самом наоружању и војној опреми која је представљена на паради у Пекингу коментари су опречни и помало једнострани. Чињеница да се та парада упоређивала са московском не даје потпун приказ те манифестације. Штавише, покушава се указати на зависност кинеске војне моћи од руске војне науке, технологије и производње наоружања.

Нагласци у западним медијима да је на паради уочљив кинески напредак у ракетној технологији, авијацији и покретним платформама за ланси-

---

[35] http://www.nytimes.com/live/china-military-parade/

рање ракетних оружја из ваздушног простора, са копна и мора, говори о забринутости западних аналитичара да та технологија већ сутра може да буде квалитетнија и борбено ефикаснија од савезничких сила. Коментарише се и програм нових војних авиона и беспилотних летелица, а од осталог наоружања у првом плану је опремљеност копнених снага. О тенковима и артиљеријском оружју, бродском наоружању и носачима авиона, средствима за командовање и управљање борбеним системима има више написа који истичу новитете, а, наравно, домаћа војна индустрија има посебно место. У тим текстовима наглашава се сарадња кинеске и руске војне индустрије и заједнички пројекти са Индијом и неким другим државама[36]. Део медија осврнуо се и на способност кинеских војних стручњака да се ангажује и у виртуелној димензији ратовања, представљајући најзначајније делове информатичких система током извештавања о самом току параде[37]. Страни извештачи оценили су да је на паради представљено чак 84 одсто новог наоружања из арсенала кинеске армије[38].

Ешалони на паради

Концепција тока саме параде у Пекингу носила је и мноштво националних специфичности, што је одраз високе самосвести и кинеске традиционалне културе. У споју са суровом и убојитом техником и опремом, представљеним на Паради, то је била значајна особеност те манифестације. У ствари, порука је била јасна – парада је била значајан део тродневног националног славља поводом Дана победе, значајног јубилеја из кинеске новије историје. И десет хиљада голубова, пуштених у небо пре почетка параде, национална музика, заставе, химна, имају своју симболику у том празновању.

Подешалон жена у Кинеској армији

---

[36] http://www.janes.com/article/53896/china-previews-new-ballistic-missiles-in-practices-for-3-september-parade

[37] http://www.andrewerickson.com/2015/09/china-military-parade-3-september-2015-your-complete-hardware-and-logistics-guide-updated-version/

[38] http://www.globalsecurity.org/wmd/library/news/china/2015/china-150903-cna01.htm?_m=3n%2e002a%2e1512%2efp0ao04tx3%2e1dzs

Сам ток параде почео је, након смотре јединица и говора председника Си Ђинпинга, прелетом хеликоптера који је носио државну заставу. Затим су летелице формирале на небу број 70, означавајући колико година је прошло од завршетка крвавог рата у том делу света.

Најпре су кренули ешалони ратних ветерана и хероја, међу којима су били и њихови потомци. Следили су стари модели аутомобила који су се користили пре 70 година у рату са Јапанцима, па јединица почасне гарде коју су чиниле и жене војници. То је први пут да су, на некој паради у Кини, учествовале униформисане жене. У колони која се кретала пред посматрачима биле су и јединице које настављају традицију борбених снага из Другог светског рата, међу којима и припадници хероја из „сто пукова за борбу ножевима”, снаге за ноћна и заседна дејства, герилци из јужне Кине и хероји војне полиције.

Након тих ешалона маршевским кораком испред главне бине прошли су припадници страних војски. То су биле јединице Авганистанске војске, Белорусије, Камбоџе, Кубанске револуционарне армије, тим египатских оружаних снага, војске Фиџија, Казахстана, Киргистана, Лаоса, Мексика, Монголије и Републике Србије. Док је бини прилазио строј војника гардијске јединице Војске Србије (Тјенанменом је заставу Србије пронео мајор Владан Ћировић), коментатор кинеске телевизије је истакао велики допринос Срба у победи у Другом светском рату и велика страдања под нацистима, а посебно у квислиншкој творевини, тзв. НДХ. Позив за учешће у паради је признање Војсци Србије, као достојном наследнику славних ујединитељских и ослободилачких традиција Краљевске војске, Југословенске војске у отаџбини и НОВЈ. Данас Кина исказује солидарност са српским народом и војском и кроз донације за потребе Министарства одбране и Војске Србије, укључујући и помоћ након катастрофалних поплава 2014. године.

Српски гардисти на Паради победе у Кини 2015. године

Иза њих продефиловали су војници Таџикистана, као и тихоокеанске државе Ванату, Венецуеле и Руске федерације.

На почетку параде Кинеске народне ослободилачке војске биле су јединице копнених снага, предвођени оклопним борбеним возилима, оклопним транспортерима и другим амфибијским возилима, као и друга оклопна неборбена возила. Публика и гледаоци бројних медија широм света имали су прилику да виде и најновије моделе противтенковских ракета, самоходну артиљерију, возила јуришних и других јединица. Посебно место заузимала су борбена средства и возила противтерористичких јединица.

Док су дефиловале снаге копнене војске, изнад трга летели су борбени авиони.

У наставку колоне уследиле су снаге за дејство по летелицама и противракетне одбране јединице.

Трећи ешалон чиниле су поморске одбрамбене снаге са најновијим противбродским пројектилима дугог домета. Ешалон је био подељен на неколико целина у којима су доминирале ракете које се користе за дејство брод-брод и за дејство са обале по бродовима.

У четвртом ешалону дефиловале су стратешке одбрамбене снаге са конвенционалним ракетама кратког домета. У следећем подешалону представљене су конвенционалне ракете дугог домета, међу којима су били и новији модели противбродских ракета. Трећу целину сачињавале су конвенционалне ракете земља-земља дугог домета. Најзначајнији део ешалона представљале су балистичке ракете са нуклеарним и конвенционалним бојевим главама.

На паради је приказано десетак ракета дугог домета.

Кинески војни стручњаци су веома поносни на своје снаге за информатичку подршку трупа, па је пети ешалон био конципиран од тих јединица. Међу опремом представљен је и радар за рано упозоравање. Посебну пажњу изазвала је најновија кинеска беспилотна летелица, али и опрема и информациони системи за командовање јединицама и савремену везу.

Следиле су јединице са опремом за логистичку подршку, међу којима савремено опремљен медицински тим.

Значајније наоружање и војна опрема

Међу најзначајнијим оружјима приказан је пројектил Донгфенг-21Д (DF-21D/CSS-5 Mod 4 - 东风-21D (DF-21D/ CSS-5国防部4), са радарским навођењем бојеве главе[39]. Наглашено је да је то ефикасно оружје против страних носача авиона у региону. Реч је о противбродској ракети дугог домета типа LARS (Long Range Anti-Ship Missile-长程反舰导弹[40]). У тактичко-техничким подацима пише да је домет те ракете од 3300 до 3500 км, док западни медији наводе да је од 1770 до 2150 км[41]. Кинески медији ту ракету

---

[39] хттп://спутникневс.цом/милитари/20150806/1025479997.хтмл

[40] http://baike.baidu.com/subview/10362930/10533149.htm

[41] http://www.globalmil.com/Military/News/China/2010/1114/271.html - Range Confusion 射程混乱 The unclassified ranges of Chinese DF-21 versions published by the U.S. intelligence community are 1,770+ km (1,100+ miles) for the two nuclear versions (DF-21, CSS-5 Mod 1; and DF-21A, CSS-5 Mod 2). The DF-21A appears to have an extended range of 2,150 km. The dual-capable

називају „превозник убица”. Сама ракета израђена је у четири верзије 东风-21 (CSS-5 Mod-1), 东风-21A (CSS-5 Mod-2), 东风-21C (CSS-5 Mod-3) и 东风-21D (CSS-5 Mod-4), а може да носи две бојеве главе, које могу бити и пуњене класичним и нуклеарним експлозивом[42]. Ракете овог модела почеле су да се тестирају још 1985. године, али су се детаљнији прикази почели појављивати у војној литератури 2010. године, када су изазвале посебну пажњу западних војних аналитичара. Наравно, сврха анализа била је да се процени колико те ракете могу да угрожавају западне тихоокеанске поморске војне снаге[43]. Наводи се да је прецизност погађања циљева 200–300 м и да се може користити само за стратешка дејства. Међутим, каснији подаци казују да ракета има два система за навођење, један радарски, а други оптички, што омогућава прецизније погађање циљева на води. То значи да погодак једне такве ракете може да потопи велики брод или носач авиона. Ракета има двостепени мотор на чврсто гориво[44]. За везу се користи најсавременија електронска опрема, отпорна на ометање и дејства пулсног оружја.

Protivbrodska raketa DF-21C na pokretnoj platformi, za koju se naglašava da je namenjena za dejstvo po protivničkim nosačima aviona

---

„conventional” DF-21C has a maximum range of 1,770 km, and the yet-to-be-deployed DF-21D anti-ship missile has a shorter range of 1,450+ km. Private publications frequently credit the DF-21D with a much longer range (CSBA: 2,150 km; sinodefence.com: 3,000 km).

[42] http://mil.eastday.com/m/20100608/u1a5249689.html

[43] http://war.163.com/10/0608/09/68L7A0G700011MTO.html?f=jsearch

[44] http://mil.huanqiu.com/observation/2013-12/4676469.html

Такође, у западној штампи наводио се податак из 2010. године да Кина највероватније има 60 до 80 таквих ракета и да су распоређене у седам ракетних бригада Другог артиљеријског корпуса.

За ракету модел Донгфенг-21Д (ЦСС-5 мод-4) напомиње се да је постављена на најновији модел маневарског возила на којем се налази и терминал са системом навођења. То је, наглашава се, прва јединствена варијанта у свету мобилне платформе са лансером ракете и системом навођења.

У коментарима се наводи и то да је Кина још 2010. године развила крстареће и противсателитске ракете, за које се верује да имају брзину десет пута већу од брзине звука.

Кина поседује и интерконтинетналну балистичку ракету Донгфенг-41 (DF-41) 东风-41, која је саставни део најнапреднијих система стратешког нуклеарног ракетног система те земље. Реч је о ракети са тростепеним мотором, којим постиже максимални домет до 14.000 км. Управљачки систем ракете може да коригује путању, а користи се и рачунар са системом за инерцијално управљање и навођење. Тиме се обезбеђује висока тачност погађања циљева.

Оклопно-механизоване снаге

Наравно, као и на свим парадама оклопно-механизовани ешалон представљали су тенкови и амфибијска возила. На челу су били најновији модели тенка (Type-99A2 - 俄称中国99A2) који је развијен усавршавањем тенка ЗТЗ-98Г[45] за који је наглашено да је оклопно борбено возило треће генерације. Усавршена је и осавремењена конструкција, оклопна заштита, повећана ватрена моћ, а унапређени су дигиталном технологијом системи везе, као и компоненте за осматрање и уочавања циљева, односно навођење ватре. Током параде спикер је наглашавао да су сви системи унапређени софистицираном електроником и савременим уређајима. Тенк је развијен у „Институту 201”, прототип је израђен у „Фабрици 617” из конзорцијума „Норинко” (Norinco), где се наставила серијска производња. Према кинеским изворима произведено је око 600 ових тенкова у варијантама A1 и A2.

Иако је настао на основи Т-72М, кинески стручњаци изменили су конструкцију, па се може рећи како је ово потпуно нови тенк који је настао као плод развоја домаћих стручњака. У њему су спојена сва добра искуства, а и технологије Истока и Запада.

