



4
2014

ISSN 0042-8469
e-ISSN 2217-4753

VOJNOTEHNIČKI glasnik

NAUČNI ČASOPIS MINISTARSTVA ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

ISSN 0042-8469
e-ISSN 2217-4753
COBISS.SR-ID 4423939

VOJNOTEHNIČKI
glasnik
NAUČNI ČASOPIS
MINISTARSTVA ODBRANE
REPUBLIKE SRBIJE

www.vtg.mod.gov.rs

4

UDC 623 + 355/359

GODINA LXII OKTOBAR-DECEMBAR 2014.

ISSN 0042-8469
e-ISSN 2217-4753
COBISS.SR-ID 4423939

MILITARY TECHNICAL

Courier

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

www.vtg.mod.gov.rs

4

UDC 623 + 355/359

VOLUME LXII OCTOBER-DECEMBER 2014.

MINISTARSTVO ODBRANE REPUBLIKE SRBIJE

MEDIJA CENTAR „ODBRANA“

Direktor

Stevica S. Karapandžin, pukovnik

UNIVERZITET ODBRANE U BEOGRADU

Rektor

prof. dr Miodrag Jevtić, general-potpukovnik

Načelnik odseka za izdavačku delatnost

Dragana Marković

UREDNIK VOJNOTEHNIČKOG GLASNIKA

mr Nebojša Gačša, potpukovnik

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

UREĐIVAČKI ODBOR

- general-major prof. dr Bojan Zrnić, načelnik Uprave za odbrambene tehnologije Sektora za materijalne resurse Ministarstva odbrane Republike Srbije, predsednik Uredivačkog odbora,
- doc. dr Danko Jovanović, general-major u penziji, zamenik predsednika uređivačkog odbora,
- dr Stevan M. Berber, The University of Auckland, Department of Electrical and Computer Engineering, Auckland, New Zealand,
- pukovnik naučni saradnik dr Obrad Čabarkapa, načelnik odeljenja za naučnu i inventivnu delatnost Uprave za strategijsko planiranje Sektora za politiku odbrane Ministarstva odbrane Republike Srbije,
- prof. dr Vladimir Černov, Владимирский государственный университет, Владимир, Российская федерация (Vladimir State University, Vladimir, Russian federation),
- pukovnik vanr. prof. dr Goran Dikić, prorektor Univerziteta odbrane, Beograd,
- prof. dr Aleksandr Dorohov, Харьковский национальный экономический университет, Харьков, Украина (Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine),
- prof. dr Željko Đurović, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu,
- prof. dr Leonid I. Grečihin, 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),
- dr Jovan Isaković, Vojnotehnički institut, Beograd,
- prof. dr Slobodan Jaramaz, šef Katedre za sisteme naoružanja Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu,
- general-potpukovnik prof. dr Miodrag Jevtić, rektor Univerziteta odbrane, Beograd,
- doc. dr Vukica M. Jovanović, Trine University, Allen School of Engineering and Technology, Department of Engineering Technology, Angola, Indiana, USA,
- prof. dr Mirko Komatina, šef Katedre za termomehaniku Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu,
- naučni savetnik dr Ana Kostov, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor,
- general-major prof. dr Mitar Kovač, načelnik Uprave za strategijsko planiranje Sektora za politiku odbrane Ministarstva odbrane Republike Srbije,
- prof. dr Branko Kovačević, dekan Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu,
- dr Vasilije M. Manović, CanmetENERGY, Natural Resources Canada, Ottawa, Canada,
- prof. dr Momčilo Milinović, Katedra za sisteme naoružanja Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu,
- prof. dr Cradimir V. Milovanović, redovni član Srpske akademije nauka i umetnosti, Matematički institut SANU, Beograd,
- prof. dr Mitar Novaković, rektor Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina,
- naučni savetnik dr Predrag Petrović, Izvršni direktor za naučno-istraživački rad i radiokomunikacije Instituta za telekomunikacije i elektroniku IRITEL AD, Beograd,
- prof. dr Slavko Pokorni, Visoka škola za informacione tehnologije, računarski dizajn i savremeno poslovanje, Beograd,
- pukovnik doc. dr Stevan Radojčić, načelnik Vojnogeografskog instituta, Beograd,
- pukovnik doc. dr Zoran Rajić, direktor Vojnotehničkog instituta, Beograd,
- naučni savetnik dr Aleksandar Rodić, rukovodilac Centra za robotiku Instituta „Mihajlo Pupin“, Beograd,
- prof. dr Stanko Stanić, rektor Univerziteta u Banjoj Luci, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina,
- prof. dr Ionel Staretu, Transilvania University of Brasov, Romania,
- naučni savetnik dr Srećko S. Stopić, RWTH Aachen University, Faculty for Georesources and Materials Engineering, IME Process Metallurgy and Metal Recycling, Aachen, Deutschland,
- prof. dr Miroslav Trajanović, šef Katedre za proizvodno-informacione tehnologije i menadžment Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nisu,
- general-major vanr. prof. dr Mladen Vuruna, načelnik Vojne akademije, Beograd,
- prof. dr Aleksa Zejak, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu,
- potpukovnik mr Nebojša Gačša, urednik Vojnotehničkog glasnika, sekretar Uredivačkog odbora.

Adresa redakcije: VOJNOTEHNIČKI GLASNIK, Braće Jugovića 19, Beograd

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

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

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

<http://doaj.org/toc/0310c0550a134f2ba6a53e54ab177224>

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

INDEXED IN
DOAJ

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

Rukopisi se ne vraćaju

Časopis izlazi tromesečno

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

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

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

Štampa: Vojna štamparija – Beograd, Resavska 40b, e-mail: vojna.stamparija@mod.gov.rs

MINISTRY OF DEFENCE OF THE REPUBLIC OF SERBIA
ODBRANA MEDIA CENTRE

Director
Col Stevica S. Karapandžin

UNIVERSITY OF DEFENCE IN BELGRADE

Rector
Lt General Miodrag Jevtić, PhD, Professor
Head of publishing department
Dragana Marković

EDITOR OF THE MILITARY TECHNICAL COURIER

Lt Col Nebojša Gačša MSc
e-mail: nebojsa.gacsa@mod.gov.rs, tel: +381 11 33 49 497, +381 64 80 80 118

EDITORIAL BOARD

- Major General Bojan Znić, PhD, Professor, Head of the Department for Defence Technologies, Material Resources Sector, Ministry of Defence, (Head of the Editorial Board)
- Assistant Professor Danko Jovanović, PhD, retired Major General, (Deputy Head of the Editorial Board)
- Stevan M. Barber, PhD, The University of Auckland, Department of Electrical and Computer Engineering, Auckland, New Zealand
- Colonel Obrad Čabarkapa, PhD, Scientific Advisor, Head of the Section for Scientific and Inventive Activities, Strategic Planning Department, Defence Policy Sector, Ministry of Defence of the Republic of Serbia
- Professor Vladimir Chernov, DSc, Department of Management and Informatics in Technical and Economic Systems, Vladimir State University, Vladimir, Russia
- Colonel Goran Dikić, PhD, Associate Professor, Prorector of the University of Defence, Belgrade
- Professor Aleksandr V. Dorohov, PhD, Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine
- Professor Željko Đurović, PhD, Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade
- Professor Leonid I. Gretchihin, PhD, Minsk State Higher Aviation College, Minsk, Republic of Belarus; 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
- Lt General Miodrag Jevtić, PhD, Professor, Rector of the University of Defence, Belgrade
- Vukica M. Jovanović, PhD, Trine University, Allen School of Engineering and Technology, Department of Engineering Technology, Angola, Indiana, USA
- Professor Mirko Komatina, PhD, Head of the Department for Thermomechanics at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade
- Scientific Advisor Ana Kostov, PhD, Institute of Mining and Metallurgy, Bor, Serbia
- Major General Mitar Kovač, PhD, Professor, Head of the Defence Policy Sector, Ministry of Defence
- Professor Branko Kovačević, PhD, Dean of the Faculty of Electrical Engineering University of Belgrade
- Vasilije M. Manović, PhD, CanmetENERGY, Natural Resources Canada, Ottawa, Canada
- Professor Momčilo Milinović, PhD, Weapon Systems Department at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade
- Professor Cradimir 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 Geographical Institute, Belgrade
- Colonel Zoran Rajić, PhD, Assistant Professor, Director of the Military Technical Institute, Belgrade
- Scientific Advisor Aleksandar Rodić, PhD, Head of the Robotics Laboratory at the Mihailo Pupin Institute, Belgrade
- Professor Stanko Stanić, PhD, University of Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina
- Professor Ionel Staretu, PhD, Transilvania University of Brasov, Romania
- Scientific Advisor Srećko S. Stopić, PhD, RWTH Aachen University, Faculty for Georesources and Materials Engineering, IME Process Metallurgy and Metal Recycling, Aachen, Germany
- Professor Miroslav Trajanović, PhD, Head of the Department for Production IT and Management at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Nis
- Major General Mladen Vuruna, PhD, Associate Professor, Head of the Military Academy, Belgrade
- Professor Aleksa Zejak, PhD, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
- Lt Colonel Nebojša Gačša, 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://aseastant.ceon.rs/index.php/vtg/issue/current>

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

<http://doaj.org/toc/0310c0550a134f2ba6a53e54ab177224>

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 stamparija – Beograd, Resavska 40b, e-mail: vojna.stamparija@mod.gov.rs



SADRŽAJ

ORIGINALNI NAUČNI ČLANCI

<i>Danijela D. Protić</i> Uporedna analiza fonema srpskog jezika: linearni i nelinearni modeli	7–37
<i>Leonid I. Gretchihin (Леонид Иванович Гречихин)</i> Sila kojom vazduh pritiska pokretnu ploču (Сила давления воздуха на движущуюся пластину)	38–50
<i>Slavoljub S. Lekić</i> Izazovi nove hrane	51–58

PREGLEDNI ČLANCI

<i>Dejan I. Tanikić, Miodrag T. Manić, Saša S. Randelović, Darko T. Brodić</i> Legure koje pamte oblik i njihova upotreba u medicini	59–71
---	-------

STRUČNI ČLANCI

<i>Anatolij D. Ryabtsev, O Aleksandr A. Trovanskyy, Volodymyr V. Pashynskyy, Olqa A. Snizhko</i> Legiranje titanijuma kiseonikom u peći za elektropretapanje pod troskom	72–88
<i>Vojkan M. Radonjić, Danko M. Jovanović, Goran Z. Živanović, Branko V. Resimić</i> Unapređenje balističkih karakteristika i održavanja zaštitnih balističkih prsluka	89–103
<i>Drače T. Petreski, Andrej P. Iliev, Lazar M. Giurov, Aleksandra D. Petreska</i> Lanci snabdevanja u logistici i njihova primena	104–119
<i>Miloš Z. Petrović, Katarina I. Petković, Marina G. Živulović – Petrović, Emina Z. Jovanović</i> Analiza uticaja amiranobetonskog rama od sopstvenog opterećenja i spoljašnjih sila	120–140
<i>Vesko M. Lukovac, Snežana A. Pejčić – Tarle, Milena J. Popović, Dračan S. Pamučar</i> Distribucijske greške u procesu procjene performansi zaposlenih	141–154
<i>Nikola S. Stamenković, Saša T. Bakrač, Miško M. Milanović</i> Modelovanje određenih elemenata digitalnih atlasnih karata sa aspekta geografskih informacionih sistema	155–167
<i>Slaviša N. Arsić</i> Mogućnosti unapređenja sistema ishrane na Vojnoj akademiji – ekonomski aspekt	168–186

ISKUSTVA IZ PRAKSE

<i>Nenad V. Kovačević</i> Uticaj amfibijskog transportera PTS-M na životnu sredinu	187–200
<i>Branko M. Tešanović, Saša B. Jović</i> Prenosna peć za pečenje hleba – u funkciji obezbeđenja ishrane pripadnika Vojske Srbije u mirovnim misijama	201–215

PRIKAZI

<i>Alexander I. Golodvayev (Александр Иванович Голодяев)</i> Zaštitno-maskirni uređaj (Защитно-маскировочное устройство)	216–229
---	---------

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA

<i>Mladen R. Tišma, Dragan M. Vučković, Nikola M. Ostojić,</i>	230–287
POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA	288–297
OBAVEŠTENJE SARADNICIMA I ČITAOCIMA	298–300
ČESTITKA	301–307

CONTENTS

ORIGINAL SCIENTIFIC PAPERS

<i>Danijela D. Protić</i> A comparative analysis of serbian phonemes: linear and non-linear models	7–37
<i>Leonid I. Gretchihin (Леонид Иванович Гречихин)</i> Force of the air pressure on a moving plate (Сила давления воздуха на движущуюся пластину)	38–50
<i>Slavoljub S. Lekić</i> Challenges of new food	51–58

REVIEW PAPERS

<i>Dejan I. Tanikić, Miodrag T. Manić, Saša S. Ranđelović, Darko T. Brodić</i> Shape memory alloys and their medical application	59–71
---	-------

PROFESSIONAL PAPERS

<i>Anatolij D. Ryabtsev, Oleksandr A. Trovanskyy, Volodymyr V. Pashynskyy, Olqa A. Snizhko</i> Alloying of titanium by oxygen during chamber electroslag remelting	72–88
<i>Vojkan M. Radonjić, Danko M. Jovanović, Goran Z. Živanović, Branko V. Resimić</i> Improving the ballistic characteristics and the maintenance of protective ballistic vests	89–103
<i>Drage T. Petreski, Andrej P. Iliev, Lazar M. Giurov, Aleksandra D. Petreska</i> Logistics supply chains and their application	104–119
<i>Miloš Z. Petrović, Katarina I. Petković, Marina G. Živulović - Petrović, Emina Z. Jovanović</i> Analysis of a concrete frame and the impact of its own load and external forces on it	120–140
<i>Vesko M. Lukovac, Snežana A. Pejić - Tarle, Milena J. Popović, Dragan S. Pamučar</i> Distribution errors in the employee performance evaluation process	141–154
<i>Nikola S. Stamenković, Saša T. Bakrač, Miško M. Milanović</i> Modeling certain digital atlas map elements from the geographical information systems aspect	155–167
<i>Slaviša N. Arsić</i> Possibilities for improving the food system at the military academy - economic aspects	168–186

PROFESSIONAL PRACTICE

<i>Nenad V. Kovačević</i> Influence of the amphibious transporter STM – M on environment	187–200
<i>Branko M. Tešanović, Saša B. Jović</i> Movable oven for bread baking intended for food preparation in Serbian Army peace corps	201–215

REVIEWS

<i>Alexander I. Golodyaev (Александр Иванович Голодяев)</i> Protective camouflage cover (Защитно-маскировочное устройство)	216–229
---	---------

MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

<i>Mladen R. Tišma, Dragan M. Vučković, Nikola M. Ostojić,</i>	230–287
--	---------

CALL FOR PAPERS AND INSTRUCTIONS FOR AUTHORS	288–297
--	---------

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS AND READERS	298–300
--	---------

GREETINGS	300–307
-----------------	---------

ORIGINALNI NAUČNI ČLANCI ORIGINAL SCIENTIFIC PAPERS

A COMPARATIVE ANALYSIS OF SERBIAN PHONEMES: LINEAR AND NON-LINEAR MODELS

Danijela D. Protić

General Staff of the Serbian Army, Department
of Telecommunications and Information Technology (J-6),
Centre for Applied Mathematics and Electronics, Belgrade

DOI: 10.5937/vojtehg62-5170

FIELD: Telecommunications

ARTICLE TYPE: Original Scientific Paper

ARTICLE LANGUAGE: English

Summary:

This paper presents the results of a comparative analysis of Serbian phonemes. The characteristics of vowels are quasi-periodicity and clearly visible formants. Non-vowels are short-term quasi-periodical signals having a low power excitation signal. For the purpose of this work, speech production systems were modelled with linear AR models and the corresponding non-linear models, based feed-forward neural networks with one hidden-layer. Sum squared error minimization as well as the back-propagation algorithm were used to train models. The selection of the optimal model was based on two stopping criteria: the normalized mean squares test error and the final prediction error. The Levenberg-Marquart method was used for the Hessian matrix calculation. The Optimal Brain Surgeon method was used for pruning. The generalization properties, based on the time-domain and signal spectra of outputs at hidden-layer neurons, are presented.

Key words: AR model; neural networks; speech.

Introduction

For several years now, neural network (NN) models have enjoyed wide popularity, being applied to problems of regression, classification, computational science, computer vision, data processing and time series analysis (Haykin, 1994). They have been also successfully used for the identification and the control of dynamical systems, mapping

the input-output representation of an unknown system and, possibly, its control law (Narendra, Parthasarathy, 1990). Perhaps the most popular to date artificial neural networks (ANN) in speech recognition is the multilayer perceptron (MLP) which organizes non-linear hidden units into layers and has full weight connectivity between adjacent layers (Sainath et al., 2011). In training, these weights are initialized with small random values, which are adjusted to obtain the desired task by a learning procedure (Pamučar, Đorović, 2012), (Milićević, Župac, 2012). Many training algorithms are based on the gradient descent (GD) or the back-propagation algorithm (BPA) which is one of the most broadly used learning methods (Silva et al., 2008), (Wu et al., 2011), with input data and the target (predicted output). It uses an objective function E (error/cost/loss function) in order to assess the deviation of the predicted output values from the observed data. Problems concerned with MPLs relate to the random weight initialization and the objective function that is non-convex, which can stick training in poor local minimum. The pre-training allows much better initial weights, and resolves the first problem addressing with MLP estimate (Sainath et al., 2011). However, feed-forward neural networks (FNNs) prove to be very successful for solving both these problems, based largely on the use of the BPA and improved learning procedures, which include better optimization, new types of activation functions, and more appropriate ways to process speech. This also stands for acoustic modelling in speech recognition, sub-word and word level modelling (Mikolov et al., 2012), large vocabulary speech recognition, coding and classification of speech (Collobert, 2008), segmentation and word boundaries (Riecke et al., 2009), (Shahin, Pitt, 2012), as well as perception of boundaries in acoustic and speech signals (Mesbahi et al., 2011). According to Bojanić and Delić (2009), FNNs can also model the impact of emotion to the variation of speech characteristics on the level of fundamental frequencies of phonation (pitch), segmentation (changes in articulation quality), and intra-segmental level (general voice quality, whose acoustic correlates are glottal pulse shape and distribution of its spectral energy).

Serbian language belongs to a small group of tonal languages. For these languages, many successful identification techniques based on FNNs and character-level language models are commonly used. Unlike those with a striking accent, in which a syllable may simply be stressed or not, and where minimal pairs of words differ by changes in voice pitch during the pronunciation, in the Serbian language a different accent may indicate a difference in morphological categories (Sečujski, Pekar, 2014). From 1999 to 2010, scientists from Serbia were engaged in the AlfaNum project in order to resolve some problems related to Serbian speech such as phoneme-based continuous speech recognition, text-to-speech synthesis, lack of databases, etc. The results were speech databases and morphological dictionaries of the Serbian language (Delić, 2000), as well

as numerous published papers and books related to the speech technologies (Delić et al., 2010), (Pekar et al., 2010), machine learning (Kupusi-nac, Sečujski, 2009), speech synthesis (Sečujski et al., 2002), and speech recognition (Pekar et al., 2000). During the same period, Marković et al. (1999) analyzed Serbian vowels (a, e, i, o, u) and spoken digits (0, 1, 2,... 9) and detected the abrupt changes in speech signals. They have presented the results obtained from natural speech with natural and mixed excitation frames, and based on robust recursive and non-recursive approaches and the non-linear Modified Generalised Likelihood Ratio (MGLR) algorithm for the identification of non-stationarity of speech. In 2002, Arsenijević and Milosavljević explored non-linear models for consonant processing. In 2003, they also presented the MGLR algorithm based on FNNs. As it turned out, labial and dental consonants were significant for the articulation of voice and understanding of speech that was essential for synthesized speech, and primarily related to its intelligibility and naturalness. Protić and Milosavljević (2005) have presented the results on the generalization properties for various classes of linear and non-linear models. They have also analyzed the variations of test errors caused by the selection of models and modelling mode conditions (Protić, Milosavljević, 2006). In their research, they used the acoustic model and Gaussian noise to evaluate the impact of noise on speech recognition, recognition of phonemes of one or more speakers, comprehension, and performance evaluation.

This paper presents a comparative analysis of Serbian vowels (a, e, i, o, u) and non-vowels, the voiceless and sound sonant and consonants (labial, dental, anterior and posterior palatal). Men and women pronounced phonemes, in the context of words or isolated ones. The AR model parameters as well as the specific structure of FNNs were determined during the training, which was based on the BPA. The Levenberg-Marquart (LM) method was used to calculate the Hessian matrix and the Optimal Brain Surgeon (OBS) was enforced to prune the network parameters (Jing, 2012). The stopping criteria were reaching minima of normalized sum squared test errors ($NSSE_{TEST}$) and final prediction errors (FPEs). A novel method for multidimensional scaling, based on distance measure was developed for generalization properties testing. The results of the spectral analysis were also presented. Speech signals were represented by their spectro-temporal distribution of acoustic energy, the spectrograms. Finally, $NSSE_{TEST}$ i FPEs were compared.

The paper is organized as follows. The following chapter deals with models for speech signal prediction. The third chapter describes speech signals. The methodology and the results are presented in Chapter four and the last chapter is the conclusion of the paper. The appendix consists of MATLAB algorithms for processing techniques.

Models

If voice is only one signal for speech prediction, linear Auto-Regressive (AR) two-pole model is usable to minimize the prediction error, and to model a speech production system. If the glottal signal is also available, the AR model with eXtra input (ARX) can be used. In addition, a Moving Average (MA) error correction model may also be taken into account, although it enters some instability in the learning processes and the instability of a model is possible if the error value is high. However, a fully connected FNN gives the best results, because it may prune parameters one by one, up to the partially connected structure, which gives the error minimum (Ljung, 1987). Linear models are very suitable for the purpose of speech signal processing when the structural simplicity of the model is an alternative to the training time or the minimal processing error. Nonlinear models are more complex but also more accurate than linear ones and, consequently, they accurately approximate transfer functions to a higher degree.

Linear AR model

Linear AR two-pole models for approximately $(2 \cdot n + 1) \cdot 500\text{Hz}$, $n = 0, 1, \dots$ poles are suitable for speech system modeling. For the purpose of this research, a 10-pole AR was used, which will be presented later in the paper. The following expression determines the AR model

AR:

$$y(n) + a_1 y(n-1) + \dots + a_{n_a} y(n-n_a) = e(n) \quad (1)$$

$y(n)$ is a speech signal sample, a_i ($i=1 \dots n_a$) are the AR parameters, $e(n)$ is an error that contaminates the speech signal with white (temporary independent) or coloured (temporary dependent) noise (Park, Choi, 2008).

Non-linear model

FNNs with one hidden-layer are mathematically expressed in a form

$$y_i(\mathbf{w}, \mathbf{W}) = F_i \left(\sum_{j=1}^q W_{ij} f_j \left(\sum_{l=1}^m w_{jl} z_l + w_{j0} \right) + W_{f0} \right) \quad (2)$$

where y_i is output, z_i is input, $\mathbf{w}$ and $\mathbf{W}$ are synaptic weight matrices, f_j F_i are the activation functions of the hidden layer and the output layer, respectively. q and m represent the number of elements in the hidden

layer and the input layer, respectively. In many fundamental network models, the activation functions are of a sigmoid or logistic type, but for the networks used here, the activation function is tangent-hyperbolic (tanh).

$$\tanh(i) = \frac{1 - e^{-2i}}{1 + e^{-2i}}$$

Speech signals

The speech production system consists of the lungs, the vocal cords, and the vocal tract. The lungs are the source of airflow and pressure, the vocal cords open and close periodically to produce voiced speech thus converting the airflow from the lungs to voice (glottal flow), and the vocal tract consists of a set of cavities above the vocal cords. It is an acoustic filter. At the output of this filter, the sound radiates to the surroundings through the lips and the nostrils. The main characteristic of vowels is the stationarity over the long-term. This feature allows the estimation of models having the minimum of estimation error. The excitation signal is quasi-periodic and of high power because the airflow from the lungs encounters a small diameter of aperture of the vocal cords. For non-vowels, stationarity is shorter, and the model evaluation is difficult. The excitation signal is noise or a mix of noise and it is of less strength because the opening between the vocal cords is high. It is well known that the analysis of the vibrating vocal cords during phonation presents a challenge because the larynx is not easily accessible. However, a non-invasive method such as electroglottography (EGG) is widely used to determine the glottal signal, and the resulting electroglottogram gives useful information for modelling. The excitation of non-vowels is the same as that of vowels, but the vocal cords do not vibrate. Figure 1 presents speech and the EGG signal. Figure 2 presents 4000 samples of the vowel 'a', and the corresponding training and testing sets used for the purpose of this research. Figure 3 presents the consonant 's' and the vowel a.

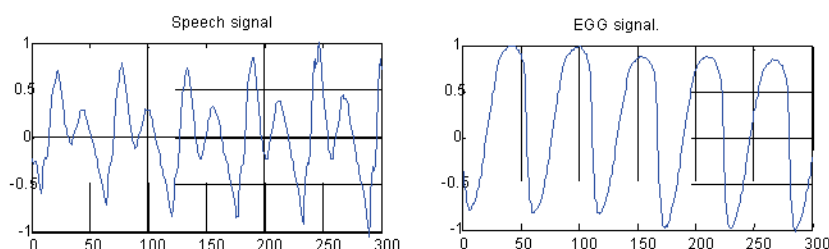


Figure 1 – Speech and the EGG signal
Slika 1 – Govorni i EGG signal

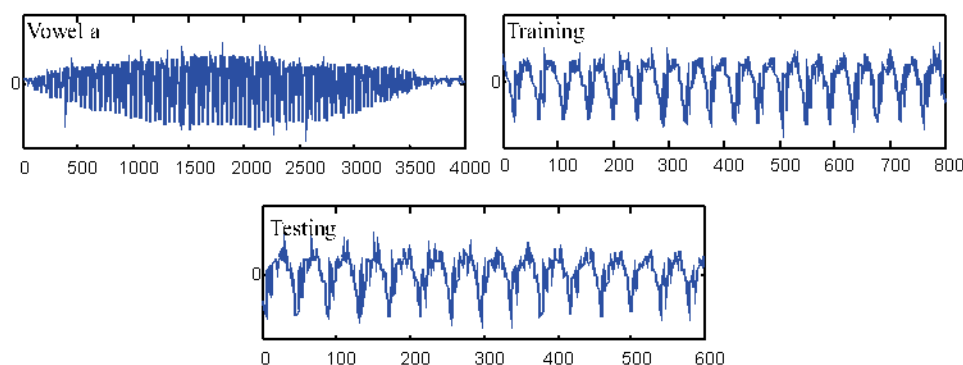


Figure 2 – Vowel a, training and test set
Slika 2 – Vokal a, trening i test skup

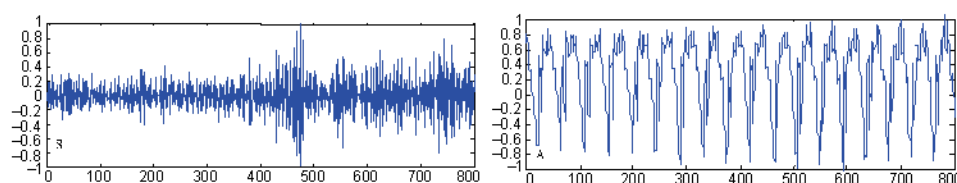


Figure 3 – Consonant s and vowel a
Slika 3 – Konsonant s i vokal a

For the testing purpose, 10 men and women pronounced all the vowels. The recorded analog signals were afterwards sampled with 8kHz and 10kHz frequencies. For the purpose of this paper, the results were given for the signals sampled with frequency $f_s=8\text{kHz}$. The signals consisted of 4,000 samples. Each signal was divided into two equal parts. The training sets (800 samples) were chosen from the first 2,000 samples while the testing sets (600 samples) were parts of the other 2,000 samples. The resulting sets were normalized by the *dscale* function (A.1), to have a zero mean and a variance equal to one (Haykin, 1994). This pre-processing removes offset, variance and correlation of the input data. For testing the non-vowels, analog signals were sampled with $f_s=22050\text{Hz}$. The phonemes were also pronounced in the context of words, or out of it, isolated. The Serbian phonemes were sorted in the following way (1) voiced sonant (j, l, lj, m, n, nj and r), (2) voiced consonants (f, c, s, t, č, š, h, k, b, p), (3) unvoiced sonant (v), and (4) unvoiced consonants (d, đ, dž, z, ž, and g).

Model learning

Training

For the training sets, FNN and AR models were trained. Training was carried out by changing the parameters based on the BPA. The LM approximation of the Hessian matrix was used (Svarer, 1995), (Le Cun et al., 1989). The optimal step size of the error changing was approximated by a Taylor series (Haykin, 1994), (Svarer, 1995). See (3).

$$E = E_0 + \left(\frac{\partial E}{\partial \mathbf{u}} \right)^T \delta \mathbf{u} + \frac{1}{2} \delta \mathbf{u}^T \frac{\partial^2 E}{\partial \mathbf{u}^2} \delta \mathbf{u} + \dots \quad (3)$$

The Gauss-Newton approximation of an error is given with (4)

$$E \approx E_0 + \left(\frac{\partial E}{\partial \mathbf{u}} \right)^T \delta \mathbf{u} + \frac{1}{2} \delta \mathbf{u}^T \mathbf{H} \delta \mathbf{u} \quad (4)$$

E is an error fuction approximation, E_0 is its value in the point of approximation, $\mathbf{u}$ is the parameter vector, w_{jk} and W_{ij} are synaptic weights, $\delta \mathbf{u}$ is the parameter deviation of $\mathbf{u}$, and $\mathbf{H}$ is the Hessian matirx.

$$\mathbf{u} = [u_1, u_2, \dots, u_n]^T$$

$$\frac{\partial E}{\partial \mathbf{u}} = \left[\frac{\partial E}{\partial u_1}, \frac{\partial E}{\partial u_2}, \dots, \frac{\partial E}{\partial u_n} \right]^T$$

$$\mathbf{H} = \frac{\partial^2 E}{\partial \mathbf{u}^2} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 E}{\partial u_1^2} & \frac{\partial^2 E}{\partial u_1 \partial u_2} & \dots & \frac{\partial^2 E}{\partial u_1 \partial u_n} \\ \frac{\partial^2 E}{\partial u_2 \partial u_1} & \frac{\partial^2 E}{\partial u_2^2} & \dots & \frac{\partial^2 E}{\partial u_2 \partial u_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 E}{\partial u_n \partial u_1} & \frac{\partial^2 E}{\partial u_n \partial u_2} & \dots & \frac{\partial^2 E}{\partial u_n^2} \end{bmatrix}$$

The error minimum and the estimated parameters are given with the formulae

$$\delta \mathbf{u} = \mathbf{u}^* - \mathbf{u} = -\mathbf{H}^{-1} \frac{\partial E}{\partial \mathbf{u}} = 0$$

$$\mathbf{u}^* = \mathbf{u} - \mathbf{H}^{-1} \frac{\partial E}{\partial \mathbf{u}}$$

The number of the calculations for the Hessian matrix inverse is computer demanding (for a matrix of the dimension $m \times n$, the number of calculations is $\sim n^3$). The LM algorithm accelerates the process of matrix estimation, as it is described by the following expressions

$$u_i^* = u_i - \frac{\frac{\partial E}{\partial u_i}}{\frac{\partial^2 E}{\partial u_i^2}} \quad u_i^* = u_i - \frac{\left(\frac{\partial E_{train}}{\partial u_i} + \frac{2\alpha_{u_i}}{p} u_i \right)}{\frac{\partial E_{train}}{\partial u_i^2} + \frac{2\alpha_{u_i}}{p} u_i}$$

u_i is the i^{th} parameter estimation. For the square error function

$$\frac{\partial^2 E_{train}}{\partial W_{ij}^2} = \frac{2}{p} \sum_{\mu} \left((V_j^{\mu})^2 - (\zeta_i^{\mu} - O_i^{\mu}) \frac{\partial V_j^{\mu}}{\partial W_{ij}} \right) = \frac{2}{p} \sum_{\mu} (V_j^{\mu})^2 \quad (5)$$

$$\frac{\partial^2 E_{train}}{\partial w_{jk}^2} = \frac{2}{p} \sum_{\mu} \left(\left(W_{ij} \frac{\partial V_j^{\mu}}{\partial h_j^{\mu}} \xi_k^{\mu} \right)^2 - (\zeta_i^{\mu} - O_i^{\mu}) W_{ij} \frac{\partial^2 V_j^{\mu}}{\partial (h_j^{\mu})^2} (\xi_k^{\mu})^2 \right) \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 E_{train}}{\partial w_{jk}^2} \approx \frac{2}{p} \sum_{\mu} \left(W_{ij} \frac{\partial V_j^{\mu}}{\partial h_j^{\mu}} \xi_k^{\mu} \right)^2 \quad (7)$$

This approximation implies the non-correlation of the input ξ_k^{μ} , and the error $(\zeta_i^{\mu} - O_i^{\mu})$ that may include the non-modeled dynamics, which can be reduced by increasing the order of the model and may represent the measurement noise in the output data (Jing, 2012). It also ensures the correct direction of error estimation (Silva et al., 2008). FNN training stops at reaching the minimum of training error (E_{train}) or after 500 parameter changes. FNN training lasts from a few minutes to half an hour, which depends on the complexity of its structure. The initial values of parameters are random. For the FNN training, *nnarx* (A.2) and *marq* (A.3) are used. AR-10 is also trained by *nnarx*. The output y_i is predicted based on its p previous values (8)

$$y_i = \sum_{k=1}^p a_k y_{i-k} \quad 1 \leq k \leq p \quad (8)$$

The formant characteristics of vowels and the distribution of formant frequencies determine the parameters of the model. The AR model is

stable, simple and, considering computer recourses, not very demanding so it can model spectral envelope to make the spectrum of residuals flat if p is sufficiently large. The prediction optimization is based on the minimum squared error (MSE) criterion; its partial derivatives by parameters must equate zero.

$$E = \sum_i e_i^2 = \sum_n \left(y_i + \sum_{k=1}^p a_k y_{i-k} \right)^2$$

At the frequency domain, the modelled signal spectrum tends to the original signal as p increases. It becomes computer demanding and takes a long time, but the results are more accurate. A criterion for the optimization is the threshold criterion

$$1 - \frac{V_{p-1}}{V_p} < \delta$$

V_{p-1} and V_p are the normalized prediction errors for $p-1$ and p , and δ is the threshold. Typically, the number of coefficients is 8, 10, or 12. These models shift lower formants by adding biases to formants, which have high-energy value. It creates problems in analyses of male speech, considering that the basic frequencies of those signals are much lower than the basic frequencies of signals spoken by women or children.

Pruning

The parameters of trained FNNs were OBS pruned (Haykin, 1994), (Norgaard, 2001). The full Hessian matrix is calculated iteratively (Svarer, 1995). The error change is given by the formula

$$\delta E \approx \frac{1}{2} \delta \mathbf{u}^T \mathbf{H} \delta \mathbf{u}$$

$\delta \mathbf{u}$ is a parameter change. The pruning of the parameter u_m to zero requires that

$$\delta u_m + u_m = 0$$

which corresponds to

$$\mathbf{e}_m^T \delta \mathbf{u} + u_m = 0$$

$\mathbf{e}_m$ is the unit vector, and is of the same dimension as $\delta \mathbf{u}$. The goal of this methodology is to prune the parameter u_m , which would cause the minimum increase in the error E . This gives LaGrange's equality

$$L_a = \frac{1}{2} \delta \mathbf{u}^T \mathbf{H} \delta \mathbf{u} + \lambda (\mathbf{e}_m^T \delta \mathbf{u} + u_m)$$

λ is a LaGrange multiplier. If

$$\frac{\partial L_a}{\partial (\delta \mathbf{u})} = \delta \mathbf{u}^T \mathbf{H} + \lambda \mathbf{e}_m^T = 0$$

the Hessian matrix is a positive definite, and it is possible to find its inverse as follows

$$\delta \mathbf{u} = -\lambda \mathbf{H}^{-1} \mathbf{e}_m$$

$$\lambda = \frac{u_m}{\mathbf{e}_m^T \mathbf{H}^{-1} \mathbf{e}_m}$$

following

$$\delta \mathbf{u} = -\frac{u_m}{\mathbf{e}_m^T \mathbf{H}^{-1} \mathbf{e}_m} \mathbf{H}^{-1} \mathbf{e}_m$$

The main criterion for stopping the pruning algorithm is to achieve the error minimum. The method that determines the balance between too many and too few parameters takes into account the number of parameters, the size of the training set, the Hessian matrix size, the correlation of input data, etc. It is based on the available data, which enables adjusting the model parameters to the optimum. There are various algorithms for model optimization. One presented here stops pruning when the generalization error (E_{gen}), the smallest error determined based on the independent set of data having the same distribution as the training set, reaches the minimum. The method requires large training and testing sets, but it is widely used, and gives good results. Akaike (1969) developed a method for the approximation of Taylor's series expansion of learning (E_{learn}) and generalization (E_{gen}) errors (Ljung, 1987), (Larsen, 1993), (Hansen, Rasmusen, 1994), (Kashyap, 1980). The errors are shown in Figure 4 and given by expressions (9) - (10).

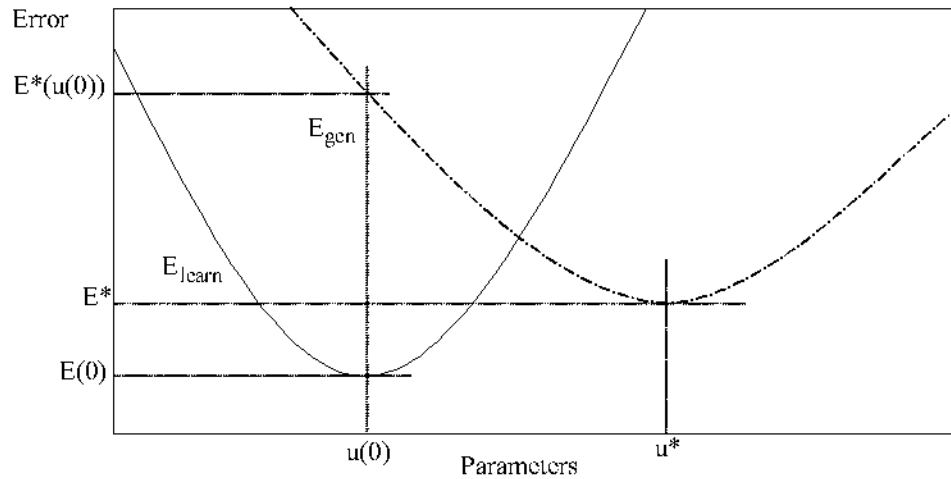


Figure 4 – Approximation of E_{learn} and E_{gend}
 Slika 4 – Aproksimacija E_{learn} i E_{gend}

$$E_{learn} = E_0 + \left(\frac{\partial E}{\partial \mathbf{u}} \right)^T \delta \mathbf{u} + \frac{1}{2} \delta \mathbf{u}^T \mathbf{H} \delta \mathbf{u} + o(\|\delta \mathbf{u}\|^3) \quad (9)$$

$$E_{gen} = E^* + \left(\frac{\partial E^*}{\partial \mathbf{u}} \right)^T \delta \mathbf{u}^* + \frac{1}{2} \delta \mathbf{u}^{*T} \mathbf{H}^* \delta \mathbf{u}^* + o(\|\delta \mathbf{u}^*\|^3) \quad (10)$$

$\delta \mathbf{u}^*$ is the vector of the parameter changes on a minimum of E_{gen} , $\partial E / \partial \mathbf{u}$ and $\partial E^* / \partial \mathbf{u}$ are the first derivatives of the given functions, respectively. $\mathbf{H}$ and $\mathbf{H}^*$ are corresponding Hessian matrices, $o(\|\dots\|)^3$ is a part of the Taylor series which equals zero. The first derivatives of $\mathbf{u}_0$ i $\mathbf{u}^*$, are also equal to zero. E_{learn} is

$$E_{learn} = E_0 + \frac{1}{2} \delta \mathbf{u}^T \mathbf{H} \delta \mathbf{u}$$

$$E_{gen} = E^* + \frac{1}{2} \delta \mathbf{u}^{*T} \mathbf{H}^* \delta \mathbf{u}^*$$

E_{test} is equal to $E_{gen}(\mathbf{u}_0)$. The problems that arise here are unknown values of E^* , $\mathbf{u}^*$ and $\mathbf{H}^*$. The following assumptions imply that the difference

between the values of $\mathbf{u}_0$ and $\mathbf{u}^*$ are small, and the FNN is well-trained. It is also assumed that the second derivate of E_{gen} can be equated with the second derivate of the training error, so E_{gen} is given with the formula

$$E_{gen} \approx E^* + \frac{1}{2} \delta \mathbf{u}^{*T} \mathbf{H}^* \delta \mathbf{u}^*$$

Akaike's estimate of FPE provides the way to estimate E_{gen} from the given FNN structure, if the number of parameters is known (Akaike, 1969). If the unknown value of noise variance can be removed from E^* then

$$\hat{E}_{gen}(\mathbf{u}_0) \approx \frac{\left(1 + \frac{N_M}{p}\right)}{\left(1 - \frac{N_M}{p}\right)} \hat{E}_{learn}(\mathbf{u}_0)$$

N_M is the dimension of the parameter vector, and p is the size of the training set. E_{gen} can be computed when it is necessary to compare different structures of neural networks, if the training sets are the same (Haykin, 1994), (Svarer, 1995), (Akaike, 1969). It follows that

$$K_{FPE} E_{learn} = \frac{\left(1 + \frac{N_M}{p}\right)}{\left(1 - \frac{N_M}{p}\right)} E_{learn}, \quad N_M < p$$

K_{FPE} is the FPE coefficient. As the number of parameters increase E_{learn} decreases to zero. In addition, K_{FPE} increases from one to ∞ when the ratio N_M/p changes from zero to one. Also, the parameter change always leads to the point of the E_{gen} , because it exists. Furthermore, the minimum value of E_{FPE} exists within the limits determined by the number of parameters, and pruning stops when E_{FPE} reaches its minimum. It should be noted that Akaike's criterion showed some inconsistency related to the determination of AR model orders when there is a Gaussian noise and if $N_M \ll p$. The lower limit of this relation is 0.156 (Kashyap, 1980).

To compare AR and NNAR models for non-vowels, the FPE gain is introduced (10)

$$G_{FPE} = 10 \log \frac{E}{FPE} \quad (11)$$

E is the normalized sum of errors (NSE) and N is the size of the training set

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y(i)^2$$

$$FPE = \frac{N+d}{N-d} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y(i) - \hat{y}(i))^2 \right) \quad (12)$$

$y(i)$ is i^{th} speech sample, $\hat{y}(i)$ is its estimated value and d is the number of model parameters.

Validation

Validation is performed for all the vowels and all speakers on the independent training and test sets. The results presented here are given for the structures that are selected to give the minimum error values for one of the criteria

- 1) minimum $NSSE_{\text{TEST}}$ and
- 2) minimum FPE.

The results are presented in the following chapter.

Results

Vowels

For the training sets of vowels, the linear 10-pole AR model (AR-10) as well as FNNs with 10 inputs, 1 output, and 3, 5, 7, 9 or 11 neurons in the hidden layer are trained. The obtained structures are OBS pruned, to a maximum of 20 iterations retraining at each rejection of parameters. MATLAB function *nnprune* (A.4) is used. The results are NSSE for the training set ($NSSE_{\text{TRAIN}}$), the test set ($NSSE_{\text{TEST}}$) and the FPE for each parameter. Pruning of the structures presented in this paper lasted from a half an hour up to four hours. Validation is carried out by the MATLAB function *nnvalid* (A.5). Along with the errors of the FNNs, the NSSE for AR-10 ($NSSE_{\text{AR}}$) is also calculated. The process of training and testing the AR-10 model lasted to a maximum of 10s. Table 1 shows the minimum error values FNN and AR-10 for all the vowels and all the speakers.

Table 1 – Minimum values of $NSSE_{TEST}$, FPE and $NSSE_{AR}$
 Tabela 1 – Minimalne vrednosti $NSSE_{TEST}$, FPE i $NSSE_{AR}$

		$NSSE_{TEST}$	NN	FPE	NN	$NSSE_{AR}$
VOWEL a	a2	0,0038	10-7-1	0,0013	10-11-1	0,0605
	a3	0,0089	10-13-1	0,0030	10-13-1	0,0152
	a6	0,0479	10-11-1	0,0025	10-13-1	0,1057
	a7	0,0067	10-5-1	0,0010	10-13-1	0,0109
	a8	0,0383	10-9-1	0,0012	10-13-1	0,0817
VOWEL e	e2	0,0099	10-13-1	0,0023	10-13-1	0,0509
	e3	0,0067	10-7-1	5,12e-04	10-13-1	0,0147
	e6	0,0083	10-7-1	0,0011	10-13-1	0,0416
	e7	0,0065	10-9-1	0,0016	10-13-1	0,0147
	e8	0,0026	10-13-1	0,0040	10-13-1	0,0840
VOWEL i	i2	0,0045	10-9-1	4,17e-04	10-13-1	0,0129
	i3	0,0044	10-3-1	4,34e-04	10-13-1	0,0132
	i6	0,0021	10-13-1	2,44e-04	10-13-1	0,0135
	i7	0,0022	10-9-1	6,99e-04	10-13-1	0,0024
	i8	0,0047	10-5-1	7,10e-04	10-13-1	0,0162
VOWEL o	o2	0,0015	10-13-1	1,85e-04	10-13-1	0,0061
	o3	5,10e-04	10-13-1	9,40e-05	10-11-1	0,0015
	o6	6,51e-04	10-13-1	1,14e-04	10-13-1	0,0054
	o7	9,33e-04	10-13-1	1,41e-05	10-11-1	0,0010
	o8	0,0027	10-5-1	3,74e-04	10-7-1	0,0095
VOWEL u	u2	9,88e-05	10-11-1	1,98e-04	10-13-1	1,34e-04
	u3	2,10e-04	10-9-1	5,07e-05	10-11-1	5,13e-04
	u6	3,91e-04	10-7-1	1,15e-04	10-13-1	5,51e-04
	u7	3,41e-04	10-7-1	1,13e-04	10-11-1	4,06e-04
	u8	1,96e-04	10-7-1	8,34e-05	10-13-1	1,80e-04

Non-vowels (voiceless sonant, voiceless consonant, sonar sonant, and sonar consonant)

Table 2 shows the results of the analysis of non-vowels pronounced by men and women. The FPE gains for AR ($G_{FPE\ AR}$) and NNAR ($G_{FPE\ NNAR}$) are determined.

Table 2 – G_{FPE} for isolated phonemes
Tabela 2 – G_{FPE} za izolovane foneme

	G_{FPE} [dB] AR		G_{FPE} [dB] NNAR		$G_{FPE}NNAR - G_{FPE}AR$ [dB]	
	Women	Men	Women	Men	Women	Men
B	34,6519	30,167	38,5847	34,3293	3,9328	4,1623
C	2,2075	2,9722	5,6637	6,559	3,4562	3,5868
Ć	11,5334	7,0614	15,5047	10,9525	3,9713	3,8911
Č	8,8546	10,4918	13,1923	14,0135	4,3377	3,5217
D	31,3806	25,9894	37,1691	30,9179	5,7885	4,9285
Đ	29,4399	14,9543	34,0653	19,4483	4,6254	4,494
DŽ	13,6488	12,789	17,5563	16,8545	3,9075	4,0655
F	3,5165	11,365	6,7754	15,1115	3,2589	3,7465
G	28,1664	19,1006	35,7757	24,087	7,6093	4,9864
H	11,064	9,7711	14,2458	12,8508	3,1818	3,0797
J	26,3422	21,7075	30,025	24,9229	3,6828	3,2154
K	19,1537	10,6407	22,8868	14,1928	3,7331	3,5521
L	29,5687	31,0459	32,8997	35,0852	3,331	4,0393
LJ	31,5999	28,8233	35,2027	32,4762	3,6028	3,6529
M	33,4249	36,0233	37,3764	39,9362	3,9515	3,9129
N	33,3766	36,6123	37,4727	40,2027	4,0961	3,5904
NJ	33,6963	34,1175	38,1354	38,2625	4,4391	4,145
P	11,548	34,1175	14,9509	38,4441	3,4029	4,3266
R	24,8785	28,8893	28,4164	33,3224	3,5379	4,4331
S	2,8275	4,9219	6,081	8,1239	3,2535	3,202
Š	10,9265	11,2751	14,222	15,1396	3,2955	3,8645
T	8,351	7,3746	12,3908	11,1201	4,0398	3,7455
V	23,8889	25,068	27,2998	28,3466	3,4109	3,2786
Z	10,1461	14,3512	13,7734	18,4116	3,6273	4,0604
Ž	12,441	12,4569	15,9663	15,808	3,5253	3,3511

The average G_{FPE} for the NNAR model is approximately 4dB higher than G_{FPE} for the AR model, indicating better properties of NNAR as compared to the same order AR model. Figure 5 shows G_{FPE} for the phonemes that were pronounced out of the context of words (isolated).

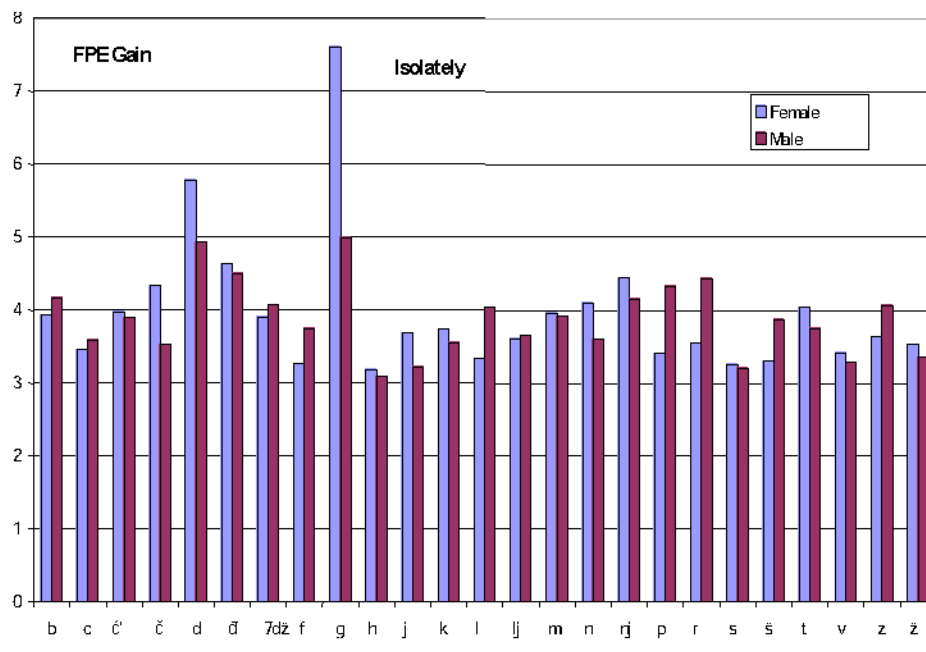


Figure 5 – FPE Gain for isolately pronounced phonemes
Slika 5 – FPE pojačanje za izolovano izgovorene foneme

From Table 2, the following grouping of phonemes can be noticed: sonar sonant (j, l, lj, m, n, nj, and r), which always have a high value of G_{FPE} , and sonar consonant (f, c, s, t, č, š, h, and k), which do not have it, excluding "b" and "p". The voiceless sonant "v" has a high value of G_{FPE} , while voiceless consonants (d, đ, dž, z, ž, and g) mostly have an average G_{FPE} , depending on the model or the gender of a speaker.

Table 3 and Figure 6 show the results of the analysis for non-vowels that were spoken in the context of words.

Table 3 – G_{FPE} for phonemes pronounced in the context of words
Tabela 3 – G_{FPE} za foneme izgovoren u kontekstu reči

Content	G_{FPE} [dB] AR		G_{FPE} [dB] NNAR		GNNAR - GAR	
	Women	Men	Women	Men	Women	Men
B	32,6346	33,0303	36,0158	36,1753	3,3812	3,145
C	2,6291	1,7716	5,7897	5,2355	3,1606	3,4639
Ć	12,2942	9,0452	16,2301	12,6387	3,9359	3,5935
Č	9,442	10,5968	13,6114	14,7664	4,1694	4,1696
D	33,9978	30,7685	37,8104	35,2031	3,8126	4,4346
Đ	14,3192	13,5345	17,7639	16,9531	3,4447	3,4186

Content	G_{FPE} [dB] AR		G_{FPE} [dB] NNAR		GNNAR - GAR	
	Women	Men	Women	Men	Women	Men
DŽ	14,9507	0	17,5563	0	2,6056	0
F	0	0	0	0	0	0
G	33,1103	27,2414	36,7543	30,8057	3,644	3,5643
H	10,365	7,9697	13,5085	11,018	3,1435	3,0483
J	21,1887	27,3908	24,6641	30,9087	3,4754	3,5179
K	11,6569	14,5669	15,9135	18,2566	4,2566	3,6897
L	25,7282	30,6369	30,3882	34,2097	4,66	3,5728
LJ	21,0459	33,7669	26,0215	37,3985	4,9756	3,6316
M	33,4249	31,5708	37,0044	34,8602	3,5795	3,2894
N	26,9488	33,0333	30,6018	36,9415	3,653	3,9082
NJ	27,4645	30,1661	32,5246	35,1878	5,0601	5,0217
P	6,1535	11,4462	11,3976	14,9627	5,2441	3,5165
R	26,3231	25,6694	30,0101	30,2615	3,687	4,5921
S	1,9138	3,5753	5,0039	7,017	3,0901	3,4417
Š	13,9972	11,201	17,5547	14,9197	3,5575	3,7187
T	11,3133	4,3862	15,359	7,5557	4,0457	3,1695
V	29,2793	33,852	32,6862	37,532	3,4069	3,68
Z	13,8724	23,0607	17,2613	27,119	3,3889	4,0583
Ž	0	0	0	0	0	0

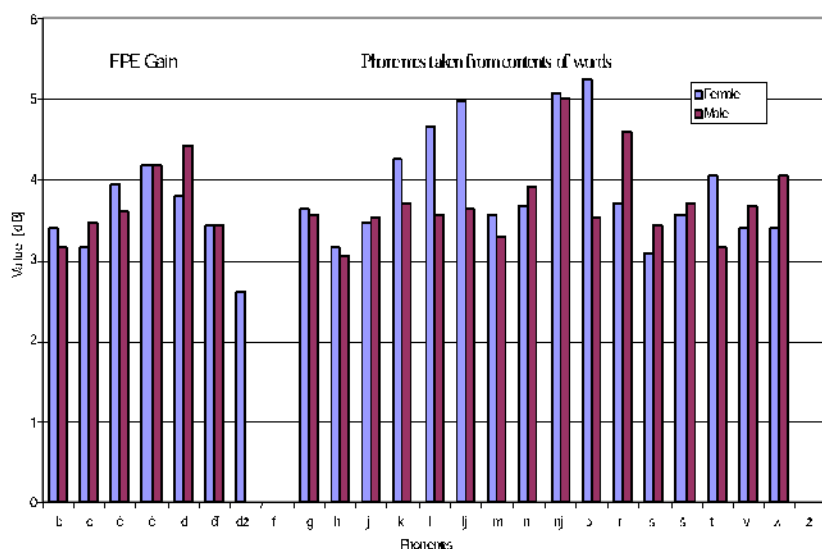


Figure 6 – FPE gain for non-vowels pronounced as parts of words
Slika 6 – FPE pojačanje za nekovale izgovorene u delovima reči

Generalization properties

To test the generalization of the given models, the parameters of which were estimated based on the training set of one speaker, the testing was carried out on the sets of other speakers. The minima of $NSSE_{TEST}$ and FPE, as well as the matrices of the $mean(NSSE_{TEST})$ were calculated for all vowels. Figure 7 shows the $mean(NSSE_{TEST})$ for the vowel 'a' and the FNN structure 10-3-1. The arrows mark points of error jumps, which are evident for 5-8, 13-18, and 21-25 parameters remained in FNN after pruning.

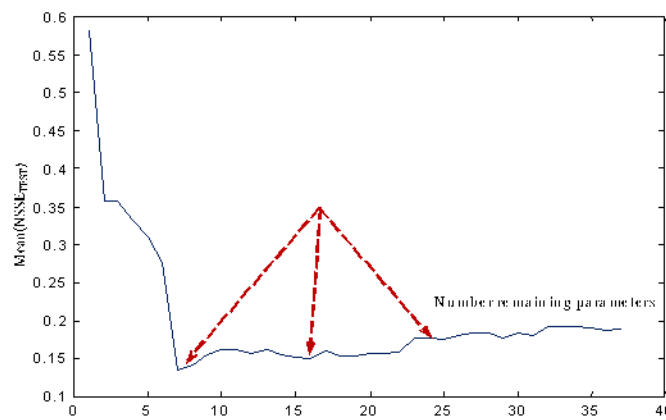


Figure 7 – $Mean(NSSE_{TEST})$
Slika 7 – Srednja vrednost $NSSE_{TEST}$

To measure the variability, a new distance measure, based on FNN is defined. Two models based on the speech signals are given with formulae (13), (14)

$$y_{i,t} = g(y_{i,t-1}, \delta_{i-1}(y_i)) + \varepsilon_{i,t}, \quad i=1,2 \quad (13)$$

$$y_{i,t} = g_{w_i}(y_{i,t-1}, \delta_{i-1}(y_i)) + \varepsilon_{i,t} \quad i=1,2 \quad (14)$$

For the parameters that are estimated based on the corresponding training sets the variable

$$C(w_{Y_i}, Y) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N (y_i - g_{w_{Y_i}}(y_{i-1}, \delta_{i-1}(y)))^2 \quad (15)$$

presents the MSE of the residuals of the signal Y for $g_{w_{Y_i}}$ (a transfer function of FNN trained with Y_i), giving the expression for the distance between two signals Y_1 and Y_2

$$D(Y_1, Y_2) = \frac{1}{2} \left[\log \frac{C(\mathcal{W}_{Y_1}, Y_2)}{C(\mathcal{W}_{Y_1}, Y_1)} + \log \frac{C(\mathcal{W}_{Y_2}, Y_1)}{C(\mathcal{W}_{Y_2}, Y_2)} \right] \quad (16)$$

Originally developed for regression problems, the MSE function is obtained by the maximum likelihood principle assuming the independence and Gaussianity of the target data (Bishop, 1995) (Silva et al., 2008). However, although most classical approaches in speech processing are based on linear techniques, which rely on the source-filter model, these linear approaches cannot capture the complex dynamic of speech. It has been shown that the Gaussian linear prediction analysis cannot be used to extract all dynamical structures of real time speech series (Khanagha et al., 2012), (Little et al., 2006). However, in this particular case, the difference between a speech signal sample and its predicted value is temporary independent, so $e(n)$ in the model (1) is assumed to be a zero mean white Gaussian process (Marković et al., 1999) and the prediction error ε is given with the formula

$$\varepsilon = \hat{e}_k = y_k + \sum_{i=1}^p \hat{a}_i y_{k-i} \quad (17)$$

In their work, Stanimirović and Ćirović (2008) describe an adaptive algorithm for the adaptive classification of speech and pause, and describe noise and the residuals, which are Gaussian, in this case this states for both Y_1 and Y_2 (Park, Choi, 2008). Table 4 shows the distances D_{NSSETEST} , D_{FPE} and $D_{\text{AR-10}}$.

Table 4 – D_{NSSETEST} , D_{FPE} i $D_{\text{AR-10}}$

Tabela 4 – D_{NSSETEST} , D_{FPE} i $D_{\text{AR-10}}$

D _{NSSETEST}					D _{FPE}					D _{AR-10}					
	a2	a3	a6	a7	a8	a2	a3	a6	a7	a8	a2	a3	a6	a7	a8
a2	0	2,58	1,77	1,43	1,24	0	2,29	1,71	1,54	1,01	0	1,26	0,89	0,64	0,58
a3	2,58	0	1,67	2,32	1,85	2,29	0	1,60	2,76	1,75	1,26	0	0,74	1,40	1,37
a6	1,77	1,67	0	2,66	1,51	1,71	1,60	0	2,56	1,44	0,89	0,74	0	1,56	1,17
a7	1,43	2,32	2,66	0	2,19	1,54	2,76	2,56	0	2,11	0,64	1,40	1,56	0	1,28
a8	1,24	1,85	1,51	2,19	0	1,01	1,75	1,44	2,11	0	0,58	1,37	1,17	1,28	0
	e2	e3	e6	e7	e8	e2	e3	e6	e7	e8	e2	e3	e6	e7	e8
e2	0	3,92	2,82	1,93	1,17	0	3,90	1,95	0,47	0,86	0	2,42	2,02	0,59	1,15
e3	3,92	0	1,46	2,24	3,67	3,90	0	2,46	2,60	3,77	2,42	0	0,36	1,29	1,93
e6	2,82	1,46	0	1,96	0,05	1,95	2,46	0	2,18	1,80	2,02	0,36	0	0,97	1,41
e7	1,93	2,24	1,96	0	0,32	0,47	2,60	2,18	0	1,25	0,59	1,29	0,97	0	1,17
e8	1,17	3,67	0,05	0,32	0	0,86	3,77	1,80	1,25	0	1,15	1,93	1,41	1,17	0

	i2	i3	i6	i7	i8	i2	i3	i6	i7	i8	i2	i3	i6	i7	i8
i2	0	1,16	2,20	0,88	1,37	0	1,16	2,20	0,88	1,37	0	0,00	2,63	0,91	1,20
i3	1,16	0	3,04	1,36	2,29	1,16	0	3,04	1,36	2,29	0,00	0	2,59	0,86	1,21
i6	2,20	3,04	0	2,17	2,30	2,20	3,04	0	2,17	2,30	2,63	2,59	0	1,09	1,76
i7	0,88	1,36	2,17	0	2,00	0,88	1,36	2,17	0	2,00	0,91	0,86	1,09	0	1,27
i8	1,37	2,29	2,30	2,00	0	1,37	2,29	2,30	2,00	0	1,20	1,21	1,76	1,27	0
	o2	o3	o6	o7	o8	o2	o3	o6	o7	o8	o2	o3	o6	o7	o8
o2	0	3,44	3,08	1,16	1,74	0	2,83	2,29	2,98	2,00	0	1,10	1,16	0,56	0,54
o3	3,44	0	3,45	1,70	4,00	2,83	0	3,56	4,27	3,42	1,10	0	0,68	1,09	1,48
o6	3,08	3,45	0	2,05	3,53	2,29	3,56	0	4,81	3,33	1,16	0,68	0	1,57	1,71
o7	1,16	1,70	2,05	0	1,68	2,98	4,27	4,81	0	4,33	0,56	1,09	1,57	0	0,98
o8	1,74	4,00	3,53	1,68	0	2,00	3,42	3,33	4,33	0	0,54	1,48	1,71	0,98	0
	u2	u3	u6	u7	u8	u2	u3	u6	u7	u8	u2	u3	u6	u7	u8
u2	0	5,10	1,16	0,23	1,00	0	1,78	1,33	1,18	2,33	0	0,68	0,99	0,18	0,79
u3	5,10	0	4,18	4,13	1,70	1,78	0	0,56	1,22	2,48	0,68	0	0,45	0,62	1,28
u6	1,16	4,18	0	0,63	1,10	1,33	0,56	0	0,25	1,21	0,99	0,45	0	0,34	0,80
u7	0,23	4,13	0,63	0	0,03	1,18	1,22	0,25	0	1,13	0,18	0,62	0,34	0	0,34
u8	1,00	1,70	1,10	0,03	0	2,33	2,48	1,21	1,13	0	0,79	1,28	0,80	0,34	0

For the purpose of this work, the signals within the FNN structure were also analysed. The training and pruning of FNN (10-3-1 structure), were based on the joined training set formed in the following way: the signal sets of vowels a3, a4, a6, a7, and a8 were 'glued' to the following one. The testing was done with the corresponding test set. The total length of the joined training set was 4,000 samples and the total length of the joined test set was 3,000 samples. The validation was performed over the independent vowel, in this particular case it was the vowel 'a' that was pronounced by the second speaker (a2). Error jumps occurred after 22, 13, and 5 parameters remained after pruning. The $NSSE_{TRAIN}$, $NSSE_{TEST}$, and FPE are shown in Figure 8. The graph also shows the $NSSE_{AR}$ for AR-5, AR-10, and AR-15 models.

For each structure, the spectra of signals at the outputs of neurons in the hidden layer were also analysed. Figure 9 shows the spectra of the validation signal and the signals at the outputs of neurons in the hidden layer for 5, 13, and 22 parameters remained after pruning the 10-3-1 FNN. The spectra were calculated by Burg's method. It is evident that the spectra of the outputs of the hidden-layer group around the formant frequency of the validation signal. The signal range from one neuron shows strong grouping around one and less around other formant frequencies. It should be noted that 2nd neuron was rejected when 5 parameters remained. The FNNs whose total number of parameters in the pruning exceeds 25 show overfitting in the assessment of the validation signal while those FNNs with 5 parameters remaining make good assessment, which indicated the existence of a non-linear structure with a minimal number of parameters.

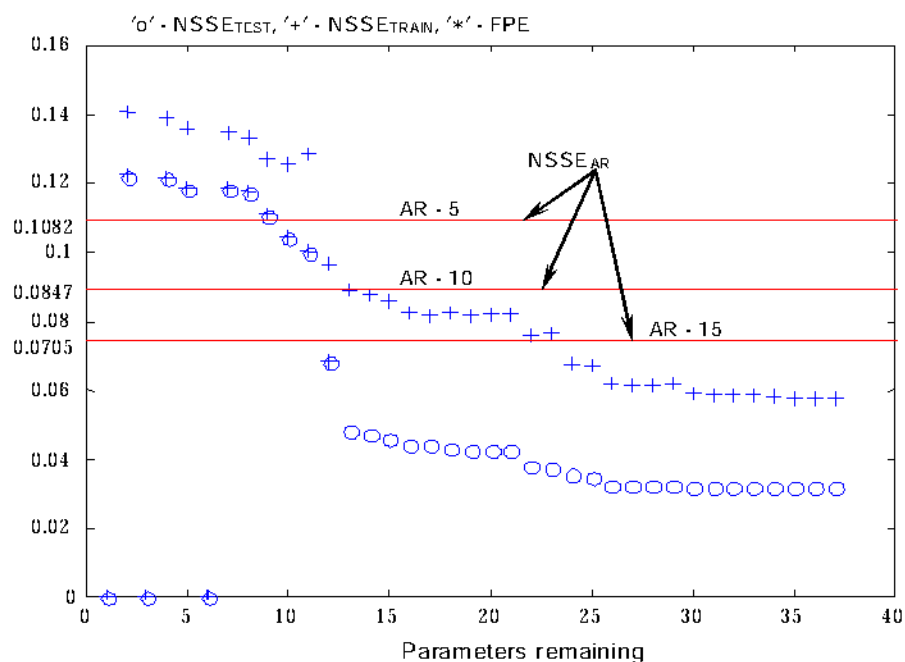


Figure 8 – $NSSE_{TEST}$, $NSSE_{TRAIN}$, FPE , $NSSE_{AR}$
 Slika 8 – FPE pojačanje za neovale izgovorene u delovima reči

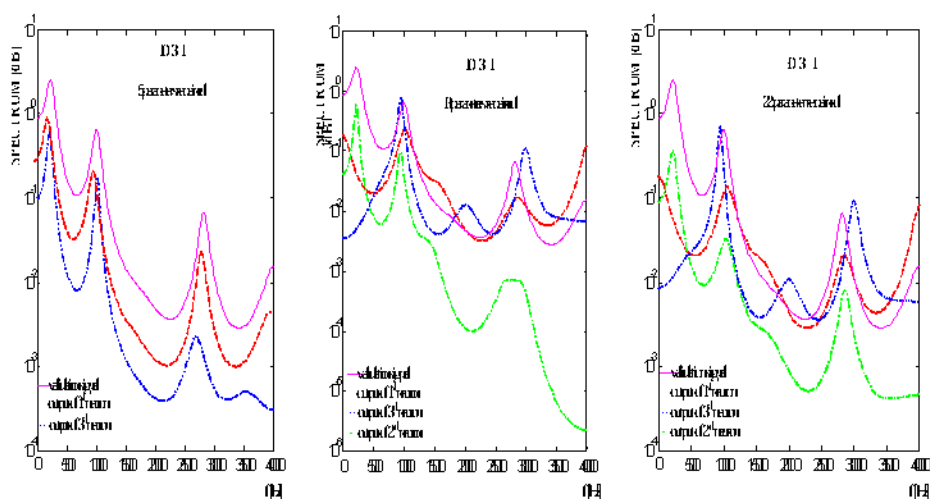


Figure 9 – Signal spectra
 Slika 9 – Spektar signala

In addition to the above, the cross-correlations up to the shift 30 of the given signals were also determined. The cross-correlation of two signals x_1 and x_2 is given by the following expression

$$xcorr_{x,y}(k) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)y(n-k) \quad (15)$$

The results of the cross-correlation analysis are shown in Figure 10.

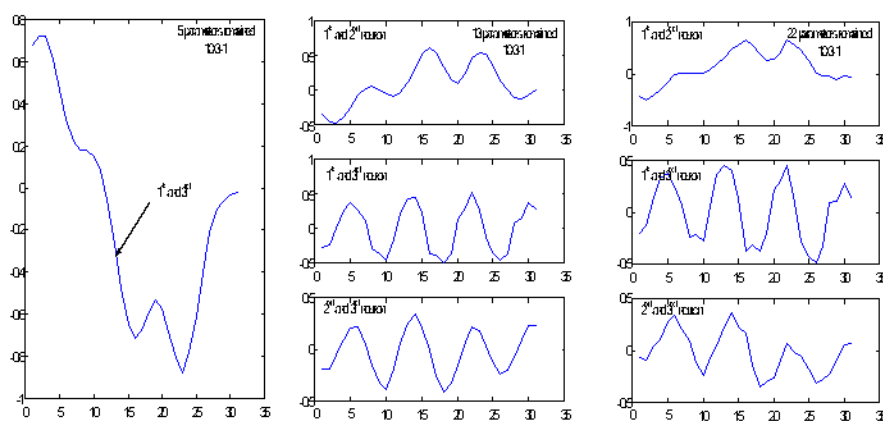


Figure 10 – Crosscorrelations
Slika 10 – Kroskorelacije

Moreover, as shown in Figure 11, the cumulative sum of the absolute values of the cross-correlations was given for the clarity of results.

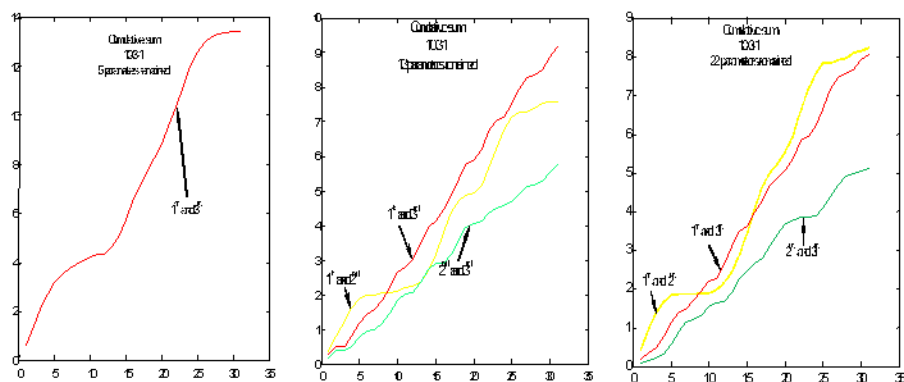


Figure 11 – Cumulative sum of the absolute values of cross-correlation signals
Slika 11 – Kumulativne sume apsolutnih vrednosti kroskorelacionih signala

The average cross-correlation is shown in Table 5. The ratio of the first and the fifth element of cumulative sums (of the absolute values of cross-correlations) with the number of signal shifts (1 and 5), give average values for a given magnitude. These values are in the range from 0.117- 0.387 for 13 and 22 parameters remained, which represents weak stochastic dependence. The value for five parameters is 0.636, which indicates a medium stochastic dependence.

Table 5 – Cumulative sum of cross-correlations at the outputs of hidden-layer neurons
Tabela 5 – Kumulativne sume kroskorelacija na izlazima neurona skrivenog sloja

Parameters remaining	1 st and 2 nd neuron		1 st and 3 rd neuron		2 nd and 3 rd neuron	
	1st element	av(xcorr) $n_{max}=5$	1st element	av(xcorr) $n_{max}=5$	1st element	av(xcorr) $n_{max}=5$
5	-	-	0,6714	0,63618	-	-
13	0,3408	0,37804	0,2690	0,23198	0,1836	0,14376
22	0,4391	0,36744	0,1975	0,23222	0,0696	0,11702

Conclusion

This paper presents a comparative analysis of Serbian phonemes (vowels and non-vowels). The FNN and AR-10 models are trained and tested. The characteristics of vowels are long-term quasi-periodicity and power spectrum with clearly visible formants. Non-vowels are characterised by short quasi-periodicity and a low power excitation signal. The methodology of generalization enabled a choice of network architectures with improved properties, based on pruning and significant reduction of model parameters. Limited architectures are characterized by a minimal number of parameters within the given margins of errors. In order to review the discriminatory properties of the selected models, a new method for multi-dimensional scaling based on the measurement of distance is developed. The analysis of discrimination loss suggests that the FNNs have a much higher discrimination power, which makes them usable in a wide class of speech recognition usage. The spectral analysis shows a good correlation of the signals at the outputs of hidden-layer neurons and the input signal. The time-domain analysis indicates a weak statistical dependence of these signals for the low ranks of cross-correlation (up to the fifth order). The analyses indicate a slight advantage of $NSSE_{TEST}$ compared to FPE criteria. If training sets are short, the FPE is an acceptable criterion. The results indicate that the proposed FNN model, as well as a choice of architecture with the best generalization properties, provides high accuracy and an internally distributed structure that correspond to the natural time-frequency contents of input signals, as well as high discrimination properties for the same number of parameters, as compared to the traditional linear model.

Appendix

A.1 DSCALE

$[X, Xscale] = dscale(X)$ scales data to zero mean and variance 1.

INPUTS:

X: Data matrix (dimension is # of data vectors in matrix * # of data points)

OUTPUTS:

X: Scaled data matrix

Xscale: Matrix containing sample mean (column 1) and standard deviation (column 2) for each data vector in X.

A.2 NNARX

Determine a nonlinear ARX model of a dynamic system by training a two-layer neural network with the Marquardt method. The function can handle multi-input systems (MISO).

$[W1, W2, critvec, iteration, lambda] = nnarx(NetDef, NN, W1, W2, trparms, Y, U)$

INPUTS:

U: Input signal (= control signal) (left out in the nnarma case)

$\dim(U) = [(inputs) * (\# \text{ of data})]$

Y: Output signal. $\dim(Y) = [1 * \# \text{ of data}]$

NN: $NN = [na \ nb \ nk]$.

na = # of past outputs used for determining prediction

nb = # of past inputs used for determining prediction

nk = time delay (usually 1)

For multi-input systems nb and nk contain as many columns as there are inputs.

W1, W2: Input-to-hidden-layer and hidden-to-output layer weights. If they are passed as [] they are initialized automatically

trparms : Contains parameters associated with the training (see MARQ), if trparms=[] it is reset to trparms = [500 0 1 0]. For time series (NNAR models), NN=na only.

See the function MARQ for an explanation of the remaining input arguments as well as of the returned variables.

A.3 MARQ

Train a two layer neural network with the Levenberg-Marquardt method. If desired, it is possible to use regularization by weight decay. Also pruned (ie. not fully connected) networks can be trained. Given a set of corresponding input-output pairs and an initial network

$[W1, W2, critvec, iteration, lambda] = marq(NetDef, W1, W2, PHI, Y, trparms)$

trains the network with the Levenberg-Marquardt method. The activation functions can be either linear or tanh. The network architecture is defined by the matrix 'NetDef' which has two rows. The first row specifies the hidden-layer and the second row specifies the output layer.

E.g.: NetDef = ['LHHHH'; 'LL---'] (L = Linear, H = tanh)

Notice that the bias is included as the last column in the weight matrices.

INPUT:

NetDef: Network definition

W1: Input-to-hidden-layer weights. The matrix dimension is $\text{dim}(W1) = [(\# \text{ of hidden units}) * (\text{inputs} + 1)]$ (the 1 is due to the bias)

W2: hidden-to-output layer weights, $\text{dim}(W2) = [(\text{outputs}) * (\# \text{ of hidden units} + 1)]$

PHI: Input vector. $\text{dim}(PHI) = [(\text{inputs}) * (\# \text{ of data})]$

Y : Output data. $\text{dim}(Y) = [(\text{outputs}) * (\# \text{ of data})]$

trparms : Vector containing parameters associated with the training

trparms = [max_iter stop_crit lambda D]

max_iter : max # of iterations.

stop_crit : Stop training if criterion is below this value

lambda: Initial Levenberg-Marquardt parameter

D: Row vector containing the weight decay parameters. If D has one element, a scalar weight decay will be used. If D has two elements, the first element will be used as weight decay for the hidden-to-output layer while the second one will be used for the input-to hidden-layer weights. For individual weight decays, D must contain as many elements as there are weights in the network.

Default values are (obtained if left out): trparms = [500 0 1 0]

OUTPUT:

W1, W2 : Weight matrices after training

critvec: Vector containing the criterion evaluated at each iteration

iteration: # of iterations

lambda: The final value of lambda. Relevant only if retraining is desired

A.4 NNPRUNE

This function applies the Optimal Brain Surgeon (OBS) strategy for pruning neural network models of dynamic systems. That is networks trained by NNARX, NNOE, NNARMAX1, NNARMAX2, or their recursive counterparts.

[theta_data, NSSEvec, FPEvec, NSSEtestvec, deff, pvec]=...

nnprune(method, NetDef, W1, W2, U, Y, NN, trparms, prparms, U2, Y2, skip, Chat)

INPUT:

method: The function applied for generating the model. For example method='nnarx' or method='nnoe' NetDef, W1, W2, U, Y, trparms: See for example the function MARQ

U2, Y2: Test data. This can be used for pointing out the optimal network architecture is achieved. Pass two []'s if a test set is not available.

skip (optional): See for example NNOE or NNARMAX1/2. If passed as [] it is set to 0.

Chat (optional): See NNARMAX1

prparms: Parameters associated with the pruning session

prparms = [iter RePercent]

iter: Max. number of retraining iterations

RePercent : Prune 'RePercent' percent of the remaining weights (0 = prune one at a time)

if passed as [], prparms=[50 0] will be used.

OUTPUT:

theta_data: Matrix containing the parameter vectors saved after each weight elimination round.

NSSEvec: Vector containing the training error ($SSE/2N$) after each weight elimination.

FPEvec: Contains the FPE estimate of the average generalization error

NSSEtestvec : Contains the normalized SSE evaluated on the test set

deff: Contains the "effective" number of weights

pvec: Index to the above vectors

A.5 NINVALID

Validate a neural network input-output model of a dynamic system.

I.e., a network model which has been generated by NNARX, NNRARX, NNARMAX1+2, NNRARMX1+2, or NNOE. The following plots are produced:

- o Observed output together with predicted output
- o Prediction error
- o Auto-correlation function of prediction error and cross-correlation between the prediction error and input
- o A histogram showing the distribution of the prediction errors
- o Coefficients of extracted linear models

Network generated by NNARX (or NNRARX):

[Yhat,NSSE] = ninvalid('nnarx',NetDef,NN,W1,W2,Y,U)

Network generated by NNARMAX1 (or NNRARMAX1):

[Yhat,NSSE] = ninvalid('nnarmax1',NetDef,NN,W1,W2,C,Y,U)

Network generated by NNARMAX2 (or NNRARMX2):

[Yhat,NSSE] = ninvalid('nnarmax2',NetDef,NN,W1,W2,Y,U)

Network generated by NNOE:

[Yhat,NSSE] = ninvalid('nnoe',NetDef,NN,W1,W2,Y,U)

Network generated by NNARXM:

[Yhat,NSSE] = ninvalid('nnarxm',NetDef,NN,W1,W2,Gamma,Y,U)

NB: For time-series, U is left out!

References

Akaike, H., 1969, Fitting Autoregressive Models for Prediction. Ann. Ins. Stat. Mat.

Arsenijević, D., Milosavljević, M., 2002, *Analysis of Neural Network Models in Serbian Speech Consonants*, Electronic Review, Faculty of Electrical Engineering, Banja Luka.

Bishop, C., 1995, *Neural networks for pattern recognition*. Oxford University Press.

Bojanić, M., Deliće, V., 2009, Automatic Emotion Recognition in Speech: Possibility and Significance. *Electronics*, Vol.13, No.2, pp.35-40.

Collobert, R., Weston, J., 2008, A unified architecture for natural language processing: deep neural networks with multitask learning. In *Proceedings of the 25th International conference on machine learning*, pp.160-167. New York, NY, USA.

- Delić, V., 2000, Speech Databases in Serbian Language Recorded with the AlfaNum Project. DOGS conference, pp.29-32, September 21st-22nd, 2000, Novi Sad.
- Delić, V., Sečujski, M., Jakovljević, N., Janev, M., Obradović, R., Pekar, D., 2010, *Speech Technologies for Serbian and Kindered South Slavic Languages*. Chapter 9 in the Shabtai, N. ed book *Advances in Speech Recognition*, pp.141-165.
- Hansen, L.K., Rasmussen, C.E., 1994, Pruning from adaptive regularization. *Neural Computation* 6(6), pp.1223-1232.
- Haykin, S., 1994, *Neural networks: A comprehensive foundation*. New York: Macmillan.
- Kashyap, R.L., 1980, Inconsistency of the AIC Rule for Estimating the Order of AR Models. *IEEE Transaction on Automatic Control*. AC-25, pp.996-998.
- Khanagha, V., Yahia, H., Daoudi, K., 2011, Reconstruction of Speech Signals from Their Unpredictable Points Manifold, *Nonlinear Speech Processing*, 2011 7015, pp.1-7, Available at http://hal.inria.fr/docs/00/64/71/97/PDF/KHANAGHA_Reconstruction_of_speech_from_UPM.pdf, Retrieved on January 22, 2014.
- Kupusinac, A., Sečujski, M., 2009, Part of Speech Tagging Based on Combining Markov Model and Machine Learning. *Speech and Language*. November 13th-14th, 2009, Belgrade.
- Larsen, J., 1993, *Design of Neural Networks*, Ph.D. Thesis. Electronic Institute, DTH, Lyngby.
- Le Cun, Y., Denker, J.S., Solla, S.A., 1989, Optimal Brain Damage. *Advances in Neural Information Processing Systems* 2, pp.598-605.
- Little, M., McSharry, P.E., Moroz, I., Roberts, S., 2006, Testing the assumptions of linear prediction analysis in normal vowels. *Journal of the Acoustic Society of America*, 119, pp.549-558.
- Ljung, L., 1987, *System Identification: Theory for the User*, Prentice Hall Inc.
- Marković, M., Milosavljević, M., Kovačević, M., Veinović, M., 1999, Robust AR Speech Analysis Based on MGLR Algorithm and Quadratic Classifier with Sliding Training Set. In *Proceedings of IMACS/IEEECSCC'99*, pp.2401-2408.
- Mesbahi, L., Jouviet, D., Bonneau, A., Fohr D., Illina, I. Laprie, Y., 2011, Reliability of non-native speech automatic segmentation for prosodic feedback. In *SlaTE, 2011*, Venice, Italy.
- Milićević, M.R., Župac, Ž.G., 2012, Objektivni pristup određivanju težina kriterijuma. *Vojnotehnički glasnik/Military technical courier*. Vol. 60, (No.1.), pp.39-56.
- Mikolov, T., Sutskever, I., Deodoras, A., Le, H.S., Kombrink, S., Cernocky, J., 2012, Subword language modelling with neural networks. Unpublished.
- Narendra, K.S., Parthasarathy, K., 1990, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 1, p.4.

Norgaard, M., 2001, *Neural Network Based System Identification Toolbox, Version 1.2*, Technical University of Denmark, Department of Automation Department of Mathematical Modelling, Technical Report 97-E-851.