Тенк ЗТЗ-99 је наоружан топом ЗТП98 125 мм, са глатком цеви. Топ је израђен у домаћим фабрикама од отпорног челика методом фретовања (под високим притиском). Према кинеским изворима, висок притисак барутних гасова у цеви избацује пројектил већим почетним брзинама за 30 одсто од других топова тог калибра. Специјалним техникама цев је чвршћа и отпорнија на вибрације и савијање при гађању у покрету. Уједно је тзв. живот цеви повећан са 350 на 700 пројектила. Топ је испитиван у две фазе. У првој је испаљено 200 пројектила, а у другој 760, како би се постигли валидни резултати поузданости и издржљивости. Брзина паљбе је 8 пројектила/мин у аутоматском режиму или 1–2 ако се топ пуни ручно.

---

[45] http://chinaexaminer.bayvoice.net/gb/truth/2015/10/04/178544.htm
曝北京阅兵罕见一幕：王牌坦克彩排时死火.html

Кинески тенк ЗТЗ-99

Борбени комплет чине три врсте пројектила – тренутно-фугасна граната разорно парчадног дејства, панцирно и поткалибарно зрно. Из цеви може да се лансира и ласерски вођена противоклопна ракета развијена по лиценци руског Рефлекса. Кинески поткалибарни пенетратори израђени су од тешких метала (W,Fe и CU, или W,Fe и Ni).

Почетна брзина пројектила износи 1780 м/сек, а пробија оклоп дебљине од 850 мм, под углом 90 степени, на 2000 метара. Други тип пројектила од осиромашеног уранијума има пробојност од 960 мм РХА челика под истим условима. Наравно, подаци се разликују, посебно због тога што се ова муниција такође усавршава и прилагођава савременим условима на претпостављеном фронту. Иначе, о самом тенку ЗТЗ-99А2 није саопштено много званичних података ни током параде ни у медијима који су пратили ту манифестацију.

Тенк ЗТЗ-99А опремљен је турбо-дизел мотором са 1500 коњских снага, са интегрисаним хидрауличким механичким мењачем. Побољшан је и оклоп; то је једини тенк на свету са изузетно дебелим оклопом куполе. На предњем крају тенка уграђен је и додатни оклоп.

У тенк су уграђени савремени системи за управљање ватром модел-99А који обезбеђују и аутономно отварање ватре по уоченим циљевима. Овај тенк је равноправно, у мноштву других, учествовао на тенковском такмичењу у Русији 2015. године. За то оклопно борбено возило кажу да има најбоље три компоненте сваког тенка: мобилност, заштиту и ватрену моћ, што га чине најквалитетнијим савременим оклопним борбеним возилом светске класе.

Поред представљања тенка у ешалону су били и амфибијски оклопни транспортери, међу којима један најновији модел ЗБД-04 (步兵战车_百度百科)[46] из састава 42 копнене механизоване дивизије. Пешадијско борбено возило

---

[46] http://baike.baidu.com/view/6083029.htm

ЗБД-04 чине шасија на гусеницама коју су развили кинески војни инжењери. У шасију је уграђен предњи мотор, носи куполу са наоружањем, а у задњем делу је простор за седам војника. Тело шасије израђено је од легуре алуминијума, због чега је возило лакше. Предњи угао нагиба шасије је велики, што овом оклопном возилу пешадије даје добар балистички облик. Каросерија је висока, па је возило опремљено великим амортизерима. За кретање по води користе се два мотора са воденим млазом при дну задњих врата.

Амфибијско возило пешадије ЗБД-04

На куполи се налази топ калибра 100 мм и аутоматски топ калибра 30 мм. С леве стране топа спрегнут је митраљез калибра 7,62 мм. Ово борбено возило пешадије наследило је карактеристике и облик претходних модела. Бочне стране су вертикалне, а позади су врата за улазак у путнички простор. Мотор, који је уграђен на предњој страни возила, преноси погонску снагу на задње точкове који покрећу гусенице. Командир возила и нишанџија су у куполи, а возач у предњем делу возила, мало испред и с леве стране куполе. Отвори за посаду покривени су поклопцима на којима су три перископа. Са стране возила налазе се отвори за осматрање.

СПЕЦИФИКАЦИЈЕ ЗА ВОЗИЛА НА ПЛАТФОРМИ ЗБД-04/W3502/BH11	
Произвођач: NORINCO China North Industries Corp.	
Тип: Оклопно борбено возило	
КАРАКТЕРИСТИЧНИ ПОДАЦИ	Вредност
Посада	2
Број војника које превози	7
Маса (кг)	21500
Дужина (мм)	7520
Ширина (мм)	3300
Висина (мм)	2530
Клиренс (мм)	450
Макс. брзина на путу (км/час)	70
Макс. брзина на води (км/час)	13
Оперативни домет (км)	400
Прелази ров дужине (мм)	2500
Савлађује препреке висине (мм)	750
Снага мотора (Кс)	450
Број комада у ОС	500

Од осталог наоружања и опреме са обе стране топа, на предњој страни куполе налазе се комплети од по три лансера димних граната.

Размак између шест точкова омогућује уравнотежен ход самих гусеничних чланака, а од дејства противоклопних граната гусенице штите пластичне траке. За погонске точкове крактеристично је да су други и трећи нешто ближи од осталих.

Ово оклопно возило се користи у борби заједно са тенковима који се крећу у првој борбеној линији и њихов топ није предвиђен за дејство против треће генерације тенкова.

У јединици која је представљала снаге за противваздухопловну заштиту трупних снага и значајних објеката по дубини територије налазили су се и самоходни противавионски топови 35 мм ЗСУ „Cheetah-1A2” са топовима ознаке TCAMTO35 мм. Произведени су по немачкој лиценци и имају назив Гепард-1А2. Ово самоходно противавионско борбено возило продато је и бразилским оружаним снагама. Предвиђено је да се, након тестирања, ово самоходно наоружање уведе у 11 противавионских батерија. Намера је да се тиме постигне слојевитост одбране од борбених дејстава из ваздушног простора.

Систем противоклопних ракета „Црвена стрела 10” наоружан новим моделима пројектила, постављен на шасију пешадијског оклопног возила ЗБД-04А

Новину у оружјима за противавионску одбрану представљао је самоходни систем за одбрану од дејстава из ваздушног простора „Црвена застава-6А” HQ-6A (红旗6A), кратког домета. Речено је да је то веома ефикасно ново оружје за заштиту артиљерије од напада из ваздушног простора. Овај систем развијен је као део породице кинеских противавионских оружја ЛИ-60/ПЛ-

10/ХК-6/6Д/64/НЗ-10. Целокупни систем састоји се од четири камиона са радарима (претраживачки/осматрачки радар/за праћење циљева/ радар за управљање нападним дејствима), један камион носи генераторе за напајање, а на једном се налазе дизалице за постављање ракета на лансере. Сама ракета директно је изведена из верзије ПЛ-11 ваздух-ваздух. Систем наликује, каже западна штампа, на италијански „Aspida” који лансира ракете из контејнера. Кинески систем HQ-6 користи шине. Пројектил има масу 600 кг, дужине је 5,99 м, пречник 134 мм, распон крила 1,23 м, а лети брзином од 1 маха. Максимална брзина лета је 150 метара у секунди, максимално преоптерећење при маневрисању 5 г, а прецизност дејства 5 до 40 метара.

Самоходни топовски систем за противракетну одбрану „Црвена застава-6А” HQ-6A

У колони борбених возила налазио се и противтенковски самоходни систем „црвена стрела” (Red Arrovs 10 红箭10) наоружан новим моделима пројектила, постављен на шасију ZBD-04A (步兵战车_百度百科) пешадијског борбеног возила. На возило је уграђено осам ракетих контејнера и оптички напредни нишански уређаји. Ракете се наводе помоћу специјалног влакна и инфрацрвеног светлосног снопа којим се озрачава циљ. Систем оптичког праћења омогућава да се дејствује и по циљевима који су скривени иза димне маске. Ракета лети надзвучном брзином 10 пута већом од брзине звука. Ефективан домет је 10 киломатара. Може се користити за дејство против свих врста оклопних борбених возила, хеликоптера и неких јако утврђених циљева. За овај ракетни систем кажу да поседује веома напредне борбене перформансе и због тога је распоређен у механизоване дивизије, где је намењен да подржава тенкове и пешадијска борбена возила у борби. Наводи се да овакву врсту противоклопних средстава још увек не поседују ни оружане снаге САД и Русије.

Од артиљеријских класичних оруђа у парадном строју виђена је фамилија самоходних хаубица ПЛЗ-05, калибра 155 мм. За то оруђе наглашено је да представља кичму копнене војске, а први пут представљено је на паради 2009. године. Као муницију користи вишенаменске цилиндричне гранате. Са класичном гранатом домет је до 30 км, а новоразвијена ракета продуженог домета са ракетним пуњењем може да се испали и на даљину већу од 60 км. Саопштено је да се развија пројектил који ће моћи да се избаци и на даљину од 100 км. При томе се користи сателитски навигациони систем навођења. Тачност погађања износи до 20 метара. Сва возила са хаубицама ПЛЗ-05 опремљена су сателитским навигационим системом са дигиталним планшетама. У њих је уграђен и најновији модел артиљеријског комуникационог система, који обезбеђује брзо отварање ватре при подршци оклопно-механизованих јединица током борбених дејстава.

Кинеска самоходна хаубица ПЛЗ-05 калибра 155 мм

Развој овог артиљеријског оруђа почео је још 1996. године, а хаубица је произведена 2005. и након завршеног опитовања уведена у наоружање кинеских артиљеријских јединица. Укупна маса износи 35 тона, дугачка је 11,60 м, широка 3,55 м, а посаду сачињавају четири војника. Основно оружје је топ 155 мм, а секундарно митраљез.

Од осталих компоненти хаубица има систем за аутоматско пуњење 2Ц-19 који обезбеђује да се испали 8 пројектила у минути. Новијим модификацијама обезбеђено је да брзина паљбе износи 10–12 граната/мин.

У возило је уграђен ваздушно хлађени турбо-дизел мотор 8В150 од 800 коњских снага. Однос снаге и масе износи 22,85 КС/тона. Има торзиони систем вешања. Укупни борбени радијус је 550 км, при брзини од 55 км/час. Топ 155 мм произведен је 2005. године.

Конструкција тела самоходног возила и купола начињени су од завареног челика и чине веома чврст оклоп, који може да издржи дејство пробојног зрна калибра 14,5мм испаљено са даљине 100 м, као и да издржи дејство све врсте панцирне муниције калибра 7,62мм. С унутрашње стране оклоп је ојачан кевларом. Возило је, такође, опремљено са три система који штите од нуклеарних и биохемијских дејстава, има противпожарни комплет који реагује на појаву ватре у времену од 0,2 секунде. На возилу су систем за одбрану од долазећих противтенковских ракета и лансери пројектила за задимљавање. На оклоп се може монтирати и систем контејнера за активну противракетну заштиту. Све то обезбеђује високу стопу преживљавања овог оруђа у борби. Објављен је и податак да је до 2013. године Кинеска народна армија имала у свом наоружању око 300 самоходних хаубица ПЛЗ0-5.

Вишецевни бацач ракета „Стражар ВС-64"

На паради је продефиловало и више модела вишецевних бацача ракета. Међу запаженим био је модел „стражар ВС-64" (Gardijan -64 卫士-64) дугог домета са пројектилима за прецизно дејство, међу којима су и противбродске ракете. Овај систем развијен је у Институту за ваздухопловну науку и технологију, као серија сличних оруђа типа ВС серија. У новијом моделима користи се инерцијално/ГПС и навођење помоћу широкопојасних пасивних радара. Такав вишецевни ракетни систем намењен је за дејство по противничким командним центрима, складиштима, ракетним и артиљеријским положајима, аеродромима, ратним инсталацијама и погонима војне индустрије, али и по значајним тачкастим циљевима. У обалном појасу може се користити за дејство по пловним објектима.