Pamučar, S.D., Đorović, D.B., 2012, Optimizing models for production and inventory control using genetic algorithm. *Vojnotehnički glasnik/Military technical courier*. Vol. 60, (No.1), pp.14-38.

Park, S., Choi, S., 2008, A constrained sequential EM algorithm for speech enhancement, *Neural Networks* 21, pp.1401-1409.

Pekar, D., Obradović, R., Delić, V., Krčo, S., Šenk, V., 2002, Connected Words Recognition. DOGS conference, September 21st-22nd, 2002, pp.21-24, Novi Sad.

Pekar, D., Mišković, D., Knežević, D., Vujnović Sedlar, N., Sečujski, M., Delić, V., 2010, Chapter 7 in the Shabtai, N. ed book *Advances in Speech Recognition*, pp.105-122.

Protić, D., Milosavljević, M., 2005, Generalizaciona svojstva različitih klasa linearnih i nelinearnih modela govornog signala, *Festival informatičkih dostignuća INFOFEST, Festivalski katalog*, pp.247-258, Budva.

Protić, D., Milosavljević, M., 2006, NNARX Model of Speech Signal Generating System: Test Error Subject to Modeling Mode Selection, *Conference MIEL, IEEE Catalog*, May 2006, pp.685-688, Belgrade.

Riecke, L., Esposito, F., Bonte, M., Formisano, E. 2009, Hearing illusory sound in noise: the timing of sensory-perceptual transformations in auditory cortex, *Neuron* 64, pp.550-561.

Sainath, T.N., Kingsbury, B., Ramabhadran, B., Fousek, P. Novak, P., Mohamed, A., 2011, Making deep belief networks effective for large vocabulary continuous speech recognition, In *Automatic Speech Recognition and Understanding, 2010 IEEE Workshop*, 11-15 December 2011, pp.30-35, Waikoloa, HI.

Sečujski, M., Pekar, D., 2014, Evaluacija različitih aspekata kvaliteta sintetizovanog govora. Available at <http://www.savez-slijepih.hr/hr/kategorija/evaluacija-razlicitih-aspekata-kvaliteta-sintetizovanog-govora-452/>. Retrieved on February 16, 2014.

Shahin, A.J., Pitt, M.A., 2012, Alpha activity making world boundaries mediates speech segmentation, *European Journal of Neuroscience*, Vol.36, pp.3740-3748.

Silva, L., Marques de Sa, J., Alexandre, L.A., 2008, Data classification with multilayer perceptrons using a generalized error function. *Neural Networks* 21, pp.1302-1310.

Stanimirović, Lj., Čirović, Z., 2008, Digitalna obrada govornog signala, Retrieved from www.viser.edu.rs/download/uploads/2371.pdf Accessed January 24, 2013.

Svarer, C., 1995, *Neural Networks for Signal Processing*, Technical University of Denmark.

Wu, W., Wang, J., Cheng, M., Li, Z., 2011, Convergence analysis of online gradient method for BP neural networks. *Neural Networks* 24, pp.91-98.

UPOREDNA ANALIZA FONEMA SRPSKOG JEZIKA: LINEARNI I NELINEARNI MODELI

OBLAST: telekomunikacije

VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak

JEZIK ČLANKA: engleski

Sažetak

U radu je prikazana analiza karakteristika vokala i nevokala srpskog jezika. Vokale karakteriše kvaziperiodičnost i spektar snage signala sa dobro uočljivim formantima. Nevokale karakteriše kratkotrajna kvaziperiodičnost i mala snaga pobudnog signala. Vokali i nevokali modelovani su linearnim AR modelima i odgovarajućim nelinearnim modelima koji su generisani kao feed-forward neuronska mreža sa jednim skrivenim slojem. U procesu modelovanja korišćena je minimizacija srednje kvadratne greske sa propagacijom unazad, a kriterijum izbora optimalnog modela jeste zaustavljanje obučavanja, kada normalizovana srednja kvadratna test greška ili finalna greška predikcije dostignu minimalnu vrednost. LM metod korišćen je za proračun inverzne Hessianove matrice, a za pruning je upotrebljen Optimal Brain Surgeon. Prikazana su generalizaciona svojstva signala u vremenskom i frekvencijskom domenu, a kroskorelacionom analizom utvrđen je odnos signala na izlazima neurona skrivenog sloja.

Uvod

Unazad nekoliko godina NN su primenjivane u procesima obrade podataka, pa samim tim i govornog signala. Značajan napredak u ovoj oblasti kreće se u pravcu ubrzanja konvergencije algoritama obučavanja. Pored izbora strukture NN, izbor prenosnih funkcija takođe je veoma bitan. Nadzirano obučavanje sa ulaznim podacima i predefinisanim izlazom zahtevaju korišćenje funkcije gubitaka ili greške za utvrđivanje odstupanja očekivane, prediktovane vrednosti od tačnih vrednosti podataka. Od mnogo primenjenih algoritama u radu je korišćen BPA, koji je istovremeno i najrasprostranjeniji algoritam obučavanja u ovoj oblasti. Analizirani su vokali i nevokali koje su izgovarali i muškarci i žene, u kontekstu reči ili izolovano. BPA je korišćen uz standardni gradijentni metod, koji je prilagođen LM metodom. U radu je korišćen OBS za pruning. Kriterijum zaustavljanja pruninga su minimizacija $NSSE_{TEST}$ i FPE.

Prikazane su vrednosti dobijenih grešaka za vokale i nevokale, pojačanja FPE, kao i rezultati kroskorelacione analize signala na izlazima neurona skrivenog sloja FNN.

Modeli

Ukoliko je u obradi govora dostupan samo govorni signal koriste se AR modeli sa dva pola na približno $(2n+1) \cdot 500\text{Hz}$, $n = 0, 1, \dots$. Ukoliko je na raspolaganju i signal sa glotisa koriste se ARX linearni modeli

sa dodatnim ulazom. Uz to, pokretna srednja vrednost greške koristi se u ARMA(X) modelima, kada je dostupna korekcija greške. Međutim, tada postoji problem nestabilnosti u procesu obučavanja ukoliko je vrednost greške velika, što može dovesti do nestabilnosti modela. Zbog toga se u modelovanju koristi nelinearna FNN na koju je moguće primeniti pruning, odnosno proces odbacivanja viška parametara u odnosu na potpuno povezanu strukturu, tako da ukupna greška obučavanja ne prelazi dozvoljenu vrednost. Kriterijum zaustavljanja pruninga je dostizanje minimuma $NSSE_{TEST}$, $NSSE_{TRAIN}$ ili FPE. Nelinearni modeli su, u opštem slučaju, tačniji, ali proces njihovog obučavanja traje duže.

Obučavanje modela

FNN i AR modeli su obučavani trening skupovima. Obučavanje je izvedeno promenom parametara po BPA. Korišćena je LM aproksimacija za proračun Hessianove matrice. Optimalni korak promene greške aproksimiran je Taylor-ovim nizom. Aproksimacija drugog reda ukazuje na nekorelisano ulaza sa dobijenom greškom, što omogućuje ispravan smer korekcije greške. Korišćene su MATLAB-ove metode `nnarx` i `marq`. Treniran je i AR-10 čiji je red jednak broju ulaza u FNN (10), odnosno procenjeni izlaz dobijen je na osnovu 10 prethodnih vrednosti datog signala. Inicijalna vrednost parametara je slučajna. Formantne karakteristike vokala su takve da njihov broj i raspored određuju parametre modela. AR model je stabilan, jednostavan i računarski malo zahtevan. Predikcija je bazirana na MSE kriterijumu. Za FNN korišćen je OBS pruning. Za promene greške računa se puna Hessian-ova matrica. Akaike-ova FPE omogućuje da se proceni generalizaciona greška za datu FNN, kada je poznat broj parametara. Da bi bilo moguće uporediti AR i NNAR modele uvedeno je pojačanje FPE, tj. odnos MSE za AR model i FPE za FNN, a validacija je izvedena za sve vokale i sve govornike. Isti proces izveden je i za govornike i nevokale koji su izgovarani u kontekstu reči ili van njih.

Signali govora

Vokalno-nazalni trakt je deo sistema za proizvodjenje govora, čija se prenosna funkcija može aproksimirati akustičkim filtrom. Vazduh, pobuda iz pluća, prolazi kroz vokalno-nazalni trakt i, u zavisnosti od toga da li glasne žice vibriraju ili ne, formira se vokal ili nevokal. Zvuk koji se čuje kao govor nastaje zračenjem sa usana i iz nosa. Vokali su kvaziperiodični u dužem vremenskom periodu, pobuda je snažna, a glasne žice vibriraju. Kod ostalih fonema kvaziperiodičnost je zanemariva, pobuda je slab signal ili kombinacija takvog signala sa sumom.

Rezultati

Za obučavajuće skupove trenirani su AR-10 i FNN, strukture 10-3-1. Pruning je izveden OBS metodom sa maksimalno 20 iteracija re-treninga po odbacivanju jednog parametra. Korišćen je algoritam

nnprune. Dobijene su NSSE za obučavajući i test skup, i FPE. U radu su prikazane strukture koje zaustavljaju pruning dostizanjem minimalnih vrednosti $NSSE_{TEST}$ i FPE. Izračunata je i NSSE za AR-10. Validacija je izvedena funkcijom nnvalid. Za neovokale računato je pojačanje FPE za žene i za muškarce. Uvedena je mera rastojanja dva signala (u spektralnom domenu) i poređeni su spektri snage signala na izlazima neurona skrivenog sloja. Takođe, izvedena je kroskorelaciona analiza i kumulativno sumiranje apsolutnih vrednosti kroskorelacionih signala za male distance.

Zaključak

U radu je analizirana klasa FNN, strukture sa 10 ulaza, promenljivim brojem neurona u skrivenom sloju i jednim izlazom, za predikciju govornog signala, tj. fonema srpskog jezika. Metodologija izbora arhitekture sa dobrim generalizacionim osobinama, zasnovana na pruningu, omogućila je znatno smanjenje broja parametara modela i veću tačnost, u odnosu na linearne AR modele. Granične arhitekture odlikuju se minimalnim brojem parametara u okviru zadate margine greške. Pri analizi vokala uočen je uticaj neovokalizovanih fonema koji su takođe prediktovani FNN i AR modelima. Radi sagledavanja diskriminacionih osobina izabranih klasa modela razvijena je metoda višedimenzionog skaliranja zasnovana na novoj meri rastojanja. Analiza gubitka diskriminatorske sposobnosti ukazuje na činjenicu da FNN modeli za foneme u srpskom jeziku imaju znatno veću diskriminacionu snagu, što ih čini upotrebljivim u širokoj klasi prepoznavanja govornih elemenata. Spektralna analiza pokazuje da su izlazni signali neurona skrivenog sloja dobro korelisani sa dominantnim formantnim karakteristikama ulaznog signala. Vremenska karakteristika ukazuje na slabu statističku zavisnost ovih signala za niske redove kroskorelacione zavisnosti (do petog reda). Analize ukazuju na blagu prednost kriterijuma $NSSE_{TEST}$ u odnosu na FPE kriterijum, na nezavisnom signalu. U slučaju kratkih obučavajućih skupova FPE je prihvatljiv kriterijum.

Rezultati ukazuju na činjenicu da predložena klasa FNN modela srpskog jezika i izbor arhitekture sa najboljim generalizacionim svojstvima obezbeđuju modele visoke tačnosti sa internom distribuiranom strukturom koja odgovara prirodnom vremensko-frekvencijskom sadržaju ulaznih signala, i visokih su diskriminacionih svojstava za isti broj parametara u odnosu na tradicionalne linearne modele.

Ključne reči: AR model, neuronske mreže, govor.

Datum prijema članka/Paper received on: 18. 12. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 06. 03. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/Paper accepted for publishing on: 08. 03. 2014.

СИЛА ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА НА ДВИЖУЩУЮСЯ ПЛАСТИНУ

Леонид И. Гречихин

Минский государственный высший авиационный колледж,
Минск, Республика Беларусь

DOI: 10.5937/vojtehg62-5369

ОБЛАСТЬ: механика, аэродинамика, газодинамика

ВИД СТАТЬИ: оригинальная научная статья

ЯЗЫК СТАТЬИ: русский

Краткое содержание:

Разработана математическая модель газодинамического обтекания плоской пластины при ее движении с положительным и отрицательным углом атаки. Показано, что при малых скоростях движения пластины подъемная сила и лобовое сопротивление определяются газодинамикой течения воздуха в тыльной области, а при скоростях движения близких к скорости звука решающую роль выполняет ударное взаимодействие пластины с молекулами окружающей среды в передней области. Срывное течение за пластиной при малых скоростях движения не возникает. Определены условия, когда лобовое сопротивление и подъемная сила пластины изменяет знак.

Ключевые слова: газодинамика пластины, молекулярно-кинетическая теория, силовые постоянные.

Введение

Знание силы давления на движущуюся пластину в воздухе является основой для получения таких основных характеристик крыла самолета, как лобовое сопротивление и подъемная сила. Поэтому воздействие воздуха на движущуюся пластину привлекало внимание многих исследователей аэродинамики полета разных летательных аппаратов. Начиная со Ньютона и с учетом закона Бернулли в конечном итоге пришли к выводу, что подъемная сила и лобовое сопротивление определяются следующим образом

$$\bar{P}_y = C_y \frac{\rho v^2}{2} S; \quad \bar{P}_x = C_x \frac{\rho v^2}{2} S. \quad (1)$$

Здесь ρ – плотность окружающей среды; v – скорость движения пластины; S – площадь пластины и соответственно C_y и C_x – постоянные, определяющие подъемную силу и лобовое сопротивление движущейся пластины.

щейся пластины в воздухе. Все, что связано с достаточно сложным механизмом взаимодействия движущейся пластины с воздухом, заключено в этих постоянных, которые для каждого случая должны определяться экспериментально. Разные теории аэродинамического обтекания тел сложной формы создавались для получения постоянных C_y и C_x .

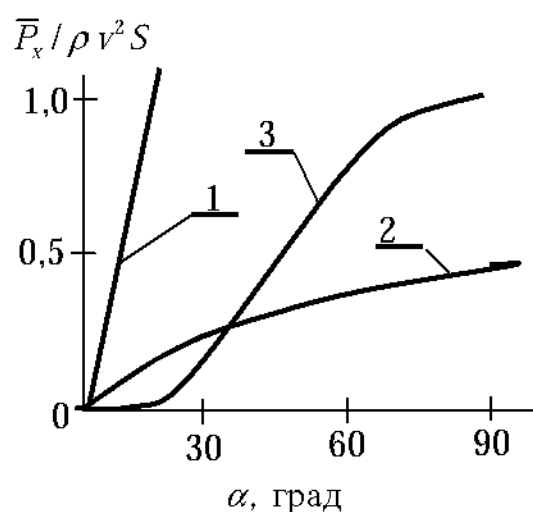


Рис. 1 – Зависимость постоянной C_x от угла атаки: 1 – корпускулярная теория Ньютона; 2 – теория Рэлея и 3 – циркуляционная теория
 Slika 1 – Zavisnost konstante C_x od napadnog ugla: 1 – Njutnova korpuskularna teorija; 2 – Relijeva teorija i 3 – cirkulatorna teorija
 Figure 1 – Dependence of the constant C_x on the angle of attack: 1 – Newton's corpuscular theory; 2 – Rayleigh theory and 3 – Circular Theory

Что было ранее получено при разных физических моделях аэродинамического обтекания, проанализировал Т. фон Карман (фон Карман, 2001, стр.208) и эти результаты приведены на рис. 1. В авиации срывное течение изучалось преимущественно экспериментально. Срывное течение порождает возникновение вихрей. Подробное исследование возникновения вихрей в срывном течении принадлежит Т. фон Карману (фон Карман, 2001, стр.208). Анализируя экспериментальные факты, им было установлено, когда и в каких случаях возникают вихри и каков их характер. Шлейф вихрей за движущимся телом был назван «Вихревая дорожка Кармана».

Более общий подход получения постоянных C_y и C_x при непрерывном обтекании с учетом срывного течения предложил Симakov (Симakov, 2013, стр.16-20). Полный анализ экспериментальных данных по срывному течению дан в работе (Беляев, Червяков, 2010, стр.38).

Образование срывного течения с применением молекулярно-кинетической теории рассмотрено в работе (Гречихин, и др., 2012, стр.285). Однако последовательного анализа обтекания применительно к более простому случаю, когда движется обычная плоская пластина конечного размера, не проведено. Поэтому возникла цель: рассмотреть этот простой случай, чтобы продемонстрировать насколько важно проводить анализ аэродинамического обтекания с применением молекулярно-кинетического подхода, который объединяет континуальную теорию Даламбера-Эйлера и корпускулярную Ньютона. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть обтекание плоской пластины конечного размера с отрицательным углом атаки;
- рассмотреть обтекание плоской пластины конечного размера с положительным углом атаки;
- провести компьютерное моделирование разных режимов движения плоских пластин;
- сравнить полученные результаты с экспериментальными данными.

Рассмотрим последовательно эти задачи.

Отрицательный угол атаки

Общая схема взаимодействия воздушного потока с движущейся пластиной шириной h и длиной L на рис. 2а.

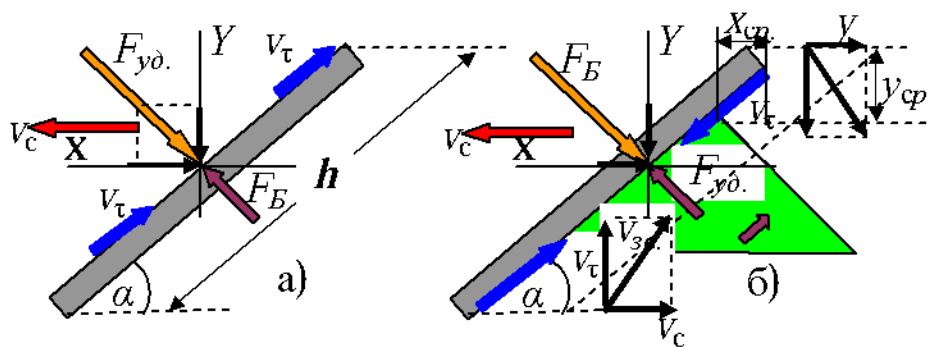


Рис. 2 – Взаимодействие движущейся пластины с воздухом при отрицательном угле атаки: а) передняя область и б) задняя область

Slika 2 – Uzajamna zavisnost pokretne ploče sa vazduhom pri negativnom napadnom uglu: a) prednja oblast i b) zadnja oblast

Figure 2 – Mutual dependence of the movable plate and the air at a negative angle of attack: a) front area and b) rear area

По отношению к пластине скорость движения потока воздуха вдоль нормали и вдоль поверхности составляют

$$v_n = v_c \sin \alpha \text{ и } v_\tau = v_c \cos \alpha. \quad (1)$$

Масса воздуха, которая препятствует движению пластины за время t со скоростью v_c , определяется следующим образом:

$$m = \rho_\infty h \sin \alpha L v_c t, \quad (2)$$

где ρ_∞ - плотность окружающего воздуха.

Импульс, приобретаемый этой массой воздуха по нормали к поверхности, равен

$$p = m v_c \sin \alpha = \rho_\infty h L v_c^2 \sin^2 \alpha t. \quad (3)$$

На основании второго закона Ньютона по нормали к поверхности будет действовать сила

$$F_{y\partial, n} = \frac{dp}{dt} = \rho_\infty h L v_c^2 \sin^2 (\alpha). \quad (4)$$

Вдоль поверхности движущейся пластины в соответствии с законом Бернулли нормально к поверхности возникает газодинамическая сила

$$F_{B, n} = \frac{\rho v_c^2}{2} S = \frac{1}{2} \rho_\infty v_c^2 \cos^2 (\alpha) h L. \quad (5)$$

Результирующая сила, с которой воздух действует на движущуюся пластину нормально ее поверхности

$$F_{n, \text{рез.}} = F_{y\partial, n} - F_{B, n} = \rho_\infty v_c^2 h L (\sin^2 (\alpha) - 0,5 \cos^2 (\alpha)). \quad (6)$$

За движущейся пластиной в ее тыльной стороне возникает зона разрежения. Потoki воздуха, которые заполняют зону разрежения, с боковых стенок взаимно компенсируются, а сверху и снизу потоки воздуха вдоль тыльной поверхности разные. Результирующая тангенциальная скорость равна разности

$$v_{\tau, \text{рез.}} = v_p [\sin (\alpha + \gamma) - \sin (\alpha - \gamma)], \quad (7)$$

где $v_p = \sqrt{v_{\partial\partial}^2 + v_c^2}$ и $\gamma = \arctg \left(\frac{v_c}{v_{\partial\partial}} \right)$.

С такой скоростью снизу вверх движется поток воздуха вдоль тыльной стороны пластины и сталкивается с потоком воздуха, возникающего с верхней кромки пластины, образуя четырехгранный конус с потоком воздуха снизу вверх. Каким образом происходит заполнение зоны разрежения за тыльной стороной пластины показано

на рис. 2б. На основании закона сохранения массы следует: количество воздуха, которое возмущается движущейся пластиной, равна массе воздуха, заполняющая зону разрежения со всех четырех сторон. Запишем закон сохранения массы

$$\rho_{\infty} S_{\Pi} v_{\Pi} \Delta t \cong 4 \rho \left(\frac{1}{2} xy \right) L. \quad (8)$$

Здесь $\Delta t = y / v_{\text{зв.}}$.

Из (8) следует, что

$$x_{\text{ср.}} = 0,5 \frac{\rho_{\infty}}{\rho} \frac{h v_{\Pi} \sin \alpha}{v_{\text{зв.}}}. \quad (9)$$

Здесь $v_{\text{зв.}} = \sqrt{\gamma k_B T / m_d}$ - скорость звука, γ = отношение теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме, k_B - постоянная Больцмана и m_d - средняя масса молекул воздуха, а плотность воздуха в зоне разрежения

$$\rho = \rho_{\infty} \exp \left(- \frac{m_d v_{\Pi, \text{рез.}}^2}{2 k_B T} \right). \quad (10)$$

На расстоянии $x_{\text{ср.}}$ разность давлений в зоне разрежения и окружающей среды выравниваются, и прекращается поступление воздуха из окружающей среды. Вследствие этого за пластиной образуется срыв течения с пониженным давлением, определяемым по формуле

$$P = P_{\infty} \exp(-m v_{\Pi, \text{рез.}}^2 / 2 k_B T) \text{ или } P = P_{\infty} - 0,5 \rho v_{\Pi, \text{рез.}}^2, \quad (11)$$

Вершина угла четырехгранного конуса в плоскости XY составляет $\pi / 2 - \gamma$. Отсюда следует, что с ростом скорости движения пластины возрастает удаление вершины конуса от пластины. При движении пластины со скоростью звука вершина конуса составляет угол $\pi / 4$.

До расстояния $x_{\text{ср.}}$ тангенциальная составляющая скорости заполнения зоны разрежения определена выше по формуле (7), а нормальная приобретает значение

$$v_{n, \text{рез.}} = v_p [\cos(\alpha + \gamma) + \cos(\alpha - \gamma)] \quad (12)$$

Массу воздуха, участвующую в заполнении зоны разрежения и ударно воздействующую на пластину следует учитывать только с трех сторон – две боковых и верхнюю сторону пластины. Нижняя сторона пластины нормальной составляющей скорости заполнения зоны разрежения практически не обладает. Тогда

$$F'_{y\partial, n} = \frac{d}{dt} \left(\frac{3}{4} m 2v_{n, \text{рез.}} \right) = \frac{3}{2} \rho_{\infty} h L v_{n, \text{рез.}} v_c \sin \alpha. \quad (13)$$

Сила ударного действия уменьшает лобовое сопротивление движущейся пластины, а сила, обусловленная законом Бернулли, наоборот увеличивает лобовое сопротивление и преимущественно реализуется только с одной нижней стороны. После не сложных преобразований с учетом (7) газодинамическое давление равно

$$F'_{B, n} = 0,5 \rho v_{c, \text{рез.}}^2 x_{cp} L / \cos \alpha. \quad (14)$$

Результирующая сила есть разность

$$F'_{\text{рез., n}} = F'_{B, n} - F'_{y\partial, n}. \quad (15)$$

Эта сила вдоль оси X-ов определяет лобовое сопротивление, а вдоль оси Y-ов – подъемную силу.

Масса воздуха в области за срывным течением, сосредоточена в четырехгранном конусе и является неподвижной. Поэтому она создает газодинамическую силу, обусловленную разностью давлений между передней и задней стенкам движущейся пластины. Эта сила вдоль оси X-ов равна

$$F''_n = (P_{\infty} - P)(hL - 4x_{cp} L / \cos \alpha). \quad (16)$$

Здесь давление P определяется по формуле (11).

Следовательно, общая сила, которая воздействует на движущуюся пластину с передней и задней стороны нормально ее поверхности, равна

$$F_{n, \text{общ.}} = F_{n, \text{рез.}} + F'_{\text{рез., n}} + F''_n. \quad (17)$$

Пластина, движущаяся с отрицательным углом атаки, испытывает лобовое сопротивление

$$\bar{P}_X = F_{n, \text{общ.}} \sin \alpha \quad (18)$$

и подъемную силу

$$\bar{P}_Y = F_{n, \text{общ.}} \cos \alpha. \quad (19)$$

Положительный угол атаки

Картина взаимодействия движущейся пластины с положительным углом атаки показана на рис. 3. Пластина обладает размерами: ширина h и длина L .

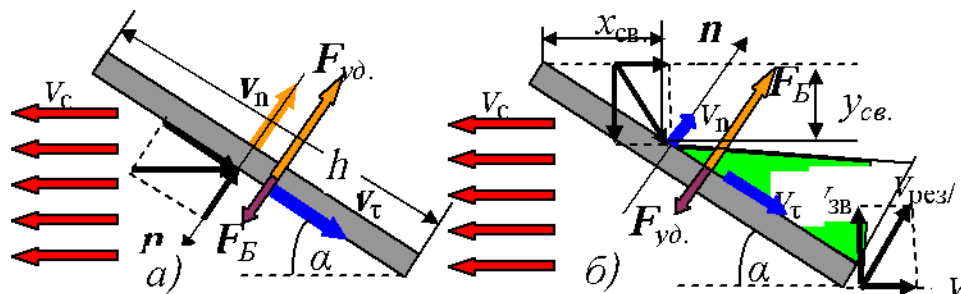


Рис. 3 – Картина обтекания движущейся пластины при положительном угле атаки:
а) в передней плоскости; б) в задней плоскости

Slika 3 – Slika opstrujavanja pokretne ploče pri pozitivnom napadnom uglu:
а) u prednjoj ravni; б) u zadnjoj ravni

Figure 3 – Flow around a movable plate at a positive angle of attack:
а) in the frontal plane б) in the rear plane

Скорость движения потока воздуха вдоль нормали и вдоль поверхности составляют

$$v_n = v_c \sin \alpha \text{ и } v_\tau = v_c \cos \alpha. \quad (20)$$

Масса воздуха, которая препятствует движению пластины за время t со скоростью v_c , определится следующим образом:

$$m = \rho_\infty S v_c t = \rho_\infty h L \sin(\alpha) v_c t. \quad (21)$$

Импульс, приобретаемый этой массой воздуха по нормали к поверхности, равен

$$p = m v_c \sin \alpha = \rho_\infty h L v_c^2 \sin^2(\alpha) t. \quad (22)$$

На основании второго закона Ньютона по нормали к поверхности действует сила

$$F_{y0,n} = \frac{dp}{dt} = 2 \rho_\infty h L v_c^2 \sin^2(\alpha). \quad (23)$$

Вдоль поверхности пластины в соответствии с законом Бернулли нормально к поверхности возникает газодинамическая сила

$$F_{B,n} = \frac{\rho_\infty v_\tau^2}{2} S = \frac{1}{2} \rho_\infty v_c^2 \cos^2(\alpha) h L. \quad (24)$$

Результирующая сила, с которой воздух действует на движущуюся пластину нормально ее поверхности

$$F_{n,рез.} = F_{уд.,n} - F_{Б,n} = \rho v_t^2 h L (\sin^2(\alpha) - 0,5 \cos^2(\alpha)) \quad (25)$$

За движущейся пластиной в ее тыльной стороне возникает срывное течение, в котором давление падает до величины

$$P = P_{\infty} \exp(-m v_{т,рез.}^2 / 2 k_B T) \text{ или } P = P_{\infty} - 0,5 \rho v_{т,рез.}^2. \quad (26)$$

Возникшее разрежение воздуха заполняется потоком воздуха окружающей среды со скоростью звука. Эта ситуация показана на рис. 3б. На основании закона сохранения массы следует, что количество воздуха, которое возмущается движущейся пластиной, равно такой же массе воздуха, которая заполняет зону разрежения со всех четырех сторон. Запишем закон сохранения массы для случая, приведенного на рис. 3б

$$\rho_{\infty} S_n v_t \Delta t \cong 4 \rho \left(\frac{1}{2} x_{cp.} y_{cp.} \right) L. \quad (27)$$

Здесь $\Delta t = y_{cp.} / v_{зв.}$, а $v_{зв.} = \sqrt{\frac{\gamma k_B T}{m_d}}$ - скорость звука. Из (27)

следует, что

$$x_{cp.} = 0,5 \frac{\rho_{\infty}}{\rho} \frac{h v \sin \alpha}{v_{зв.}}. \quad (28)$$

На этом расстоянии разность давлений за пластиной на удалении от края $x_{cp.}$ и окружающей среды выравниваются, и прекращается поступление воздуха из окружающей среды. Вследствие этого за пластиной образуется срыв течения и формируется воздушная среда в виде четырехгранного конуса с пониженным давлением, определяемым по формуле (26). Однако скорость подставляется та, которая возникает в момент отрыва на расстоянии $x_{cp.}$ по оси X-ов. Вершина угла четырехгранного конуса в плоскости XY составляет $\pi/2 - \gamma$. Отсюда следует, что с ростом скорости движения пластины возрастает удаление вершины конуса от плоскости пластины. При движении пластины со скоростью звука вершина конуса составляет угол $\pi/4$.

Так как относительно движущейся пластины поток воздуха несколько запаздывает, тогда результирующая скорость заполнения зоны разрежения в тыльной стороне пластины определяется следующим образом

$$v_p = \sqrt{v_{зв.}^2 + v_t^2}. \quad (29)$$

С расстояния x_{cp} нормальная и тангенциальная составляющие скорости заполнения зоны разрежения приобретают значения

$$\begin{aligned} v_{n,рез.} &= v_p [\cos(\alpha + \gamma) + \cos(\alpha - \gamma)] \text{ и} \\ v_{\tau,рез.} &= v_p [\sin(\alpha + \gamma) - \sin(\alpha - \gamma)] \end{aligned} \quad (30)$$

Общая масса воздуха, которая участвует в заполнении зоны разрежения со всех четырех сторон пластины

$$m = \rho_{\infty} h \sin \alpha L v_c t. \quad (31)$$

Эта масса воздуха создает ударное воздействие на пластину

$$F'_{yд.,n} = \frac{d}{dt} \left(\frac{3}{2} m v_{n,рез.} \right) = \frac{3}{2} \rho_{\infty} h \sin \alpha L v_c v_{n,рез.} \quad (32)$$

и своим действием уменьшает лобовое сопротивление движущейся пластины.

Наличие тангенциальной составляющей скорости движения потока воздуха создает силу, обусловленную законом Бернулли

$$F'_{Б,n} = 0,5 \rho v_{\tau,рез.}^2 x_{cp} L / \cos \alpha. \quad (33)$$

Результирующая сила есть разность

$$F'_{рез.,n} = F'_{Б,n} - F'_{yд.,n}. \quad (34)$$

Эта сила вдоль оси X-ов определяет лобовое сопротивление, а вдоль оси Y-ов – подъемную силу.

Масса воздуха, сосредоточенная в четырехгранном конусе, движется вдоль поверхности пластины со скоростью $v_{\tau,рез.}$. Поэтому она создает газодинамическую силу, обусловленную разностью давлений между передней и задней стенкам движущейся пластины. Эта сила нормально к поверхности пластины равна

$$F''_n = (P_{\infty} - P)(\delta l - 4x_{cp} l / \cos \alpha). \quad (35)$$

Таким образом, общая сила, которая воздействует на движущуюся пластину с передней и задней стороны равна

$$F_{n,общ.} = F_{n,рез.} + F'_{рез.,n} + F''_n. \quad (36)$$

Пластина, движущаяся с положительным углом атаки, испытывает лобовое сопротивление

$$\bar{P}_X = F_{n,общ.} \sin \alpha \quad (37)$$

и подъемную силу

$$\bar{P}_Y = F_{n,общ.} \cos \alpha \quad (38)$$

Компьютерное моделирование разных режимов движения

На основании полученных формул для определения подъемной силы и лобового сопротивления плоских пластин разработана программа компьютерного моделирования разных режимов движения плоских пластин в неподвижной атмосфере. Результаты расчетов лобового сопротивления и подъемной силы в зависимости от положительного и отрицательного значения угла атаки при некоторых скоростях движения пластины сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Зависимость лобового сопротивления и подъемной силы для пластины размером $1 \times 1,5 \text{ м}^2$ от угла атаки и скорости движения пластины

Tabela 1 – Zavisnost čeonog otpora i sile uzgona ploče površine $1 \times 1,5 \text{ м}^2$ od napadnog ugla i brzine kretanja ploče

Table 1 – Dependence of the frontal resistance and the lifting force of the $1 \times 1,5 \text{ м}^2$ plate on the angle of attack and the plate movement speed

Параметры	Скорость движения пластины, м/с								
	5	35	65	95	125	155	185	215	245
$\alpha = \pm 10^\circ$									
F _{лс} , кГ	1,12	52,5	152	175	175	145	75,3	-44	-226
F _{пс,1} кГ	-6,37	-297	-863	-991	-991	-821	-427	250	1280
F _{пс,2} кГ	6,37	297	863	991	992	821	427	-250	-1280
$\alpha = \pm 35^\circ$									
F _{лс} , кГ	3,2	151	460	824	1090	1052	422	-1210	-4300
F _{пс,1} кГ	-4,56	-216	-658	-1180	-1560	-1500	-603	1730	6150
F _{пс,2} кГ	4,56	216	658	1180	1560	1500	603	-1730	-6150
$\alpha = \pm 55^\circ$									
F _{лс} , кГ	3698	202	657	1300	2030	2740	3290	3480	3070
F _{пс,1} кГ	-268	-142	-460	-907	-1420	-1920	-2300	-2440	-2150
F _{пс,2} кГ	268	142	460	907	1420	1920	2300	2440	2150

Относительные силовые характеристики лобового сопротивления и подъемной силы для положительных и отрицательных углов атаки приведены на рис. 4.

Начиная со скорости 200 м/с и выше при малых углах атаки лобовое сопротивление меняет знак на отрицательный, т.е., пластина ускоряется, а не тормозится. Так при скорости движения 220 м/с до угла 44° лобовое сопротивление отрицательное с максимумом 1770 кГ при угле атаки 33° . Соответственно при скорости движения 260 м/с отрицательное лобовое сопротивление достигает 51° с максимальным значением 6540 кГ при угле 36° . В табл. 1 приведены отрицательные значения лобового сопротивления при скоростях движения 215 м/с и 245 м/с. Когда изменяется знак лобового сопротивления, то происходит изменение знака и для подъемной силы. Пластина просто падает под действием мощной силы.

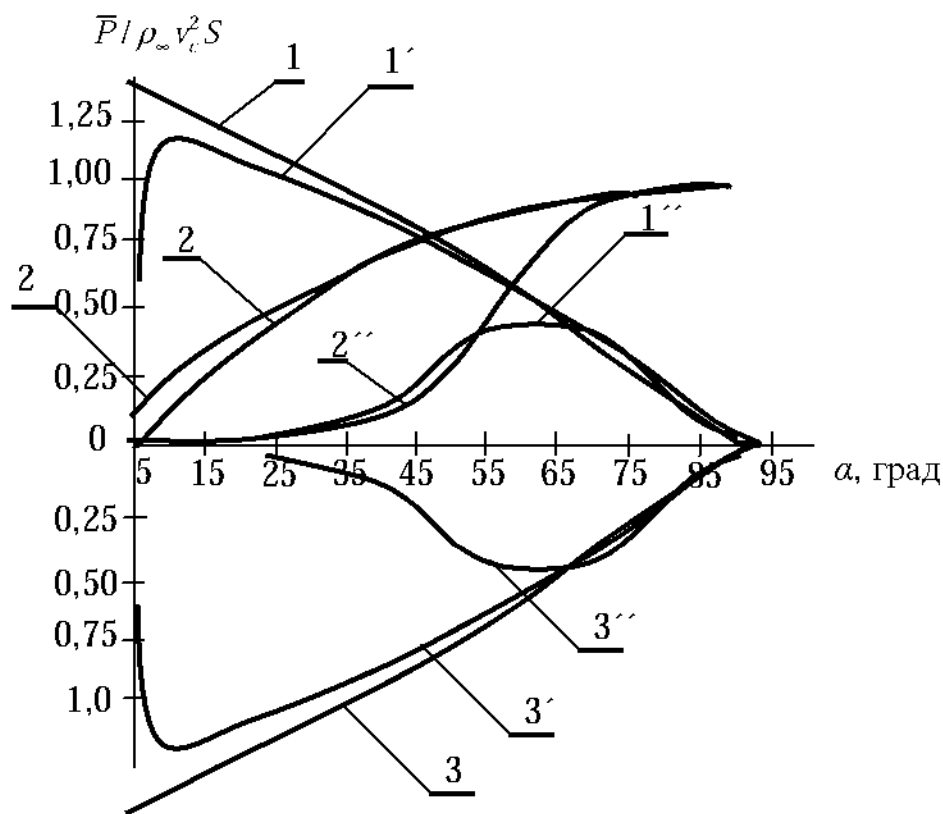


Рис. 4. Зависимость относительных силовых постоянных от угла атаки при разных скоростях движения пластины: скорость движения 5 м/с 1 – подъемная сила при положительном угле атаки; 2 – лобовое сопротивление и 3 – подъемная сила при отрицательном угле атаки; соответственно 1', 2', 3' при скорости движения 50 м/с и 1'', 2'', 3'' – при скорости движения 180 м/с

Slika 4 – Zavisnost konstanti aerodinamičkih sila od napadnog ugla pri različitim brzinama kretanja ploče: brzina kretanja 5 m/s 1 – sila uzgona pri pozitivnom napadnom uglu; 2 – čeoní otpor i 3 – sila uzgona pri negativnom napadnom uglu; odgovarajuće pozicije su 1', 2', 3' pri brzini kretanja 50 m/s i 1'', 2'', 3'' pri brzini kretanja 180 m/s.

Figure 4 – Dependence of the constants of aerodynamic forces on the angle of attack at different speed values of plate movement: a speed of 5m/s 1- lifting force at a positive angle of attack; 2- frontal resistance and 3 – lifting force at a negative angle of attack; corresponding positions are 1', 2', 3' at a speed of 50m/s and 1'', 2'', 3'' at a speed of 180m/s

Такое удивительное свойство движущихся пластин с отрицательным и положительным углом атаки в атмосфере Земли следует учитывать при разработке разных устройств механизации для крыльев самолета и его рулей направления и высоты.

Литература/Literature

- Беляев, Е.Н., & Червяков, В.В. 2010. Срывные течения жидкостной и газовой фазы. *Двигатель*, 69(3), стр. 38.
- Гречихин, Л.И., Лапцевич, А.А., & Куцъ, Н.Г. 2012. *Аэродинамика летательных аппаратов*. Мн: ИООО «Право и экономика», стр. 285.
- Симаков, Н.Н. 2013. Расчет обтекания и сопротивления шара в ламинарном и сильно турбулентном потоке. *Журнал технической физики*, 83(4), стр. 16-20.
- фон Карман, Т. 2001. *Аэродинамика: Избранные темы в их историческом развитии*. Ижевск., стр. 208.

SILA KOJOM VAZDUH PRITISKA POKRETNU PLOČU

Leonid Ivanovič Grečihin

Državni viši koledž za vojno vazduhoplovstvo u Minsku,
Republika Belorusija

OBLAST: mašinstvo, aerodinamika, gasna dinamika

VRSTA ČLANKA: originalni naučni članak

JEZIK ČLANKA: ruski

Sažetak:

U radu je razrađena matematički model gasodinamičkog opstrujavanja ravne ploče pri njenom kretanju sa pozitivnim i negativnim naponim uglom. Pokazao je da pri malim brzinama kretanja, silu uzgona i čeonu otpor određuje gasodinamički tok vazduha u izlaznoj oblasti opstrujavanja, a pri brzinama kretanja koje su bliske brzini zvuka odlučujuću ulogu vrši uzajamno udarno dejstvo ploče sa molekulima okružujuće sredine u ulaznoj oblasti opstrujavanja. Otcepljena struja iza ploče se ne pojavljuje pri malim brzinama kretanja. Određeni su uslovi kada čeonu otpor i sila uzgona ploče menjaju znak.

Ključne reči: *gasodinamika ploče, molekularno-kinetička teorija, konstante sile.*

FORCE OF THE AIR PRESSURE ON A MOVING PLATE

Leonid Ivanovich Gretchihin

Minsk State Higher Aviation College, Department of Natural Science
Disciplines, Minsk, Republic of Belarus

FIELD: Mechanics, Aerodynamics, Gas Dynamics

ARTICLE TYPE: Original Scientific Paper

ARTICLE LANGUAGE: Russian

Abstract:

This paper developed a mathematical model of gas dynamic fluid flow for a flat plate during its movement with positive and negative angles of attack. It is shown that at low velocities, the lifting force and the frontal resistance are determined by gasdynamic air flow in the fluid flow exit area while at velocities close to the speed of sound the decisive role is played by a mutual effect of the plate colliding with molecules of the surrounding environment in the fluid flow incidence field. The airflow behind the plate does not appear at low velocities. The conditions when the frontal resistance and the lifting force change the sign are determined.

Key words: *gasdynamic plate, molecular-kinetic theory, force constants.*

Дата получения работы/Paper received on: 21. 01. 2014.

Дата получения исправленной версии работы/Manuscript corrections submitted on:
03. 04. 2014.

Дата окончательного согласования работы /Paper accepted for publishing on:
05. 04. 2014.

ИЗАЗОВИ НОВЕ ХРАНЕ

Славољуб С. Лекић

Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Земун

DOI: 10.5937/vojtehg62-6447

ОБЛАСТ: технологија производње хране

ВРСТА ЧЛАНКА: оригинални научни чланак

ЈЕЗИК ЧЛАНКА: српски

Сажетак:

У раду се указује на везу између развоја науке и технологије у 19. и 20. столећу, пре свега биологије и хемије, и настанка зелене револуције средином 20. столећа и генске револуције с краја 20. столећа. Генска и зелена револуција довеле су до дубоких промена производње хране и пољопривреду интегрисале у економију засновану на високим технологијама.

Кључне речи: пољопривреда, зелена револуција, наука, биотехнологија, ГМО.

Увод

Одвајкада су људи тежили да повећају продукцију биосфере и тако створе услове за спокојан развој појединца и заједнице. Неолитска револуција омогућила је човеку да захвати више енергије по јединици површине него што је могао ловом и сакупљачком привредом. Временом се повећавао принос биљака које је човек узгајао и одабирао. Просечан принос пшенице у Енглеској попео се са 500–1000 kg/ha 1600. године на око 1400 kg/ha 1800. године (Perkins, 1997, стр. 37). Повећање учинка пољопривредне производње довео је до преласка дела сељачког становништва у градове у којима се бави занатском, а касније индустријском производњом. С развојем капитализма у националним државама мењају се односи између пољопривреде, трговине и индустрије.

Опстанак појединца или народа зависи од контроле земљишта на којем се гаје усеви, а повећање приноса залога је њихове сигурности и престижа. Принос гајених биљака увећаван је на два начина. Пре свега, ширењем површина под усевима (крчење шума и заузимање удаљених предела), што је био најважнији начин све до 20. столећа када је заузето сво земљиште и освојена анекумена. Након тога, производња хране повећава се применом научних и технолошких достигнућа у области пољопривреде.

Раст пољопривредне производње, првенствено жита, осим задовољења прехранбених потреба људи, омогућавао је раније, али и данас, акумулацију капитала потребног за развој индустрије и других

сектора привреде. Тако је пољопривредна производња била извор политичке и економске моћи европских држава а самим тим и подлога њиховог империјализма у последњим столећима. Развој пољопривреде у 20. веку довео је до успостављања чвршћих веза између политике и производње хране.

Успеси селекције усева до 1900. године беху скромни, а њени резултати непредвидиви, будући да није била планска и заснована на научним достигнућима. Тек ће сазнања о преношењу наследних информација са једне генерације на другу, добијена систематским укрштањима биљака, омогућити успешнију контролу усева. Стручњаци који су се бавили одабирањем и оплеменењивањем биљака пресудно су утицали на повећање приноса усева, јер су издвајали сорте чија наследна основа је омогућавала виши принос. Примена минералних ђубрива, наводњавања, пестицида, механизације и других технологија у пољопривреди довела је до укрупњавања поседа и нестајања малих газдинстава (Cochrane, 1979, стр.387-395). Капитално интензивна производња уклонила је са сцене технолошки екстензивну пољопривреду. Поред селекционара важну улогу у савременој пољопривреди играју стручњаци који се баве земљиштем, хемијом, хидрологијом, наводњавањем, фитопатологијом и статистиком. На почетку 20. столећа скоро сви научници који су се бавили пољопривредом налазили су се у индустријским земљама, а после 1980. године већина држава трећег света има стручни пољопривредни кадар, углавном школован у САД и Европи.

Развој науке и пољопривреда

У познатом раду из 1798. године „Есеј о становништву“ Томас Малтус објашњава преживљавање становништва у датим социјалним и економским оквирима и истиче однос између производње хране и људске популације (Malthus, 1798). Он је сматрао да је човечанство осуђено на сиромаштво и глад зато што је стопа његовог раста виша од стопе раста залиха хране. То, по његовом мишљењу, доводи до несташице хране, нижих плата и велике смртности. Несрећа сиромашних отуда није последица лоших политичких институција или постојећих друштвених и имовинских односа. Основни разлог био је број деце. Сходно либералним назорима, сиромаштво и патње сматране су саставним делом природног поретка, те је свака интервенција државе у привреду, ради исправке неправди, угрожавање слободе тржишта и приватне својине. Малтус није могао да предвиди значајно повећање продуктивности пољопривреде и индустрије развојем науке и технологије у не тако далекој будућности.

Развој физике, хемије и биологије, те накупљање знања у другим областима, коначно је у 20. столећу довео до промена производне технологије у области пољопривреде. У другој половини 19. века убрзава

се развој биологије. За сасвим кратко време појављују се целуларна теорија у развијеном облику, теорија еволуције, хемијска анализа великих функција, наука о наслеђу, истраживања ферментације. Биологија која се до тада бавила посматрањем постаје експериментална наука. Светло дана угледала је и Дарвинова теорија 1858. године на коју су утицала становишта Малтуса. Већ наредне године изашла је књига „Постанак врста“ у којој је Дарвин детаљно изложио дугогодишња истраживања. У основи Дарвинове теорије су варијација и селекција (природно одабирање). У оквиру исте врсте јединке се међусобно разликују, а природа даје предност преживљавању и умножавању јединки које поседују неке предности. Начело које одржава сваку, ма и незнатну промену код индивида, само ако је ова корисна, Дарвин назива природним одабирањем (Дарвин, 1985, стр.71). Међутим, Спенсеров израз нацивљавање најспособнијих Дарвин сматра тачнијим и погоднијим (Дарвин, 1985, стр.71) будући да ће свака и најмања штетна варијација неког организма бити немилосрдно уништена (Дарвин, 1985, стр.86).

На крају 19. и почетком 20. века почиње развој науке о наслеђу. Калуђер Грегори Мендел објавио је 1865. године рад о укрштањима на баштенском грашку која су показала како се наслеђују поједине испитиване особине. Менделов експеримент важан је стога што он приступа испитивању великог броја јединки и тако његови резултати имају математичку тачност. Правила до којих је дошао Мендел укрштањем биљака дошла су на таласу статистичке механике примењене на истраживања биљака (Жакоб, 1978, стр.243). Мада су Менделови огледи по објављивању пали у заборав, поново их актуализују Коренс, де Фриз, Чермак. Менделови резултати су после више деценија омогућили пољопривредним стручњацима да повећају приносе у биљној и сточарској производњи.

Хемија је имала велики утицај на развој истраживања у области генетике у 20. столећу. У другој половини 19. века развила се органска хемија и хемичари су коначно успели да реше питање синтезе и синтезишу позната, али и нова, дотад непозната једињења. Органска хемија се, неочекивано, умешала у свет микроорганизама и отворила велико поље за развој биотехнологије.

Зелена револуција

У време Дарвина и Мендела није се ни могла наслутити зелена револуција, а пољопривреда је почивала на раду човека и животиња. Непун век после долази до великих промена увођењем у пољопривредну производњу машина, минералних ђубрива, пестицида, нових сорти гајених биљака вишег потенцијала родности те извођењем великих мелиоративних захвата. Зелена револуција је у другој половини 20. столећа из темеља променила пољопривредну производњу у земљама у развоју, а њена достигнућа пресудно су утицала на њихове привреде и успостављање нове социјалне структуре.

Употреба машина за жетву, орање, сетву, негу и убирање усева добила је на замаху у другој половини 20. столећа. Први трактори били су незграпни, али након увођења мотора с унутрашњим сагоревањем почела је производња пољопривредних машина све већих маневарских способности. Механизација пољопривреде довела је до значајних демографских промена у свим развијеним земљама. У САД је 1900. било 41% радне снаге у пољопривреди, а почетком 21. столећа она чини испод 2% (Dimitri et al, 2005, стр.2).

Друга новина коју доноси зелена револуција односи се на примену достигнућа хемијске индустрије. Људи су од давнина знали да шалитра и креч, материје пореклом од рибе, костију и шкољки, стајско ђубриво и друге материје подстичу раст и развиће биљака. Либиг је почетком 19. столећа ударио темеље гране хемије која се бави биљним хранивима. Међутим, све до развоја Хабер-Бошовог поступка фиксирања атмосферског азота, овај важан хемијски елемент није могао бити састојак минералних ђубрива без којих је данас незамењива интензивна пољопривредна производња (Darrell et al, 1977).

Трећи важан елемент зелене револуције била је примена научних достигнућа у области оплемењивања биљака. Резултати Менделових истраживања и развој биологије који је уследио након њих, дали су пресудан допринос расту приноса гајених усева и укључивања пољопривреде у индустријски комплекс. Посебно треба истаћи да концепт хибридног вигора (хетерозис) с почетка 20. столећа доводи до неочекиваних резултата у области селекције биљака, тј. до повећања клипа кукуруза и укупног приноса усева. Откриће хетерозиса везује се за Џорџа Шула који је уочио да поједине сорте кукуруза образују више редова зрна на клипу од других. Укрштањима које је спровео установио је да су настале биљке уједначеније, више и са већим клиповима, а хетерозис је и данас важно оруђе повећања производње кукуруза и других усева.

Међу највеће домете савремене пољопривреде спадају резултати постигнути у области оплемењивања кукуруза. Његови велики клипови, богати скробом, овај усева чине једним од три најважнија за исхрану људи и животиња. Клип данашњег хибридног кукуруза једва да личи на клип његовог блиског претка теозинте. Они се толико разликују да је теозинта после открића 1896. године описана као друга врста и названа *Euchleana mexicana*. Касније је установљено да теозинта и кукуруз имају исти број хромозома и образују фертилне хибриде, а контроверзе у вези њиховог сродства и порекла кукуруза остале су у 20. веку. Ипак, увођење хибридног кукуруза у производњу на самом почетку није ишло глатко, будући да је његова производња била сложенија него традиционална. Пољопривредницима је било лакше да користе семе које на свом поседу производе генерацијама него да купују хибридно. Али на гајење хибридног кукуруза, временом, нагнали су их виши приноси што је довело до потпуног потискивања локалних популација.

Ширење новог хибридног семена помагале су многе међународне институције међу које спадају: Међународна саветодавна група за пољопривредна истраживања (Consultative Group on International Agricultural Research – CGIAR), Међународни институт за истраживање пиринча (The International Rice Research Institute – IRRI), Међународни центар за оплемењивање кукуруза и пшенице (The International Maize and Wheat Improvement Center – CIMMYT), Савет за развој пољопривреде (Agricultural Development Council – ADC).

Средином прошлог века Рокфелерова фондација финансира је унапређење пољопривреде у земљама у развоју с циљем да се отклони неравнотежа између растућег становништва и производње хране. Ова фондација послала је у Мексико 1943. године једног фитопатолога (J. G. Harrar) да би развио пољопривредни истраживачки програм. За две деценије мексички истраживачки програм прерастао је у велики међународни истраживачки центар – CIMMYT (Cleaver, 1972). Различити програми ове институције ширили су новине зелене револуције, повећана је производња хране и смањена напетост у друштву а мексичка економија припремљена за индустријализацију.

Рокфелерова фондација такође је 1960. године основала ИРРИ који је радио на селекцији нових сорти пиринча. Производња пиринча у југоисточној Азији с 50 милиона тона 1962. године порасла је на 120 милиона тона 1992 (FAOSTAT). Раст производње пиринча био је бржи од раста становништва чиме је повећана стабилност друштва и економија ових азијских држава.

Мада је зелена револуција знатно смањила глад и сиромаштво у многим деловима света, она је довела до значајних промена политичких и економских токова у свакој земљи која је прихватила њена достигнућа. Сједињене Државе су подстицале ширење зелене револуције у свим деловима света, будући да су на почетку хладног рата настојале да спрече ширење комунизма (утицај СССР-а) и остваре друге економске и спољнополитичке циљеве. То се јасно види из инаугуралног говора америчког председника Харија Трумана 1949. године у којем он истиче значај повећања производње хране (Truman, 1949). СФР Југославија је била једна од неразвијених земаља која је у шестој и седмој деценији прошлог столећа забележила буран развој пољопривреде захваљујући помоћи САД и других држава из атлантског савеза. Из тог времена датирају велики пољопривредни комбинати и значајни пољопривредни институти који у Србији и данас значајно утичу на развој пољопривреде и истраживања у тој области.

Нови талас биотехнологије – ГМО

До недавно се термин биотехнологија превасходно односио на прехранбену индустрију и пољопривреду, али је у неколико последњих деценија проширен и на рекомбинантне технике ДНК (Симоновић, 2011,

стр.15). Биотехнологија обухвата дисциплине као што су генетика, молекуларна биологија, биохемија, ембриологија, цитологија, хемијско инжењерство, информационе технологије, роботика (Симоновић, 2011, стр.15). Генетичке модификације (ГМ) резултат су различитих техника и зависе од рекомбинантне ДНК и технологија као што је изолација гена, чишћење и инжењерство промотора и трансформација помоћу бактеријских плазида, вируса или других вектора (Бранков – Папић, 2013).

Особине које се савременим биотехнолошким методама уносе у биљку могу се разврстати на неколико група (Симоновић, 2011, стр.18-19).

А) У прву групу спадају особине које омогућавају смањење производних трошкова и профитабилности производње узгајањем усева отпорних на хербициде, болести, штеточине и абиотички стрес.

Једна од најважнијих агротехничких мера јесте сузбијање корова, будући да они умањују принос гајених усева. Данас је сузбијање корова засновано на бројним агротехничким мерама, а једна од њих је примена хербицида. У промету се налази велики број хербицида различитог спектра деловања. Деле се према хемијском саставу, начину деловања, времену примене, специфичности деловања и др. Са становишта појефтинјења производње важни су пестициди који уништавају велики број биљних врста због тога што је један препарат довољан да се сузбију корови у усеву ако је гајена врста отпорна на његово деловање. Отуда се новим технологијама у гајене биљке уносе гени за отпорност на одређени хербицид, најчешће је реч о тоталном хербициду *раундапу*. До сада су створени трансгени кукуруз, соја, памук, уљана репица, шећерна репа, пиринач, лан отпорни на хербициде.

Гајене биљке садрже мање природних, ендегених пестицидних састојака него њихови дивљи сродници (Симоновић, 2011, стр.285). Отуда се и дошло на идеју да се отпорност гајених усева на штетне инсекте постигне уграђивањем у биљку гена одговорног за стварање супстанци смртоносних за инсекте као што је БТ-токсин који потиче од земљишне бактерије *Бациллус тхурингиенсис*, чији сојеви стварају природни пестицид (инсектицидни протеин).

Од свих особина трансгених биљака до сада је за пољопривредну производњу најважнија отпорност на хербициде.

Б) У другој групи су особине које се односе на хранљиву вредност, укус биљке (плода), трајност плодова и њихово сазревање, боју, мирис и продужену свежину украсних биљака. Пример промењеног квалитета плода је *флавр савр* парадајз, који је дуго остајао чврст, а створен је у последњој деценији прошлог века. Овде спада и златни пиринач, сунцокрет са високим садржајем олеинске или ниским садржајем линолне киселине у уљу или дуван без никотина.

В) Уношењем одређених особина (гена) у биљке долази до промене начина коришћења усева који постаје својеврсна фабрика хемијских састојака важних за фармацију и индустрију. Важни производи ГМ биљака су терапеутски протеини (третирање болести, вакцине), текстилна влакна, разградива пластика и др.

Посебно треба истаћи значај терминатор технологије којом се ограничава коришћење ГМ биљака тако што семе које оне доносе не може да клија (Симоновић, 2011. стр.335). Циљ примене ове технологије је да заштити економске интересе и ауторска права произвођача ГМ биљака. Другим речима, пољопривредници сваке године морају да купују семе од компанија које су власници сорти. Мада се терминатор технологија још увек не примењује у пракси, она би, ако заживи, могла да ауторска права селекционара преведе у монопол и тако доведе у тежак положај мале произвођаче који се ослањају на аутохтоне сорте чије семе производе генерацијама.

Зелена револуција vs. генска револуција

Ако се упореде развој и достигнућа зелене револуције са развојем и достигнућима најновије генске револуције можемо уочити извесне сличности и разлике између њих. Генска и зелена револуција неодвојиве су од примене науке и технологије ради добијања нових сорти које имају одређене предности у односу на старије; утичу на развој семенске индустрије и светске пољопривреде и упркос великим напорима САД, из различитих разлога, ни зелена ни генска револуција нису се прошириле у све делове света (Wu and Butz, 2004. р.ххiii). Постоје и разлике између зелене и генске револуције. Најпре, ниво технологије која се примењује за добијање трансгених биљака знатно је виши од нивоа технологија зелене револуције; затим семе трансгених усева добија се првенствено у приватним компанијама, док су нове сорте зелене револуције углавном долазиле са универзитета и државних истраживачких програма. На крају, политичка клима у којој наука може да утиче на свет увођењем новина значајно се променила од зелене револуције до данас (Wu and Butz, 2004. р.ххiii).

У погледу понашања јавности према новинама у области пољопривреде некада и сада чини се да су промене које је донела зелена револуција лакше и мирније прихваћене него увођење трансгених организама. И то из бар два главна разлога. Први се односи на неизвесности око утицаја ГМО на природне екосистеме и на здравље људи и животиња што примену технологије добијања трансгених биљака квалификује као еколошки рулет (Бранков, 2005, стр.103). Други се тиче економских последица увођења ГМ усева на сиромашне земље које неће моћи лако да освоје и примене нове скупе технологије.

Закључак

Пољопривреда је прошла дуг развојни пут, али све до скоро она суштински није мењала своју физиономију. У 20. столећу десиле су се две велике промене – зелена револуција и генска револуција, које су трајно промениле улогу пољопривреде у друштву, будући да она више није начин живота и привређивања већ једна грана индустрије. Данашња пољо-

привреда прожима се са биотехнологијом и важан је чинилац глобализације у којој је савремена техника постала „метафизика на врхунцу“ (Јауковић, 2002). Увођење пољопривреде у економију високих технологија на почетку 21. столећа све је израженије, а глобализација производње хране и њена контрола путем патентних права добија све већи политички значај.

Литература

- Бранков-Палић, Т. 2013. *Храна будућности или биотероризам*. Београд: Службени гласник.
- Cleaver, H.M.J. 1972. The Contradictions of the Green Revolution. *The American Economic Review*, pp. 177-186.
- Cochrane, W. 1979. *The Development of American Agriculture*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Darrell, A., Williams, R., & Williams, G.G. 1977. History of Chemical Fertilizer Development. *Soil Science Society of America Journal*, 41, pp. 260-265.
- Дарвин, Ч. 1985. *Постанак врста*. Београд: Нолит. превод: Н. Дивац.
- Dimitri, C., Efland, A., & Conklin, N. 2005. *The 20th Century Transformation of US Agriculture and Farm Policy*. United States: Department of Agriculture.
- FAOSTAT Преузето са faostat.fao.org/site/339/default.aspx 2014 Јун 30.
- Јауковић, С. 2002. *Техника као медијум глобализације*. Предавање одржано у Дому културе Студентски град 3. 6.
- Malthus, R.T.(1798). *An Essay on the Principle of Population. As it affects the future improvement of society with remarks on the speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and other writers*. Преузето са www.esp.org/books/malthus/population/malthus.pdf 2014 Јун 30.
- Perkins, H.J. 1997. *Geopolitics and the green revolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Симоновић, А. 2011. *Биотехнологија и генетичко инжењерство биљака*. Београд: ННК интернационал.
- Truman, H.(1949). *Inaugural Address*. Преузето са www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=13282 2014 Јун 30.
- Wu, F., & Butz, W.P. 2004. *The future of genetically modified crops. Lessons from the Green Revolution*. Santa Monica, USA: RAND Corporation.
- Жакоб, Ф. 1978. *Логика живог*. Београд: Нолит. превод: Д. Маруџић - Павловић.

CHALLENGES OF NEW FOOD

FIELD: Technology of Food Production
ARTICLE TYPE: Original Scientific Paper
ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Abstract:

The article draws attention to the development of science and technology in 19th and 20th century, biology and chemistry in particular, and its relation with the green revolution of the middle of 20th century and the gene revolution of the end of 20th century. These two revolutions have resulted in significant changes in food production and integrated agriculture into high technology-based economy.

Key words: *agriculture, green revolution, science, biotechnology, GMO.*

Датум пријема чланка/Paper received on: 15. 07. 2014.

Датум достављања исправки рукописа/Manuscript corrections submitted on: 21. 07. 2014.

Датум коначног прихватања чланка за објављивање/ Paper accepted for publishing on: 22. 07. 2014.

PREGLEDNI ČLANCI REVIEW PAPERS

LEGURE KOJE PAMTE OBLIK I NJIHOVA UPOTREBA U MEDICINI

Dejan I. Tanikić^a, Miodrag T. Manić^b, Saša S. Ranđelović^b,
Darko M. Brodić^a

^a Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru

^b Univerzitet u Nišu, Mašinski fakultet

DOI: 10.5937/vojtehg62-5598

OBLAST: materijali

VRSTA ČLANKA: pregledni članak

JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

Legure koje pamte oblik predstavljaju specifične materijale koji imaju sposobnost da promene svoj oblik i vrate se u neko zapamćeno stanje izazvano promenom temperature na kojoj se nalaze. Zbog svojih specifičnosti i neuobičajenih karakteristika, veliki je i raznovrstan spektar oblasti primene ovih materijala. Pored toga, ovi materijali najčešće su i biokompatibilni, što omogućava i njihovu primenu u medicini. U ovom radu biće predstavljene osnovne karakteristike legura koje pamte oblik, različite vrste mogućih transformacija ovih materijala, kao i neke od mogućnosti njihove primene u oblasti medicine.

Ključne reči: efekat pamćenja oblika, legura koja pamti oblik.

Uvod

Osnovna karakteristika legura koje pamte oblik (engl. Shape Memory Alloys – SMA) jeste njihovo samostalno vraćanje u neki svoj zapamćeni oblik prilikom promene temperature. Ova pojava primećena je još 30-ih godina prošlog veka na legurama na bazi bakra Cu-Zn i Cu-Sn (Mantovani, 2000). Međutim, jedna od najčešće korišćenih legura koje pamte oblik, poznata kao nitinol (legura na bazi nikla i titanijuma), otkrivena je tek krajem 60-ih godina prošlog veka, u Naval Ordnance Laboratory u USA, što se smatra i otkrićem i začetkom istraživanja na polju legura koje pamte svoj oblik.

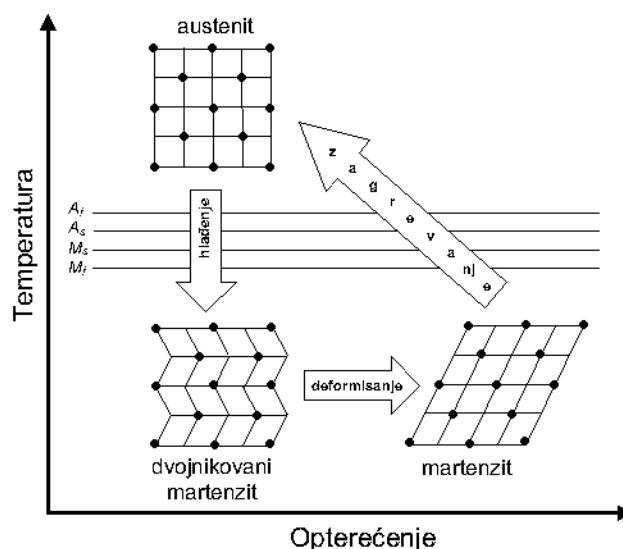
NAPOMENA: Ovaj rad je finansijski podržan od Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije u okviru projekta III41017 i TR34005.

Prva dokumentovana masovnjia upotreba legura koje pamte oblik zabeležena je 1971. godine, za izradu spojnika koje povezuju titanijumske cevne instalacije Grumman F-14 aviona (Melton, 1998). Glavni problem koji je na ovaj način rešen je spajanje titanijumskih cevi, koje se koriste radi smanjenja ukupne težine aviona, što predstavlja tipični primer primene naučnih saznanja za rešavanje konkretnih industrijskih problema. Početkom 80-ih godina prošlog veka zabeležena je značajnija primena legura koje pamte oblik u Japanu za izradu ventila za klima-uređaje. U isto vreme počinje sve masovnjia primena ovih materijala, prvenstveno za stomatološke, a zatim i za druge medicinske aplikacije. Postoji stalna težnja da se novi materijali, razvijeni uglavnom za potrebe vojne i aero-industrije, iskoriste i u medicini, za izradu kompatibilnih i funkcionalnih implantata, radi poboljšanja kvaliteta života pacijenata, kojima je to neophodno.

Principi funkcionisanja legura koje pamte oblik

U osnovi funkcionisanja legura koje pamte oblik nalazi se fazna transformacija u čvrstom obliku (slika 1), koja se naziva martenzitisna termoelastična transformacija iz martenzita u austenit i obrnuto (Ochonski, 2010). Ove transformacije odvijaju se na određenim temperaturama, pa su za razumevanje principa funkcionisanja legura koje pamte oblik karakteristične četiri temperature:

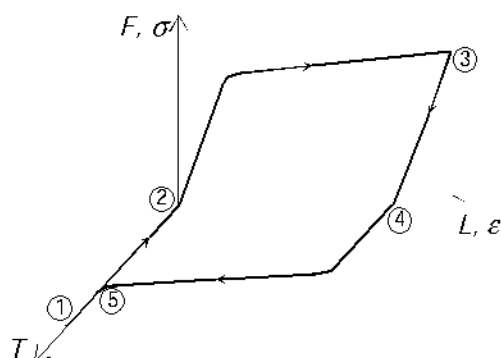
- M_s – početak formiranja martenzitisne faze,
- M_f – završetak formiranja martenzitisne faze,
- A_s – početak formiranja austenitne faze,
- A_f – završetak formiranja austenitne faze.



Slika 1 – Austenitno-martenzitisna transformacija
Figure 1 – Austenite-martensite transformation

Efekat jednosmernog pamćenja oblika

U slučaju efekta jednosmernog pamćenja oblika materijal se vraća u svoje prvobitno stanje jednostavnim zagrevanjem. Ovaj efekat ilustrovan je na slici 2.



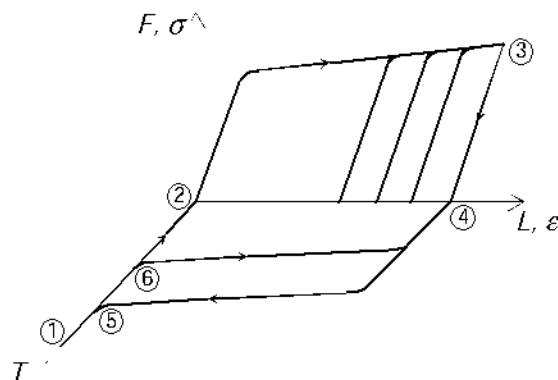
Slika 2 – Efekat jednosmernog pamćenja oblika
Figure 2 – One-way shape memory effect

Uzorak se u početnom trenutku nalazi na sobnoj temperaturi (tačka 1) u stanju austenita. U prvoj fazi uzorak se hladi, bez dejstva spoljnih sila, što je praćeno formiranjem martenzita (tačka 2). Zatim se, na sniženoj temperaturi, vrši deformisanje uzorka primenom spoljne sile – F , koja dovodi do promene dimenzija pripremljenog uzorka – L (tačka 3). Nakon rasterećenja, uzorak ostaje u deformisanom stanju (tačka 4). Zagrevanjem uzorka, on se vraća u prvobitni, nedeformisani oblik, što je praćeno ponovnom transformacijom iz martenzita u austenit (tačka 5).

Efekat dvosmernog pamćenja oblika

Osnovna odlika ovog efekta jeste promena oblika predmeta naizmeničnim zagrevanjem i hlađenjem, bez dejstva spoljašnjih sila (Slika 3). Uzorak se na početku nalazi u stanju austenita na sobnoj temperaturi (tačka 1). Hlađenjem se, bez primene spoljašnjeg opterećenja, vrši transformacija austenita u martenzit (tačka 2). Na sniženoj temperaturi uzorak se višestruko opterećuje i rasterećuje spoljašnjom silom – F , kako bi „zapamtio“ deformisani oblik (tačka 3). Nakon prestanka dejstva spoljašnje sile uzorak ostaje u deformisanom obliku, sa promenjenom dimenzijom – L (tačka 4). Zagrevanjem se vrši transformacija martenzita u austenit, i na taj način uzorak vraća početno, nedeformisano stanje (tačka 5). Međutim, za razliku od prethodnog slučaja, ponovnim hlađenjem (tačka 6) predmet se,

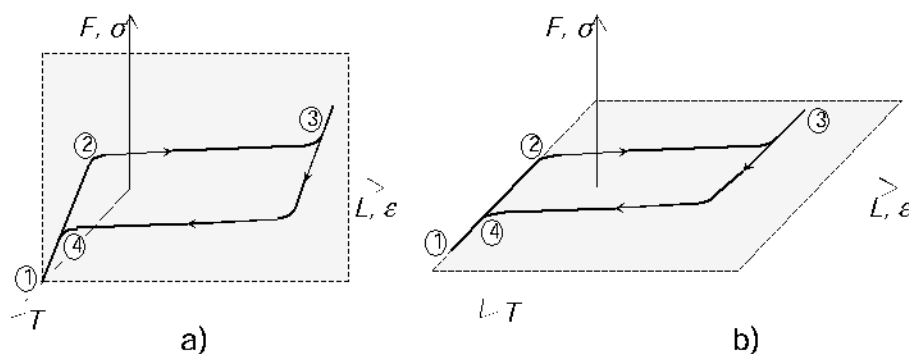
bez dejstva spoljašnjeg opterećenja, deformiše i dobija svoj „zapamćeni“ oblik (tačka 4). Na ovaj način dimenzije uzorka se menjaju bez dejstva ikakve spoljašnje sile, njegovim jednostavnim hlađenjem i zagrevanjem.



Slika 3 – Efekat dvosmernog pamćenja oblika
Figure 3 – Two-way shape memory effect

Supertermoelastični efekat

Prilikom dejstva spoljašnjih sila na neki materijal on se deformiše. Sposobnost materijala da se nakon prestanka dejstva spoljašnjeg opterećenja vrati u prvobitno stanje naziva se elastičnost i ovo svojstvo imaju gotovo svi materijali. Međutim, samo neki materijali imaju sposobnost da prihvate mnogostruko veće opterećenje i da se, nakon rasterećenja, vrate u prvobitni oblik. Ova osobina naziva se superelastičnost ili pseudoelastičnost. Supertermoelastični efekat podrazumeva superelastični i supertermički efekat.



Slika 4 – a) Superelastični efekat, b) supertermički efekat
Figure 4 – a) Superelastic effect, b) Superthermic effect

Superelastični efekat

Superelastični efekat odvija se pri konstantnoj temperaturi (slika 4 a). Na početku se uzorak nalazi u austenitnoj fazi (tačka 1), a zatim se vrši klasično opterećivanje spoljašnjom silom – F , pri čemu se menjaju dimenzije priprema – L . Sa povećanjem spoljašnjeg opterećenja dolazi do velike deformacije uzorka, koja se objašnjava formiranjem martenzita u unutrašnjosti austenitne faze priprema. Nakon toga, dolazi do dodatne elastične deformacije martenzitne faze akumuliranom silom – F , što dovodi do maksimalnog deformisanja uzorka (tačka 3). Konačno, sa prestankom dejstva spoljašnje sile, uzorak se rasterećuje i vraća u prvobitni oblik (tačke 4 i 1). Ova pojava slična je klasičnoj elastičnosti materijala, ali su deformacije materijala koji poseduju superelastičnost višestruko veće od deformacija koje se javljaju kod materijala koji nemaju ovu karakteristiku.

Supertermički efekat

Za razliku od superelastičnog efekta, supertermički efekat (slika 4 b) odvija se pri nekoj konstantnoj spoljašnjoj sili F , pri čemu je i u ovom slučaju na početku procesa uzorak u austenitnoj fazi (tačka 1). Smanjenje temperature praćeno je odgovarajućom kontrakcijom, odnosno promenom dimenzija priprema – L . Daljim smanjenjem temperature dolazi do formiranja martenzita unutar austenitne faze uzorka, što ima za posledicu vrlo velike promene dimenzije uzorka. Nakon toga sledi i dodatno skupljanje martenzita, koja je rezultat daljeg smanjenja temperature i koja dovodi do maksimalnog deformisanja uzorka (tačke 2 i 3). Proces je reverzibilan, jer se sa povećanjem temperature uzorak vraća u početno, nedeformisano stanje (tačka 4). Dakle, promena oblika vrši se pri stalnoj spoljašnjoj sili, jednostavnom promenom temperature, po čemu je ovaj efekat sličan efektu dvosmernog pamćenja oblika.

Biokompatibilnost i biofunktionalnost

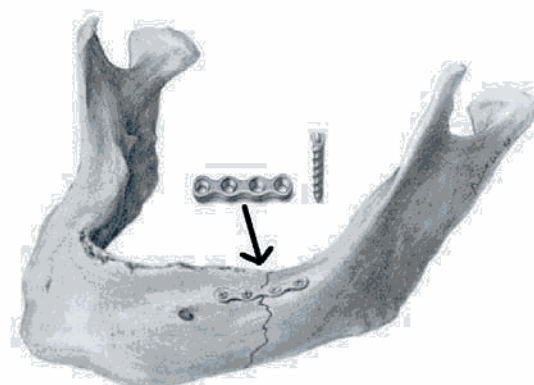
Zbog svojih specifičnih osobina materijali koji pamte oblik već su našli mnogobrojne primene u najrazličitijim oblastima, a svoju sve širu primenu nalaze i u medicini. Već duže vreme koriste se za izradu medicinskih implantata. Dve su osnovne karakteristike koje implantati moraju da poseduju: biokompatibilnost i biofunktionalnost. Biokompatibilnost podrazumeva da se implantat od nekog materijala može koristiti u ljudskom telu (kratkoročno ili dugoročno) bez ikakvih negativnih posledica po ljudski organizam, odnosno da nije toksičan po organizam u predviđenom roku. Materijali koji su biokompatibilni nazivaju se biomaterijali, a biokompatibilnost je opisni izraz kojim se označava sposobnost materijala da se pona-

ša na odgovarajući način u organizmu u koji se aplicira. Takođe, postoji razlika između površinske i strukturalne kompatibilnosti (Tanikić, et al., 2012). Površinska kompatibilnost označava hemijsku, biološku i fizičku (uključujući površinsku morfologiju) pogodnost površine implantata za primenu kod tkiva domaćina. Strukturalna kompatibilnost predstavlja optimalnu adaptaciju implantata mehaničkom ponašanju tkiva domaćina. Bi-ofunkcionalnost, sa druge strane, obezbeđuje neometano izvršavanje svih potrebnih funkcija implantata, bez ikakvih ograničenja i ometanja funkcionisanja drugih delova organizma u predviđenom intervalu. Neophodno je da svaki potencijalni materijal za izradu implantata uspešno prođe tri testa: in vitro, in vivo i kliničku studiju. Kada se sve to ima u vidu, zaključuje se da samo mali broj materijala koji pamte svoj oblik zadovoljavaju sve potrebne kriterijume za korišćenje u medicini.

U prirodi postoji veliki broj legura koje pamte oblik, a najveći broj jesu legure na bazi gvožđa (FePt, FePd, FeMnSi), bakra (CuZn, CuZnAl, CuSn, CuAlNi), srebra, zlata, mangana, itd. Ipak, najširu primenu našla je legura NiTi (sa 48-52% Ni), poznata pod nazivom nitinol. Pored dobrih mehaničkih karakteristika, nitinol je odličan u pogledu biokompatibilnosti (Thierry, et al., 2002), kao i indiferentnosti u odnosu na magnetnu rezonancu i kompjutersku tomografiju (Holton, et al., 2002). Štaviše, ponašanje nitinola u ljudskom organizmu je mnogo povoljnije i prirodnije u poređenju sa klasičnim materijalima, najčešće korišćenim u medicini, kao što su čelik 316L i legure Co-Cr.

Primena u ortopediji

Opšte je poznato i prihvaćeno da se pločice od različitih materijala koriste za fiksiranje polomljenih kostiju sve do njihovog konačnog zarastanja. Međutim, materijali koji pamte oblik pružaju jednu novu mogućnost koja pozitivno utiče na konačno zarastanje prelomljenih delova kostiju. Naime, zarastanje kostiju je mnogo uspešnije i kvalitetnije ukoliko su prelomljeni delovi pritisnuti jedan ka drugom tokom zarastanja. Ova spoljašnja sila može se obezbediti korišćenjem pločica izrađenih od materijala koji pamte oblik, pri čemu se one prevashodno deformišu na nižoj temperaturi, a zatim se, nakon apliciranja na mesto preloma, nakon zagrevanja na telesnu temperaturu, one vraćaju u svoj zapamćeni oblik, tako da obezbeđuju stalnu silu kojom su polomljeni delovi kosti pritisnuti jedan na drugi. Primer pločice koja je primenjena za fiksiranje polomljene vilične kosti prikazan je na slici 5 (Machado, Savi, 2003). Za fiksiranje polomljenih delova kostiju uspešno se koriste i SMA žice. Žica se najpre podvrgava niskoj temperaturi i isteže, a zatim se, nakon apliciranja i zagrevanja telesnom temperaturom vraća u prvobitni oblik, obezbeđujući stalnu zatežuću silu. Na taj način izbegava se potreba stalnog pritezanja žice izrađene od klasičnog materijala, koja se tokom vremena isteže i opušta.



Slika 5 – SMA pločica za fiksaciju vilice
Figure 5 – SMA plate for mandible fixation

Ekperimentalna primena spojnica izrađenih od materijala koji pamte oblik počela je početkom 80-ih godina u Kini. Spojnice su bile izrađene od nitinola, a koristile su se za fiksaciju prelomljenih kostiju, obezbeđujući na taj način potrebnu pritisnu silu između slomljenih delova. Tokom četvorogodišnjeg prisustva u organizmu nisu primećene nikakve negativne posledice korišćenja ovih spojnica. Danas se spojnice od nitinola koriste u gotovo svim zapadnoevropskim državama. Izgled jedne takve spojnice pre i nakon deformacije usled promene temperature prikazan je na slici 6 a.



Slika 6 – a) SMA spojnica pre i nakon deformisanja, b) SMA odbojnik pršljenova pre i nakon deformisanja

Figure 6 – a) Shape memory staple before and after deformation, b) Shape memory spacer before and after deformation

Još jedna od mogućnosti primene SMA elemenata u medicini prikazana je i na slici 6 b (Petrini, Migliavacca, 2011). U ovom slučaju radi se o odbojniku koji služi za održavanje potrebne razdaljine između dva kičmena pršljena. Na ovaj način postiže se potreban efekat dejstva stalne strane sile, kojom se pršljenovi međusobno razdvajaju sa jedne strane, kao i onemogućavanje povreda kičme usled mogućih nepravilnih pokreta pacijenta, bez obzira na to u kojem se položaju nalazi. Takođe, ovaj odbojnik uspešno se koristi i kao pomagalo pri lečenju skolioze kičme.

Jedan od glavnih problema koji se javlja u ortopedskoj hirurgiji je upravo velika razlika u čvrstoći kostiju, odnosno živog tkiva i metalnih ili keramičkih implantata (Ryan, et al., 2006). Prilikom raspodele opterećenja između kosti i implantata veličina prouzrokovano napona u njima direktno je povezana sa njihovom čvrstoćom. S obzirom na to, očigledno je da je kost u znatnoj meri manje opterećena od implantata. Što je veći stepen razmimoilaženja čvrstoća tkiva i implantata to je veće razmimoilaženje u naprezanjima implantata i tkiva. Ovaj fenomen utiče na remodeliranje i proces ozdravljenja kostiju i dovodi do povećane poroznosti kostiju (poznate i kao atrofija kostiju). U praksi je pokazano da se, upotrebom implantata sa sličnom čvrstoćom koju ima i tkivo-domaćin, izbegava opasnost od ove pojave i na taj način poboljšava proces ozdravljenja kostiju. Imajući to u vidu, jasno je da je poželjno korišćenje materijala sa manjom čvrstoćom, pa su zbog toga implantati proizvedeni od poroznih NiTi legura predmet interesovanja u nekoliko poslednjih decenija. Poznatim metodama metalurgije prahova moguće je dobiti porozne NiTi legure sa potrebnim fizičkim i mehaničkim karakteristikama. Na taj način dobijaju se permanentni implantati, koji se tokom dužeg perioda u potpunosti prilagođavaju i asimiliraju u organizmu, bez ikakvih neželjenih posledica (Bansiddhi, et al., 2008).

Primena u stomatologiji

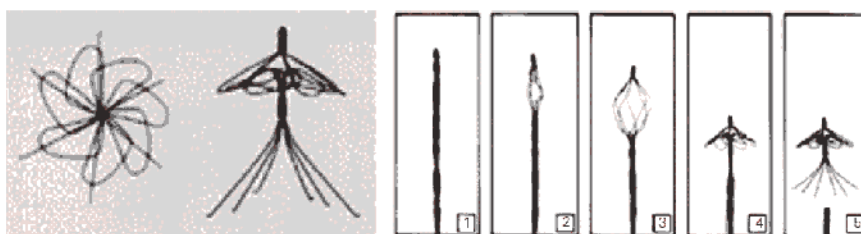
Superelastičnost je efekat koji se najčešće koristi u stomatološkoj primeni materijala koji pamte oblik. Zubne proteze predstavljaju pomagala koja obezbeđuju pravilan rast i korekciju položaja zuba, primenom sila kojima žica proteze deluje na zube. Sile koje se protezom ostvaruju ne smeju biti prevelike, jer mogu dovesti do deformisanja zuba, ali ni premale, jer se u tom slučaju ne ostvaruje potreban efekat. Ukoliko se proteze izrađuju od materijala koji pamte oblik može se postići efekat konstantne, ravnomerno dejstvujuće sile, koja pravilno deluje na korekciju rasta i položaja zuba tokom dužeg perioda (slika 7). U ovom slučaju period potreban da se ostvari pravilan raspored zuba znatno se smanjuje, pri čemu se smanjuje i broj poseta stomatologu zbog pritezanja žica proteze. SMA implantati takođe se uspešno koriste za izradu veštačkih zuba, kao i nedostajućih delova zuba, kao i za izradu stomatoloških alata i pribora.