Крајњи домет ракета овог система је 280 км. Пречник пројектила је 300 мм, а у бојевој глави је систем за контролу параметара лета у осам смерова. Време припреме система за дејство је 8–9 минута, а након дејства покретан је за неколико минута. Ракета има бојеву главу у коју могу да се сместе и касетне бомбе или до 200 кг класичног експлозива високе разорне моћи. Једна од најчешће коришћених бојевих глава је ракета модел ИЈ-83 са 180 кг, домета 280 км. На телу ракете налазе се крила која омогућују прецизност дејства. Мотор се може контролисати током лета. За навођење има сопствени ГНСС систем који користи ГПС и ГЛОНАСС податке. Коришћење тог система омогућава да се вероватноћа грешке смањи до 30 метара. Међутим, навођењем помоћу радара обезбеђује се тачност погађања у радијусу 10 м, на даљини од 280[47]. Међу подацима о том оруђу наводи се да је веома ефикасно и за дејство у урбаним дејствима због своје прецизности и могућности самоподешавања путање према предефинисаним подацима о циљу.

Кинеска војска поседује и вишенаменске вишецевне бацаче ракета ВС-1, ВС-1Б, ВС-2 пречника и до 600 мм.

Једно од тих вишецевних самоходних бацача ракета представљено је и 2015. године на сајму наоружања у Абу Дабију, где су посебно место заузимале ракете модела АР-3, промера 300 мм и 370 мм. Возило носи 12 или 10 комада. Домет тих ракета је, такође, 280 км. У бојеву главу може се сместити портабл противоклопна невођена муниција, као и тзв. противперсоналне мине за чишћење минских поља[48]. Домет ракета са таквим пуњењем је 140 км, а опремљене су са ГПС и инерцијалним системом навођења.

Кинеска беспилотна летелица

Кинеска беспилотна летелица „Tsaihun-5” (Caihong-5 или CH-5 彩虹-5 – преводи се и као „дуга – rainbow”) служи за стратегијска извиђања и контролу територије. Објављено је да је прво тестирана у провинцији Гансу на северозападу земље и да је лет трајао 20 минута.

Кинеска беспилотна летелица „дуга-5” (Caihong-5 или CH-5)

---

[47] http://bbs.tiexue.net/post2_9149058_1.html

[48] http://www.defenceweb.co.za/index.php?option=com_content&view=article&id=40814:a-boot-that-protects-against-ant-personnel-mines&catid=50:Land&Itemid=105

Распон крила те летелице је 20 метара, према најновијим подацима може да лети у ваздуху до 30 сати, а домет јој је око 5.000 км.

Максимална полетна маса летелице је три тоне. Опрема и уређаји тешки су 900 килограма. За летелицу се каже да, поред извиђања, може да изводи борбена дејства на тлу, али и нападе на циљеве на средњим и ниским висинама.

Према извештајима иранске штампе, ова летелица је коришћена на простору те државе, против снага тзв. ISIS[49], тако да су њена тактичко-техничка својства проверена у борбеним дејствима.

Претходна верзија те летелице ЦХ-4 развијена је и произведена под надзором Кинеске корпорације за ваздухопловну науку и технологију (Casc), а њеним усавршавањем добијена је летелица ЦХ-5. Ова беспилотна летелица може да носи наоружање масе до 350 килограма, укључујући ласерски-вођене ракете ваздух-земља „Lan Jian 7” L按 JIan 7 (плава стрелица 7), ласерски навођене пројектиле ТГ100/ИНС и ГПС вођене бомбе. Поред тога, може се наоружати противтенковским ракетама АР-1/XJ-10. Предвиђена је употреба са великих висина на копну и мору, а борбено дејство може да реализује са висине од 5.000 метара. Беспилотна летелица ЦХ-5 има електро-оптичке сензоре у куполи која се увлачи током лета.

Летелицом се управља преко тзв. даталинка са контролне станице. У контролној станици су два оператера. За контролу лета, поред ГЛОНАСС и ГПС система користе се и сателитске комуникације.

Небо пуно авиона

Ваздухопловни ешалони

Ешалон борбених и неборбених авиона, који је пролетео изнад трга Тјаннанмен, предводили су тзв. кинеске летелице за рано упозоравање, управљање борбеним дејставима и контролу у ваздушном простору. Следећи део ешалона сачињавали су авиони за патролирање изнад поморских пространстава, затим бомбардерски подешалон и летелице за снабдевање горивом у ваздушном простору. Својим реским звуком небом су прелетела и два подешалона борбене авијације – летелице које узлећу са носача авиона и подешалон кинеских хеликоптера.

Након прелета за њима је пуштено седам хиљада голубова мира.

Небо над тргом Тјананмен прелетело је више формација бројних борбених авиона. Најпре су представљени KJ-200 летелица са системима за рано упозоравање и контролу ваздушног простора у пратњи радарског авиона који је уједно и командни центар И-8Ј и радарског авиона И-9ЈБ[50].

---

[49] http://thediplomat.com/2015/10/revealed-chinese-killer-drones-in-iraq/

[50] http://www.weixinyidu.com/n_2079775

Формација кинеских авиона за рано упозоравање

У наставку ваздухопловног ешалона представљени су бомбардери В-6 и његова побољшана верзија В-6К, као једно од најзначајнијих стратешких оружја Кине. Пратио их је побољшани модел авиона Х-6К, са турбомлазним мотором. Та летелица, која има посаду од три пилота, може носити до четири крстареће ракете, а њен борбени радијус износи више од 2000 километара. Новија верзија може да носи до шест крстарећих ракета, борбени радијус износи 4000 километара и опремљен је савременом опремом која подиже њену укупну борбену ефикасност. Поред нових мотора на летелици В-6К усавршен је радар за управљање ватром и савременијом верзијом уређаја за сателитски навигациони систем. Такође, обезбеђена је и сателитска комуникација.

Кинески АВАКС KJ-2000

Кинески АВАКС, авион за осматрање, вођење борбених дејстава, навођење и командовање војним снагама у ваздушном простору KJ-2000, за који су многи на Западу говорили да је копија руског ИЛ-76, имао је своје запажено место на кинеском небу, међу осталим борбеним и транспортним летелицама.

Међутим, када се анализирају способности и тактичко-техничке ка-

Виђено само 12 одсто старије технике

Кинески медији су саопштили да је на паради представљена најновија борбена техника и наоружање и да је учествовало само 12 одсто већ виђених старијих борбених система, опреме, оруђа и оружја.

рактеристике тог авиона за рано упозоравање, контролу неба и управљање борбеним дејствима у ваздушном простору, добија се сасвим друга слика. Та летелица поседује радаре раног упозоравања у рангу најсавременијих сензорских уређаја те врсте у свету. Наиме, у куполи изнад летелице смештена су три радара великог домета, веома прецизне детекције, способна да разликују бројне финесе међу циљевима у ваздушном простору и веома једноставна за коришћење. Кина је, својевремено, користила модификоване транспортне авионе И-8 за осматрање и контролу ваздушног простора, те је уложила значајан напор да развије модеран пандан америчком АВАКС-у, као и да га опреми уређајима и средствима који могу да парирају сличним летелицама Запада. Поред осталог, објављен је податак да KJ-2000 може истовремено да прати 500 циљева у ваздушном простору.

Кинески авион за рано упозоравање, контролу и управљање борбеним дејствима у ваздушном простору KJ-2000

Ако се узме у обзир да су америчка три АВАКС-а 1999. године изнад српског неба могли да прате 600 циљева, те да су уз помоћ система ЈСТАРС покушали да прате и дејство још 400 авиона који су нападали циљеве на земљи, намера је била да се постигне чак и рекорд у праћењу и управљање дејствима 1000 авиона у ваздушном простору. Несумљиво, овај податак је веома респектабилан. Међутим, то што један кински авион за рано упозоравање може да управља борбеним активностима до 500 летелица у ваздушном простору, податак је који говори о значајном напретку у реалним ваздушним борбеним дејствима. Тиме је Кина показала да има средства за успешну одбрану своје територије и ваздушног простора.

Кинески бомбардер B-6K 轰6K轰炸机, као и друге верзије ове летелице, уз бомбардер Х6К и Х-6Х 轰6H最多仅, такође је запарао небо над највећим пекиншким тргом. Реч је о побољшаним верзијама стратешких летелица са новим турбомлазним мотором Д-30 који има нижу потрошњу горива. За бомбардер Х-6Х речено је да може понети четири крстареће ракете и да му је тактички радијус 2000 км, док Х-6К може да носи до шест крстарећих ракета, а његов борбени радијус износи 4000 километара.

Поред мотора, на бомбардеру В-6К побољшан је систем радара за управљање ватром, уграђени су нови електрооптички системи, а унапређен је и сателитски навигациони систем. Уједно је осавремењена сателитска комуникација. Унапређења на овим моделима бомбардера омогућују да могу понети прецизно вођене бомбе за блиску ваздушну подршку борбених операција.

Да модерну окосницу кинеске авијације чине авиони J-2 平面Ф2, борбени авион Леопард JX-7 战斗机歼轰-7豹, лаки бомбардер са два мотора, вишенаменски ловци J-10A 打击战斗机J-10A, двоседи J-10C 打击战斗机J-10C, ловци J-11 猎人J-11, међу којима је и ловац Ченгду JФ-17 中国战机成都JФ-17, било је видљиво када су њихови мотори, током прелетања у парадној формацији, оставили своје трагове на небеском своду. Коментатори су само констатовали да је нова генерација борбених авиона у целости показала потенцијале ваздушне флоте НР Кине.

Маневар кинеских ловаца J-11

Укупно је трг Тјананмен прелетело 200 авиона, од чега 10 са системима за рано упозоравање, 151 авион ловачко-бомбардерске авијације, 8 транспортних и шест авиона за снабдевање горивом у ваздушном простору, школске и друге летелице са клипним погоном. Били су распоређени у 12 ваздушних ешалона. Летели су у више обликованих формација као што су огрлица, клин и зврчка[51]. Занимљиво је и то да су у тренажним авионима за обуку, за командама летелице, биле жене пилоти[52].

---

[51] https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A6%96%E9%83%BD%E5%90%84%E7%95%8C%E5%BA%86%E7%A5%9D%E4%

Letelice za obuku kojima su upravljale žene piloti

Од хеликоптера на кинеском небу виђени су, летећи у стреластим формацијама попут ждралова, Ми-17В-5 中国的Ми-17В-5, као и верзије В-70 Apache хеликоптера из такозване кинеске верзије, кинеска верзија Cobra ВЗ-10, 19 и ВЗ, ВЗ-9, З-8 хеликоптера и други модели[53]. Хеликоптер Ми-17 В5 је вишенаменска летелица са веома великом способношћу вертикалних маневара и представља побољшану верзију руског хеликоптера Ми-8. Посебна особина му је да је пројектован и поседује побољшане способности за лет на великим висинама, као и у веома топлим временским условима, чак и када је оптерећен са 3.000 кг терета. Ми-17 се разликује од Ми-8 по додатним филтерима за ваздух у турбина. За погон је уграђен ТБ-3-117А турболифт мотор. Са стране тела летелице налазе се резервоари у које стаје 3.700 л горива. Ефикасна максимална висина лета тог хеликоптера је 3950 м, али најбоље летне карактеристике показује на висини 1760 м. Посебна верзија подешена је за коришћење у морнарици.