Slika 7 – Proteze izrađene od legura koje pamte oblik
Figure 7 – Shape memory alloy dental braces

Kardiovaskularna primena

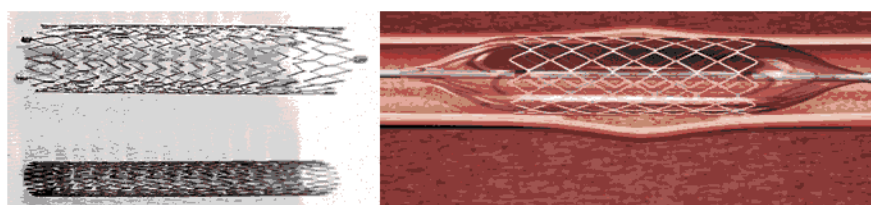
Materijali koji pamte oblik primenjuju se i u ovoj grani medicine, pri čemu se njihovom upotrebom izbegava potreba za klasičnim operativnim postupkom, koji najčešće zahteva i potpunu anesteziju. Simonov filter predstavlja jednu od prvih primena SMA materijala. Koristi se za prevenciju plućne embolije, a naročito je koristan kod osoba koje ne smeju da koriste antikoagulanste. Praktična uloga ovog filtera je „hvatanje i zadržavanje“ krvnih ugrušaka, sve do njihovog ponovnog rastvaranja u krvi. Apliciranje ovog filtera izvodi se primenom efekta pamćenja oblika, a faze aktiviranja filtera prikazane su na slici 8 (Machado, Savi, 2003).



Slika 8 – Simonov filter i faze kroz koje prolazi prilikom aktiviranja
Figure 8 – Simon filter and its activation phases

Filter se u početku nalazi u martenzitnoj fazi, i u tom stanju se održava pomoću katetera, kroz koji prolazi tečnost kojom se obezbeđuje snižena temperatura. Nakon konačnog postavljanja u krvni sud, na telesnoj temperaturi počinje transformacija martenzitne u austenitnu fazu. Na taj način filter se vraća u svoj prvobitno zapamćeni oblik, pri čemu obezbeđuje potrebnu funkciju.

U poslednjih nekoliko decenija veoma je učestala primena stentova od materijala koji pamte oblik, radi obezbeđivanja konstantnog unutrašnjeg prečnika krvnog suda. Stent se, pre upotrebe, nalazi u martenzitnoj fazi, a zatim se pomoću katetera, kojim se održava na sniženoj temperaturi, dovodi u zonu apliciranja. Nakon postavljanja stenta u željenu poziciju, telesna temperatura utiče na njegovo vraćanje u prvobitno zapamćeni oblik, odnosno transformaciju martenzitne u austenitnu fazu, pri čemu stent formira svoj konačni oblik, u kojem omogućava neometani protok krvi (slika 9).



Slika 9 – SMA stent i njegov izgled nakon apliciranja
Figure 9 – SMA stent and its shape after appliance

Hirurški instrumenti i pribor

Razvoj savremenih hirurških instrumenata i pribora omogućava izvođenje hirurških zahvata uz minimalno oštećenje okolnih tkiva. U skladu s tim trendom i dimenzije savremenih hirurških instrumenata su sve manje, uz istovremeno poboljšanje performansi. Zbog toga je upotreba hirurških instrumenata i pribora izrađenih od materijala koji pamte svoj oblik za ovu svrhu u stalnom usponu. Sposobnost instrumenata izrađenih od SMA da zapamte veoma komplikovane oblike, kao i superelastičnost, karakteristike su koje su od izuzetne važnosti za hirurške instrumente.

SMA korpa je hirurški instrument koji se, pored ostalog, može koristiti za uklanjanje kamena iz bubrega, žučne kese itd. (Kourambas, et al., 2000). Ova korpa se aplicira na sličan način kao i Simonov filter, korišćenjem katetera pomoću kojeg se korpa održava na sniženoj temperaturi u „sklopljenom” stanju. Nakon postavljanja u neposrednu blizinu kamena koji treba odstraniti, korpa se oslobađa i vraća u zapamćeni oblik (pod dejstvom telesne temperature), i na taj način obuhvata objekat, odnosno objekat biva „uhvaćen” u korpu i moguće ga je odstraniti na brz i efikasan način bez dodatnog oštećenja tkiva koje bi moralo biti izazvano klasičnom hirurškom intervencijom.

Sve veću primenu SMA hirurški instrumenti nalaze i u laparoskopiji (Duerig, et al., 1999). Pored dobrih osobina u pogledu dimenzija i težine, SMA instrumente karakteriše i mogućnost veoma finog i preciznog pozicioniranja i funkcionisanja. U slučajevima kada se ovi materijali koriste za izradu hirurških instrumenata za laparoskopiju, funkcije koje omogućava efekat pamćenja oblika uglavnom su prihvatanje, stezanje, sečenje itd.

Zaključak

Primena legura koje pamte oblik beleži intenzivni rast. Njihove povoljne mehaničke i fizičke karakteristike, kao i efekat pamćenja oblika, koriste se u gotovo svim oblastima nauke i tehnike. Štaviše, njihova biokompatibilnost je jedna od najbitnijih karakteristika koja ih svrstava u prioritetnu klasu materijala koji se koriste u medicini.

U ovom radu prikazani su osnovni vidovi funkcionisanja legura koje pamte oblik, kao što su jednosmerno i dvosmerno pamćenje oblika, superelastičnost i supertermičnost. Takođe, prikazane su i neke od mogućnosti primene legura koje pamte oblik u medicini. Danas su te legure veoma prisutne u medicini, ali se, zahvaljujući dobrim osobinama, u budućnosti može očekivati pronalaženje novih materijala, kao i novih vidova aplikacija ovih materijala.

Literatura

- Bansiddhi, A., Sargeant, T.D., Stupp, S.I., Dunand, D.C., 2008, Porous NiTi for bone implants: A review, *Acta Biomaterialia*, 4(4), pp.773–782.
- Duerig, T.M., Pelton, A., Stöckel, D., 1999, An overview of nitinol medical applications, *Materials Science and Engineering A*, 273(275), pp.149-160.
- Holton, A., Walsh, E., Anayiotos, A., Pohost, G., Venugopalan, R., 2002, Comparative MRI compatibility of 316L stainless steel alloy and nickel-titanium alloy stents, *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, 4(4), pp.423–430.
- Kourambas, J., Delvecchio, F.C., Munver, R., Preminger, G.M., 2000, Nitinol stone retrieval-assisted ureteroscopic management of lower pole renal calculi, *Urology*, 56(6), pp.935–939.
- Machado, L.G., Savi, M.A., 2003, Medical applications of shape memory alloys, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 36(6), pp.683-691.
- Mantovani, D., 2000, Shape memory alloys: Properties and biomedical applications, *JOM*, 52(10), pp.36-44.
- Melton, K.N., *General applications of SMA's and smart materials in: Shape memory materials*, [Internet], Dostupno na: <<http://catdir.loc.gov/catdir/samples/cam034/97036119.pdf>>, Preuzeto: 20.12.2013.
- Ochonski, W., 2010, Application of shape memory materials in fluid sealing technology, *Industrial Lubrication and Tribology*, 62(2), pp.99-110.
- Petrini, L., Migliavacca, F., *Biomedical Applications of ShapeMemory Alloys*, [Internet], Dostupno na: <<http://www.hindawi.com/journals/jm/2011/501483/>>, Preuzeto: 25.12.2013.
- Ryan, G., Pandit, A., Apatsidis, D., 2006, Fabrication methods of porous metals for use in orthopaedic applications, *Biomaterials*, 27(13), pp.2651–2670.
- Tanikić, D., Manić, M., Đenadić, D., Randelović, S., Milovanović, J., Đekić, P., 2012, Metals and Alloys in the function of biomaterials, *Vojnotehnički glasnik/The Military Technical Courier*, 60(2), pp.202-215.
- Thierry, B., Merhi, Y., Bilodeau, L., Trépanier, C., Tabrizian, M., 2002, Nitinol versus stainless steel stents: acute thrombogenicity study in an ex vivo porcine model, *Biomaterials*, 23(14), pp.2997–3005.

SHAPE MEMORY ALLOYS AND THEIR MEDICAL APPLICATION

FIELD: Materials

ARTICLE TYPE: Review Paper

ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary

Shape memory alloys - SMAs are specific materials which has the ability to change their shape and return to some memorized state, which is caused by the changes in their temperature. Because of their specificity and unusual characteristics, the area of usage of SMAs is very large and heterogeneous. SMAs are mostly biocompatible, which enables their usage in medicine. Some basic characteristics of the shape memory alloys,

different types of their transformations, as well as some possibilities of their usage in medicine will be presented in this paper.

Introduction

The main characteristic of the shape memory alloys, their possibility to return to some remembered state, has been noticed on copper based alloys in the thirties of the last century. However, nitinol (nickel-titanium alloy), as one of the most used SMAs, was discovered at the end of the sixties of the last century. The first documented large usage of SMAs was in 1971 for a coupling to connect titanium hydraulic tubing in a Grumman F-14 aircraft. The large usage of SMAs for the production of valves in air condition systems was recorded in Japan in the eighties of the last century. The first usage of SMAs in the dental and medical fields was recorded at the same time.

SMA functionality principles

The main functionality principle of SMAs is explained by the solid state phase transition, called martensitic thermoelastic transformation from the austenitic to the martensitic phase and vice-versa.

One-way shape memory effect: In this case, material is firstly deformed at some lower temperature. Due to the one-way shape memory effect, the material can return to its memorized shape by simple heating.

Two-way shape memory effect: The main characteristic of this effect is changing of the material shape by its alternately heating and cooling, without any external forces.

Superthermoelastic effect: Some materials have the ability to accept extremely large loads and return to its original shape after unloading. This characteristic is known as superelasticity or pseudoelasticity.

Superelastic effect: This effect happens at the constant temperature. This occurrence is similar to the classical elasticity, but the deformations of the superelastic materials are multiple times larger than the deformations of classic materials.

Superthermic effect: Unlike the superelastic effect, this effect happens during loading with the constant external force. The changes in the material shape occur with the changes in the environment temperature, similar as in the case of the two-way shape memory effect.

Biocompatibility and biofunctionality

Two main demands which medical implants must fulfil are biocompatibility and biofunctionality. Biocompatibility means that the used implant material is non toxic, while biofunctionality provides smooth execution of all needed functions of the implant in the required period of time. There are many SMAs in the nature, the basis of most of them are Fe, Cu, Ag, Au, Mn... However, the most popular SMA is NiTi alloy, called nitinol, which shows good mechanical as well as biocompatible characteristics.

Applications in orthopedic surgery

Metal plates are already widely used in orthopedic surgery. However, metal plates and other orthopedic devices made from shape memory alloys provide some new, quality possibilities. It is a well-known fact that bone healing is much better in cases when broken

parts are pressed towards each other during healing. This external force can be obtained by using SMA plates. In this case, SMA plates are deformed at a lower temperature, and then applied onto the broken bone. After application, the plate is heated at the body temperature, which causes returning to the memorized shape, thus providing necessary force for broken parts to stick together.

Dental applications

Dental braces are medical devices that provide normal teeth growth and correction of the teeth disposition, using external forces obtained from the braces wires made from SMAs. Forces should not be too large because they can deform teeth, also they should not be too small because they will not be able to realize the main purpose. SMAs in braces enable constant and uniform external forces, which affects the teeth during a long period of time, avoiding the need for frequent dentist interventions.

Cardiovascular applications

SMA devices are commonly used in this medical field, resulting in avoiding classic operations which require total anaesthesia. The Simon filter is used for catching and holding clots of the blood stream, preventing the emboli in cases where a patient is unable to use anticoagulants. SMA stents are also very often used devices, the application of which is based on the shape memory effect. Stents enable constant fluid flow in potentially dangerous zones.

Surgery instruments and tools

The modern surgery requires minimal damage of the tissue, which implies the tendency towards small, extremely precise instruments and tools. The ability of SMA instruments to remember very complicated shapes, as well as the superelastic effect, are very important characteristics that can upgrade surgical instruments. The shape memory basket, the application of which is very similar to the Simon filter, is often used for removing kidney or bladder stones. The other applications of SMA instruments are guidewires, catheters, instruments for laparoscopy, etc.

Conclusion

Good mechanical and physical characteristics of shape memory alloys as well as the ability to remember some previous shapes are widely used in almost all fields of science and engineering. Their biocompatibility is one of the crucial characteristics which classify them into the priority class of materials for biomedical usage. The first part of this work explains the one-way shape memory effect, the two-way shape memory effect, the superelastic effect and the superthermic effect. After that, some examples of the SMA applications in biomedicine are presented.

Key words: shape memory effect, shape-memory alloy.

Datum prijema članka/Paper received on: 28. 02. 2014.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 18. 03. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 20. 03. 2014.

STRUČNI ČLANCI PROFESSIONAL PAPERS

ALLOYING OF TITANIUM BY OXYGEN DURING CHAMBER ELECTROSLAG REMELTING

Anatolij D. Ryabtsev, Oleksandr A. Troyanskyy, Volodymyr
V. Pashynskiy, Olga A. Snizhko
Donetsk National Technical University, 58 Artyoma str.,
Donetsk, 83001, Ukraine

DOI: 10.5937/vojteh62-6318

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

Abstract:

The paper presents the results of alloying titanium by oxygen in the process of chamber electroslag remelting. As an oxygen-containing ligature, we used the electrodes-satellite from the reaction mass residues mixture from the retort lid for magnesium thermal reduction of a titanium sponge, a specially prepared gaseous argon oxygen mixture containing 30% oxygen applied directly to the melting space, micro-size (10-15 mm) powder particles of titanium oxide and titanium oxide nanopowder with a particle size of 21 ± 5 nm. The structure and the properties of titanium alloyed by oxygen from the oxygen-containing ligature, gas phase and titanium oxide powder during chamber electroslag remelting of the titanium sponge are investigated. It was found that at the oxygen content of 0.053%_{mas.} to 0.22%_{mas.} in the metal formed a homogeneous single-phase structure typical for commercial titanium formed by polyhedral grains of the α -phase. The increase of the oxygen concentration in titanium for more than 0.22%_{mas.} leads to the formation of the microstructure with a typical needle structure, which allows it to be classified as the α' -phase.

Key words: titanium, oxygen, alloying, chamber electroslag remelting, structure, properties.

Introduction

Today Vacuum Induction Melting, Vacuum Arc and Electroslag Remelting processes, Electron Beam and Plasma-Arc Cold Hearth Melting are the main technological processes of producing metals and alloys for critical fields of application, aviation for example. It seems that these processes are well studied and standardized. Nevertheless, at recent years, new information concerning a standard process such as Electroslag Remelting appeared. This information is the evidence of principally new possibilities of ESR for metal and alloy refining and alloying. These investigations have been conducted in the Donetsk National Technical University for more than thirty years. The objective of this research is to investigate the refining possibilities of ESR in controlled atmosphere in a chamber furnace under calcium-containing fluxes. The presence of a chamber and controlled atmosphere creates favorable conditions for effective refining and alloying of metals and alloys due to the use of metallic calcium during the remelting process (Ryabtsev, Troyanskyy, 2005a).

Currently, the theoretical bases of Chamber Electroslag Remelting process are being developed, basic laws are investigated and technologies of manufacturing commercial ingots from different metals and alloys, including titanium, are created and realized (Ryabtsev, Troyanskyy, 2005b, pp.25-32).

Among perspective structural materials, titanium and its alloys occupy a special place. Due to its properties, titanium is a basic structural material for many industries, including medicine. In this case, the most important requirements for medical titanium alloys, along with high specific strength and resistance to impact loading, are corrosion resistance, biocompatibility and absence of their toxic elements (Ryabtsev, et al, 2009, 4, pp.1-3), (Troyanskyy, Ryabtsev, 2007, pp.28-31).

In medicine, most common is type VT6 titanium alloy (Grade 5). However, the presence of alloying element vanadium in its composition, under certain conditions, leads to the formation of toxic compounds in the body. Unalloyed titanium of VT-1-0 grade is safer. However, its strength characteristics are almost twice lower than those of alloy VT-6. Therefore, improving the strength characteristics of this titanium by doping "safe" elements, from a medical point of view, is a very urgent task. Such a "secure" component may be oxygen. In contrast to nitrogen and hydrogen, it can provide not only a negative effect on the properties of titanium, but also a positive one. Thus, a small amount of oxygen is an

economical alloying element that enhances the strength of titanium. By controlling its content in the metal, it is possible to reach the optimal ratio of plastic and strength characteristics of the titanium alloy (Ryabtsev, et al., 2012, pp.7-11), (Ryabtsev, et al., 2011, pp.39-42).

It is very important in this case to ensure uniform distribution of oxygen in the metal and the desirable form of its existence in it. This is achieved by applying appropriate technologies of melting and heat treatment of titanium. As a melting technology, chamber electroslag remelting (ChESR) can be used, which, along with the refinement in a controlled atmosphere, can further organize additional alloying of titanium. Moreover, because of its specificity, additional alloying can be done from the gas phase and by using different alloys. Similarly to other remelting processes, ChESR provides a good structural and chemical homogeneity of ingots with a typical as-cast structure (Reitz, et al, 2007), (Friedrich, et al, 2009, pp.295-301) (Benz, et al, 1999, pp.364-368), (Ryabtsev, Troyansky, 2008, pp.39-42).

Insufficient knowledge of the structure and properties of titanium alloys alloyed by oxygen during ChESR as well as the impact of different heat treatment methods on them is a constraint to a wider application of these materials instead of, for example, expensive and unsafe alloys of VT6 type.

In this paper, studies of different techniques of titanium alloying by oxygen are investigated. The effect of oxygen and heat treatment on forming the structure and the properties of titanium produced by chamber electroslag remelting is studied.

The goal of the investigation is to establish the basics of the structure and the properties of titanium alloyed by oxygen formation in the process of chamber electroslag remelting, and to develop the methods of controlling the process of structure formation by thermal and deformation effects.

Experimental

In this work,, chamber electroslag remelting was used for obtaining samples of titanium alloyed by oxygen. As an oxygen-containing ligature, we used the electrodes-satellite from the reaction mass residues mixture from the retort lid for magnesium thermal reduction of the titanium sponge (Ryabtsev, et al, 2007, pp.3-6) specially prepared gaseous argon oxygen mixture containing 30% oxygen applied directly to the melting space (Ratiev, et al, 2010, pp.8-12), (Ryabtsev, et al, 2011, pp.39-42), (Ryabtsev, 2011, pp.175-188); micro-size (10-15 mm) powder particles of

titanium oxide and titanium oxide nanopowder with a particle size of 21 ± 5 nm (Ryabtsev, et al, 2012, pp.7-11).

Alloying by oxygen was carried out in accordance with the scheme shown in Fig. 1.

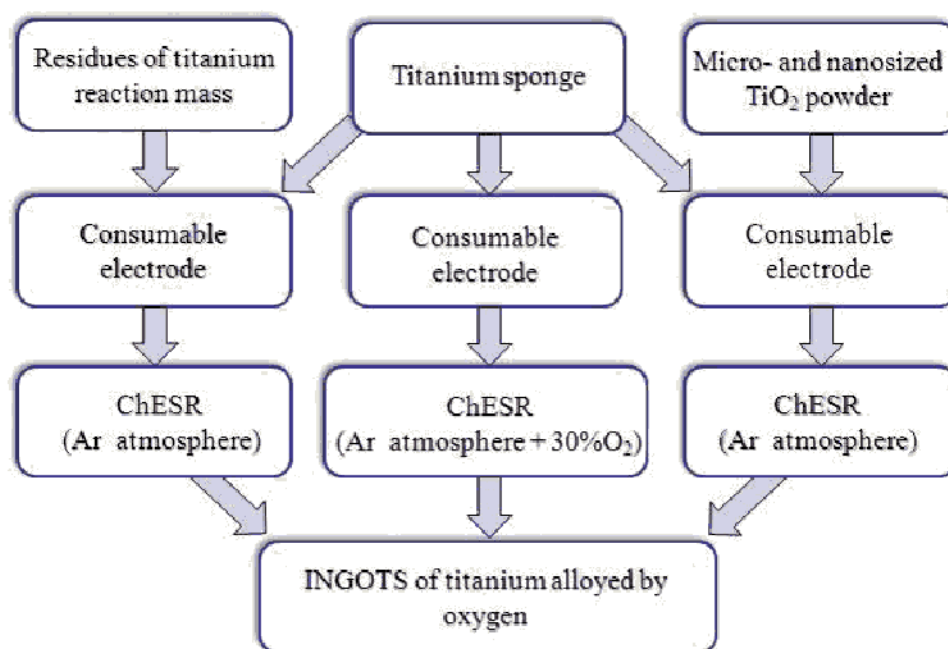


Fig. 1 – Principle of titanium alloying by oxygen
Slika 1 – Princip legiranja titanijuma pomoću kiseonika

The ingots of titanium with oxygen content up to 0.40%_{mas.} alloyed by the reaction mass residues mixture, up to 0.27%_{mas.} - alloyed from the gas phase and up to 0.73%_{mas.} - by the introduction of powdered TiO₂ are obtained.

In the first variant, the so-called oxygen-containing ligature was used as an oxygen-containing material. As a raw material for its preparation, the residues of the reaction mass from the retort lid for magnesium recovery of a titanium sponge were used. In the case of the application of the residues, the electrodes – «satellites» were made, which were welded on to the basic electrode, pressed from a titanium sponge of TG-110 grade (Fig. 2).

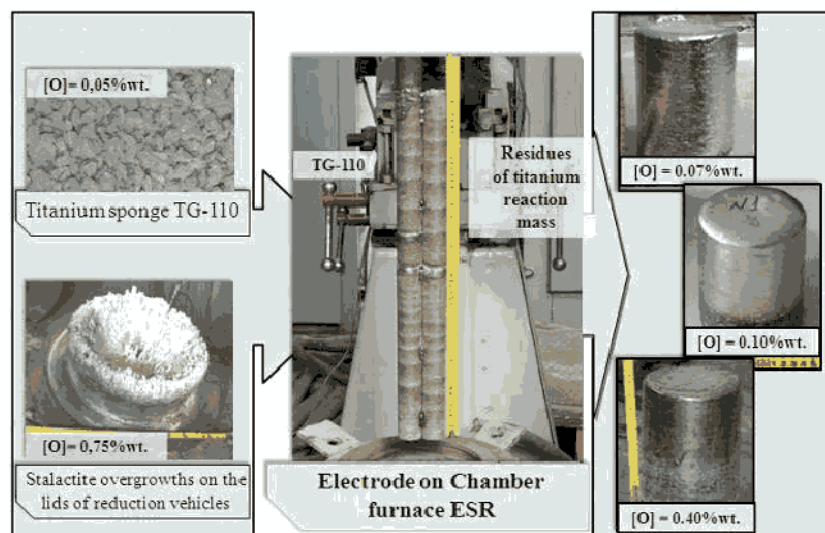


Fig. 2 – Alloying of titanium by oxygen from satellite electrode
Slika 2 – Legiranje titanijuma pomoću kiseonika iz elektrode „satelita”

The resulting composite electrodes were melted in a copper water-cooled crucible with a diameter of 115 mm and a height of 500 mm. The following variants were conducted: melting 1 - 100% of the electrode from the titanium sponge TG-110; melting 2 - 100% of the electrode from the reaction mass, melting 3 - a composite electrode from 50% of the titanium sponge TG-110 and 50% of the reaction mass, melting 4 - 100% of the electrode of the titanium sponge TG-110. During melting, the pressure of argon was around 15-30 kPa to compensate for its possible loss.

The powder of calcium fluoride (CaF_2), grade "Ch" - (TU 6-09-5335-88) annealed at 973K for 3 hours and metallic calcium (Ca) were used as flux-forming materials.

The flux was melted directly in the crucible using a "solid" start. Remelting was conducted under pure CaF_2 (meltings 1-3) and the flux system $\text{CaF}_2 + \text{Ca}$ (melting 4). The electrical parameters were kept constant ($U = 47 \text{ V}$, $I = 3.0 \text{ kA}$), providing good quality surface formation of cast ingots. As a result of remelting, the ingots of titanium were obtained with the oxygen content: № 1 - 0.10%_{mas.}, № 2 - 0.40 %_{mas.}, № 3 - 0.30 %_{mas.}, № 4 - 0.07%_{mas.}

This is due to the fact that the reaction mixture contained an increased amount of impurities in comparison with the titanium sponge. Thus, the nitrogen content is 10 times greater (0.011% of the original titanium sponge and 0.11% in the reaction mass), iron is almost 2 times higher (0.06% in the sponge and 0.09% in the reaction mass), carbon content is 4 times higher (0.004% and 0.16% respectively). Thus, the oxygen in the titanium impacts

on the changes in the morphology of the phases and can significantly increase the hardness and strength of titanium in the as-cast condition. This type of ligature can be used for commercial purity titanium with a relatively low content ($0.25\%_{\text{mas.}}$) of oxygen, such as Grade 1 - Grade 2.

In this work, the possibility of alloying titanium by oxygen directly from the gas phase in the process of chamber electro-slag remelting of a titanium sponge with different initial content of oxygen is considered. The application of the gaseous oxygen for alloying appears to be most economical. Out of the known metallurgical processes of melting titanium, chamber electro-slag remelting (ChESR) is, to the greatest extent, suitable for using such a source of oxygen, because alloying titanium by oxygen from the gas phase during the process of vacuum-arc and electron beam remelting is difficult due to the presence of vacuum in the working space. ChESR, unlike "canonical" ESR, allows to create any atmosphere in the working space and to refine effectively and additionally alloying the metal.

The pressed electrodes of 40 mm in diameter and 600 mm long have been remelted in the crucible with a diameter of 60 mm in an electro-slag furnace chamber developed on the basis of A-550 equipment. The equipment was additionally equipped with cylinders with an argon-oxygen mixture and with devices for the control of the consumption and pressure of gases (Fig. 3). As the source of gaseous oxygen, argon of the first grade, containing 0.002% oxygen, and a specially prepared argon-oxygen mixture ($O_2=30\%$) were used. The ingots of titanium with different content of oxygen (from 0.035 to 0.270 % O) were obtained.

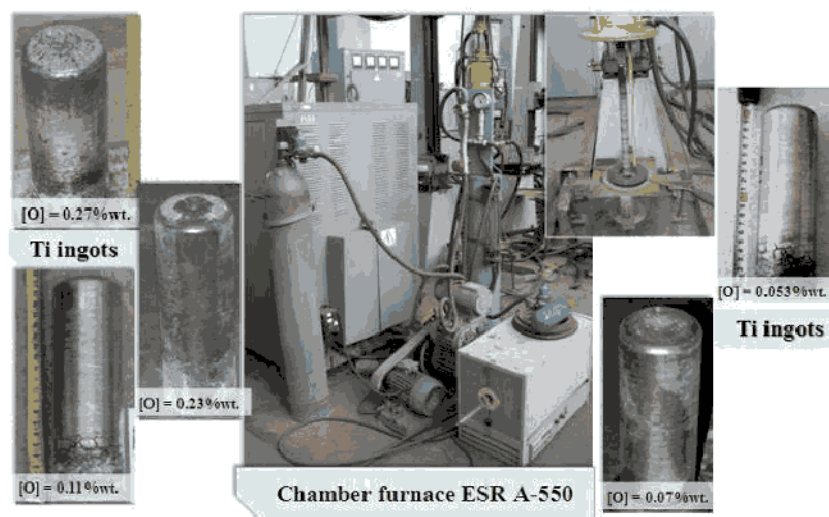


Fig. 3 – Alloying titanium by oxygen from gas phases
Slika 3 – Legiranje titanijuma pomoću kiseonika iz gasnih faza

The following investigations were devoted to the study of the possibility of alloying titanium by oxygen from titanium powder oxide. For this purpose, titanium oxide particles with a grain size of 10-15 nm and titanium oxide nanopowder with a grain size of 21 ± 5 nm (nanometers) were pressed in a consumable electrode made from a titanium sponge. The ingots with oxygen content up to 0.73%_{mas.} were obtained (Fig. 4).

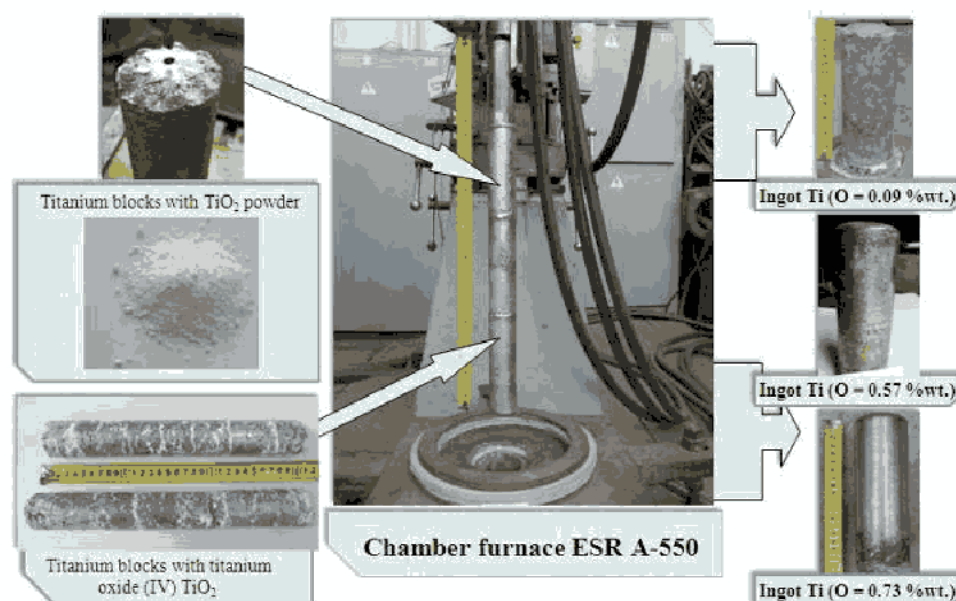


Fig. 4 – Alloying titanium by oxygen from TiO_2 particles
Slika 4 – Legiranje titanijuma pomoću kiseonika iz čestica TiO_2

The samples for chemical analyses and metallographic studies were cut from the ingots. Metallographic investigations at magnifications from $\times 50$ to $\times 5000$ were carried out on optical microscopes «Axiovert 40 MAT» (Carl Zeiss) and «Neophot 2» and a scanning electron microscope JEOL JSM-6490LV (JEOL, Japan), equipped with the energy dispersive spectrometer INCA Penta FETx3 (Oxford Instruments, England), the wave spectrometer INCA Wave (Oxford Instruments, England) and the backscattered electron diffraction detector HKL (Oxford Instruments, England).

The chemical composition of the metal was determined on an optical emission spectrometer «SPECTROMAX» company «SPECTRO» (Germany). The gas content was determined in the laboratories of IEW

named E.A. Paton NAS of Ukraine, Zaporozhye titanium and magnesium plant and Aachen University (Germany) on analyzers TN-114, RO-316 and RH-2, RH-3 "LECO" Company (USA). The mechanical tests and hardness measurements were carried out by standard methods.

Obtained results and discussion

The following data was obtained. The distribution of hardness and the dependence of the mechanical properties of cast titanium on the oxygen content for oxygen introduction from the satellite electrode and from the gas phase are shown in Fig. 5.

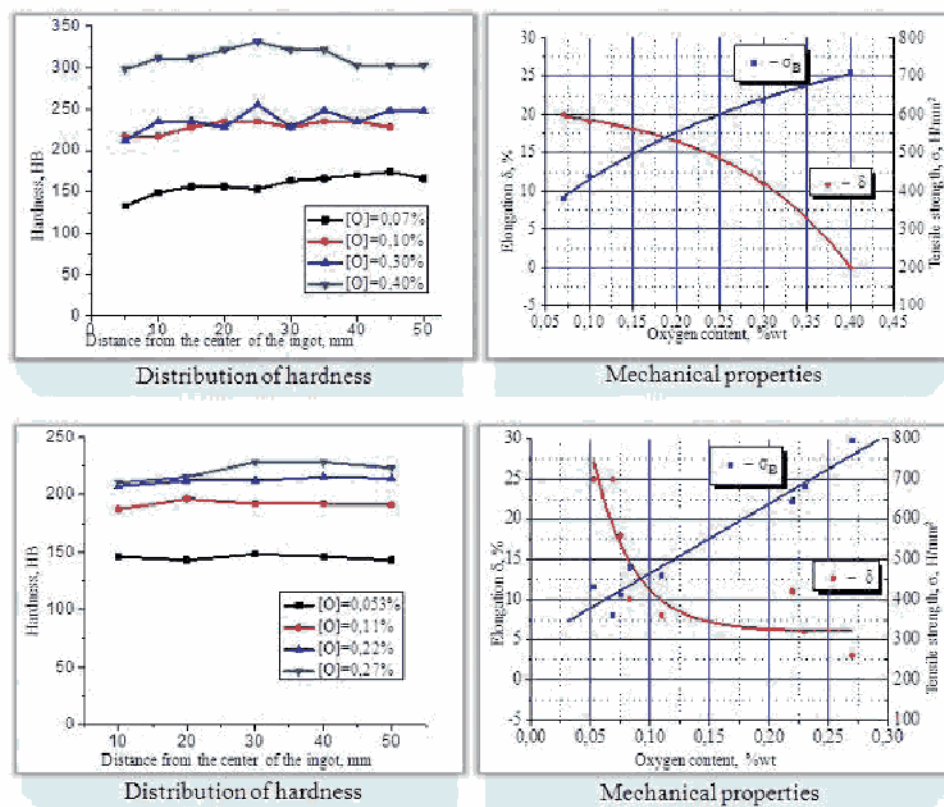


Fig. 5 – Distribution of hardness and the dependence of the mechanical properties of cast titanium on the oxygen content: a – alloying by oxygen from the satellite electrode; b – alloying by oxygen from the gas phase

Slika 5 – Raspodela tvrdoće i zavisnost mehaničkih karakteristika livenog titanijuma od sadržaja kiseonika: a – legiranje pomoću kiseonika iz elektrode satelita; b – legiranje pomoću kiseonika iz gasne faze

For both technologies, the uniform distribution of hardness in the cross section of the ingots is observed. This is the evidence of uniform distribution of alloying elements (oxygen in that number) in the ingot. As for the dependence of the properties on the oxygen content, it is different for the used technologies of alloying. For the alloying from satellite electrodes, the strength is increasing intensively from 350 – 370 N/mm² (for oxygen content 0.05 – 0.07%) to 700 N/mm² (for oxygen content 0.4%). The growth of strength properties corresponds to the decrease of relative elongation from 20% to a level close to 0%. The technology of alloying from the gas phase provides more active strengthening from 350 – 370 N/mm² for the oxygen content 0.05 – 0.07% to 800 N/mm² (for oxygen content 0.27%). Higher strengthening corresponds to more intensive decreasing of plasticity. The elongation reached values 5 – 7% at the oxygen content of more than 0.1%.

The addition of titanium oxide in the form of nanopowder ([O] = 0.175 - 0.73%_{mas.}) not only leads to an increase of hardness of as-cast metal but this technology permits to receive the refinement of the ingot structure. The highest hardness - 294 HB is observed in a metal sample with an oxygen content of 0.73%_{mas.}, obtained by uniform titanium oxide nanopowder input during ingot remelting. Thus, the examination of the metal showed that the use of TiO₂ powders as an oxygen ligature leads both to an increase in the oxygen content in the metal and to a beneficial change in the structure and hardness of titanium.

The microstructure of titanium (Fig. 6), obtained by alloying from the reaction mass residues mixture, containing from 0.07 to 0.40%_{mas.} oxygen, is formed by the α and α' phases, respectively. Dispersibility depends on the oxygen content. Increasing the oxygen content to 0.3 %_{mas.} does not lead to a substantial change in the morphology of the α -phase. With further increase of oxygen in titanium to 0.4%, the microstructure obtains a typical needle character that allows it to be classified as the α' -phase. The formation of this structure is accompanied by a sharp increase in hardness.

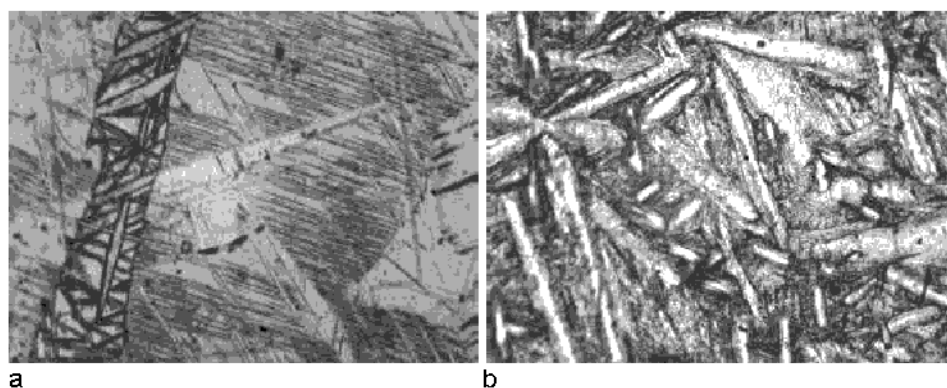


Fig. 6 – The microstructure of titanium alloyed by oxygen from the ligature:

a – [O]=0.07%_{mas.}; b – [O]=0.4%_{mas.}, $\times 500$

Slika 6 – Mikrostruktura titanijuma legiranog kiseonikom iz ligature:

a – [O]=0.07%_{mas.}; b – [O]=0.4%_{mas.}, $\times 500$

The structure of titanium alloyed from the gas phase is shown in Fig. 7. In the as-cast state, in the metal forming a homogeneous single-phase structure, morphology is also dependent on the oxygen content. Thus, the microstructure of the metal with the oxygen content in it at 0.053%_{mas.} is typical for technical titanium. Increasing the oxygen content to 0.22%_{mas.} does not lead to a substantial change in the morphology of the α -phase. With the further increase of the oxygen content in titanium up to 0.22%_{mas.}, microstructure becomes a typical needle character that allows to classify it as the α' -phase. In this case, the needle α' -phases have a considerable extent: their length reaches 200 - 400 microns.

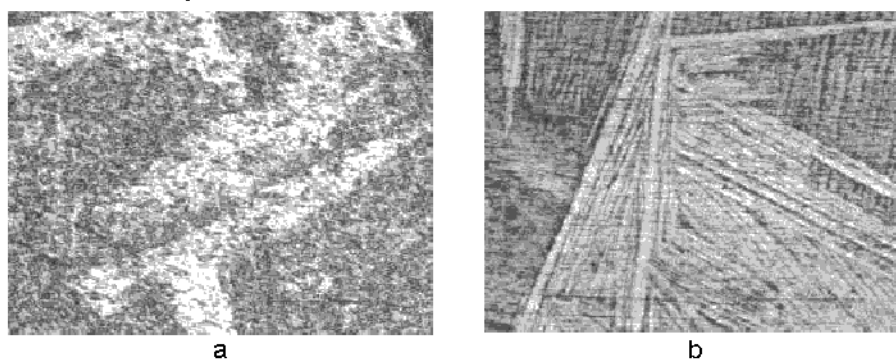


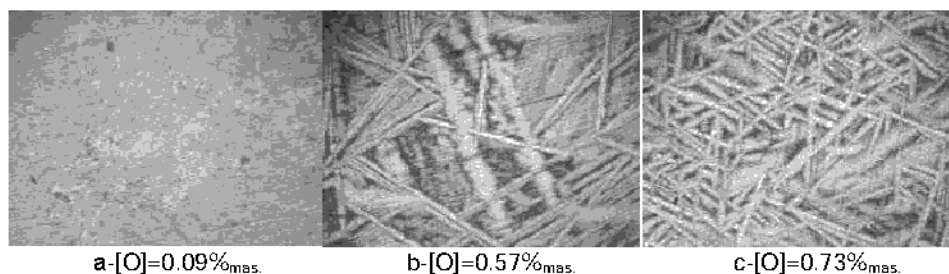
Fig. 7 – The structure of as-cast titanium alloyed by oxygen from the gas phase :

a – [O]=0.075%_{mas.}; b – [O]=0.27%_{mas.}, $\times 100$

Slika 7 – Struktura termički neobrađenog titanijuma legiranog iz gasne faze:

a – [O]=0.075%_{mas.}; b – [O]=0.27%_{mas.}, $\times 100$

The structure of titanium alloyed from the gas phase is shown in Fig. 8. During using micro- and nano-size powders of titanium oxide as an oxygen-containing ligature, changes in the structure of titanium were observed as well as the increase of its hardness. Using nanosize particles leads to the increase of oxygen content and the refinement of structure.



a-[O]=0.09%_{mas.}

b-[O]=0.57%_{mas.}

c-[O]=0.73%_{mas.}

Fig. 8 – Structure of titanium obtained by ChESR: a-not alloyed by oxygen, b and c-alloyed by oxygen from the titanium oxide powder (b – microsize, c-nanosize), $\times 100$

Slika 8 – Struktura titanijuma dobijenog u peći za elektopretapanje pod troskom:
a – nelegiranog kiseonikom, b i c – legiranog kiseonikom iz praha titanijum-oksida
(b – mikroveličina, c – nanoveličina) $\times 100$

One of important techniques of structure and properties control is the heat treatment of alloy. Fig. 9 shows that in the annealed state with increasing the oxygen content, the morphology of the structure is still similar. It is formed from elongated grains. Separate groups of grains have a similar spatial orientation, forming a so-called "basket weave" pattern. The effect of oxygen realizes itself in the formation and coarsening of the structure of larger grains. At the same time, attention is drawn to the fact that the structure consists of dark- and light-etched areas, and, with the oxygen content increase, the proportion of the light phase increases. It has been suggested that different etchability takes place due to the formation of different structural or phase components in the alloy.

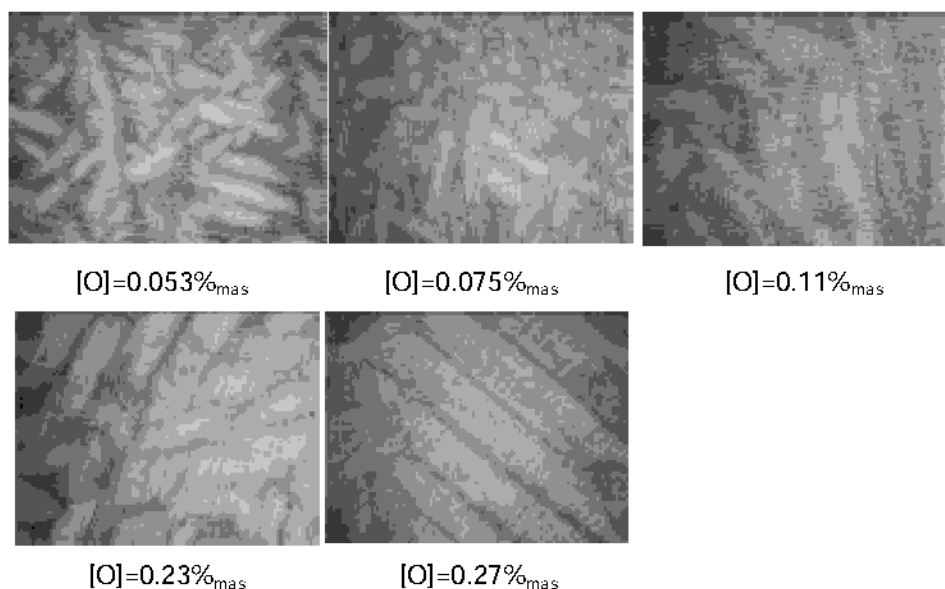


Fig. 9 – Microstructure of titanium samples with different oxygen content after annealing, x100 (numbers below figures indicate the oxygen content in % by weight)

Slika 9 – Mikrostrukture uzoraka titanijuma s različitim sadržajem kiseonika nakon žarenja, x100 (brojevi ispod slike označavaju sadržinu kiseonika u težinskim procentima)

To check this assumption, the X-ray analysis of the samples with the oxygen content 0.053%_{mas.} and 0.27%_{mas.} was conducted and the microhardness of the structural components was identified. The results of the X-ray analysis showed that, despite the formation of heterogeneous structure in terms of phase composition, the alloys are single phased and have a hexagonal lattice α - modification of titanium.

The microhardness of the dark component in both alloys is constant at 2760 - 2850 N/mm². The microhardness of a light component is much higher and changes depending on the content of oxygen in titanium. It was significantly higher than the microhardness of the dark component, and its value statistically significantly increases with the increase of oxygen content. To explain this fact, the assumption about the decomposition of the solid solution of oxygen in the α -Ti into two components at room temperature was made. Herewith, the content of oxygen in one of them (dark) remains constant and lower than in the other (light). In the light component, it is higher and changed. With the growth of the total oxygen content in the alloy, its concentration in the light component increases, which leads to an increase in microhardness. Since oxygen forms a solid solution, the parameter of the hexagonal lattice c of titanium alloyed by oxygen is slightly higher than for pure titanium and is 0.4686 nm as compared to 0.4679 nm.

The analysis of the obtained data shows that the decomposition of the solid solution can lead to a further hardening of the alloy, but increases the risk of brittle fracture. To decrease the harmful influence of structure coarsening, a method of its refinement must be found. The heat treatment that includes the quenching at temperatures which correspond to the β -field of state diagram was tested as a way of obtaining a refined grain structure.

Taking into account the influence of oxygen on the temperature of the α - β phase transformation, it was necessary to determine the temperature of the phase transformation for the alloys with different oxygen content.

By the method of trial quenching, we identified the temperature at the beginning and the end of the phase transformation $\alpha \rightarrow \beta$ for titanium which was alloyed by oxygen from the gas phase to the content of 0.053%_{mas.} and 0.27%_{mas.}. The initial microstructure of both samples is typical for cast titanium alloy and has a coarse character, and the microstructure of the samples was formed by the α -phase grains structure that had irregular shapes, which is typical for the slow cooling of the alloy during the β - α transformation. After heating to temperatures below the temperature of α - β transformation and rapid cooling, the morphology of structure must be unchanged. With the heating of the alloy in the β -field of the state diagram and following the development of the β - α' transformation at a high cooling rate, a change of a structure type to needle-like shape grains will take place. It was established that for the alloy with [O] = 0.053%_{mas.}, the temperature of complete phase transformation is 940 – 950 °C, and for [O] = 0.27%_{mas.} it is 990 – 1000 °C. The corresponding structures are shown in Fig. 10.

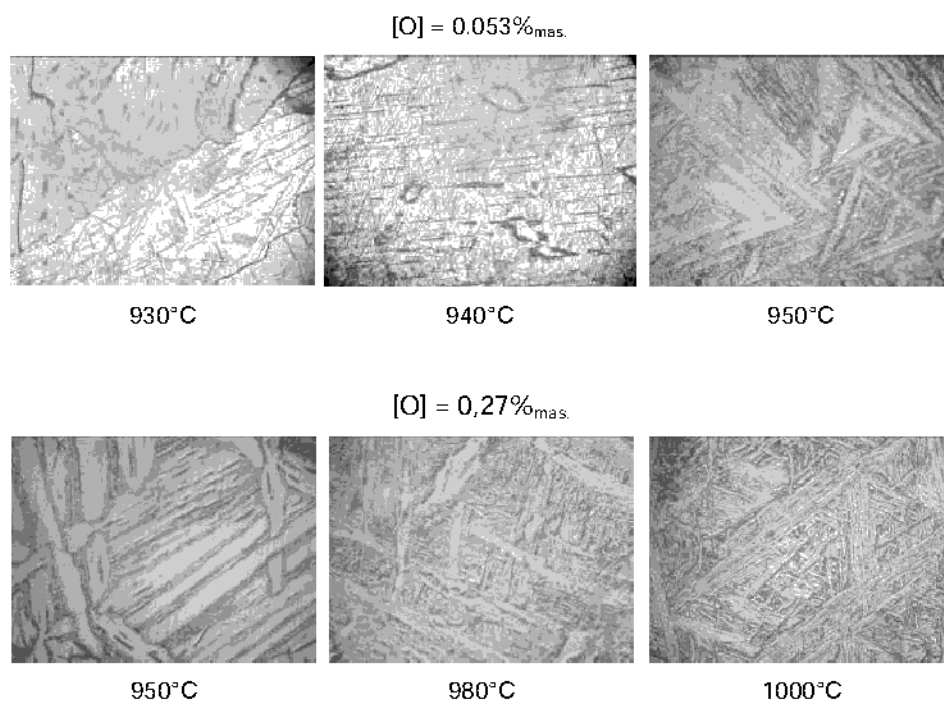
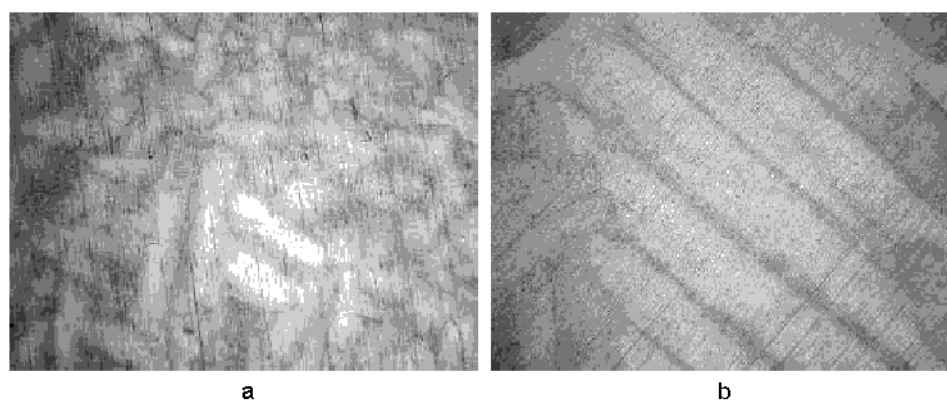


Fig. 10 – Change of structure type after reaching the β -field temperature, $\times 500$
Slika 10 – Promena tipa strukture nakon postizanja temperature β -polja, $\times 500$

Fulfillment of quenching from temperatures of β -field permits to obtain the refinement of structure comparing with annealed state (fig. 11). It was determined, that coarsening of initial annealed structure has not influence on final size of structure elements after quenching.



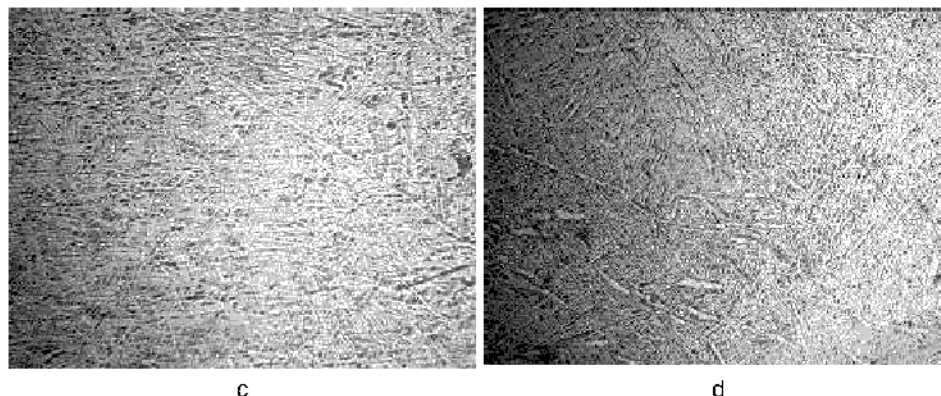


Fig. 11 – Structure of titanium, alloyed by oxygen from the gas phase, after annealing (a,b) and quenching (c,d): a,c - $[O]=0.075\%_{\text{mas.}}$; b,d - $[O]=0.22\%_{\text{mas.}}$, $\times 100$

Slika 11 – Struktura titanijuma legiranog kiseonikom iz gasne faze, nakon žarenja (a,b) i kaljenja (c,d): a,c - $[O]=0.075\%_{\text{mas.}}$; b,d - $[O]=0.22\%_{\text{mas.}}$, $\times 100$

Another promising way of structure refinement is severe plastic deformation by hydroextrusion. After the plastic deformation, the structure becomes finer. With increasing the oxygen content, significant differences in the structure are not observed (Fig. 12). However, there is an improvement in mechanical properties.

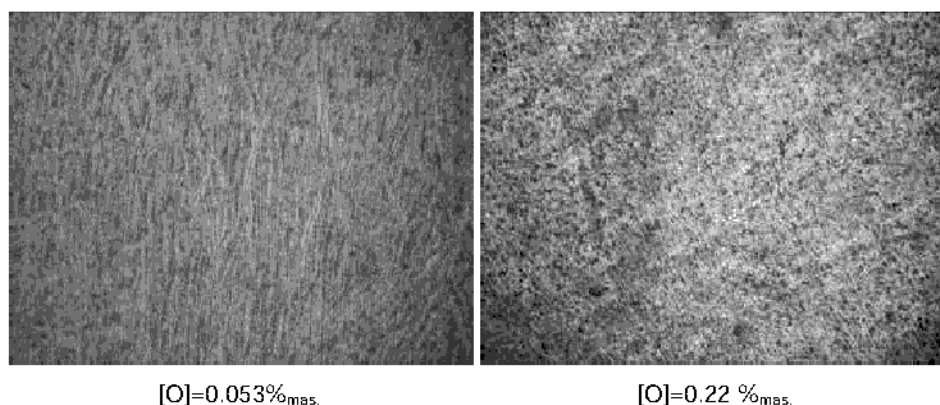


Fig. 12 – Structure of titanium, containing various concentrations of oxygen, after plastic deformation by hydroextrusion, $\times 100$

Slika 12 – Struktura titanijuma sa različitim koncentracijama kiseonika nakon plastične deformacije hidroekstruzijom, $\times 100$

The mechanical properties after plastic deformation of titanium are presented in Table 1.

Table 1 – Mechanical properties after plastic deformation of titanium
Tabela 1– Mehaničke karakteristike titanijuma nakon plastične deformacije

State of material	Oxygen content, % _{mas.}	UTS N/mm ²	Yield limit N/mm ²	Relative elongation δ , %
as-cast	0.053	430	325	25
deformed	0.053	640	595	16
as-cast	0.22	645	575	11
deformed	0.22	840	775	10

The obtained results show that increasing the oxygen content of titanium to 0.053 to 0.22%_{mas.} by weight increases the strength of the metal after severe plastic deformation on 31%, while ductility remains practically at the same level.

Conclusion

1. The chamber electroslag remelting as a metallurgical process illustrates an efficient way of alloying titanium with oxygen in the investigated range of 0.053 - 0.73 %_{mas.} at the application of reaction mass residues mixture, gas phase or micro-size (10-15 mm) powder particles of titanium oxide and titanium oxide nanopowder with a particle size of 21 ± 5 nm in the process of sponge remelting and provides good chemical and structural homogeneity of titanium ingots.

2. It was established that alloying titanium by oxygen in the chamber during the electroslag remelting from the reaction mass residues mixture permits to obtain the maximal concentration up to 0.4%_{mas.}, from the gas phase – up to 0.27%_{mas.}. Introducing oxygen in the form of nanoparticles permits to reach a maximal concentration up to 0.73%_{mas.}. All technologies permit to obtain uniform distribution of alloying elements in ingots.

3. Alloying of commercially pure titanium by oxygen during the chamber electroslag remelting allows obtaining structures with different morphologies in the cast and annealed condition. In the as-cast condition, increasing oxygen content higher than 0.22%_{mas.} of the transition from the formation of structures of polyhedral type to needle-type structures is accompanied by an increase in hardness of the material.

4. The increasing of oxygen content in titanium from 0.053%_{mas.} to 0.73%_{mas.} provides significant increasing of the hardness and strength of titanium, but decreases the plasticity. Technology of alloying from the gas phase permits to obtain higher strengthening than alloying by reaction mass residues mixture, but it is accompanied by sharper decrease of plasticity.

5. It is established that the embrittlement of alloys of the system "titanium - oxygen" is the result of the formation of a coarsened as-cast structure. The increase of plasticity needs the refinement of the structure. It may be provided by quenching the alloy from temperatures that correspond to the β -field of the state diagram or by a severe plastic deformation (hydroextrusion).

References

- Benz, M.G., Meschter, P.J., Nic, J.P., Perocchi, L.C., Gigliotti, M.F.X., Gilmore, R.S., . . . Pashinsky, V.V. 1999. ESR as a Fast Technique to Dissolve Nitrogen-rich Inclusions in Titanium. *Materials Research Innovations*, 6, pp.364-368.
- Friedrich, B., Reitz, J., & Stoephasius, J.C. 2009. PESR processing of TiAl-electrodes made by aluminothermic reduction. . In: Proceeding of the 2009 International Symposium on Liquid Metal Processing and Casting «LMPC 2009». Santa Fe, USA, September 20-23. , pp.295-301.
- Ratiev, S.N., Ryabtseva, O.A., Troyanskyy, A.A., Ryabtsev, A.D., Davidov, S.I., & Shvarzman, L. 2010. The alloying of titanium by oxygen from the gas phase during chamber electroslag remelting of titanium sponge. *Modern electrometallurgy*, 2, pp.8-12.
- Reitz, J., Friedrich, B., & Stoephasius, J.C. 2007. Fundamentals of deoxidation behaviour of Ti-alloys by chamber ESR with Ca-reactive slags. . In: Proceedings of the European Metallurgical Conference EMC 2007, June 11-14, Düsseldorf, Germany.
- Ryabtsev, A.D. 2011. The refining and alloying of titanium in the process of chamber electro-slag remelting // Slags and fluxes in Modern metallurgy. . In: B. Friedrich & A.A. Troyanskyy Eds., Proceeding of the International Workshop on Metal-Slag Interactions/ September 14 to 19 in Yalta, Crimea, Ukraine, Shaker Verlag, Aachen. , pp.175-188
- Ryabtsev, A.D., Davidov, S.I., Troyanskyy, A.A., Shvarzman, L.Y., Ryabtseva, O.A., Pashinsky, V.V., & Feofanov, K.L. 2007. The obtaining of titanium of raised toughness by the way of alloying by oxygen during chamber electroslag remelting. *Modern electrometallurgy*, 3, pp.3-6.
- Ryabtsev, A.D., & Troyanskyy, A.A. 2005a. Electroslag remelting of metals and alloys under fluxes with active additions in furnaces of chamber type (ChESR). . In: Proceeding of the 2005 International Symposium on Liquid Metal Processing and Casting «LMPC 2005». Santa Fe, USA, September 18-21.
- Ryabtsev, A.D., & Troyanskyy, A.A. 2005b. The electroslag remelting of metals and alloys under fluxes with active additive in the furnaces of chamber type. *Electrometallurgy*, 4, pp.25-32.
- Ryabtsev, A.D., & Troyansky, A.A. 2008. Chamber Electroslag Remelting (ChESR)- a new method for enhanced quality ingot production. . In: Proceedings of The Third Biennial Academic Conference Baosteel BAC 2008/ Shanghai, China, September 26-28. , pp.39-42.

Ryabtsev, A.D., Troyanskyy, A.A., & Davidov, S.I. 2009. The refining of titanium from oxygen and nitrogen during electroslag remelting. *Modern electrometallurgy*, 4, pp.1-3.

Ryabtsev, A.D., Troyanskyy, A.A., Davidov, S.I., Pashinsky, V.V., Snizhko, O.A., Ratiev, S.M., & Leoha, F.L. 2012. The possibilities of chamber electroslag remelting to obtain a commercial purity titanium. *Modern electrometallurgy*, 1, pp.7-11.

Ryabtsev, A.D., Troyanskyy, A.A., Ratiev, S.M., Pashynskyy, V.V., & Snizhko, O.A. 2011. The alloying of titanium by oxygen in the process of chamber electro-slag remelting. In: Proceeding of the 2011 International Symposium on Liquid Metal Processing and Casting «LMPC 2011». Nancy, France, September 18-21. , pp.39-42

Troyanskyy, A.A., & Ryabtsev, A.D. 2007. About works of Donetsk national technical university on electroslag melting and refining of titanium. *Titanium*, 1, pp.28-31.

LEGIRANJE TITANIJUMA KISEONIKOM U PEĆI ZA ELEKTROPRETAPANJE POD TROSKOM

OBLAST: hemijske tehnologije

VRSTA ČLANKA: stručni članak

JEZIK ČLANKA: engleski

U radu su prikazani rezultati legiranja titanijuma kiseonikom u procesu elektropretapanja pod troskom u peći. Za vezivo, koje sadrži kiseonik, korišćene su satelit elektrode iz reakcije masenih ostataka mešavine iz poklopca retorte za termalnu redukciju magnezijum-titanijumskog sundera, specijalno pripremljena mešavina gasa argona i kiseonika sa 30% kiseonika primenjena direktno na mesto topljenja, čestice praha titanijum-oksida mikroveličine 10–15mm i nanoprah titanijum-oksida veličine čestica od 21 ± 5 nm. Ispitane su struktura i karakteristike titanijuma legiranog kiseonikom iz veziva, gasne faze i praha titanijum-oksida tokom elektropretapanja titanijumovog sundera pod troskom u peći. Utvrđeno je da se pri sadržaju kiseonika od 0.053%mas.do 0.22%mas. u metalu formira homogena jednofazna struktura tipična za komercijalni titanijum formiran od poliedarnih zrna α -faze. Povećanje koncentracije kiseonika u titanijumu za više od 0.22%mas. dovodi do formiranja mikrostrukture s tipičnom igličastom strukturom, što omogućava da bude klasifikovana kao α' -faza.

Ključne reči: titanijum, kiseonik, legiranje, peć za elektropretapanje pod troskom, struktura, karakteristike.

Datum prijema članka/Paper received on: 19. 06. 2014.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 25. 06. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 27. 06. 2014.

UNAPREĐENJE BALISTIČKIH KARAKTERISTIKA I ODRŽAVANJA ZAŠTITNIH BALISTIČKIH PRSLUKA

Vojkan M. Radonjić^a, Danko M. Jovanović^b,
Goran Ž. Živanović^b, Branko V. Resimić^a
^a Vojska Srbije, Tehnički remontni zavod Čačak
^b Generalštab Vojska Srbije, Uprava za logistiku

DOI: 10.5937/vojtehg62-4992

OBLAST: održavanje tehničkih sistema
VRSTA ČLANKA: stručni članak
JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

U radu su realizovana istraživanja materijala neophodnog za održavanje zaštitnih balističkih prsluka. Predloženo je novo konstrukciono rešenje sa savremenim materijalom za izradu balističkih uložaka. U radu su prikazani rezultati laboratorijskih balističkih ispitivanja uložaka sa novim materijalom. Na osnovu rezultata ispitivanja zaključuje se da predloženo konstrukciono rešenje za izradu balističkih uložaka u potpunosti ispunjava zahteve aktuelnog standarda.

Ključne reči: Dyneema; prsluk; zaštitni; materijali; umeci.

Uvod

Zaštitni balistički prsluk je sastavni deo borbene opreme svakog modernog vojnika, namenjen da ga zaštiti od povreda koje neprijatelj pokušava da mu nanese svojim oružjem. Osnovno sredstvo kojim se danas napada protivnik je vatreno oružje koje protivničkom vojniku povrede nanosi ispaljenim metkom iz streljačkog vatrene oružja. Vojnik može biti povređen i gelerima artiljerijskih projektila, komadima nastalim usled rušenja objekata, razletanja zemlje, kamena i sl., drugo kao posledica eksplozija, ali i udara vazduha kao posledica povećanja (ili smanjenja) pritiska na mestima eksplozija.

Prvi zvanično uvedeni zaštitni prsluci u bivšoj JNA su bili britanske proizvodnje. Nekoliko godina kasnije "Borovo" je počelo da proizvodi zaštitne prsluke, u početku po nabavljenim britanskim modelima, a kasnije su i sami iznalazili i neka rešenja koja su se pokazala dobrim.

Jedno od tih rešenja je bilo i "antitrauma jastuče" koje se nalazilo iza balističkog panela i koje je imalo svrhu da ublaži ugibanje materijala izazvano udarom projektila u prsluk i telo. "Antitrauma jastuče" je bilo punjeno prirodnim materijalom - perjem.

Razvojem tehnologije i unapređenjem aktuelne tematike balističkih materijala, "Borovo" je balističke materijale pravilo od materijala *Kevlar* 29¹. Kasnije su u upotrebi bili zaštitni prsluci firme "Point Blanc" koji su pravljani od materijala *Kevlar* 129. Ovaj materijal je za oko 20% imao bolja svojstva i bilo je potrebno manje slojeva *Kevlara* da bi se postigao isti stepen zaštite. Takođe, umesto "antitrauma jastučeta" koristio se umetak od nekoliko slojeva materijala poznatog pod nazivom "Spectra", firme Honewell.

Devedesetih godina prošlog veka pojavljuju se novi balistički materijali koji zamenjuju aramidne materijale², sa materijalima koji imaju puno bolja balistička svojstva. Dugi niz godina, pa i danas, nalazi se u upotrebi materijal pod oznakom *Dyneema* 21 (<http://hrcak.srce.hr/file/116682.pdf>). Svojstva ovog i novijih materijala dat je u nastavku rada.

Cilj istraživanja prikazanih u radu bio je da se poboljša konstrukcija postojećih zaštitnih balističkih prsluka predlogom novog konstrukcionog rešenja balističkog uloška, i da se sagleda opravdanost predložene konstrukcije na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja.

Postojeće konstrukciono rešenje

Snaga zaštitnog prsluka je u jačini i elastičnosti materijala od kojeg je balistički uložak napravljen. Danas se vrlo često koristi materijal pod komercijalnim nazivom "*Dyneema*"³, holandskog proizvođača. Ovaj materijal ima za oko 40% bolja balistička svojstva od klasičnog *Kevlara*. Zato su zaštitni prsluci od ovog materijala lakši po težini, jer je potreban manji broj slojeva balističkog materijala.

Balistički zaštitni materijali za zaštitne prsluke se tkaju kao klasično platno – od niti (konca). Način tkanja (prepletaj niti) obezbeđuje dodatnu otpornost prsluka. Naime, prilikom pogodaka metka u prsluk (balistički sloj), on ne samo da teško kida nit (jer je elastičan), već i "vuče" nit iz tkanja što izaziva trenje i otpor. Dakle, kombinacija otpornosti same niti na kidanje, otpor koju pruža nit prilikom izvlačenja iz tkanja, kao i gustina, u vidu većeg broja slojeva platna naslaganog jedno na drugo, zaustavljaju zrno. Zato i nema rikošeta jer se platno "gužva" i nedozvoljava projektilu da sklizne. Iz tog razloga skrojani listovi platna se nikad ne porubljaju na krajevima, već se ostavlja platno ne porubljeno. Da bi se ostvarila kompaktnost slojeva platna ono se delimično šepa na krajevima ili blago prošepa po sredini.

¹ *Kevlar* – vrsta aramidnog vlakna američkog porekla,

² Aramidni materijali – vrsta vlakna, materijala za proizvodnju opreme sa balističkom zaštitom, za ojačanje optičkih kablova, izradu zaptivki i sl. Proizvodi se pod nazivima: *Kevlar* (SAD), *Twaron* (Nemačka), *DuPont* (Švajcarska, SAD).

³ *Dyneema* – vrsta polietilenskog vlakna holandskog proizvođača

Kod aramidnih vlakana izdržljivost materijala dosta zavisi od načina skladištenja i pri tome se posebno mora paziti na uticaj vlage, sunca i visoke temperature. Upravo ove činjenice su dovele do razvoja novih materijala od kojih su napravljeni postojeći modeli koji su u upotrebi u Vojsci Srbije. Oni su vrsta polietilenskog vlakna visoke molekularne gustoće (Ultra High Molecular Weight Polyethylene – UHMWPE).

U Vojsci Srbije nalaze se tri modela zaštitnih balističkih prsluka u upotrebi i to (Generalštab Vojske Srbije i Crna Gora, Tehnička uprava, 2002), (Generalštab Vojske Srbije i Crna Gora, Tehnička uprava, 2003):

- model M99,
- model M02 i
- model M03.

Osnovni delovi zaštitnih balističkih prsluka su :

- balistički ulošci, za nivo zaštite III A i
- balističke ploče, za nivo zaštite III.

U ovom radu se razmatra novo konstrukciono rešenje balističkih uložaka za nivo zaštite III A.

Balistički ulošci, kod navedenih modela zaštitnih balističkih prsluka, napravljeni su od kombinacije nepoznatog materijala i Kevlara, čiji je vremenski rok upotrebe (vremenski resurs), po preporuci proizvođača, pet godina. Zbog resursa materijala koji je istekao zaštitni prsluci ne mogu vojniku da osiguraju potreban nivo zaštite. Postojeća konstrukciona rešenja balističkih uložaka prikazani su na slici 1 (Ministarstvo odbrane, Službeni vojni list br. 12/02, 2002).

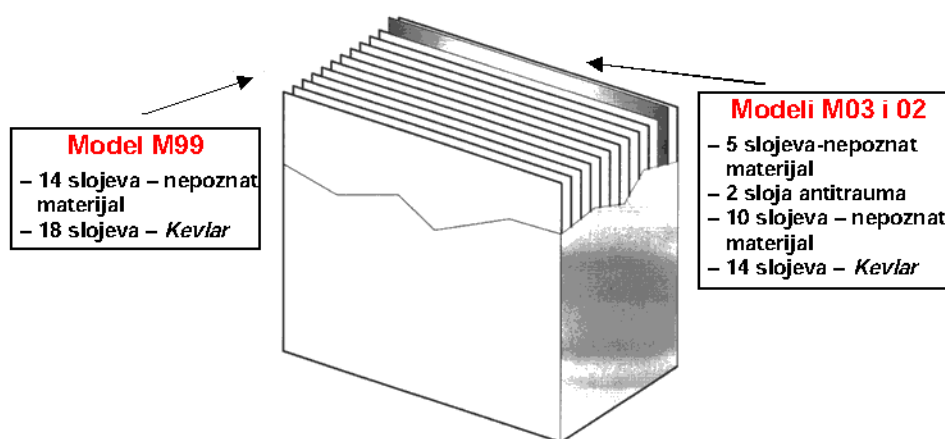
Balistički ulošci u modelu M99 izrađeni su od sledećih materijala (Ministarstvo odbrane, Odeljenje za standardizaciju, metrologiju i nomenklaturu, 1999):

- 14 listova belog materijala nepoznatog porekla⁴,
- 18 listova materijala *Kevlar*.

Balistički ulošci u modelima M02 i 03 izrađeni su od sledećih materijala (Ministarstvo odbrane, Odeljenje za standardizaciju, metrologiju i nomenklaturu, 2002):

- 5 listova belog materijala nepoznatog porekla,
- 2 lista antitrauma materijala:
 - 1 list sunđer,
 - 2 lista materijala *Kevlar*,
- 10 listova belog materijala nepoznatog porekla,
- 14 listova materijala *Kevlar*.

⁴ U postojećoj dokumentaciji nisu dati podaci o materijalu koji je korišćen u izradi balističkih uložaka.



Slika 1 – Postojeće konstrukciono rešenje balističkih uložaka
Figure 1 – Existing structural solution ballistic inserts

Standardi balističke zaštite

Na slici 2 prikazani su nivoi balističke zaštite po standardu NIJ (National Institute of Justice) 0101.04. U Vojsci Srbije je usvojen standard NIJ 0101.03 i za očekivati je da se isti prilagodi međunarodnom standardu NIJ 0101.04 i NIJ 0101.06 (<http://www.ncjrs.gov/pdffiles1/183651.pdf>).

Sa slike 2 se vidi da nivo zaštite III A podrazumeva da zaštitni balistički prsluk štiti vojnika od pištoljskog metka početne brzine 426 m/s. Nivo zaštite III (prsluk sa balističkom pločom) štiti vojnika od pušcanog metka početne brzine od 732-950 m/s.

Zahtev standarda⁵ je da se ispitivanje izvodi ispaljivanjem metka sa rastojanja od 5 metara za nivo zaštite III A, a za više nivo zaštite sa rastojanja 15 metara i da se pri tome zadovolje određeni zahtevi standarda prikazani u nastavku rada (rezultati laboratorijskih ispitivanja). To su zahtevi standarda koji podrazumevaju:

- zaustavljanje metka (bez proboja) i
- da otisci u pozadinskom materijalu (plastelinu) budu manji od 44 milimetra.

U skladu sa zahtevima standarda NIJ 0101.04 konstruisaće se zaštitni balistički ulošci, koji zajedno sa balističkim pločama treba da obezbede vojniku nivo zaštite III A i III, respektivno.

⁵ Standard definiše, za svaki nivo zaštite pojedinačno, zahteve u pogledu: uslova i metoda ispitivanja radi sagledavanja postignutog nivoa zaštite i zahteve koji se moraju ispuniti da bi se postigao zahtevani nivo zaštite.

NIJ NATIONAL INSTITUTE OF JUSTICE The following levels are protected by different systems of armoring. In each case, all levels can protect against all weapons from lower levels. NIJ standard requires stopping 6 shots at each level. Shots must be 3 inches from each other and 2 inches from side in order to pass. NIJ IV only requires stopping single shot.						
LEVEL	WEAPON	SIZE	BULLET		SPEED (m/s)	SHOTS
			MASS (g)	TYPE		
IIIA	 Hand Gun	9 mm	8.0	FMJ/S	425	6
		0.357 Magnum	10.2	JSP	426	
		0.44 Magnum	15.6	SWC	425	
III	 Rifle M16 Rifle AK-47	7.62 x 39	9.7	FMJ/S	732	6
		5.56 x 45	4.0	FMJ/S	950	
		7.62 x 51	9.5	FMJ/S	838	
IV	 Rifle	7.62 x 51 AP	9.5	FMJ/HC	869	1

Slika 2 – Zahtevi standarda NIJ STD 0101.04
Figure 2 – The requirements of NIJ STD 0101.04

Savremeni balistički materijali

Prekretnica u razvoju balističkih materijala su 90-te godine prošlog veka pojavom materijala pod komercijalnim nazivom Dyneema. To je materijal izrađen od polietilenskog vlakna za koga je, iz ne znanja u početku, davana garancija od pet godina. Stečeno iskustvo pokazuje da je materijal dosta otporan na spoljašnje uticaje, posebno na vlagu, UV zračenje i na trenje. Iz ovih razloga garancija na materijal, odnosno njegova balistička svojstva, godinama se povećala.

Prvi modeli imali su oznaku Dyneema SB 21 i SB 31⁶, koji su svojom pojavom i balističkim karakteristikama daleko nadmašili aramidne materijale. Danas, najpoznatiji materijal navedenog proizvođača, ima oznaku Dyneema SB 51. Ovi polietilenski materijali daju maksimalnu zaštitu i kao takvi su do 15 puta jači od kvalitetnog čelika, a 30-40% lakši i čvršći od aramidnih vlakana. Sa ovakvim balističkim karakteristikama, materijal SB 51 je daleko kvalitetniji po balističkim karakteristikama od drugih poznatih materijala. Dyneema materijali se odlikuju još i karakteristikama da plutaju na vodi, jako su izdržljivi, otporni na vlagu, hemikalije i UV svetlo. Takođe, proizvođač daje garanciju na kvalitet materijala duplo više od prethodnih materijala istog proizvođača, odnosno do 10 godina.

Najnovija generacija balističkih materijala proizvođača Dyneema pod oznakom SB 51 poseduje navedene karakteristike uz garantni rok do 10 godina. Balistički materijali oznake SB 51 daleko nadmašuje aramidna vlakna, pa i

⁶ Dyneema SB21 i SB31 izrađeni su od polietilenskih vlakana, a razlika između materijala je u gustini tkanja kojom se zadržava energija zrna.

prethodne materijale ovog proizvođača pod oznakom SB 21 i SB 31. Dyneema SB 51 ima sveukupna poboljšanja 10-20% u odnosu na materijal SB21.

U konstrukcionom pogledu ovaj materijal u dovoljnom broju listova omogućuje zaštitu vojniku i balističke nivoe zaštite III A i III. Materijal se može kombinovati sa trauma linerom-polietilenskom penom (antitrauma sloj)⁷, kao i sa rešenjima za zaštitu od uboda nožem u prslucima konstruisanim za postizanje balističke zaštite prema međunarodnim standardima balističke zaštite, uključujući standard NIJ 0101.04. Zbog svojih karakteristika Dyneema SB 51 omogućuje da se u konstrukciji balističkih uložaka koristi manji broj slojeva materijala, te je uložak tanak i lagan, a prsluk udoban za nošenje.

Sa aspekta održavanja (remonta) sa Dyneema SB 51 je lagano rukovanje, što dovodi do smanjenja vremena i troškova slaganja i rezanja materijala. Upravo zbog toga nivo balističke zaštite se može jednostavno podići, izradom balističkih uložaka sa većim brojem listova materijala.

Predlog novog konstrukcionog rešenja

Sagledavajući karakteristike svih poznatih materijala koji, određenim konstrukcionim rešenjima, omogućuju zaštitu vojnika prema zahtevima standarda III A, za predlog novog konstrukcionog rešenja izabran je materijal holandskog proizvođača *Dyneema* pod oznakom SB 51. Novo konstrukciono rešenje balističkih uložaka formira se sa sledećom idejom: *izraditi zaštitne balističke uloške slojevitim slaganjem listova izabranog balističkog materijala u broju koji ne narušava ukupnu težinu balističkog uloška, uz istovremeno poštovanje zahteva standarda NIJ 0101.04 koji se odnose na nivo zaštite III A.* Nakon sprovedenih laboratorijskih balističkih ispitivanja uzorka uloška sa novim konstrukcionim rešenjem, ukoliko bude proboja metka, treba povećati broj slojeva materijala, u suprotnom ne smanjivati broj postavljenih listova materijala od kojih je izrađen balistički uložak. Predloženo konstrukciono rešenje balističkog uloška, kroz rezultate laboratorijskih ispitivanja, porediće se sa drugim konstrukcionim rešenjima balističkih uložaka.

U radu su sprovedena istraživanja poređenjem rezultata ispitivanja balističkih uložaka sa različitim konstrukcionim rešenjima. Pored navedenog konstrukcionog rešenja balističkih uložaka, zbog potrebe istraživanja, izrađena su još dva konstrukciona rešenja balističkih uložaka, ali od druge vrste materijala. Laboratorijska istraživanja su realizovana na sledećim rešenjima:

- balističkom ulošku od materijala Dyneema SB 51,
- balističkom ulošku od materijala Dyneema SB 21 i
- balističkom ulošku od kombinacije starog materijala i novog materijala Dyneema SB 21.

⁷ Antitrauma sloj ne predstavlja zaštitni materijal sa aspekta balistike, već se koristi radi amortizacije udara u cilju smanjenja traume, na način da smanjuje energetski potencijal zrna i dodatno smanjuje visinu udara zrna sa druge strane balističkog uloška.

Predlog konstrukcionog rešenja od materijala Dyneema SB 51 je potekao upravo od sprovedene analize na osnovu koje je zaključeno da navedeni materijal ima najbolja balistička svojstva i daleko najduži vremenski resurs (10 godina). Konstrukciono rešenje izrade balističkog uloška od materijala SB 51 prikazan je na slici 3.

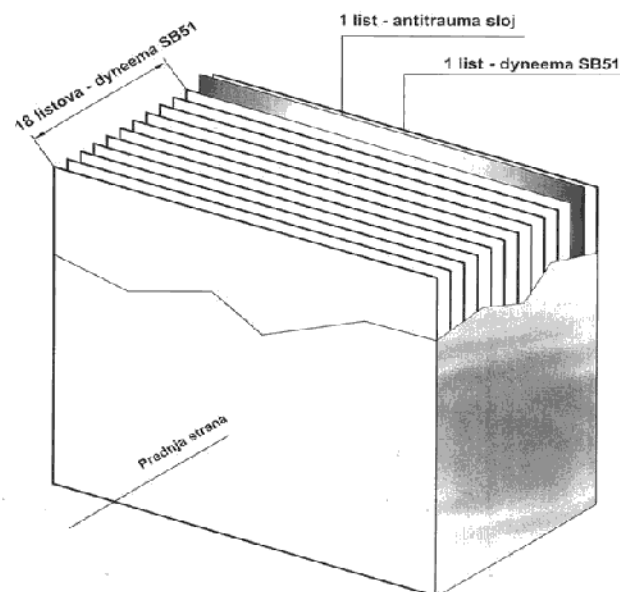
Predlog konstrukcionog rešenja balističkog uloška prikazanog na slici 3 čini slojevito slaganje balističkog materijala SB 51 u tri nivoa prema sledećem redosledu:

- 18 listova materijala Dyneema SB 51,
- 1 list antitrauma materijala tip Twaron LFT AT 780⁸ i
- 1 list materijala Dyneema SB 51.

Konstrukciono rešenje izrade balističkih uložaka od materijala Dyneema SB 21 prikazan je na slici 4.

Predlog konstrukcionog rešenja balističkog uloška prikazanog na slici 4 čini slojevito slaganje balističkog materijala u tri nivoa prema sledećem redosledu:

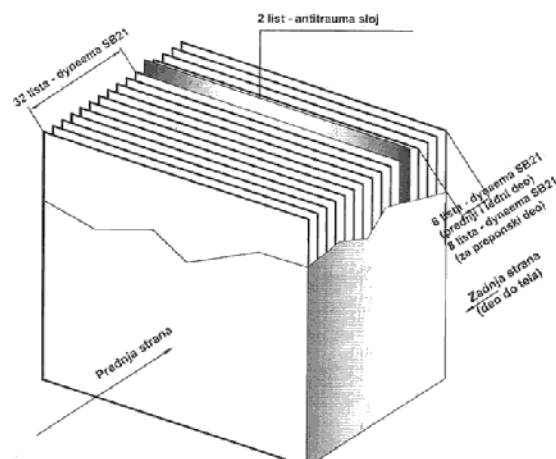
- 32 lista materijala Dyneema SB 21,
- 2 lista antitrauma materijala tip Alveolen NT 1103⁹ i
- 6 lista materijala Dyneema SB 21.



Slika 3 – Predlog konstrukcionog rešenja uzorka broj 1
Figure 3 – Proposal for construction solution of the sample # 1

⁸ Twaron – proizvođač antitraume materijala,

⁹ Alveolen – proizvođač antitraume materijala.

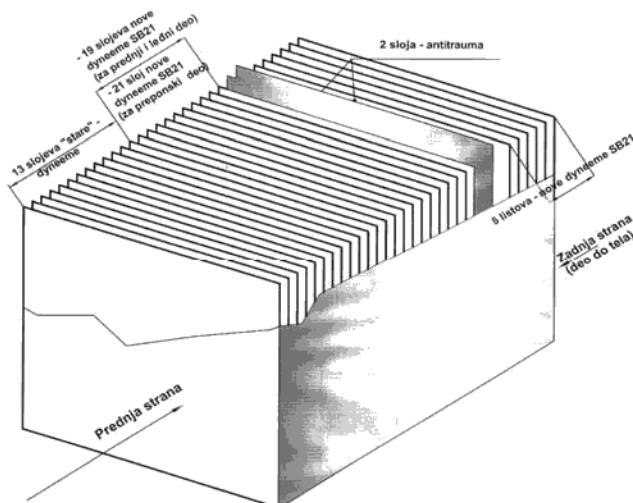


Slika 4 – Predlog konstrukcionog rešenja uzorka broj 2
Figure 4 – Proposal for construction solution of the sample # 2

Konstrukciono rešenje izrade balističkog uložaka od starog materijala i novog materijala Dyneema SB 21 prikazan je na slici 5 i čini ga slojevito slaganje materijala u četiri reda prema sledećem:

- 13 listova starog materijala nepoznatog porekla,
- 19 listova novog materijala Dyneema SB 21,
- 2 lista antitrauma materijala tip Alveolen NT 1103 i
- 6 lista novog materijala Dyneema SB 21.

Sa definisanim predlozima konstrukcionih rešenja balističkih uložaka realizovana su laboratorijska balistička ispitivanja prema zahtevima standarda NIJ 0101.04.