Хеликоптер З-8 (Changhe Z-8KA – Zhao 直-8-编辑) развијен је у Кинеском институту за хеликоптерске машине ChangHe са француским произвођачем хеликоптера SA321 Super Hornet, а полетео је 1985. године. Коришћен је у морнарици, а осавремењен је 2007. године новим системима за контролу лета, навигацију, везу и осматрачким уређајима.

B8%AD%E5%8D%8E%E4%BA%BA%E6%B0%91%E5%85%B1%E5%92%8C%E5%9B%BD%E6%88%90%E7%AB%8B60%E5%91%A8%E5%B9%B4%E5%A4%A7%E4%BC%9A

[52] http://news.qq.com/a/20091001/005851.htm

[53] http://www.weixinyidu.com/n_2104006

Од борбених хеликоптера небом је летела група типа 武直10, чије укупне перформансе се упоређују са европском летелицом „Тигар” или америчком АХ-64 „Апач”. Та летелица први пут је представљена 2012. године на Зхухаи ваздухопловном митингу. Ова летелица има ознаку З-10 или ВЗ-10, и представља класичан јуришни хеликоптер развијен у Народној Републици Кини. Намењен је првенствено за против-тенковска дејства у непосредној линији фронта. Такође, наоружан је и ракетама ваздух-ваздух. Основни борбени комплет подразумева ракете модел ТИ-90 ААМ. Максимална брзина лета тог хеликоптера је 300 км/х, долет 820 км, маса му је 5540 кг, дужина: 14 м, а покреће га снажан турбо-мотор ПТ-6 канадске производње, снаге 1400 КВ. Максимална висина лета је 6400 м. Тело хеликоптера начињено је од композитних материјала, а намењен је за употребу у екстремним временским и борбеним условима[54]. Летелицом управљају два члана посаде.

Кинески борбени хеликоптер ВЗ-10

---

[54] http://war.163.com/11/0211/14/6SKC82F000014J0G.html

Од наоружања на хеликоптеру, испод самог носа, уграђена је нека од верзија топова 23 мм, 25 мм или 30 мм 2А72. Поред тога, наоружан је аутоматским бацачем граната 30/40 мм, као и митраљезом 14,5 мм Гатлинг. Од ракетног наоружања може да користи пројектиле 57 мм или 90 мм и то 16 противтенковских ракета ваздух-земља „Црвена стрела” тип 8, 9 и 10, Ти-90 ваздух-ваздух, до четири пројектила за дејство по летелицама модел „Перак-5”, односно „Гром” 7 и 9. За нишањење има уграђен савремен радарски систем, опрему за ноћно дејство, систем заштите кабине БМ/КГ300Г, осматрачки систем КЗ900 и систем за противелектронска дејства ИХ-96.

Други борбени хеликоптер, који је представљен на паради, јесте ВЗ-19 解放军3-19直升机[55]. Намењен је за дејство по тенковима и другим тешко оклопљеним циљевима и представља основни кинески савремени јуришни борбени хеликоптер. У кокпиту су два пилота, а разликује се од других модела по томе што има ротор у репу хеликоптера. Први лет те летелице забележен је у мају 2011. године. И овај хеликоптер је у првој верзији био опремљен мотором ПТ6Ц-76Ц произведеним у Канади.

Као и модел ВЗ-10 поседује исто наоружање. Међутим, његово уско тело и веома повољне аеродинамичке особине чине га способнијим да успешно маневрише у ваздушном простору у току борбених дејстава, па је употребљивији на фронту, у борби са противничким оклопним и другим борбеним возилима. На трупним подвесима носи по осам противтенковских пројектила и два бацача граната.

Пешадијско наоружање

Копнене пешадијске снаге Кинеске армије са савременим наоружањем и опремом

---

[55] http://www.360doc.com/content/13/0711/10/1630322_299124795.shtml

Иако пешадијско наоружање и опрема војника нису били у првом плану, уочено је да су војници носили неколико новијих модела кинеске производње. Већина војника носила је пушке „тип 95Г” 式步枪95Г [56]. То су јуришне пушке ергономски прилагођене кинеским навикама у коришћењу те врсте оружја. Ову пушку подједнако могу користити и леваци и дешњаци. Препознатљиве су по томе што имају дршку с горње стране за ношење, на коју се могу поставити уређаји за ноћно и дневно нишањење. Механизам је начињен по тзв. „булпуп” систему покретања механичких делова под притиском гаса испаљеног метка. Калибар је 5,8 мм. Иначе, кинеска војна индустрија развила је метак калибра 5,8 мм са челичном чауром, дужине 61 м. У магацин пушке стане 30 метака.

Кинеска пушка 95Г калибра 5,8 мм

Приказании су и митраљези КББ-95 ЛМГ机枪轻机枪КББ95, КЈИ-88 机枪КИ-88, снајпер КБУ-88 狙击手 88 式狙击步枪, полуаутоматски пиштољ Тип 92 5,8 мм 半自动手枪92式5.8毫米. Сва оружја су унифицирана у калибру 5,8 мм.

Од бацача граната виђен је модел 35 мм Тип 95 榴弹发射器 35 毫米 95式, са максималним дометом 360 метара, као и КЛГ91Б-35 бацач граната 榴弹发射器КЛГ91Б-35 мм.

Општи је утисак да је парада у Пекингу, одржана 3. септембра 2015. године, била веома импресивна. Пажљиво изабраних десет модела тешког наоружања, на пример, указују на то да су кинеске војне снаге опремљене и оспособљене за савремена борбена дејства, посебно на копну, где оклопно-механизоване јединице захтевају велику покретљивост, снажно и убојито ватрено дејство, велику прецизност погађања циљева, способност преживљавања у борби, као и велику отпорност на дејство противника. Само у копненим снагама 84 одсто наоружања и опреме је ново, а највећим делом произвела га је кинеска индустрија. То показује веома велику способност војне индустрије да усваја нове стандарде и да веома брзо уводи и успева да уграђује савремену технологију у постојеће системе наоружања.

И авијација је веома квалитетно оспособљена да брани кинеско небо, захваљујући и авионима који су, по први пут, представљени светској и домаћој јавности.

Коментатори су нагласили да кинески тенкови на паради следе западне стандарде и да представљају оклопна возила између немачког „Леопарда” и америчког „Абрамса”. Посебан је, свакако, упресован активно-реактивни оклоп. Борбена возила пешадије су амфибијских способности и са топовима калибра већим од 76 мм, десантна возила падобранаца врло су модерна, самохотке од 155 мм више личе на америчке него на руску самохотку МСТА. Борбена возила, точкаши 8Х8, први пут представљени, имају топ од 100 или од 105 мм.

---

[56] http://baike.baidu.com/view/1148994.htm

Када је реч о ракетним снагама, снажан потенцијал је већ сам по себи довољан да одврати евентуалног противника од сукобљавања са овом многољудном земљом. Поморске снаге такође су респектабилне, и у комбинацији са ракетним и ваздухопловним снагама представљају савремени борбени потенцијал у кинеским водама. Највеће изненађење овогодишње параде је опремљеносте Другог артиљеријског корпуса конвенционалним балистичким ракетама Донгфенг-16 средњег домета, Донгфенг 21Д противбродским балистичким ракетама, Донгфенг-26 балистичким ракетама дугог домета и Донгфенг-5Б тешким интерконтиненталним ракетама са класичним и нуклеарним бојевим главама.

Парада је, такође, показала да су кинески војни истраживачки и развојни центри отворени за заједничка истраживања и размену знања са страним компанијама. Речено је да кинеска војна индустрија сарађује са одговарајућим институцијама у више од 50 земаља.

Оно што је признато у штампи јесте да су кинеске ракете и даље тајна за Запад[57]. Неки коментатори су чак нагласили да је после овогодишње параде јасно да Америка више нема војну супериорност у водама западног Пацифика.

Несумњиво, похвале заслужује и увежбаност кинеских војника.

Новина је и то што су сви радари на камионима били тродимензионални, неки и са фазираном решетком, што је технолошки врх. Кинези су први пут показали и своју верзију наоружаних беспилотних летелица. Пролетела су и два типа АВАКС-а, један класични са радарским тањиром на крову авиона, што је руски или амерички стандард, и други са електронском гредом на крову, по шведским пројектима.

Борбени јуришни хеликоптери дизајнирани су попут западних – „Апача” и „Тигра”. Посебност параде били су и танкери који су горивом пунили најмодерније кинеске ловце. Први пут је јавности представљен и морнарички ловац-бомбардер Ј-15 са куком за спуштање на носаче авиона. Кина тренутно има један оперативно способан носач авиона „Љаонинг”, иначе бивши совјетски носач авиона, а у изградњи је још један кинеског типа, вероватно нуклеарни.

Парада је конципирана тако да је визуелно и садржајно одражавала дух кинеске нове националне стратегије[58], објављене у мају 2015. године, у којој се наглашава да ће Кина, у складу са стратешким захтевима, ефикасно одржавати социјалну стабилност, наставити да развија своје снаге за обезбеђење националних интереса и безбедности и борбу против тероризма. Обучаваће се, такође, за учешће у међународним снагама за спасавање и помоћ у катастрофама, пружање хитне помоћи и ваздухопловну подршку у случајевима масовне евакуације становништва. Биће спремна за одговор на непредвиђене опасности. То ће захтевати побољшање и усавршавање структуре оружаних снага.

Несумњиво је да је овогодишња парада у Пекингу показала да Кина има и снаге и средства, као и јасна опредељења како да спроводи своје стратешке интересе.

Никола Остојић (Nikola Ostojić), e-mail: nikolaos@sbb.rs

---

[57] http://www.politika.rs/rubrike/dogadjaji-dana/Kineske-rakete-i-dalje-tajna-za-Zapad.lt.html

[58] China's Military Strategy, BEIJING, May 26 2015 (Xinhua) -- The Information Office of the State Council on Tuesday published a white paper on China's military strategy.

ПОЗИВ И УПУТСТВО АУТОРИМА
CALL FOR PAPERS AND INSTRUCTIONS FOR AUTHORS
ПРИГЛАШЕНИЕ И ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ АВТОРОВ РАБОТ

ПОЗИВ И УПУТСТВО АУТОРИМА О НАЧИНУ ПРИПРЕМЕ ЧЛАНКА

Упутство ауторима о начину припреме чланка за објављивање у *Војнотехничком гласнику* урађено је на основу Акта о уређивању научних часописа, Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, евиденциони број 110-00-17/2009-01, од 09. 07. 2009. године. Примена овог Акта првенствено служи унапређењу квалитета домаћих часописа и њиховог потпунијег укључивања у међународни систем размене научних информација. Засновано је на међународним стандардима ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 и ISO 5122, односно одговарајућим домаћим стандардима.

Војнотехнички гласник / Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier (втг.мо.упр.срб, www.vtg.mod.gov.rs, ISSN 0042-8469 – штампано издање, e-ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) јесте мултидисциплинарни научни часопис Министарства одбране Републике Србије, који објављује научне и стручне чланке, као и техничке информације о савременим системима наоружања и савременим војним технологијама. Часопис прати јединствену интервидовску техничку подршку Војске на принципу логистичке системске подршке, области основних, примењених и развојних истраживања, као и производњу и употребу средстава наоружања и војне опреме, и остала теоријска и практична достигнућа која доприносе усавршавању припадника Министарства одбране и Војске Србије.

Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, сагласно одлуци из члана 27. став 1. тачка 4), а по прибављеном мишљењу из члана 25. став 1. тачка 5) Закона о научноистраживачкој делатности („Службени гласник РС“, бр. 110/05, 50/06-испр. и 18/10), утврдило је категоризацију Војнотехничког гласника, за 2013. годину:

за област технолошки развој:

– на листи часописа за материјале и хемијске технологије:

категорија водећи научни часопис националног значаја **(М51)**,

– на листи часописа за електронику, телекомуникације и информационе технологије:

категорија научни часопис националног значаја **(М52)**,

– на листи часописа за машинство:

категорија научни часопис националног значаја **(М52)**,

за област основна истраживања:

– на листи часописа за математику, рачунарске науке и механику:

категорија научни часопис националног значаја **(М52)**.

Усвојене листе домаћих часописа за 2013. годину могу се видети на сајту Војнотехничког гласника, страница Категоризација часописа.

Детаљније информације могу се пронаћи и на сајту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Подаци о категоризацији могу се пратити и на сајту КОБСОН-а (Конзорцијум библиотека Србије за обједињену набавку).

Категоризација часописа извршена је према Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, који је прописао Национални савет за научни и технолошки развој (Службени гласник РС, број 38/2008).

У складу са овим правилником и табелом о врсти и квантификацији индивидуалних научноистраживачких резултата (у саставу Правилника), објављени рад у Војнотехничком гласнику вреднује се са 2 бода (категорија М51) и 1,5 бод (категорија М52).

Часопис се прати у контексту Српског цитатног индекса – СЦиндекс (база података домаћих научних часописа) и Руског индекса научног цитирања (РИНЦ). Подвргнут је сталном вредновању (мониторингу) у зависности од утицајности (импакта) у самим базама и, посредно, у међународним (Thompson Reuters) цитатним индексима. Детаљи о индексирању могу се видети на сајту Војнотехничког гласника, страница Индексирање часописа.

Радови се предају путем онлајн система за електронско уређивање ASEESTANT, који је развио Центар за евалуацију у образовању и науци (ЦЕОН).

Приступ и регистрација за сервис врше се на сајту www.vtg.mod.gov.rs, преко странице ASEESTANT или СЦИНДЕКС, односно директно на линку

aseestant.ceon.rs/index.php/vtg.

Детаљно упутство о регистрацији и пријави за сервис налази се на сајту www.vtg.mod.gov.rs, страница Упутство за е-Ур: Електронско уређивање – ASEESTANT.

Војнотехнички гласник објављује чланке на српском, енглеском, руском, немачком или француском језику (arial, српска ћирилица или српска латиница, величина слова 11 pt, проред Single).

Чланак треба да буде написан у складу са **Изјавом о етичком поступању** (http://www.vtg.mod.gov.rs/izjava-o-etickom-postupanju.html).

Чланак треба да садржи сажетак са кључним речима, увод, разраду, закључак, литературу и резиме са кључним речима на енглеском језику (без нумерације наслова и поднаслова). Обим чланка треба да буде око једног ауторског табака (16 страница формата А4 са проредом Single), а највише 24 странице.

Чланак треба да буде написан на обрасцу за писање чланка, који се у електронској форми може преузети са сајта на страници Образац за писање чланка.

Наслов

Наслов треба да одражава тему чланка. У интересу је часописа и аутора да се користе речи прикладне за индексирање и претраживање. Ако таквих речи нема у наслову, пожељно је да се придода и поднаслов. Наслов треба да буде преведен и на енглески језик.

Ови наслови исписују се испред сажетка на одговарајућем језику.

Текући наслов

Текући наслов се исписује са стране сваке странице чланка ради лакше идентификације, посебно копија чланака у електронском облику. Садржи презиме и иницијал имена аутора (ако аутора има више, преостали се означавају са „et al.“ или „и др.“), наслове рада и часописа и колацију (година, волумен, свеска, почетна и завршна страница). Наслови часописа и чланка могу се дати у скраћеном облику.

Име аутора

Наводи се пуно име и презиме (свих) аутора. Веома је пожељно да се наведу и средња слова аутора. Имена и презимена домаћих аутора увек се исписују у оригиналном облику (са српским дијакритичким знаковима), независно од језика на којем је написан рад.

Назив установе аутора (афилијација)

Наводи се пун (званични) назив и седиште установе у којој је аутор запослен, а евентуално и назив установе у којој је аутор обавио истраживање. У сложеним организацијама наводи се укупна хијерархија (нпр. Универзитет одбране у Београду, Војна академија, Катедра природно-математичких наука). Бар једна организација у хијерархији мора бити правно лице. Ако аутора има више, а неки потичу из исте установе, мора се, посебним ознакама или на други начин, назначити из које од наведених установа потиче сваки од наведених аутора. Афилијација се исписује непосредно након имена аутора. Функција и звање аутора се не наводе.

Контакт подаци

Адреса или е-адреса свих аутора даје се на првој страници чланка.

Категорија (тип) чланка

Категоризација чланака обавеза је уредништва и од посебне је важности. Категорију чланка могу предлагати рецензенти и чланови уредништва, односно уредници рубрика, али одговорност за категоризацију сноси искључиво главни уредник.

Чланци у часописима се разврставају у следеће категорије:

Научни чланци:

1. оригиналан научни рад (рад у којем се износе претходно необјављивани резултати сопствених истраживања научним методом);
2. прегледни рад (рад који садржи оригиналан, детаљан и критички приказ истраживачког проблема или подручја у којем је аутор остварио одређени допринос, видљив на основу аутоцитата);
3. кратко или претходно саопштење (оригинални научни рад пуног формата, али мањег обима или прелиминарног карактера);
4. научна критика, односно полемика (расправа на одређену научну тему, заснована искључиво на научној аргументацији) и осврти.

Изузетно, у неким областима, научни рад у часопису може имати облик монографске студије, као и критичког издања научне грађе (историјско-архивске, лексикографске, библиографске, прегледа података и сл.) – дотад непознате или недовољно приступачне за научна истраживања.

Радови класификовани као научни морају имати бар две позитивне рецензије. Списак рецензената Војнотехничког гласника може се видети на страници сајта Списак рецензената.

Ако се у часопису објављују и прилози ваннаучног карактера, научни чланци треба да буду груписани и јасно издвојени у првом делу свеске.

Стручни чланци:

1. стручни рад (прилог у којем се нуде искуства корисна за унапређење професионалне праксе, али која нису нужно заснована на научном методу);
2. информативни прилог (уводник, коментар и сл.);
3. приказ (књиге, рачунарског програма, случаја, научног догађаја, и сл.).

Језик рада

Језик рада може бити српски, енглески или други језик који се користи у међународној комуникацији у одређеној научној области (руски, немачки или француски).

Текст мора бити језички и стилски дотеран, систематизован, без скраћеница (осим стандардних). Све физичке величине морају бити изражене у Међународном систему мерних јединица – SI. Редослед образаца (формула) означава се редним бројевима, са десне стране у округлим заградама.

Сажетак (апстракт) и резиме

Сажетак (апстракт) јесте кратак информативан приказ садржаја чланка који читаоцу омогућава да брзо и тачно оцени његову релевантност. У интересу је уредништава и аутора да сажетак садржи термине који се често користе за индексирање и претрагу чланака. Саставни делови сажетка су циљ истраживања, методи, резултати и закључак. Сажетак треба да има од 100 до 250 речи и треба да се налази између заглавља (наслов, имена аутора и др.) и кључних речи, након којих следи текст чланка. Ако је рад написан на српском (руском, немачком или француском) језику пожељно је да се, поред сажетка на српском (руском, немачком или француском), даје и сажетак у проширеном облику на енглеском језику – као тзв. резиме (summary). Овакав резиме треба да буде на крају чланка, након одељка Литература. Важно је да резиме буде у структурираном облику, а његова дужина може бити до 1/10 дужине чланка (опширнији је од сажетка са почетка чланка). Почетак овог резимеа може бити преведени сажетак (са почетка чланка), а затим треба да следе преведени главни наслови, поднаслови и основе закључка чланка (литература се не преводи). Потребно је да се у структурираном резимеу преведе и део текста испод наслова и поднаслова, водећи рачуна да он буде пропорционалан њиховој величини, а да одражава суштину. Након резимеа на енглеском језику (проширеног сажетка) додаје се његов превод на српском, да би редакција извршила проверу и лектуру.

Кључне речи

Кључне речи су термини или фразе које адекватно представљају садржај чланка за потребе индексирања и претраживања. Треба их додељивати ослањајући се на неки међународни извор (попис, речник или тезаурус) који је најшире прихваћен или унутар дате научне области. За нпр. науку уопште, то је листа кључних речи Web of Science. Број кључних речи не може бити већи од 10, а у интересу је уредништва и аутора да учесталост њихове употребе буде што већа. Кључне речи дају се на језику на којем је написан чланак (сажетак) и на енглеском језику. У чланку се пишу непосредно након сажетка, односно након резимеа.

Систем ASEESTANT у ту сврху користи специјалну алатку KWASS: аутоматско екстраховање кључних речи из дисциплинарних тезауруса/речника по избору и рутине за њихов одабир, тј. прихватање односно одбацивање од стране аутора и/или уредника.

Датум прихватања чланка

Датум када је уредништво примило чланак, датум када је уредништво коначно прихватило чланак за објављивање, као и датуми када су у међувремену достављене евентуалне исправке рукописа наводе се хронолошким редоследом, на сталном месту, по правилу на крају чланка.

Захвалница

Назив и број пројекта, односно назив програма у оквиру којег је чланак настао, као и назив институције која је финансирала пројекат или програм, наводи се у посебној напомени на сталном месту, по правилу при дну прве стране чланка.

Претходне верзије рада

Ако је чланак у претходној верзији био изложен на скупу у виду усменог саопштења (под истим или сличним насловом), податак о томе треба да буде наведен у посебној напомени, по правилу при дну прве стране чланка. Рад који је већ објављен у неком часопису не може се објавити у Војнотехничком гласнику (прештампати), ни под сличним насловом и измењеном облику.

Табеларни и графички прикази

Пожељно је да наслови свих приказа, а по могућству и текстуални садржај, буду дати двојезично, на језику рада и на енглеском језику.

Табеле се пишу на исти начин као и текст, а означавају се редним бројевима са горње стране. Фотографије и цртежи треба да буду јасни, прегледни и погодни за репродукцију. Цртеже треба радити у програму word или corel. Фотографије и цртеже треба поставити на жељено место у тексту.

Навођење (цитирање) у тексту

Начин позивања на изворе у оквиру чланка мора бити једнообразан.

Војнотехнички гласник за референцирање (цитирање и навођење литературе) примењује Харвардски систем референци, односно Харвардски приручник за стил (Harvard Referencing System, Harvard Style Manual). У самом тексту, у обичним заградама, на месту на којем се врши позивање, односно цитирање литературе набројане на крају чланка, обавезно у обичној загради написати презиме цитираног аутора, годину издања публикације из које цитирате и, евентуално, број страница. Нпр. (Petrović, 2012, pp.10–12).

Детаљно упутство о начину цитирања, са примерима, дато је на страници сајта Упутство за Харвардски приручник за стил. Потребно је да се позивање на литературу у тексту уради у складу са поменутим упутством.

Систем ASEESTANT у сврху контроле навођења (цитирања) у тексту користи специјалну алатку CiteMatcher: откривање изостављених цитата у тексту рада и у попису референци.

Напомене (фусноте)

Напомене се дају при дну стране на којој се налази текст на који се односе. Могу садржати мање важне детаље, допунска објашњења, назнаке о коришћеним изворима (на пример, научној грађи, приручницима), али не могу бити замена за цитирану литературу.

Листа референци (литература)

Цитирана литература обухвата, по правилу, библиографске изворе (чланке, монографије и сл.) и даје се искључиво у засебном одељку чланка, у виду листе референци. Референце се не преводе на језик рада и набрајају се у посебном одељку на крају чланка.

Војнотехнички гласник, као начин исписа литературе, примењује Харвардски систем референци, односно Харвардски приручник за стил (Harvard Referencing System, Harvard Style Manual).

Литература се обавезно пише на латиничном писму и набраја по абецедном редоследу, наводећи најпре презимена аутора, без нумерације.

Детаљно упутство о начину пописа референци, са примерима, дато је на страници сајта Упутство за Харвардски приручник за стил. Потребно је да се попис литературе на крају чланка уради у складу са поменутим упутством.

Нестандардно, непотпуно или недоследно навођење литературе у системима вредновања часописа сматра се довољним разлогом за оспоравање научног статуса часописа.

Систем ASEESTANT у сврху контроле правилног исписа листе референци користи специјалну алатку RefFormatter: контрола обликовања референци у складу са Харвардским приручником за стил.

Пропратно писмо

Поред чланка доставља се пропратно писмо у којем треба истаћи о којој врсти чланка се ради, који су графички прилози (фотографије и цртежи) оригинални, а који позајмљени.

У пропратном писму наводе се и подаци аутора: име, средње слово, презиме, чин, звање, е-маил, адреса послодавца (ВП), кућна адреса, телефон на радном месту и кућни (мобилни) телефон, рачун и назив банке, СО места становања, број личне карте и ЈМБ грађана.

Ако је више аутора чланка, у пропратном писму се наводи појединачни процентуални удео ради обрачуна хонорара.

Сви радови подлежу стручној рецензији, а објављени радови и стручне рецензије хоноришу се према важећим прописима.

Адреса редакције:
Војнотехнички гласник,
Браће Југовића 19, Дом Војске Србије,
11000 Београд.
E-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs.

Уредник
Небојша *Гаћеша*
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
тел.: 011/3349-497, 064/8080-118

CALL FOR PAPERS AND ARTICLE FORMATTING INSTRUCTIONS

The instructions to authors about the article preparation for publication in the *Military Technical Courier* are based on the Act on scientific journal editing of the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia, No 110-00-17/2009-01 of 9th July 2009. This Act aims at improving the quality of national journals and raising the level of their compliance with the international system of scientific information exchange. It is based on international standards ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 and ISO 5122 and their national equivalents.

The Military Technical Courier / Vojnotehnički glasnik (www.vtg.mod.gov.rs/index-e.html, втг.мо.упр.срб, ISSN 0042-8469 – print issue, e-ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) is a multidisciplinary scientific journal of the Ministry of Defence of the Republic of Serbia. It publishes scientific and professional papers as well as technical data about contemporary weapon systems and modern military technologies. Offering a logistic system support, the *Courier* is a part of a unique technical support to the Army services in the field of fundamental, applied and development research. It also deals with production and use of weapons and military equipment as well as with theoretical and practical achievements leading to professional development of the personnel of the Ministry of Defence and the Army of the Republic of Serbia.

Pursuant to the decision given in Article 27, paragraph 1, point 4, and in accordance with the acquired opinion given in Article 25, paragraph 1, point 5 of the Act on Scientific and Research Activities (Official Gazette of the Republic of Serbia, No 110/05, 50/06-cor and 18/10), the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia classified the Military TechnIcal Courier for the year 2013

in the field technological development:
– on the list of periodicals for materials and chemical technology,
category: leading scientific periodical of national interest **(M51)**,
– on the list of periodicals for electronics, telecommunications and IT,
category: scientific periodical of national interest **(M52)**,
– on the list of periodicals for mechanical engineering,
category: scientific periodical of national interest **(M52)**,
in the field fundamental research:
– on the list of periodicals for mathematics, computer sciences and mechanics,
category: scientific periodical of national interest **(M52)**.

The approved lists of national periodicals for the year 2013 can be viewed on the website of the Military Technical Courier, page Journal categorization.

More detailed information can be found on the website of the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

The information on the categorization can be also found on the website of KOBSON (Consortium of Libraries of Serbia for Unified Acquisition).

The periodical is categorized in compliance with the Regulations on the procedure and method of evaluation and quantitative formulation of scientific and research results of researchers, stipulated by the National Council for Scientific and Technological Development (*Official Gazette of RS*, No 38/2008). More detailed information can be found on the website of the Ministry of Education, Science and Technological Development.

In accordance with the Regulations and the table about types and quantification of individual scientific and research results (as a part of the Regulations), a paper published in the *Military Technical Courier* scores 2 (two) points (category M51) and 1,5 (one and a half) point (category M52).

The journal is in the Serbian Citation Index – SC index (data base of national scientific journals), in the Russian Science Citation Index (RSCI) and is constantly monitored depending on the impact within the bases themselves and indirectly in the international (e.g. Thompson Reuters) citation indexes. More detailed information can be viewed on the website of the Military Technical Courier, page Journal indexing.

Manuscripts are submitted online, through the electronic editing system ASEESTANT, developed by the Center for Evaluation in Education and Science – CEON.

The access and the registration are through the Military Technical Courier site http://www.vtg.mod.gov.rs/index-e.html, on the page ASEESTANT or the page SCINDEKS or directly through the link (aseestant.ceon.rs/index.php/vtg).

The detailed instructions about the registration for the service are on the website http://www.vtg.mod.gov.rs/index-e.html, on the page Instructions for e-Ur: Electronic Editing - ASEESTANT.

The Military Technical Courier publishes articles in Serbian, English, Russian, German or French, using Arial and a font size of 11pt with Single Spacing.

The article should be written in accordance with the **Publication ethics statement** (http://www.vtg.mod.gov.rs/publication-ethics-statement.html).

The article should contain the abstract with keywords, introduction, body, conclusion, references and the summary in English language (without heading and subheading enumeration). The article length should not exceed 24 pages of A4 paper format.

The article should be formatted following the instructions in the Article Form which can be downloaded from website page Article form.

Title

The title should be informative. It is in both Journal's and author's best interest to use terms suitable for indexing and word search. If there are no such terms in the title, the author is strongly advised to add a subtitle. The title should be given in English as well.

The titles precede the abstract and the summary in an appropriate language.

Letterhead title

The letterhead title is given at a top of each page for easier identification of article copies in an electronic form in particular. It contains the author's surname and first name initial (for multiple authors add "et al"), article title, journal title and collation (year, volume, issue, first and last page). The journal and article titles can be given in a shortened form.

Author's name

Full name(s) of author(s) should be used. It is advisable to give the middle initial. Names are given in their original form (with diacritic signs if in Serbian).

Author's affiliation

The full official name and seat of the author's affiliation is given, possibly with the name of the institution where the research was carried out. For organizations with complex structures, give the whole hierarchy (for example, University of Defence in Belgrade, Military Academy, Department for Military Electronic Systems). At least one organization in the hierarchy must be a legal entity. When some of multiple authors have the same affiliation, it must be clearly stated, by special signs or in other way, which department exactly they are affiliated with. The affiliation follows the author's name. The function and title are not given.

Contact details

The postal addresses or the e-mail addresses of the authors are given in the first page.

Type of articles

Classification of articles is a duty of the editorial staff and is of special importance. Referees and the members of the editorial staff, or section editors, can propose a category, but the editor-in-chief has the sole responsibility for their classification.

Journal articles are classified as follows:

Scientific articles:

1. Original scientific paper (giving the previously unpublished results of the author's own research based on scientific methods);
2. Survey paper (giving an original, detailed and critical view of a research problem or an area to which the author has made a contribution visible through his self-citation);
3. Short or preliminary communication (original scientific paper of full format but of a smaller extent or of a preliminary character);
4. Scientific critique or forum (discussion on a particular scientific topic, based exclusively on scientific argumentation) and commentaries.

Exceptionally, in particular areas, a scientific paper in the Journal can be in a form of a monograph or a critical edition of scientific data (historical, archival, lexicographic, bibliographic, data survey, etc.) which were unknown or hardly accessible for scientific research.

Papers classified as scientific must have at least two positive reviews.

The list of referees of the Military Technical Courier can be viewed at List of referees.

If the journal contains non-scientific contributions as well, the section with scientific papers should be clearly denoted in the first part of the Journal.

Professional articles:

1. Professional paper (contribution offering experience useful for improvement of professional practice but not necessarily based on scientific methods);
2. Informative contribution (editorial, commentary, etc.);
3. Review (of a book, software, case study, scientific event, etc.)

Language

The article can be in Serbian, English or other language used in international communication in a particular scientific field (Russian, German or French).

The grammar and style of the article should be of good quality. The systematized text should be without abbreviations (except standard ones). All measurements must be in SI units. The sequence of formulae is denoted in Arabic numerals in parentheses on the right-hand side.

Abstract and summary

An abstract is a concise informative presentation of the article content for fast and accurate evaluation of its relevance. It is both in the Editorial Office's and the author's best interest for an abstract to contain terms often used for indexing and article search. The abstract describes the purpose of the study and the methods, outlines the findings and state the conclusions. A 100- to 250- word abstract should be placed between the title and the keywords with the body text to follow. Besides an abstract in Serbian (Russian, German or French), articles in Serbian (Russian, German or French) are advised to have a summary in English, at the end of the article, after the Reference list. The summary should be structured and long up to 1/10 of the article length (it is more extensive than the abstract). It can start with the translated Serbian (Russian, German or French) abstract from the beginning of the article with translated main headings, subheadings and major conclusions to follow (Reference list is not translated). The structured summary should also contain the proportional informative parts of the text below the headings and subheadings.

Keywords

Keywords are terms or phrases showing adequately the article content for indexing and search purposes. They should be allocated heaving in mind widely accepted international sources (index, dictionary or thesaurus), such as the Web of Science keyword list for science in general. The higher their usage frequency is, the better. Up to 10 keywords immediately follow the abstract and the summary, in respective languages.

For this purpose, the ASEESTANT system uses a special tool KWASS for the automatic extraction of key words from disciplinary thesauruses/dictionaries by choice and the routine for their selection, i.e. acceptance or rejection by author and/or editor.

Article acceptance date

The date of the reception of the article, the dates of submitted corrections in the manuscript (optional) and the date when the Editorial Board accepted the article for publication are all given in a chronological order at the end of the article.

Acknowledgements

The name and the number of the project or programme within which the article was realised is given in a separate note at the bottom of the first page together with the name of the institution which financially supported the project or programme.

Article preliminary version

If an article preliminary version has appeared previously at a meeting in a form of an oral presentation (under the same or similar title), this should be stated in a separate note at the bottom of the first page. An article published previously cannot be published in the *Military Technical Courier* even under a similar title or in a changed form.

Tables and illustrations

All the captions should be in the original language as well as in English, together with the texts in illustrations if possible. Tables are typed in the same style as the text and are denoted by Arabic numerals at the top. Photographs and drawings, placed appropriately in the text, should be clear, precise and suitable for reproduction. Drawings should be created in Word or Corel.

Citation in the text

Citation in the text must be uniform. The Military Technical Courier applies the Harvard Referencing System given in the Harvard Style Manual. When citing sources within your paper, i.e. for in-text references of the works listed at the end of the paper, place the year of publication of the work in parentheses and optionally the number of the page(s) after the author's name, e.g. (Petrovic, 2012, pp.10-12). A detailed guide on citing, with examples, can be found on Military Technical Courier website on the page Instructions for Harvard Style Manual. In-text citations should follow its guidelines.

For checking in-text citations, the ASESESTANT system uses a special tool CiteWatcher to find out quotes left out within papers and in reference lists.

Footnotes

Footnotes are given at the bottom of the page with the text they refer to. They can contain less relevant details, additional explanations or used sources (e.g. scientific material, manuals). They cannot replace the cited literature.