Slika 5 – Predlog konstrukcionog rešenja uzorka broj 3
Figure 5 – Proposal for construction solution of the sample # 3

Realizacija laboratorijskih balističkih ispitivanja

Balistička ispitivanja predloženih konstrukcionih rešenja balističkih uložaka realizovana su u ovlašćenoj laboratoriji Instituta bezbednosti. Ispitivanja su realizovana za sledeće uzorke balističkih uložaka:

- **Uzorak br. 1/1** – prednji panel zaštitnog prsluka, prema predlogu konstrukcionog rešenja sa slike 3, težine 1490 grama,
- **Uzorak br. 1/2** – zadnji panel zaštitnog prsluka, prema predlogu konstrukcionog rešenja sa slike 3, težine 1755 grama,
- **Uzorak br. 1/3** – prednji karlični štitnik, prema predlogu konstrukcionog rešenja sa slike 3, težine 500 grama,
- **Uzorak br. 2/1** – prednji panel zaštitnog prsluka, prema predlogu konstrukcionog rešenja sa slike 4, težine 1450 grama,
- **Uzorak br. 2/2** – zadnji panel zaštitnog prsluka, prema predlogu konstrukcionog rešenja sa slike 4, težine 1700 grama,
- **Uzorak br. 2/3** – štitnik leđa, prema predlogu konstrukcionog rešenja sa slike 4, težine 550 grama,
- **Uzorak br. 3/1** – prednji panel zaštitnog prsluka, prema predlogu konstrukcionog rešenja sa slike 5, težine 1600 grama,
- **Uzorak br. 3/2** – zadnji panel zaštitnog prsluka, prema predlogu konstrukcionog rešenja sa slike 5, težine 1600 grama,
- **Uzorak br. 3/3** – štitnik leđa zaštitnog prsluka prema predlogu konstrukcionog rešenja sa slike 5, težine 720 grama.

Balističko ispitivanje navedenih konstrukcionih rešenja balističkih uložaka, pripremljenih za ispitivanja prema navedenim i označenim uzorcima, izvršeno je prema metodologiji za testiranje zaštitnih prsluka, na dejstvo pištoljske i revolverске municije, koja je utvrđena standardom NIJ STD 0101.04 i TU za nivo zaštite III A.

Gađanje je vršeno iz sledećeg oružja:

- opitne cevi dužine 200 mm, kalibra .44 Magnum,
- opitne cevi dužine 450mm, kalibra 9mm PARA.

Municija sa kojom su vršena ispaljenja je:

- kalibra .44 Magnum sa zrnem SJHP (semi-jacket hollow point, polukošuljica šuplji vrh) mase 15,5 grama proizvođača "Prvi partizan" Užice,
- kalibra 9mm PARA sa zrnem PMJ (puna metalna košuljica) istog proizvođača.

Ispitivanje je izvršeno sa daljine 5 metara, a brzina je merena na 3 metra od usta cevi, kako se zahteva standardom.

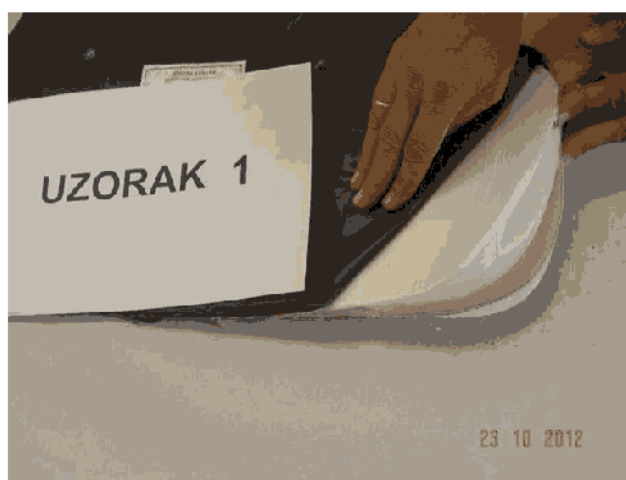
Na slici 6 prikazan je izgled jednog od uzoraka pripremljenih za laboratorijska ispitivanja.

Analiza rezultata ispitivanja

Rezultati laboratorijskih ispitivanja balističkih karakteristika predmetnih uzoraka balističkih uložaka, prikazan je u tabeli 1.

Zaključak ispitivanja:

Svi uzorci balističkih uložaka sa predloženim konstrukcionim rešenjima su **zaustavili projekte**, a prema standardu relevantne traume – BFS otisci¹⁰, koji se mere u pozadinskom materijalu (plastelinu), bili su u **propisanim granicama**, tj. manji od 44 milimetra. Ispitivani uzorci meke balistike **zadovoljavaju nivo zaštite III A** prema NIJ STD 0101.04.



Slika 6 – Primpripremljeni uzorak za ispitivanje

Figure 6 – The sample for testing

Tabela 1 – Rezultati laboratorijskih balističkih ispitivanja

Table 1 – Results of laboratory tests of ballistic

Red. Br.	Broj uzorka	Kalibar	Poč. brzina (m/s)	Otišak u plastelinu		Proboj uložka	
				Zahtev	Rezultat	Zahtev	Rezultat
1	Uzorak br. 1/1	.44 Magnum	438-448	< 44mm	33 mm	Bez proboja	DA
2	Uzorak br. 1/2	9mm PARA	438-448	< 44mm	17-31 mm	Bez proboja	DA
3	Uzorak br. 1/3	.44 Magnum	431-440	< 44mm	40 mm	Bez proboja	DA
4	Uzorak br. 2/1	.44 Magnum	434-440	< 44mm	37-42 mm	Bez proboja	DA

¹⁰ BFS (BackFaceSignature) – otisak u plastelinu. Prema zahtevu standarda, prilikom ispitivanja postignutog nivoa zaštite, u pozadini ispitivanog uzorka postavlja se plastelin. Prilikom ispitivanja, usled proboja zrna kroz materijale unutar uložka i neposredne energije zrna, u plastelinu se stvara otisak čija dubina mora biti manja od 44mm.

Red. Br.	Broj uzorka	Kalibar	Poč. brzina (m/s)	Otisak u plastelinu		Proboj uložka	
				Zahtev	Rezultat	Zahtev	Rezultat
5	Uzorak br. 2/2	9mm PARA	438-447	< 44mm	23-25 mm	Bez proboja	DA
6	Uzorak br. 2/3	.44 Magnum	436-440	< 44mm	39 mm	Bez proboja	DA
7	Uzorak br. 3/1	.44 Magnum	432-437	< 44mm	38-39 mm	Bez proboja	DA
8	Uzorak br. 3/2	9mm PARA	429-448	< 44mm	22-23 mm	Bez proboja	DA
9	Uzorak br. 3/3	.44 Magnum	434-439	< 44mm	39 mm	Bez proboja	DA

Na slikama 7 i 8 prikazani su balistički ulošci nakon sprovedenih laboratorijskih ispitivanja:



Slika 7 – Uzorak 2 nakon sprovedenih laboratorijskih ispitivanja
Figure 7 – Sample 2 after conducting laboratory tests

Sa definisanim predlozima konstrukcionih rešenja balističkih uložaka realizovana su laboratorijska balistička ispitivanja prema zahtevima standarda NIJ 0101.04.

Ekonomska strana izrade navedenih uzoraka balističkih uložaka sa novim konstrukcionim rešenjem, prikazaće se cenom nove izrade ispitivanih uzoraka prema sledećem:

- uzorak br. 1 – ukupna cena izrade iznosi **380 eura**,
- uzorak br. 2 – ukupna cena izrade iznosi **445 eura** i
- uzorak br. 3 – ukupna cena izrade iznosi **380 eura**.

Sa ekonomske strane gledišta za dalju upotrebu balističkih uložaka, najisplativiji su balistički ulošci izrađeni prema uzorku br. 1 (izrađeni od materijala Dyneema SB 51) i uzorku br. 3 (kombinacija starog i novog materijala Dyneema SB21).



Slika 8 – Uzorak 3 nakon sprovedenih laboratorijskih ispitivanja
 Picture 8 – Sample 3 after conducting laboratory tests

Sveobuhvatnom analizom zaključuje se da zaštitni balistički ulošci izrađeni prema konstrukcionom rešenju sa slike 3 (uzorak br. 1), imaju najbolje rezultate po svim elementima analize. Na osnovu dobijenih rezultata predlog je da se pri održavanju zaštitnih balističkih prsluka (remontu) izrađuju balistički ulošci prema konstrukcionom rešenju sa slike 3, od materijala Dyneema SB 51, čiji je balistički nivo zaštite u skladu sa zahtevima standarda NIJ STD 0101.04, vremenski resurs upotrebe 10 godina i cena nove izrade 380 eura. Predloženi način održavanja zaštitnih balističkih prsluka ekonomski je isplativ.

Zaključak

Cilj sprovedenih istraživanja bio je da se dođe do rezultata koji će eksplicitno pokazati najbolji materijal za izradu balističkih uložaka u tehnološkom procesu održavanja zaštitnih balističkih prsluka. Sprovedena istraživanja kroz ekonomsku stranu analize i kroz laboratorijska ispitivanja pokazala su da balistički ulošci izrađeni od materijala Dyneema SB 51 prema predloženom konstrukcionom rešenju sa slike 3 ispunjavaju zahteve standarda NIJ 0101.04 i omogućuju:

- bolja balistička svojstva za nivo zaštite IIIA,
- duži vremenski resurs, do 10 godina,
- manji broj slojeva listova balističkog materijala za izradu uložaka,
- manju količinu materijala za izradu balističkih uložaka za zahtevani nivo zaštite,

- lakše sečenje listova balističkog materijala prilikom krojenja i izrade balističkih uložaka,
- manje vreme nove izrade balističkih uložaka,
- manje novčanih sredstava za izradu balističkih uložaka za zahtevani nivo zaštite.

Literatura

Generalštab Vojske Srbija i Crna Gora, Tehnička uprava, 2002., *Tehničko uputstvo TU I, II, III – Opis, rukovanje, osnovno i tehničko održavanje, opravke i imenik sastavnih delova za PBB M-99, M-99A, M-99A1, M-99A2, M-99A3, M-99A4 i M-99A5*, Generalštab Vojske Srbija i Crna Gora, Tehnička uprava,

Generalštab Vojske Srbija i Crna Gora, Tehnička uprava, 2003, *Tehničko uputstvo TU I, II, III – Opis, rukovanje, osnovno i tehničko održavanje, opravke i imenik sastavnih delova za PBB M03 i M03A*, Generalštab Vojske Srbija i Crna Gora, Tehnička uprava,

Ministarstvo odbrane, Službeni vojni list br. 12/02, 2002., *SORS 8675/02 – Odeća zaštitna balistička*, Ministarstvo odbrane, Službeni vojni list br. 12/02,

Ministarstvo odbrane, Odeljenje za standardizaciju, metrologiju i nomenklaturu, 1999., *Propis o kvalitetu proizvoda PKP 6421/99, Prsluk borbeni balistički modeli M-99, M-99A, M-99A1, M-99A2, M-99A4, M-99 A5, M-03, M-03A*, Ministarstvo odbrane, Odeljenje za standardizaciju, metrologiju i nomenklaturu,

Ministarstvo odbrane, Odeljenje za standardizaciju, metrologiju i nomenklaturu, 2002., *Propis o kvalitetu proizvoda PKP 6531/02, Prsluk borbeni balistički modeli M-02, M-02A i M-02A1*, Ministarstvo odbrane, Odeljenje za standardizaciju, metrologiju i nomenklaturu,

<http://hrcak.srce.hr/file/116682.pdf> Aramidna vlakna,

<http://www.ncjrs.gov/pdffiles1/183651.pdf> Standard NIJ STD 0101.04.

BALLISTIC CHARACTERISTICS IMPROVING AND MAINTENANCE OF PROTECTIVE BALLISTIC VESTS

FIELD: maintenance of technical systems and materials

ARTICLE TYPE: professional paper

ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

The work presents research of the materials necessary for the maintenance of protective ballistic vests. In this paper is proposed a new construction design with modern materials for ballistic inserts producing. This paper also presents the results of laboratory tests of ballistic

cartridges with new materials. Based on the test results, it can be concluded, the proposed technical solution for making ballistic inserts adequately meets current standards.

Introduction

The introduction explains the purpose of the armor and the history of models of protective vests for us. The aim of this study is to improve the structure of existing protective ballistic vests, to propose a new mechanism construction ballistic cartridge, and to examine the validity of the proposed design based on the results of laboratory tests.

Existing structural solution

In the above is explained existing model of protective ballistic vests that are in use in our army. Structural solution, composition of these models and used materials for ballistic inserts are shown. It is explained reactions (resistance) of the ballistic inserts materials, when bullets pass through them. Time resource of the materials for current models of body armor is expired. According to this fact, it is started research work, with intention to extend the current time resource.

Standards of ballistic protection

It is shown requirements for standards of ballistic protection level III and III A. Also are explained standards requirements and under what circumstances is performed laboratory testing of protective ballistic vests.

Modern ballistic materials

The characteristics and description of the currently most advanced materials for ballistic inserts that meet the requirements of the protection level III A are explained. The comparison of material characteristics Dyneema producer of the first models to contemporaneously under the symbol SB 51 is performed. Based on the characteristics of the analyzed material, in the research is used material Dyneema SB 51.

Proposal of a new structural solutions

In papaer is proposed a new construction solution from the cartridge ballistic material Dyneema SB 51, which should satisfy the protection level III A. In addition, we prepare two new samples of material combinations SB 21 and old material and material SB 21. With such samples the ballistic protective inserts started with laboratory tests.

Analysis of test results

In tables we show results of testing the samples of ballistic inserts. The conclusion from the performed tests is all samples meet the requirements of the current standards. With observing other aspects of

the samples, we give the proposal for maintain ballistic inserts with implementation of material Dyneema SB 51. The reason for this proposal is given in conclusion.

Conclusion

The aim of the research conducted was to get results that will explicitly show the best material for making ballistic inserts in the technological process of maintenance of protective ballistic vests. Conducted research in the economics analysis and the laboratory tests showed that the ballistic inserts made of a material Dyneema SB 51 to the proposed construction solutions to meet the requirements of Figure 3 standard NIJ 0101. 04 and allow:

- better ballistic properties of the protection level IIIA,*
- the long time resource, up to 10 years,*
- reduce the number of layers of sheets of ballistic materials for making cartridges,*
- a small amount of material for making ballistic inserts for the required level of protection,*
- easier to cut sheets of ballistic material during cutting and making ballistic inserts,*
- less time developing new ballistic inserts,*
- less money for making balčističkih cartridges for the required level of protection.*

Key words: *Dyneema; Vest; protective; Materials; inserts.*

Datum prijema članka/Paper received on: 25. 11. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 30. 12. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 03. 01. 2014.

LOGISTICS SUPPLY CHAINS AND THEIR APPLICATION

Drage T. Petreski ^a, Andrej P. Iliev ^a,
Lazar M. Gjurov ^b, Aleksandra D. Petreska ^c

^a Military Academy „General Mihailo Apostolski“,
Skopje, Republic of Macedonia

^b Ministry of Defence of the Republic of Macedonia

^c Faculty of Electrical Engineering and Information
Technologies, Skopje, Republic of Macedonia

DOI: 10.5937/vojtehg62-6207

FIELD: Defense Management

ARTICLE TYPE: Professional Paper

ARTICLE LANGUAGE: English

Abstract:

Logistics is a set of activities for planning and implementing the relocation of materials. Since sources of raw materials, factories and outlets are not usually in the same location it is therefore necessary to conduct a series of logistics activities for supplying products or services to end users. Logistics manages the flow of data from suppliers, movement of materials through various operations within the organization as well as the flow of materials to final customers.

Integrating these logistics activities is performed through supply chains which provide opportunities for cost saving and offering better services to customers.

The supply chains in the Macedonian Army are an important factor in the planning and implementation of logistics support.

Key words: *supply; servicing; planning; materials; logistics; implementation; activity.*

Introduction

The optimization of supplying logistic materials is necessary for the integration of logistics activities across the supply chain. The goals are low cost and satisfied users, which can only be achieved with good integration, coordination and synchronization of all activities and processes of the participants in the supply chain.

The success of any enterprise and the Army of the Republic Macedonia depend on how supply chains are able to fully adapt to market changes and the economic situation. In terms of globalization and economic crisis, lower costs will require greater efficiency of supply chains.

The benefits of supply chains are: reduced inventory and associated costs, adding a value to the products, expanding resources, customer retention and improved accuracy in forecasting, improved communication and cooperation.

The mission of logistics and supply chains is getting the right products or services to the right place, at the right time and in the desired state with the lowest cost and greatest profit of the investment.

The most widely accepted view of what logistics is is summarized as follows:

Logistics = Supplying + Manage materials + Distribution

According to the above, logistics includes physical flows and information flows from raw materials to the final distribution of finished products. In this way, the supply and management of material flows represent the entrance and flows throughout the production process, while the distribution represents flows of the last manufacturing operation to the customer or end user (Rushton, Oxley, Croucher, 2000).

The inputs which logistics activities depend on are: natural, human, financial and information resources. Raw materials provided by suppliers are handled through logistics management as: raw materials, inventory during processing and finished products. Through the processes of planning, implementation and management, a framework of management activities is provided. The benefits of effective logistics systems are reflected through: competitive advantage, utilizing time and space, and bringing efficient and prompt delivery service to customers. These benefits are provided through effective and efficient logistics activities undertaken (Stock, Lambert, 2001).

The concept of supply chains shows that more organizations must be involved on the way of a product to the market. This means to create a logistic pipeline that will enable an effective and efficient flow of products right to the end customer in order to achieve the maximum effect in a partnership between producers and retailers.. These partnerships and alliances are necessary to include other participants along the chain.

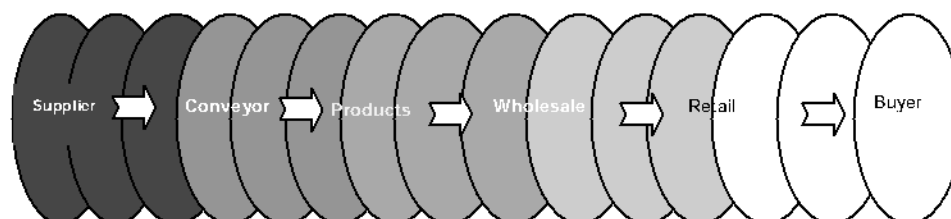


Figure 1 – The concept of managing supply chains
Slika 1 – Koncept upravljanja lancima za snadbevanje

An additional element how a supply chain can be simplified and made more efficient is given in Figure 2, which is the movement of materials delivered directly from factories to customers and streamline supply chains wholesalers.

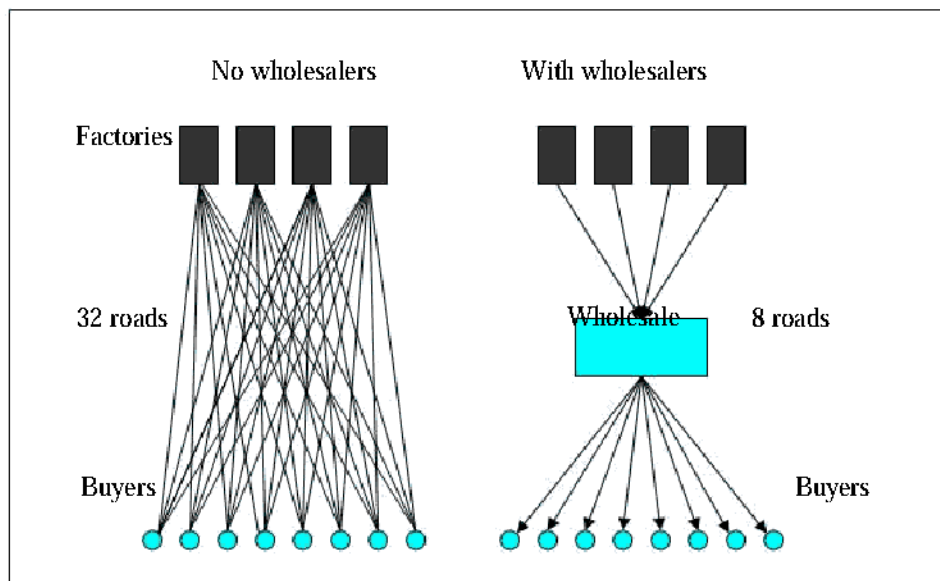


Figure 2 – Simplification of material movement to wholesalers
Slika 2 – Pojednostavljanje kretanja materijala prodavcima na veliko

Figure 2 simplifies the supply chains with wholesalers in the movement of materials from factories to customers in terms of when the movement is directly from factories to customers. In case of 8 customers and direct movement of the materials, there are 32 routes, while using the wholesaler there are only 8 roads.

It can be seen that the importance of supply chains, with their ability to respond to customer's needs, depends on the competitiveness of firms in the market. The main objectives of the supply chain are low cost and satisfied users and they can only be achieved with good integration, coordination and synchronization of all activities and processes of the participants in the supply chain.

Logistics is an essential part of the functioning of any organization. Christopher says "Logistics has always been a central and essential component of all economic activities" (Christopher, 1986). Shapiro and Hesketh agree, saying that "there are few aspects of human activity

which is ultimately dependent on the movement of goods from point of origin to point of spending" (Shapiro, Heskett, 1985). Bowersox says "It is difficult to visualize the achievement of marketing, production or trade without logistics" (Bowersox, Closs, Cooper, 2007).

To put it simply, no movement of material operations can be completed without logistics, nothing can be done, no product can be delivered and consumers cannot be served or attended. Consumers generate demand for products which operations generate necessary resources and logistics to move on the target system.

Supply chains as an efficient tool for managing materials, products and services

From the above, it can be concluded that organizations could not work in isolation. Each organization acts as a client when acquiring materials from its suppliers, while it acts as a supplier when it provides materials for its clients. A manufacturer buys raw materials from suppliers, assembles them into finished products and then sells to wholesalers. As a result, most products are moving through a series of organizations as they travel between original suppliers and consumers.

Supply chains are defined as a system of organizations, people, technology, activities, information and resources involved in the movement of funds or services from a supplier to a consumer. Activities in the supply chain transform natural resources, raw materials and components into finished products which are delivered to end users. According to Vijay Kasi, supply chains can be viewed as a set of activities (production, distribution) with inputs (raw materials) and outputs (finished products) to achieve the basic objectives (low cost and user content) (Kasi, 2005).

Supply chains cover all participants in the supply, starting from the initial supplier to the end user associated with the movement of materials, return materials, information and funds. Integration, coordination and synchronization of activities and processes of all participants in the supply chain are managing supply chains.

Each product has its own unique supply chain which can be long and complex. For example, the supply chain in the production of alcoholic beverages begins with the cultivation of vineyards and ends when the customer buys these products in stores. Supply chains for textile products begin with the cultivation of cotton in the fields, through the production of textiles, sewing of finished products to their purchase by the customer.

Managing supply chains, risks and uncertainties

The managing of supply chains is expanding the notion of the integrative nature of logistics. It is a concept of complete logistics which represents the benefits of reviewing the various elements as an integrated whole. Managing supply chains is a similar concept, but the difference is the inclusion of the supplier and the end user in the process. To get a clear picture of Figure 3, this concept is illustrated by the so-called access "pipeline" where a big difference can be seen between the management of supply chains and traditional logistics.

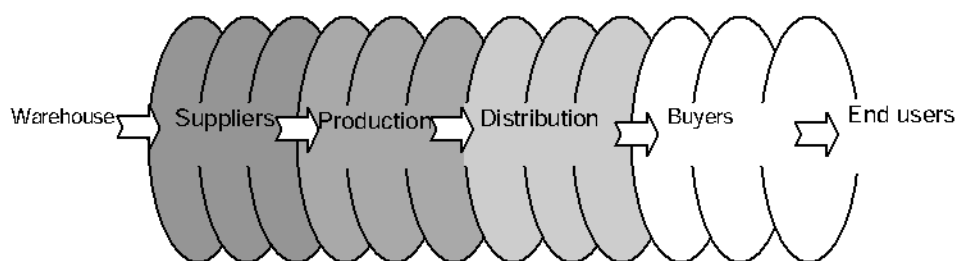


Figure 3 – The flow of products through the supply chains represented as a "pipeline"
Slika 3 – Protok proizvoda niz lance snadbjevanja predstavljen kao „cevovod“

There are four differences that elevate the management of supply chains in terms of the classical view of logistics, although some of these elements are accepted as the key to successful planning of logistics operations. The four elements are:

- Managing the supply chains is observed as a whole, rather than as a set of fragmented parts as: procurement, production, distribution, etc. This approach to logistics is accepted by advanced companies.
- Managing the supply chain is the process of strategic planning, with a significant emphasis on the strategic decision-making.
- The management of supply chains provides a different approach to dealing with stocks across the entire "pipeline". The traditional approach inventories were used as a safety valve between the different components in the "pipeline", which contributed to the creation of oversized and overpriced supplies. Managing supply chains strive to change this principle, creating the stocks last place to balance the integrated flow of products through the "pipeline".
- An important component to the success of effective management of supply chains is the use of integrated information systems that are part of the overall system of supply chains, which proves to be much better than functioning in isolation for each component separately. This provides an overview of product demand and inventory levels along the

supply chain ("pipeline"). This became possible as a result of new advances in the technology of information systems (Rushton, Oxley, Croucher, 2000).

The managing of supply chains is defined as managing the movement of materials and information in the supply chain in order to ensure the highest level of satisfaction of the customer with the lowest possible cost (Whitten, Green, Zelbst, 2012, 28-30).

The objective of managing the supply chain is to achieve optimal alignment between staff, materials and information. The efficiency of supply chains depends on the quality of its management (Pešić, 2010).

The management of modern supply chains requires well-trained specialists in manufacturing, procurement and distribution that will lead chains unconditionally to achieve commercial success of enterprises (Ferdows, Michael, Machuca, 2004).

The best supply chain (Ketchen DJ, Rebarick c., G.T.M. Hult, 2008) is a chain that maintains an ideal balance between speed, quality, cost and flexibility, which is based on the strategic management level of enterprises, adaptable, agile and ready for assembly with other companies in order to reduce costs and meet the demands of consumers (Ketchen, Rebarick, Hult, Meyer, 2008). From that point of view, competition between firms in the market is increasingly turning into competition between supply chains.

Global supply chains operate in different areas, on different continents, involving business partners with different cultures, in dynamic environment with high expectations and changing demands of consumers, with short lifespans of products and new challenges. Natural disasters, fires, wars, terrorist attacks, strikes of employees, bankruptcy of business partners can delay or even stop the flow of materials, information and finances throughout the supply chain (Chopra, Sodhi, 2004).

There are several definitions of the risks for the supply chain. According to Svensson 2000, Klajndorfer 2005 and Hendricks 2008, risks of supply chains are defined as unplanned and unforeseen events that disrupt the normal flow of materials and resources throughout the supply chain (Azevedo, Machado, 2009).

According to Davis, 1993, in the design of a supply chain, it is very important to know how to deal with performance uncertainties. Sources of uncertainties in the supply chain are suppliers (delivery canceled), manufacturers (machine breakdown) and consumers (changeable requirements). Because of uncertainty, many factors in the supply chain such as receivables from customers or the time of delivery should be treated as variables because they are not permanent and are not known in advance.

Strategy of supply chains

The management of the supply chain consists of developing a strategy to organize, motivate and control the resources involved in the flow of materials and services in the framework of the supply chains that are interwoven throughout the organization. It is difficult to imagine a process in which a company is not under any influence of a supply chain. The strategy of the supply chain is essential for service as well as manufacturing firms.

The fundamental purpose of the supply chains for manufacturers is to control inventory by maintaining the flow of materials. A typical manufacturer spends more than 60 percent of its total revenue from the sale of purchased materials and services and a typical service company spends about 30 to 40 percent.

Since the materials are consuming so much of the income from sales, manufacturers can make huge profits with small reductions in the cost of materials, making the management of supply chains the key competitive weapon.

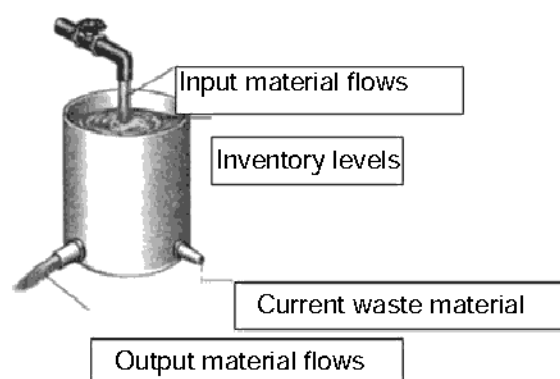


Figure 4 – Creating stocks
Slika 4 – Kreiranje zaliha

Figure 4 shows how stocks are created by analogy with dish water. The flow of water to the pot raises the water level. Incoming water flow from the intake material shown, for example steel, components parts, office supplies or finished products. The water level shows the amount of stocks held in a factory, service capacity, warehouse or retail.

The flowing of the water out of the vessel reduces the level of water in the container. The flow of water out represents demand materials inventories, such as orders by consumers or requests for supplies such as food or furniture. Another possible output flow is of the waste material, which also lowers utility supplies.

Together, the flow rates of input and output determine the level of inventories. Inventories are elevated when more materials flow into the container than go out. They fall when more material flows. Figure 4 also shows clearly why companies use Sigma (Sigma) and TQM (Total Quality Management) to reduce defective materials. The more growing flow of waste material, the greater flow of input materials is required for a given level of output.

Coordination, adaptability and pooling of supply chains

Distorted information or lack of information is the main reason for the "whip effect", named after the looks of its amplitude, which increases in length (Figure 5). The whip effect says that fluctuations in orders increase at each step of the supply chain from the consumer to the supplier of raw materials.

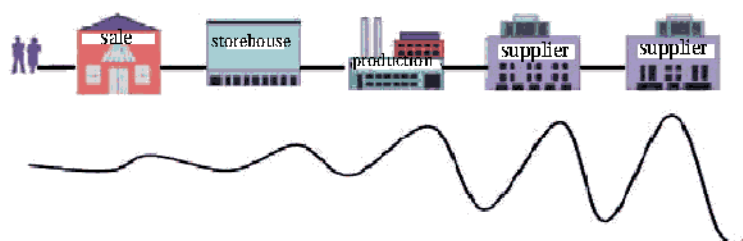


Figure 5 – "Whip" effect
Slika 5 – Efekat „biča“

A simple way to see how cruel the whip effect is in production is to examine the volatility of rising sales in the consumer part of the supply chain and to compare the volatility of increasing production at the opposite end of the chain (Figure 6). Supply chains that use real and fresh information and effectively at that will have smaller amplitudes, which is shown in the figure with the red color. Otherwise, amplitudes are much larger and they are shown in black.

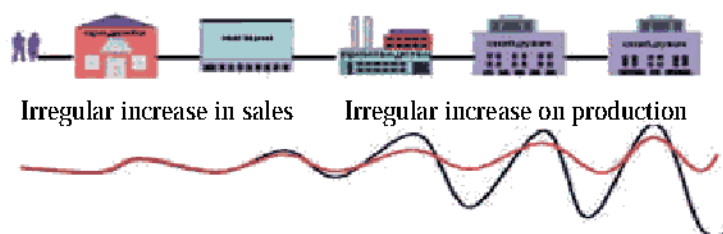


Figure 6 – Impact on production
Slika 6 – Uticaj na proizvodnju

For example, J.C.Penney has implemented a revolutionary computer system that takes information directly from the sales themselves crates (the lowest level of the hierarchy of recovery). Rather than making assumptions based on how managers think it will sell, now they are making assumptions based on real data.

Distorted information and the whip effect also increase the inventory in all stages of the chain of suppliers. In many cases, stocks reliability against irregularities in the chain of suppliers and the increased inventory must be stored to meet demand and to have relaxed production. Unused and unsold inventories cause huge costs: costs for storage, warehousing, insurance costs and spoilage. Therefore, manufacturers have to optimize their operations to have little inventory.

The analysis of the chains of different companies shows that long and complicated chains are very sensitive to changes in the work (eg. mistake in a production series, bankrupt subcontractor, etc.).

Therefore, these supply chains fail to adapt to new conditions and the functioning when the company is questioned.

The success of any enterprise depends on how the supply chain is capable of adapting to the changes in the market and the economic situation (adaptability), how the chain is able to respond quickly to changes in the requirements of the end user (agility) and how willing it is to coordinate their processes with the same distribution of costs, risks and revenues between all parties involved (association) (Whitte, Green, Zebst, 2012).

From the above, we have seen how important the coordination of supply chains is in order to avoid the whip effect which is the result of distorted information or lack of information. The result of untimely and inaccurate information is increasing inventories at all stages of the chain of suppliers, which increases inventory in many cases and is a certain sign of the existence of irregularities in the chain of suppliers.

Increasing the quantities causes huge costs and therefore the manufacturers optimize their operations to have little inventory and to avoid the whip effect. As an important factor for successful supply chains, their ability and adaptability to market needs should be also mentioned.

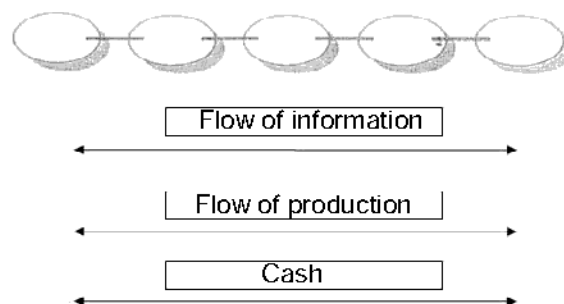


Figure 7 – Supply chain
Slika 7 – Lanci snadbevanja

The successful management of supply chains is based on the integration and management of three types of core processes: products, information and cash. The three main streams exist between the members of the channel, which can be seen in Figure 7.

The concept of management of the supply chain which is used today came from marketing, logistics and manufacturing.

Application of supply chains

The use of supply chains to increase the effectiveness of the business, lower costs and optimize for greater profitability in the civilian sector was particularly interesting to study in the early '90s of the 20th century. The rapid increase in the global business market moves to reorganize production and distribution operations to assembled partnerships with their suppliers and customers and creates supply chains that offer a significant competitive advantage. To achieve the primary mission of the Army, it is required to have quality and well organized logistic support. Logistics in the Army is set to a hierarchical structure consisting of three levels: strategic, operational and tactical level, with the system of supply chains covering the process chain as follows:

- Strategic level: supply of funds that are not available from Inventories are carried directly from the companies that contract for support or purchase at the local level, in the area of operations;

- Operational level: supply is done "by itself" at a place of unloading (warehouses, port, airport) or from local sources to the user units. Loads consisting of material from multiple units are first sorted before – being forwarded to the receiving unit;

Tactical level: when the time and the mission allows, we use the system "by itself", which provides supply. When the situation permits in the area of operations when the commodity is available, supplies are running through method "to yourself".

The overall logistic support of defense is implemented through various processes or formally related actions. All these interrelated processes form a chain of logistic support from which the resources of materials and services are ranging from sourcing to users and the information requirements of the users (units) to the holders of support.

The General Staff of the Army of Republic of Macedonia determines priorities and submits norms, criteria or guidance to the Joint Operational Command for the units with materials supply classes 1 to 5.

The units with fixed assets of all classes of supply are done by material formations and priorities made by tactical carriers.

Comparison of supply chains in the Army and the civilian sector

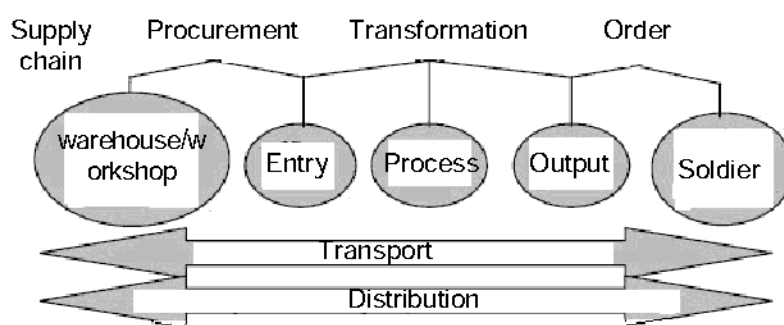
As we have already pointed out in the previous chapters, the supply chains in the civilian sector operate in this way:

Companies that produce raw materials at the beginning of the supply chain, deliver raw materials to enterprises that produce finished products stored in their warehouses until they receive a request from distribution centers. From distribution centers, products are delivered to retail centers where they are sold to consumers. In some cases, products of manufacturers can be delivered directly to sales centers which follow the market situation, identify the needs and inform distributors. If goods are in stock, distributors deliver them. If it is not the case, distributors submit a request for providing the goods from manufacturers.

In peacetime, the difference between the supply chains in the civilian sector and the supply chains in Army is minimal. The Macedonian Army does not have production facilities, only capacities for assets, maintenance and repair. Because the production process of the supply chains in the civil sector or supply chains in the Army replaced the process for maintenance/repair funds.

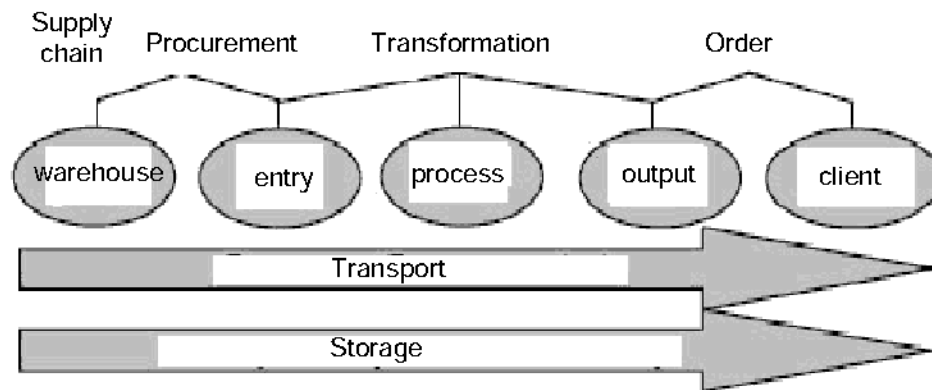
In supply chains in the civil sector, the delivery of a product to a consumer ends an interest in the supply chain for the product or the direction of movement of assets through a civilian supply chain from a producer to a consumer.

In the supply chains of the Army, movement of assets or duplex means they can be returned to the warehouse or shipped for repair in workshops as "Reversible logistics". The logistics in the Army of the Republic of Macedonia takes care of the whole lifecycle of assets, i.e. tracks their path through the supply chain from procurement, through their use to their disposal.



External factors: the needs of the soldiers, regulations of the Ministry of Defence.

Figure 8 – Supply Chain in the army
Slika 8 – Lanac snadbevanja u vojsci



External factors: globalization, government regulations, competition.

Figure 9 – Supply chain in the civilian sector
Slika 9 – Lanac snadbjevanja u civilnom sektoru

It is common for supply chains in the civilian sector and supply chains in the army that they aspire to optimize available resources, rapid delivery of assets to consumers, establishing standard procedures and application of general terms and equipment and the use of modern technique which will provide accurate and timely information on the current status of the stocks (Pešić, 2010).

Providing the resources needed to support the military operations is far more complex and requires extensive analyses such as those concerning the layout of distribution centers, their distance from combat positions, modes of transport to be used, safety requirements, etc.

The difference between the supply chains in the civilian sector and the supply chains in the army is that the latter is much more complicated and longer. Supply chains in the army should provide various means of hygiene supplies, spare parts, food, ammunition, weapons, vehicles, combat vehicles to helicopters, to be ready for war at any time and at any place and to respond to the requirements for providing and to be defined according to priorities. The distribution of assets in the supply chains for military service in combat zones is more complex than in the civilian sector.

The term "analysis" can be defined as a breakdown of the whole to its parts, real or theoretical, until its elements remain indivisible (Radovanovic, 1993).

The analysis implies specific procedures such as a breakdown and comparison which are the two most important analytical methods, mutually dependent. With the analysis, we provide conclusions about units, whether their specific tasks are carried out rationally and economically, thus indirectly contributing to the success of the units (Kocoski, Ivanovski, 2000).

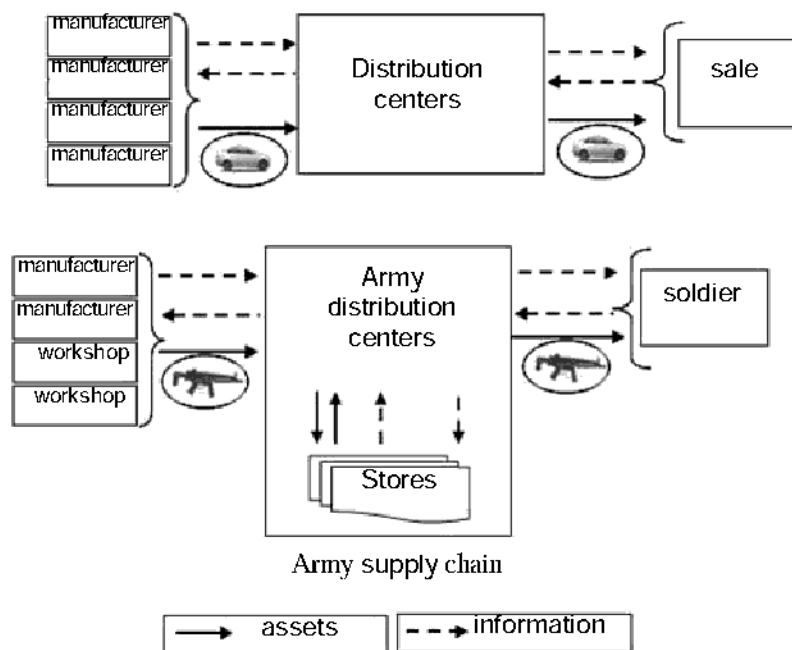


Figure 10 – Comparison of the civilian supply chain and the supply chain in the army
Slika 10 – Upoređivanje civilnog lanca snabdevanja i lanca za snabdevanje vojske

Although regular analyzes are made, and some manufacturers provide a list of parts with quantities that should be kept in warehouses, the number of unforeseen defects should not be neglected.

The demand for spare parts for regular annual maintenance (eg. tires, filters, batteries) can be planned for unexpected defects, especially defects of expensive resources. The army uses very specific and expensive equipment for which spare parts demands are predictable.

Conclusion

The main objectives of the supply chain are low cost and satisfied users, and they can only be achieved with good integration, coordination and synchronization of all activities and processes of the participants in the supply chain.

We can conclude that the benefit of enterprises have effective and efficient management of multiple supply chains, so competition between firms in the market is increasingly turning into competition between supply chains.

The information is a key element in the management of supply chains. Accuracy and visibility of information are important factors in achieving

effective supply chains. Coordination of the supply chain is very important in order to avoid the whip effect, which is the result of incorrect or lack of information. The result of untimely and inaccurate information is increasing inventories at all stages of the chain of suppliers that substantially cause huge costs. Therefore, manufacturers have to optimize their operations to have little inventory and to avoid the whip effect.

The management of supply chains covers a broad spectrum of logistics activities to the end product which can be found on the market, in the hands of the buyer or the user.

They integrate logistics activities and provide the opportunity for cost savings and offer better customer service. The essence of the management of supply chains is to make cost savings as well as to offer better service to customers.