Reference list (Literature)

The cited literature encompasses bibliographic sources such as articles and monographs and is given in a separate section in a form of a reference list.

References are not translated to the language of the article.

In compiling the reference list and bibliography, the Military Technical Courier applies the Harvard System – Harvard Style Manual. All bibliography items should be listed alphabetically by author's name, without numeration. A detailed guide for listing references, with examples, can be found on Military Technical Courier website on the page Instructions for Harvard Style Manual. Reference lists at the end of papers should follow its guidelines.

In journal evaluation systems, non-standard, insufficient or inconsequent citation is considered to be a sufficient cause for denying the scientific status to a journal.

The covering letter

The article should be accompanied with a cover letter with the information about the author(s): surname, middle initial, first name, citizen personal number, rank, title, e-mail address, affiliation address, home address including municipality, phone number in the office and at home (or a mobile phone number), bank account and the name of the bank.

If there are more authors, their share in the article should be given in percents for honorarium calculation purposes.

The cover letter should state the type of the article and tell which illustrations are original and which are not.

All articles are peer reviewed. All authors and reviewers are paid an honorarium on publication of the article.

Address of the Editorial Office:
Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier,
Braće Jugovića 19, Dom Vojske Srbije,
11000 Beograd,
Republic of Serbia.
E-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs.

Editor
Nebojša *Gaćeša*
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: +381 11 3349 497, +381 64 80 80 118

ПРИГЛАШЕНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ О ПОРЯДКЕ ПОДГОТОВКИ СТАТЬИ

Инструкция для авторов о порядке подготовки статьи к опубликованию в журнале «Военно-технический вестник» разработана в соответствии с Актом о редактировании научных журналов Министерства науки и технологического развития Республики Сербия, № 110-00-17/2009-01 от 09.07.2009 г. Применением этого Акта, в первую очередь, обеспечивается совершенствование качества отечественных журналов и их более полного включения в международную систему обмена научной информацией. Инструкция соответствует международным стандартам ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999, ISO 5122 и соответствующим отечественным стандартам.

Военно-технический вестник (**Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier**), втг.мо.упр.срб, www.vtg.mod.gov.rs/index-ru.html, ISSN 0042-8469 – печатное издание, e-ISSN 2217-4753 – online, UDK 623+355/359, является мультидисциплинарным научным журналом Министерства обороны Республики Сербия, публикующий научные статьи и статьи специалистов, в том числе технические информации относительно современных систем вооружения и современных военных технологиях. Журнал отслеживает за единственной интервидовой технической поддержкой вооруженных сил на принципах логистической поддержки, в области основных применяемых научных исследований, а также в области производства вооружений и военного оборудования и остальных теоретических и практических достижений, содействующих повышению квалификаций персонала Министерства Обороны и Вооруженных сил Республики Сербия.

Министерство образования, науки и технологического развития Республики Сербия, согласно решению по ст. 27 абзац 1, пункт 4 и по полученному толкованию ст. 25 абзац 1 пункт 5 Закона о научно-исследовательской деятельности („Службени гласник РС", № 110/05, утверждило категоризацию Военно-технического вестника за 2013 год:

Категории в области технологического развития:

– Область материалов и химической технологии:

ведущий научный журнал национального значения **(M51)**,

– Область электроники, телекоммуникаций и информационных технологий: научный журнал национального значения **(M52)**,

– Область механики:

научный журнал национального значения **(M52)**.

Категории в области основных исследований:

– Область математика, компьютерные науки, технические науки:

научный журнал национального значения **(M52)**.

Информацию относительно категоризации за 2013 год можно посмотреть на странице сайта Военно-технического вестника Категоризация вестника.

Более подробную информацию можно прочитать на сайте Министерства образования, науки и технологического развития Республики Сербия.

Информацию о категоризации можно посмотреть и на сайте КОБСОН-а (Консорциум библиотек Республики Сербия по вопросам объединения закупок).

Категоризация вестника проведена согласно Положению о порядке и способе категоризации научно-исследовательских результатов, утвержденному Национальным комитетом по науке и технологиям (Службени гласник РС, № 38/2008).

В соответствии с вышеуказанным Положением и табличкой с показателями классификации и категоризации индивидуальных научно-исследовательских результатов (являющейся неотъемлемой частью Положения), работа, опубликованная в Военно-техническом вестнике, оценивается следующим способом: 2 балла (категория M51) и 1,5 баллов (категория M52).

Журнал соответствует стандартам Сербского цитатного индекса – SCindeks (база данных отечественных научных журналов), а также Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Журнал постоянно оценивается (мониторинг) в зависимости от численного показателя важности научного журнала в самих базах, в т.ч. опосредованно в международных цитатных индексах (Thompson Reuters).

С информацией об индексировании можно ознакомиться на странице сайта журнала «Индексирование вестника».

Работы представляются путем online системой е-Ур: Электронное издательство ASEESTANT, запущенное Центром поддерживающим развитие образования и науки (ЦЕОН).

Права доступа и регистрация в системе оформляются по адресу http://www.vtg.mod.gov.rs/index-ru.html, через страницу «ASEESTANT» или «СЦИНДЕКС» (aseestant.ceon.rs/index.php/vtg).

С инструкцией по регистрации и праву доступа можно ознакомиться по адресу http://www.vtg.mod.gov.rs/index-ru.html, на странице «Инструкция по е-Ур: Электронное издательство ASEESTANT».

Военно-технический вестник выпускает статьи на сербском, русском, английском, немецком или французском языках (Arial, шрифт 11 pt, пробел Single).

Статья должна быть написана согласно с **Этическим кодексом** (http://www.vtg.mod.gov.rs/etichyeskiy-kodyeks.html).

Статья должна содержать сюжет с ключевыми словами, введение, разработку, выводы, список использованной литературы и резюме с ключевыми словами на английском языке (без нумерации заголовков и подзаголовков). Объем статьи не должен превышать один авторский лист (16 страниц формата А4 с пробелом Single).

Статья должна быть написана на образце написания статьи, который можно скачать на странице сайта «Правила и образец составления статьи».

Заголовок

Заголовок должен отражать тему статьи. Интересы журнала и автора состоят в использовании слов, удобных для индексации и поиска. Если такие слова не содержаны в заголовке, то желательно добавить и подзаголовок. Заголовок должен быть переведен на английский язык. Эти заголовки пишутся перед сюжетами на соответствующем языке.

Текущий заголовок

Текущий заголовок пишется в титуле каждой страницы статьи с целью упрощения идентификации, в первой очереди копий статьей в электронном виде. Содержит в себе фамилию и инициал имени автора (в случае если авторов несколько, остальные обозначаются с «et al.» или «и др.»), заголовки работы и журнала (год, объем, тетрадь, начальная и заключительная страница). Заголовки журнала и статьи могут приводиться в сокращенном виде.

ФИО автора

Приводятся полная фамилия и полное имя (всех) авторов. Очень желательно, чтобы были приведены и средние буквы авторов. Фамилия и имя отечественных авторов всегда пишутся в оригинальном виде (с сербскими диакритическими знаками), независимо от языка, на котором работа написана.

Наименование учреждения автора (аффилиация)

Приводится полное (официальное) наименование и местонахождение учреждения, в котором работает автор, а также наименование учреждения, в котором автор провел исследование. В случае сложных организаций приводится общая иерархия (напр. Университет обороны в г. Белграде, Военная академия, Кафедра военных электронных систем). По крайней мере, одна из этих организаций в иерархии должна иметь статус юридического лица. В случае если авторов несколько, и если некоторые работают в одном учреждении, нужно отдельными обозначениями или каким-нибудь другим способом указать в каком из приведенных учреждений работает каждый из приведенных авторов. Аффилиация пишется непосредственно после ФИО автора. Должность и квалификация по образованию не указываются.

Контактные данные

Почтовый адрес и/или электронный адрес авторов указываются на первой страницы статьи.

Категория (тип) статьи

Категоризация статьей является обязанностью редакции и имеет особое значение. Категорию статьи могут предлагать рецензенты и члены редакции, т.е. редакторы рубрик, но ответственность за категоризацию несет исключительно главный редактор. Статьи в журналах распределяются по следующим категориям:
Научные статьи:

1. оригинальная научная работа (работа, в которой приводятся раньше неопубликованные результаты собственных исследований научным методом);
2. наглядная работа (работа, содержащая оригинальный, детальный и критический обзор исследовательской проблемы или области, в который автор внес определенный вклад, видимый на основе автоцитат);
3. краткая или предварительная информация (оригинальная научная работа полного формата, но меньшего объема или имеющая предварительный характер);
4. научная критика, т.е. полемика (дискуссия на определенную научную тему, обоснованная исключительно на научной аргументации) и беглые обзоры.

Однако, в некоторых областях научная работа в журнале может иметь форму монографической студии, а также критического издания научного материала (историко-архивного, лексикографического, библиографического, обзора данных и т.п.) – до тех пор неизвестного или недостаточно доступного для научных исследований. Работы, классифицированные в качестве научных, должны иметь, по меньшей мере, две положительные рецензии.

Список рецензентов Военно-технического вестника можно посмотреть на странице сайта «Список рецензентов».

В случае если в журнале объявляются и приложения, не имеющие научный характер, научные статьи должны быть сгруппированы и четко выделены в первой части тетради.

Профессиональные статьи:

1. профессиональная работа (приложения, в которых предлагаются опыты, полезные для совершенствования профессиональной практики, но которые не должны в обязательном порядке быть обоснованы на научном методе);
2. информативное приложение (передовая статья, комментарий и т.п.);
3. рецензия (книги, компьютерной программы, случая, научного события и т.п.).

Язык работы

Работа может быть написана на сербском, английском или другом языке, используемом в международной коммуникации в определенной научной области (русский, немецкий или французский).

Текст должен быть в лингвистическом и стилистическом смысле упорядочен, систематизирован, без сокращений (за исключением стандартных). Все физические величины должны соответствовать Международной системе единиц измерения – СИ. Очередность формул обозначается порядковыми номерами, с правой стороны в круглых скобках.

Сюжет (абстракт) и резюме

Сюжет (абстракт) является кратким информативным обзором содержания статьи, обеспечивающим читателю быстро и точно оценить его релевантность. В интересах редакции и авторов, чтобы сюжет содержал термины, часто используемые для индексирования и поиска статьей. Составными частями сюжета являются цель исследования, методы и заключение. В сюжете должно быть от 100 до 250 слов, и должен находится между титулами (заголовок, ФИО авторов и др.) и ключевыми словами, за которыми следует текст статьи. Если работа написана на сербском (русском, немецком или французском) языке, желательно, чтобы кроме сюжета на сербском (русском, немецком или французском) был предоставлен и сюжет в расширенном виде на английском языке – в качестве т.н. резюме (summary). Такой резюме должен находиться в конце статьи, после раздела Литература. Важно, чтобы резюме было в структурированном виде, и его длина может составлять до 1/10 длины статьи (оно более обширно, чем сюжет из начала статьи). Началом данного резюме может быть переведенный сюжет (из начала статьи), а затем должны следовать переведенные главные заголовки, подзаголовки и основы заключения статьи (литература не переводится). В структурированном резюме нужно перевести часть текста под заголовком и заголовком, принимая во внимание, чтобы она была пропорциональна их размеру и в то же время отражала суть.

Ключевые слова

Ключевыми словами являются термины или фразы, адекватно представляющие содержание статьи, необходимое для индексирования и поиска. Их надо присуждать, опираясь при этом на какой-то международный источник (регистр, словарь, тезаурус), наиболее приемлемый внутри данной научной области. Число ключевых слов не может превышать 10, а в интересах редакции и авторов, чтобы их частота была как можно больше. Ключевые слова даются на языке, на котором написана статья (сюжет), и на английском языке. В статье они пишутся непосредственно после сюжета, т.е. после резюме.

Программа ASSESTANT предоставляет возможность использования сервиса KWASS: автоматическое фиксирование ключевых слов из источников/словарей по выбору, т.е., которые автор/редактор воспринимает или нет.

Дата получения статьи

Дата, когда редакция получила статью, дата, когда редакция окончательно приняла статью для опубликования, а также даты, когда за истекший период были предоставлены эвентуальные исправления рукописи, приводятся в хронологическом порядке, на постоянном месте, как правило, в конце статьи.

Выражение благодарности

Наименование и номер проекта, т.е. название программы, в которой статья возникла, как и наименование учреждения, которое финансировало проект или программу, приводятся в отдельном примечании на постоянном месте, как правило, внизу первой страницы статьи.

Предыдущие версии работы

В случае если статья в предыдущей версии была изложена в устном обращении (под одинаковым или похожим названием), сведение об этом должно быть указано в отдельном примечании, как правило, внизу первой страницы статьи. Работа, которая уже опубликована в некотором из журналов, не может быть опубликована в Военно-техническом вестника (перепечатана), ни под похожим названием, ни измененном виде.

Табличное и графическое представление

Желательно, чтобы названия всех представлений (по возможности и текстуальное содержание) были представлены на двух языках (на языке работы и на английском). Таблицы пишутся таким же способом как и текст и обозначаются порядковыми номерами с верхней стороны. Фотографии и рисунки должны быть понятны, наглядны и удобные для репродукции. Рисунки надо делать в программах Word или corel. Фотографии и рисунки надо поставить на желаемое место в тексте.

Ссылки (цитирование) в тексте

Оформление ссылок на источники в рамках статьи должно быть однообразным.

Военно-технический вестник для оформления ссылок, цитат и списка использованной литературы пользуется гарвардской системой (Harvard Referencing System, Harvard Style Manual). В тексте в скобках приводится фамилия цитируемого автора (или фамилия первого автора, если авторов несколько), год издания и по необходимости номер страницы. Например: (Петрович, 2010., пп. 10-20). Рекомендации о способе цитирования размещены на странице сайта «Инструкция по использованию Гарвардского стиля». При оформлении ссылок, цитат и списка использованной литературы необходимо придерживаться установленных норм.

Программа ASEESTANT предоставляет при цитировании возможность использования сервиса CiteMatcher: фиксирование пропущенных цитат в работе и списке литературы.

Примечания (сноски)

Примечания указываются внизу страницы, на которой находится текст, к которым они относятся. Могут содержать менее важные детали, дополнительные объяснения, указания об использованных источниках (напр. научном материале, справочниках), но не могут быть заменой для цитированной литературы.

Лист референций (литература)

Цитированной литературой охвачены, как правило, библиографические источники (статьи, монографии и т.п.) и она представляется исключительно в отдельном разделе статьи, в виде листа референций. Референции не переводятся на язык работы.

Военно-технический вестник для оформления списка использованной литературы применяет гарвардскую систему (Harvard Style Manual). В списке литературы источники даются в алфавитном порядке авторов или редакторов. Рекомендации о способе цитирования размещены на странице сайта «Инструкция по использованию Гарвардского стиля». При оформлении списка использованной литературы необходимо придерживаться установленных норм.

Программа ASEESTANT при оформлении списка литературы предоставляет возможность использования сервиса RefFormatter: контроль оформления списка литературы в соответствии со стандартами Гарвардского стиля.

Нестандартное, неполное и непоследовательное приведение литературы в системах оценки журнала считается достаточной причиной для оспаривания научного статуса журнала.

Сопроводительное письмо

Кроме статьи предоставляется сопроводительное письмо, в котором нужно указать о каком виде статьи речь идет, которые из графических представлений (фотографии и рисунки) оригинальные, а которые взяты взаймы.

В сопроводительном письме приводятся и сведения об авторе: имя, средняя буква, фамилия, чин, звание, e-mail, адрес работодателя (воинская почта), домашний адрес, служебный телефон и личный (мобильный) телефон, счет и наименование банка, муниципалитет места проживания и единый идентификационный номер гражданина.

В случае если авторов статьи несколько, в сопроводительном письме указывается доля участия каждого из них отдельно в процентах, в целях расчета гонорара.

Все работы подлежат спец. рецензированию, в то время как опубликованные работы и спец. рецензии оплачиваются согласно действующему законодательству.

Почтовый адрес редакции:
«Војнотехнички гласник»,
11000 Београд,
Ул. Браће Југовића 19
E-mail:vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs.

РЕДАКТОР
Небойша Гачеша
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
тел: +381 11 3349 497, +381 64 80 80 118

МЕДИЈА ЦЕНТАР „ОДБРАНА“

• Браће Југовића 19, 11000 Београд •
• Телефони: (011) 3201-995 и 23-995 •
• Телефакс: (011) 3241-009 •
• Текући рачун: 840-312849-56 • ПИБ: 102116082 •
• Број потврде о евидентирању за ПДВ: 135328814 •

ПОЗИВ НА ПРЕТПЛАТУ ЗА ШТАМПАНО ИЗДАЊЕ ЗА 2015. ГОДИНУ

Претплаћујемо се за штампано издање часописа:

бр. примерака

1. „Војнотехнички гласник“
Годишња претплата 1.200,00 динара
Приликом уплате позвати се на број: 54 ....

2. „Нови гласник“
Годишња претплата 1.800,00 динара
Приликом уплате позвати се на број: 53 ....

3. „Војно дело“
Годишња претплата 1.400,00 динара
Приликом уплате позвати се на број: 51 ....

Претплатне цене важе до 31. 12. 2015. године.

Број примерака издања која се наручују уписати у наруџбеницу, а примерак наруџбенице са доказом о извршеној уплати на горе наведени текући рачун послати на горе наведену адресу.

Купац .... тел.: ....……………

Место ....

Улица .... бр. ……....

Потпис наручиоца

М. П. ....

Ликовно-графички уредник
мр *Небојша* Кујунџић
e-mail: nebojsa.kujundzic@mod.gov.rs

Техничко уређење
Звезда Јовановић

Лектор
Добрила Милетић, професор
e-mail: dobrila.miletic@mod.gov.rs

Превод на енглески
Јасна Вишњић, професор
e-mail: jasnavisnjic@yahoo.com

Превод на руски
Карина Авагјан, професор
e-mail: karinka@sezampro.rs
Оливера Хајдуковић, професор
e-mail: oliverahajdukovic@lukoil.rs

Превод на немачки
Гордана Богдановић, професор
e-mail: gordana.bogdanovic@yahoo.com

Превод на француски
Драган Вучковић
e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

ЦИП – Каталогизација у публикацији:
Народна библиотека Србије, Београд

623+355 / 359
355 / 359

ВОЈНОТЕХНИЧКИ гласник : научни часопис Министарства одбране Републике Србије = Military Technical Courier : scientific periodical of the Ministry of Defence of the Republic of Serbia / одговорни уредник Небојша Гаћеша. - Год. 1, бр. 1 (1953) - - Београд (Браће Југовића 19) : Министарство одбране Републике Србије, 1953- (Београд : Војна штампарија). - 24 cm

Доступно и на:
http://www.vtg.mod.gov.rs
Тромесечно. - Друго издање на другом медијуму: Vojnotehnički glasnik (Online) = ISSN 2217-4753
ISSN 0042-8469 = Војнотехнички гласник
COBISS.SR-ID 4423938

Цена: 350,00 динара
Тираж: 500 примерака

На основу мишљења Министарства за науку, технологију и развој Републике Србије, број 413-00-1201/2001-01 од 12. 9. 2001. године,
часопис „Војнотехнички гласник“ је публикација од посебног интереса за науку.
УДК: Народна библиотека Србије, Београд

Graphic design editor
Nebojša Kujundžić MA
e-mail: nebojsa.kujundzic@mod.gov.rs

Copy editing
Zvezda Jovanović

Proofreader
Dobrila Miletić BA
e-mail: dobrila.miletic@mod.gov.rs

English translation and polishing
Jasna Višnjić BA
e-mail: jasnavisnjic@yahoo.com

Russian translation and polishing
Karina Avagyan BA
e-mail: karinka@sezampro.rs
Olivera Hajduković BA
e-mail: oliverahajdukovic@lukoil.rs

German translation and polishing
Gordana Bogdanović BA
e-mail: gordana.bogdanovic@yahoo.com

French translation and polishing
Dragan Vučković
e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

CIP – Catalogisation in the publication:
National Library of Serbia, Belgrade

623+355 / 359
355 / 359

ВОЈНОТЕХНИЧКИ гласник : научни часопис Министарства одбране Републике Србије = Military Technical Courier : scientific periodical of the Ministry of Defence of the Republic of Serbia / одговорни уредник Небојша Гаћеша. - Год. 1, бр. 1 (1953) - - Београд (Браће Југовића 19) : Министарство одбране Републике Србије, 1953- (Београд : Војна штампарија). - 24 cm

Доступно и на:
http://www.vtg.mod.gov.rs
Тромесечно. - Друго издање на другом медијуму: Vojnotehnički glasnik (Online) = ISSN 2217-4753
ISSN 0042-8469 = Војнотехнички гласник
COBISS.SR-ID 4423938

Price: 350.00 RSD
Printed in 500 copies

According to the Opinion of the Ministry of Science and Technological Development No 413-00-1201/2001-01 of 12th September 2001, the *Military Technical Courier* is a publication of special interest for science.

UDC: National Library of Serbia, Belgrade

Художественный редактор
Кандидат наук, Небойша Куюнджич
e-mail: nebojsa.kujundzic@mod.gov.rs

Технический редактор
Звезда Йованович

Лектор и корректор
Добрила Милетич,
e-mail: dobrila.miletic@mod.gov.rs

перевод на английский язык
Ясна Вишнич, переводчик
e-mail: visnjicjasna@yahoo.com

перевод на русский язык
Карина Авагян, переводчик
e-mail: karinka@sezampro.rs
Оливера Хайдукович, переводчик
e-mail: oliverahajdukovic@lukoil.rs

перевод на немецкий язык
Гордана Богданович, переводчик
e-mail: gordana.bogdanovic@yahoo.com

перевод на французский язык
Драган Вучкович, переводчик
e-mail: draganvuckovic@kbcnet.com

CIP – Каталогизация в публикации
Национальная библиотека Сербии, Белград

623+355 / 359
355 / 359
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ вестник: научный журнал
Министерства обороны Республики Сербия=
Military Technical Courier : scientific
periodical of the Ministry of Defence of the
Republic of Serbia / ответственный редактор
Небойша Гачеша. - God. 1, br. 1 (1953) –
Beograd (Braće Jugovića 19) : Ministarstvo
odbrane Republike Srbije, 1953- (Beograd :
Vojna štamparija. - 24 cm

Размещено на сайте:
http://www.vtg.mod.gov.rs
Ежеквартально - Другое издание: Военно-технический вестник (Online) = ISSN 2217-4753
ISSN 0042-8469 = Военно-технический вестник
COBISS.SR-ID 4423938

Цена: 350,00 динаров
Тираж: 500 штук

На основании решения Министерства науки и технологий Республики Сербия, № 413-00-1201/2001-01 от 12. 9. 2001 года, Военно-технический вестник является публикацией, имеющей особенное значение для науки.
УДК: Национальная библиотека Сербии, Белград