From our experience, we can conclude that the management of supply chains in the army for commercial sector will contribute to the improvement of logistics in the Army.

Some benefits that could be mentioned are: better support for troops, lower costs, reduced logistics resources, reduced costs for the determination of stocks and reduced time necessary for applications.

The perspectives of the development of the supply chains in the army are in the form of an agile, flexible and uninterrupted supply chain, tailored to specific requirements of soldiers, which also allows smooth functioning of military forces during peacetime, military operations and war.

The best choice for managers of supply chains in the civilian sector is to monitor the market situation and the requirements of consumers for shaping their supply chain model.

However, it is not possible to accurately predict all the claims that arise in the army, especially during military operations. In civilian enterprises, the lack of inventory leads to the reduction of profits and the lack of military supplies: food, ammunition, fuel, etc.

In war conditions, this can increase losses of human lives. Essential products and services should be addressed in logistics planning and the amount of inventory available must be always kept in mind. So a continuous process of supplying required products is necessary in view of successfully performing assigned tasks and missions.

References

- Azevedo, S.G., Machado, V.H., 2009, *Strategies to mitigate supply chain disturbances*, NECE, Department of Management and Economics, University of Beira Interior.
- Bowersox, D.J., Closs, D.J., Cooper, M.B., 2007, *Supply chain logistics management (2nd edition)*, New York, McGraw-Hill, NY.
- Chopra, S., Sodhi, M.S.S., 2004, *Managing risk to avoid supply chain break-down*, MIT Sloan.

- Christopher, M., 1986, *The strategy of distribution management*, Oxford, Heinemann.
- Ferdows, K., Michael, A.L.J, Machuca, A.D., 2004, *Rapid - refuillment*, Harvard Business Review.
- Stock, J.R., Lambert, D.M., 2001, *Strategic Logistics Management*, Mc Grow-Hill Irvin, International edition, p.2.
- Rushton, A., Oxley, J., Croucher, P., 2000, *Logistics and Distribution Management*, The Institute of Logistics and Transport, Second Edition, p.4.
- Shapiro, R.D., Heskett, J.L., 1985, *Logistics strategy*, West Publishing, St Paul.
- Kasi, V., 2005, *Systemic Assessment of SCOR for Modeling Supply Chain*, Center for Process Innovation, Georgia State University,.
- Rushton, A., Oxley, J., Croucher, P., 2000, *Logistics and Distribution Management, Second Edition*, The Institute of Logistics and Transport, p.30.
- Pešić, P., 2010, *Menadžment u procesu snabdevanja u vojnoj organizaciji primenom logističkog kontrolinga*, Vojnotehnicki glasnik 2/10,
- Ketchen, D.J., Rebarick, W., Hult, G.T.M., Meyer, D., 2008, *Best value supply chains: A key competitive weapon for the 21st century*, www.sciencedirect.com.
- Kocoski, S., Ivanovski, Z., 2000, *Organization and economics of quarter-master equipment*, Skopje, p.193.
- Ministry of Defence of the Republic of Macedonia, 2012, White Paper on Defence, p.35.
- Ministry of Defence of the Republic of Macedonia, 2012, Guidelines for logistical support commands and units of the Army in peace, p.2.
- Pešić, P., 2010, Management in the supply of military organization applying logistics controlling, *Military Technical Courier*, 2/10.
- Radovanovic, R., 1993, *Analysis of business enterprises*, Beograd.
- G. Dwayne Whitten, Kenneth W. Green Jr, Pamela J. Zelbst, (2012) "Triple-A supply chain performance", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 32 Iss: 1, pp.28 – 48.
- <http://www.businessdictionary.com/definition/supply-chain-management-SCM.html>

LANCI SNABDEVANJA U LOGISTICI I NJIHOVA PRIMENA

OBLAST: menadžment u odbrani
VRSTA ČLANKA: stručni članak
JEZIK ČLANKA: engleski

Sažetak:

Logistika je skup aktivnosti kojim se vrši planiranje i realizacija premeštanja materijala. Imajući u vidu da se izvori sirovina, fabrike i prodajna mesta najčešće ne nalaze na istom mestu, neophodno je da

se sprovede niz logističkih aktivnosti kako bi se proizvod ili usluga mogli naći na prodajnom mestu, odnosno u rukama kupca/korisnika. Logistika rukovodi protokom podataka od nabavljača, kretanjem materijala preko različitih operacija u okviru organizacija i protokola završnih materijala do klijenata. Integrisanje ovih logističkih aktivnosti realizuje se preko lanaca snabdevanja, kojim se pruža mogućnost uštede troškova i ponuda bolje usluge potrošača. Korišćenje lanaca snabdevanja u Armiji Republike Makedonije predstavlja značajan faktor pri planiranju i sprovođenju logističke podrške.

Ključne reči: snabdevanje, servisiranje, planiranje, materijali, logistika, izvršenje, aktivnost.

Datum prijema članka/Paper received on: 03. 06. 2014.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 19. 06. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 20. 06. 2014.

ANALIZA UTICAJA ARMIRANO-BETONSKOG RAMA OD SOPSTVENOG OPTEREĆENJA I SPOLJAŠNJIH SILA

Miloš Z. Petrović ^a, Katarina I. Petković ^b,
Marina G. Živulović Petrović ^c, Emina Z. Jovanović ^d

^a Tehnička škola „12. februar“ Niš;

Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet
Doktorske studije

^b Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet,
Katedra za matematiku, informatiku i fiziku

^c Gradska uprava grada Niša, Uprava za imovinu
i inspekcijske poslove, Odsek građevinske inspekcije

^d Schweizerisches Institut für Betriebsökonomie – SIB Zürich,
Business Economics, Switzerland

DOI: 10.5937/vojtehg62-4718

OBLAST: građevinarstvo

VRSTA ČLANKA: stručni članak

JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

U radu je prikazno delovanje sile prednaprezanja na armiranobetonski ram (u daljem tekstu AB ram). Posmatrani sistem je statički neodređen sa dva ukleštenja. Na njega deluje opterećenje prednaprezanje kablom silom $N_k=600$ kN, kao i sopstveno opterećenje. Visina rama je 6.00 m, a osovinski razmak 20.00 m. Opterećenje od sopstvene težine elemenata je od rigle i stuba. Opterećenje konstrukcije usled prednaprezanja spada u unutrašnja opterećenja, koja zamenjujemo ekvivalentnim opterećenjem koje predstavlja spoljašnje opterećenje. Proračun je izvršen metodom sila i metodom deformacija, kao i u softverskom programu „Tower“. Metodom sila se uklanja ukleštenje i preseku se omogućava obrtanje. Statički neodređena veličina tada je moment ukleštenja. Kod metode deformacije sve statičke i deformacijske veličine izražavaju se putem izvesnog broja međusobno nezavisnih deformacijskih veličina, koje su određene iz uslova ravnoteže sistema. Broj nezavisnih deformacijskih neodređenih veličina predstavlja deformacijsku neodređenost nosača. Sve deformacijski neodređene veličine mogu se svrstati u dve grupe: prvu grupu čine uglovi obrtanja na krajevima kruto vezanih štapova, a drugu grupu komponente pomeranja čvorova.

Ključne reči: softverski program „Tower“, metoda sila, metoda deformacija, armirani beton, prednaprezanje, ram, opterećenje, beton.

Uvod

Pod konstrukcijom od prednapregnutog betona podrazumeva se konstrukcija koja je prethodno ili u toku delovanja spoljnog opterećenja podvrgnuta nekoj stalnoj veštački stvorenoj sili (sila prednapreznja), tako da se pod dejstvom te sile i celokupnog spoljnog opterećenja napreznja na zatezanje u betonu izbegnu ili smanje toliko da u betonu ne nastanu naprsline (Antić, et al., 1964). Sistem prednapreznja SPB prvenstveno služi za prednapreznje očvrstlog betona ili za istezanje pojedinačnih užadi pri prednapreznju putem prijanjanja na stazama za proizvodnju prefabrikovanih elemenata. Kao čelik za prednapreznje koriste se užad prečnika 12,5 i 15,2 mm, sastavljena od 7 žica, a za prednapreznje prijanjanjem, pored ovih, i užad manjih prečnika sa 2,3 ili 7 žica. Zatezanje užadi pri prednapreznju vrši se pojedinačno do četiri užeta u kabl, a ukupno od šest pa nadalje. Broj i prečnik užadi u kabl definisani su u okviru sistema u zavisnosti od potreba u projektovanju, uvažavajući i razloge ekonomičnosti. Kablovi se kod naknadnog prednapreznja postavljaju u metalne ili plastične fleksibilne cevi i u slobodne kanale. Osnovni element sistema je kotva koja se sastoji od jednog ili više trodelnih klinova, čaure ili ankerne ploče i podložne ploče. Svako uže se posebno ukotvljava u čauru ili ankernu ploču koja preko podložne ploče prenosi silu na beton. Opremu za prednapreznje čine hidraulična presa višestrukog dejstva i odgovarajuća pumpa. Ova oprema mora biti usklađena sa tipom kabla i kotve. Mutilica sa pumpom za injektiranje služi za zaštitu kablova (<http://www.kbdk.gf.ukim.edu.mk>). Čelici su najčešće primenjivani konstrukcioni materijali. Lako su dostupni, imaju dobre mehaničke karakteristike i jeftini su (Šupić, Đukić, 2012, pp.131-136). Osim u mostogradnji, gde je premošćenje velikih raspona danas nezamislivo bez prednapreznja i kablova velikih sila, primena prednapreznja i u zgradstvu je veoma zastupljena (Marisavljević, Milojković, 2005, pp.15-35).

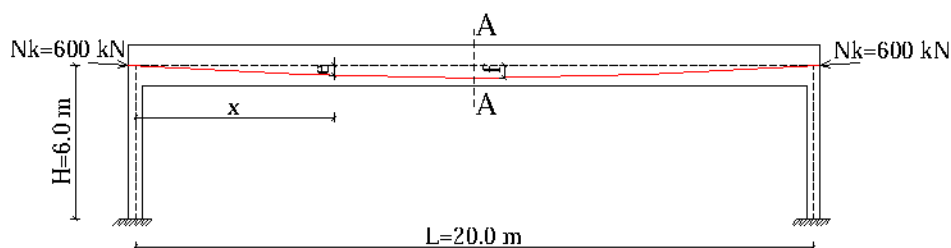
Geometrijske karakteristike elementa

Posmatrani sistem je armiranobetonski ram (AB ram) sa dva uklještenja. Konstrukcija i opterećenje su simetrični (Curić, et al., 2010, pp.13-16). Na njega deluje opterećenje prednapreznjem kablom silom $N_k=600$ kN, kao i sopstveno opterećenje. Visina rama je 6,00 m, a osovinski razmak 20,00 m. Opterećenje od sopstvene težine elemenata je od rigle i stuba. Opterećenje konstrukcije usled prednapreznja spada u unutrašnja opterećenja, koja zamenjujemo ekvivalentnim opterećenjem koje predstavlja spoljašnje opterećenje. Zategnut kabl deluje na betonsku konstrukciju:

- koncentrisanim silama na mestu kotvi,

- koncentrisanim skretnim silama u pravcu simetrane ugla na mestu oštrog preloma trase kabla, i
- podeljenim skretnim opterećenjem u pravcu centra krivine na delu kabla u krivini.

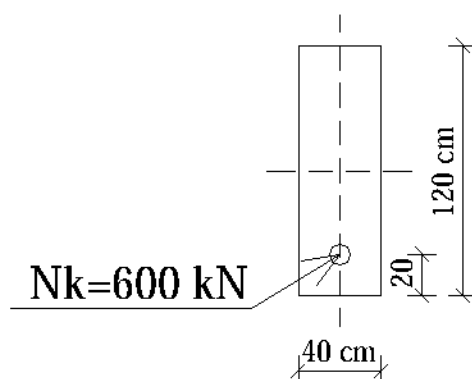
Skretne sile javljaju se duž celog kabla, jer je reč o paraboli, pa ih izražavamo kao sile koje deluju na jedinicu dužine, a ugao skretanja i dužina odsečka su beskonačno mali. Zakrivljenost parabole je promenljiva, ali uvodimo pojednostavljenje tako što parabolu zamenimo kružnicom velikog poluprečnika.



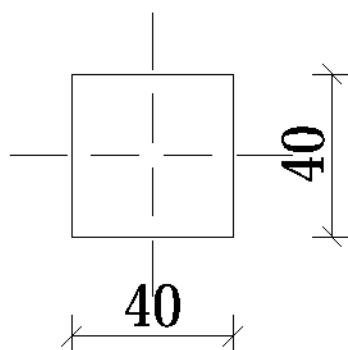
Slika 1 – AB ram
Figure 1 – Reinforced concrete frame

Ovaj sistem je usvojen bez ekscentriciteta nad stubovima da bi se videlo ponašanje sistema kada nije tipično i optimalno rešenje, kako bi se videla i dokazala njegova funkcionalnost, tj. nefunkcionalnost.

PRESEK A-A

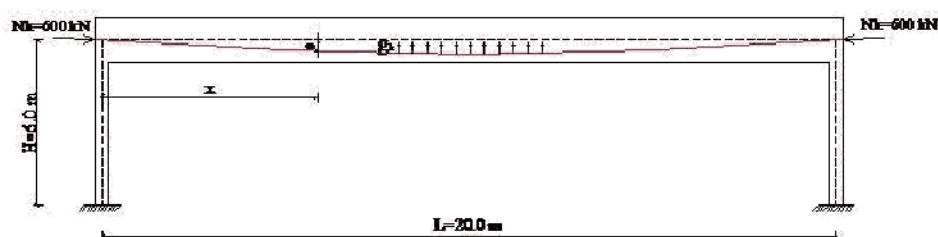


Slika 2 – Presek A-A
Figure 2 – Section A-A

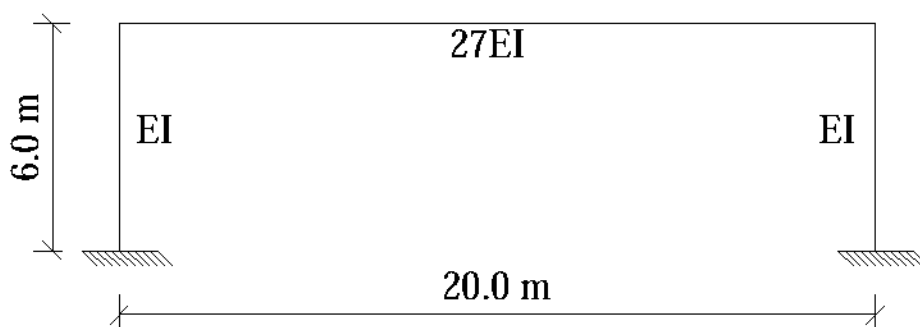


Slika 3 – Usvojen stub kvadratnog poprečnog preseka 40/40 cm
Figure 3 – Adopted pillar with a square cross section of 40/40 cm

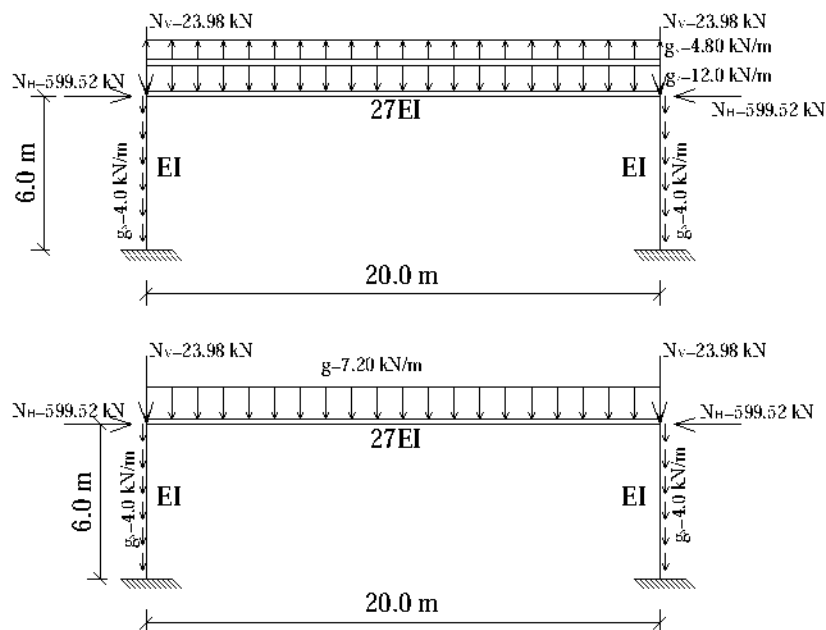
Šema opterećenja



Slika 4 – Ekvivalentno opterećenje
Figure 4 – Equivalent load



Slika 5 – Krutost konstrukcije
Figure 5 – Stiffness of the structural elements



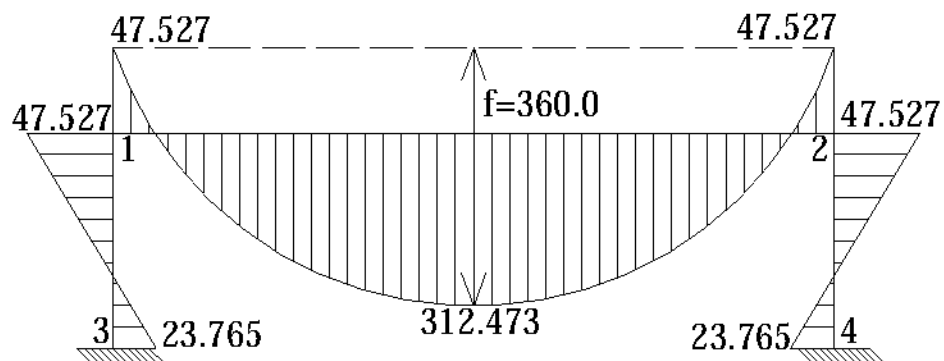
Slika 6 – Šema opterećenja
Figure 6 – Load scheme

Opterećenje koje se javlja kod sistema je:

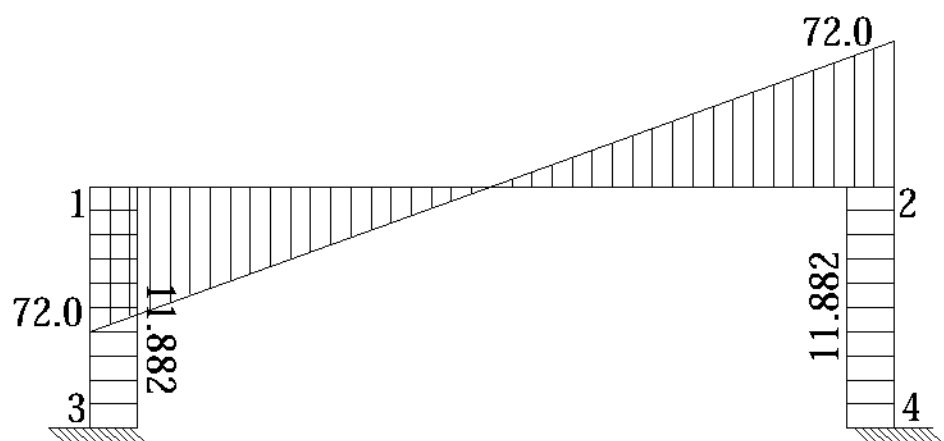
- g – rezultujuće poprečno opterećenje – razlika težine i ekvivalentnog opterećenja,
- g_k – ekvivalentno raspodeljeno opterećenje,
- g_r – sopstvena težina rigle,
- g_s – sopstvena težina stuba,
- N_k – sila u kablu,
- N_H i N_V – koncentrisane sile.

Metoda sila

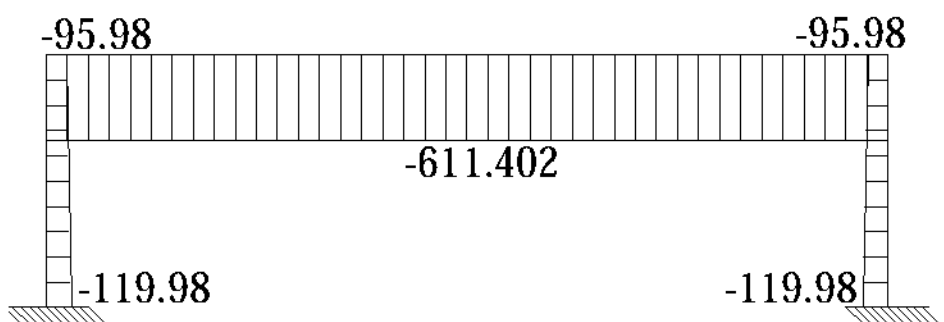
Metodom sila kod nosača dolazi do uklanjanja ukleštenja, čime se preseku kod uklonjenog ukleštenja omogućava obrtanje. Statički neodređena veličina tada je moment ukleštenja. Da bi došlo do uklanjanja veze između nosača i oslonca u koji je nosač uklešten dovoljno je krutu vezu štapa u ukleštenom preseku, ili u njemu beskonačno bliskom preseku, zameniti zglavkastom vezom. Statički neodređena veličina je par momenata – moment savijanja u ukleštenom preseku štapa. Generalisana pomeranja jesu promena odstojanja između preseka štapa i promene ugla između poprečnog preseka štapa s jedne strane zgloba i ukleštenja sa druge strane. Pomeranja u datom nosaču jednaka su nuli (Popović, 2002).



Slika 7 – Dijagram momenata
Figure 7 – Moment diagram



Slika 8 – Dijagram transverzalnih sila
Figure 8 – Diagram of shear force



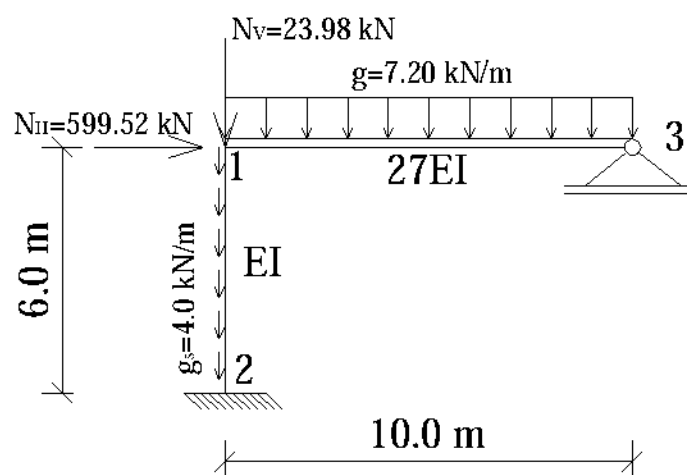
Slika 9 – Dijagram normalnih sila
Figure 9 – Diagram of axial force

Metoda deformacija

Metoda deformacije sastoji se u tome da se sve statičke i deformacijske veličine izraze putem izvesnog broja međusobno nezavisnih deformacijskih veličina. Postoji konvencija o znaku:

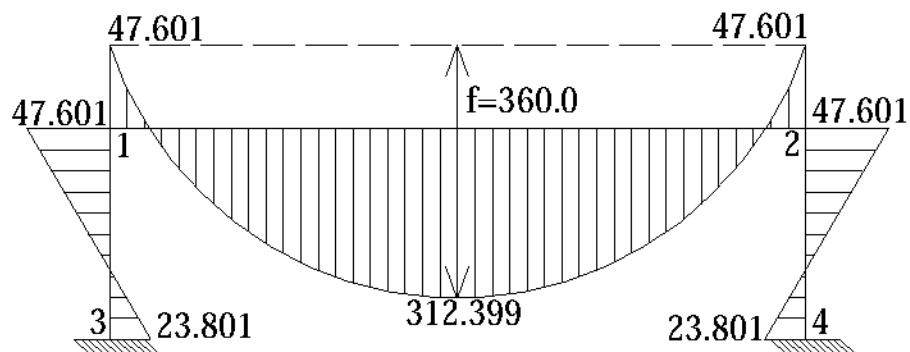
- normalna sila je pozitivna kada zateže štap,
- transversalna sila je pozitivna kada obrće štap u odnosu na suprotni kraj štapa u smeru kazaljki na satu i
- momenat na kraju štapa je pozitivan kada je u smeru kazaljke na satu. Shodno tome, momenat koji deluje na čvor pozitivan je u smeru suprotnom od smera kazaljke na satu.

Dok je konvencija o znacima sila N i T na krajevima štapova u skladu sa konvencijom o znaku N i T sile u teoriji linijskih nosača, konvencija o znaku momenta nije u skladu sa opštom konvencijom o znaku momenata savijanja i odnosi se samo na momente na krajevima štapa (Popović, 2002).

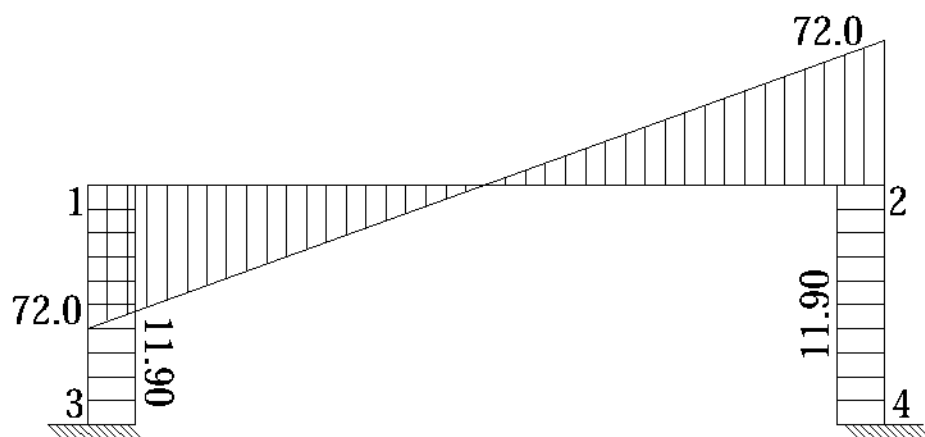


Slika 10 – Simetrija nosača
Figure 10 – Frame system using symmetry

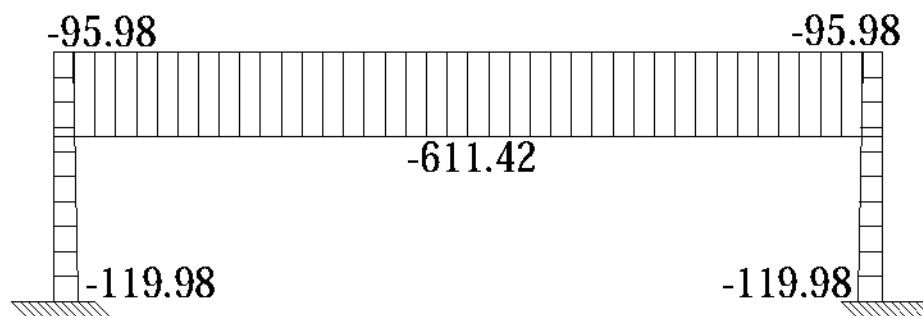
Smatra se da je nosač simetričan ako ima osu simetrije, što je slučaj kod nosača koji se razmatraju u ovom radu. Posle presecanja nosača osom simetrije, umesto celog nosača posmatra se njegova jedna polovina. Na osi simetrije ubacuje se odgovarajući oslonac koji zadovoljava uslove oslanjanja po silama i po pomeranjima. Uticaji u simetričnim presecima odbačenog dela nosača po vrednosti su isti sa uticajem u posmatranom delu nosača, ali imaju suprotan znak. Za tačke na osi simetrije $T=0$, pa se za transversalne sile izabrane kao statički nepoznate unapred zna da su nule (Popović, 2002).



Slika 11 – Dijagram momenata
Figure 11 – Moment diagram



Slika 12 – Dijagram transversalnih sila
Figure 12 – Diagram of shear force



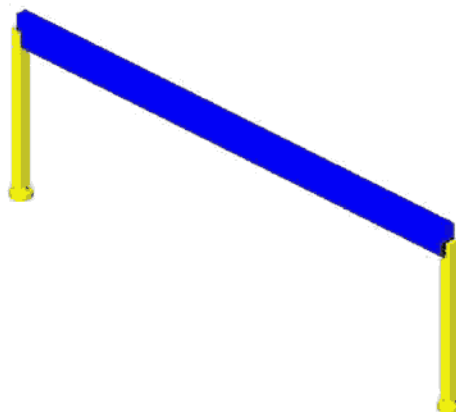
Slika 13 – Dijagram normalnih sila
Figure 13 – Diagram of axial force

Softverski program „Tower 7”

„Tower 7” je program za statičku i dinamičku analizu konstrukcija i dimenzioniranje betonskih elemenata, kao i za sveobuhvatnu analizu uticaja u ravanskim i prostornim konstrukcijama. Obezbeđuje alate koji su automatizovani, integrisani, sveobuhvatni i intuitivni, a omoqućava povećanje brzine i kvaliteta projektovanja, kao i proveru rezultata dobijenu standardnim metodama. Verzija 7 je visokoprofesionalan alat visokih performansi. (<http://www.radimpex.rs/index.php?lang=sr>)

Osnovni podaci o modelu		
Datoteka:	AD RAM.bsp	
Datum proračuna:	23.8.2013	
Nacin proračuna:	2D model (Xp, Yp, Yr)	
☒ Teorija I-og reda	☐ Modalna analiza	☐ Stablnost
☐ Teorija II-og reda	☐ Seizmički proračun	☐ Faze gradnje
☐ Nelinearni proračun		
Valeina modela		
Broj čvorova:	4	
Broj plocastih elemenata:	0	
Broj grednih elemenata:	3	
Broj graniranih elemenata:	12	
Broj osnovnih slučajeva opterećenja:	2	
Broj kombinacija opterećenja:	1	
Jedinice mera		
Duzina:	m [mm]	
Sila:	kN	
Temperatura:	Celsius	

Slika 14 – Osnovni – ulazni podaci
Figure 14 – Basic input data



Slika 15 – Izometrija
Figure 15 – Isometry

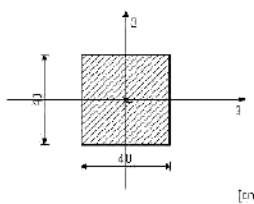
Tabela materijala

Nc	Naziv materijala	E (N/m ²)	μ	ν (N/m ³)	α (1/C)	E_{eff} (N/m ²)	μ_{eff}
1	Betoni MB 30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20

Setovi greda

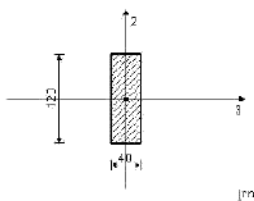
Set 1: Presjek b/d=40/40, Fiktivna ekscentricnost

Mat	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Betoni MB 30	1.600e-1	1.333e-1	1.333e-1	3.605e-3	2.133e-3	2.133e-3

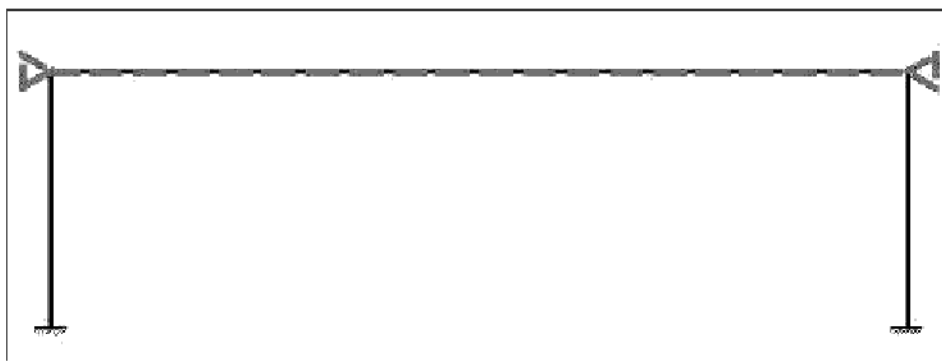


Set 2: Presjek b/d=40/120, Fiktivna ekscentricnost

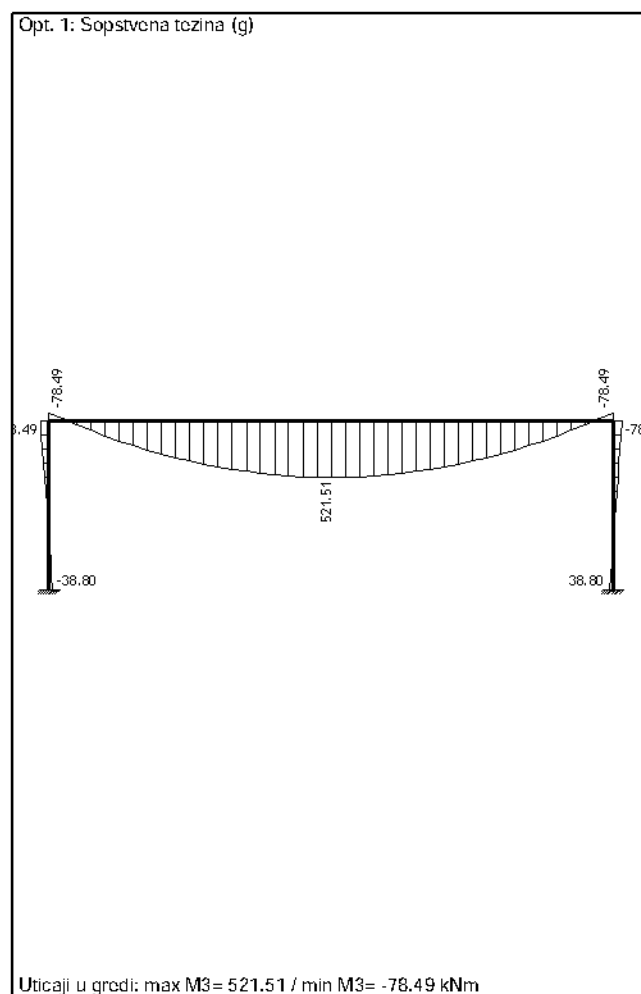
Mat	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Betoni MB 30	4.600e-1	4.000e-1	4.000e-1	2.023e-2	6.400e-3	5.760e-2



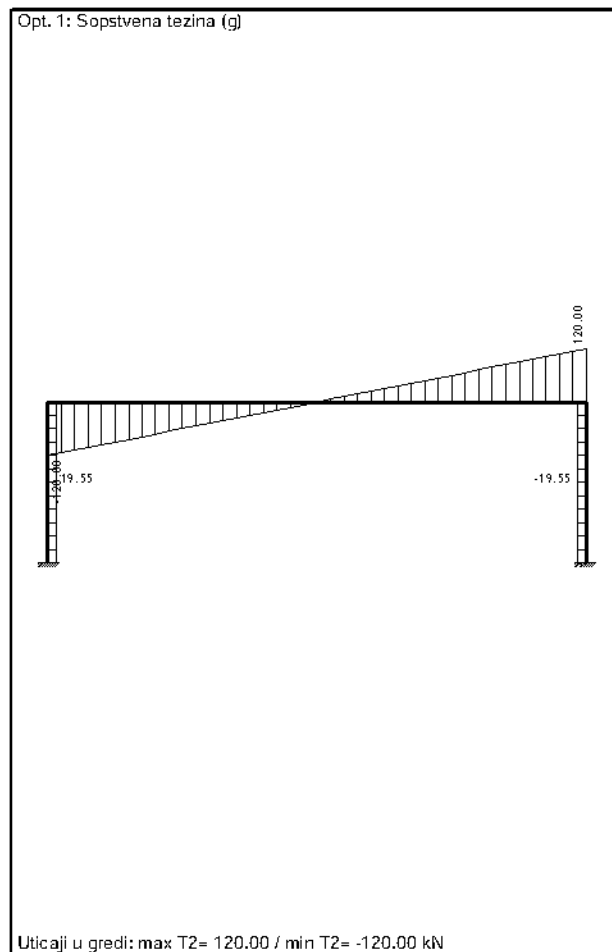
Slika 15 – Tabela materijala i setovi greda
Figure 15 – Table of materials and sets of beams



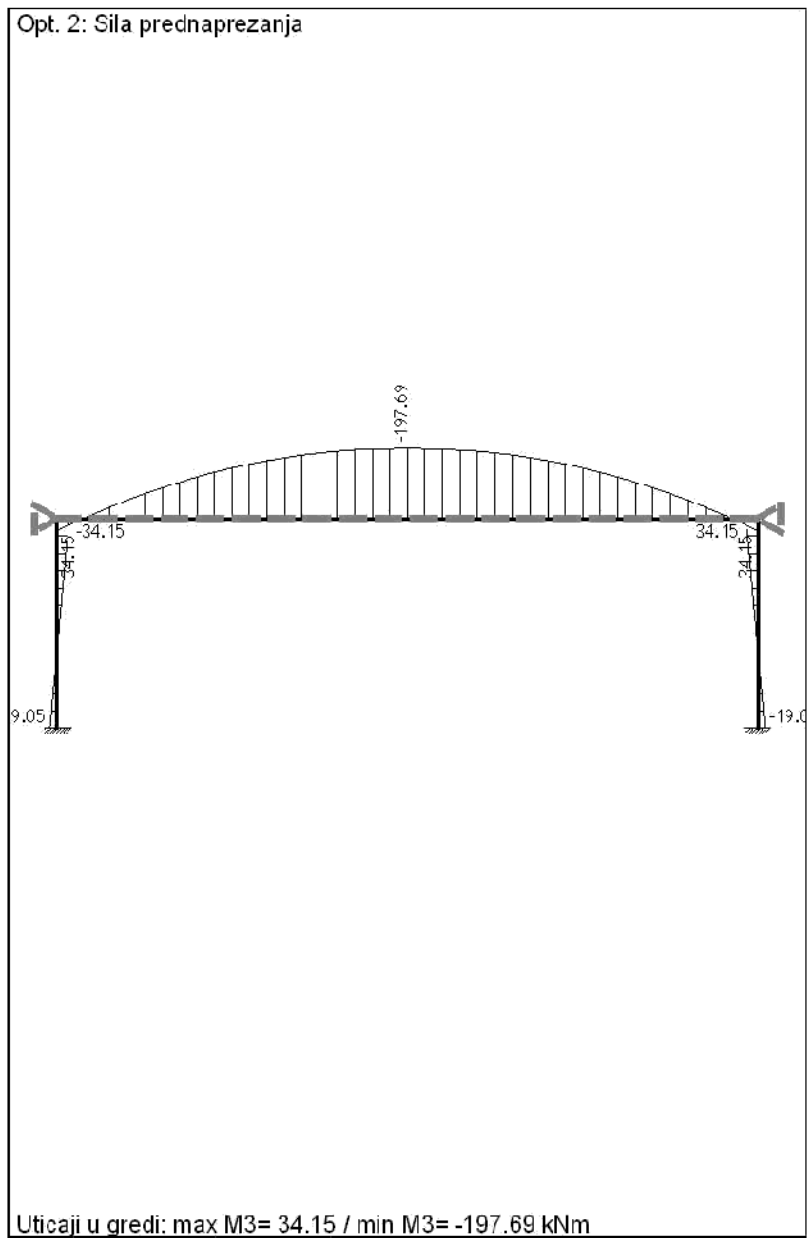
Slika 16 – Ulazni podaci
Figure 16 – Input data



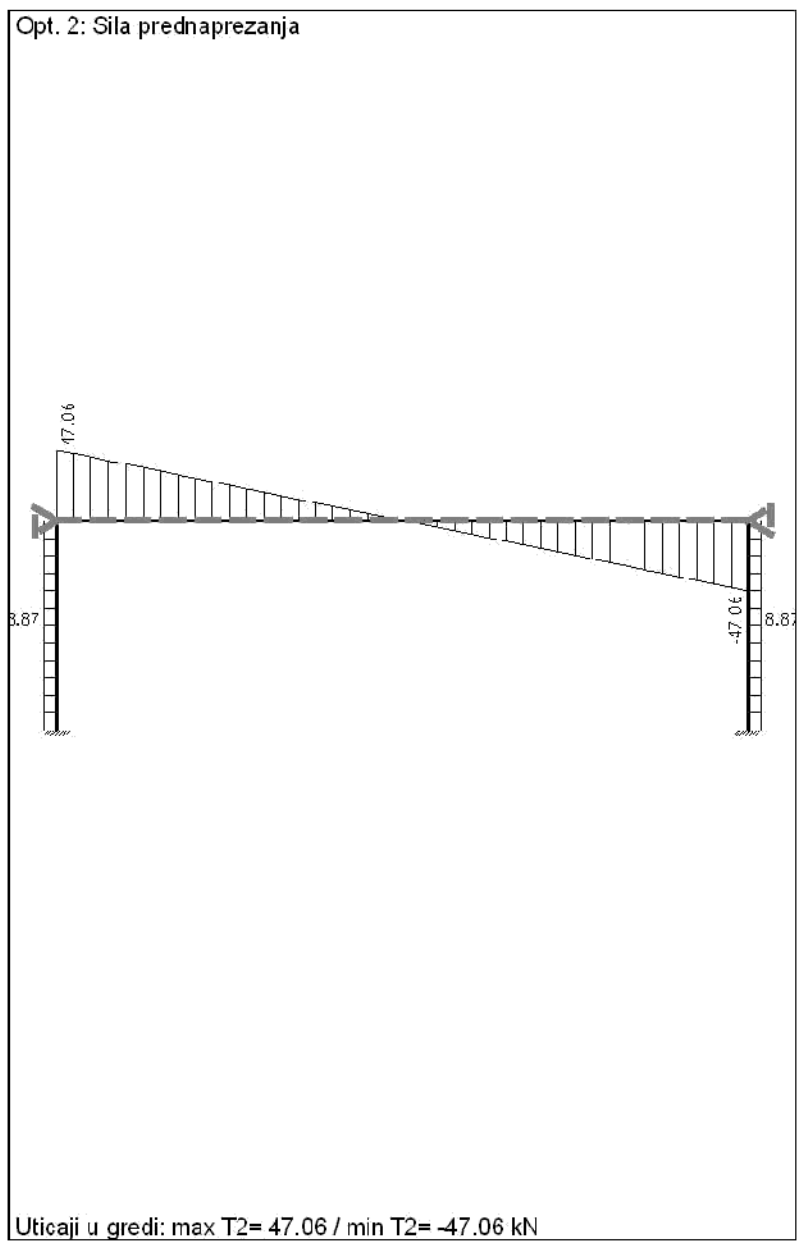
Slika 17 – Dijagram momenata
Figure 17 – Moment diagram



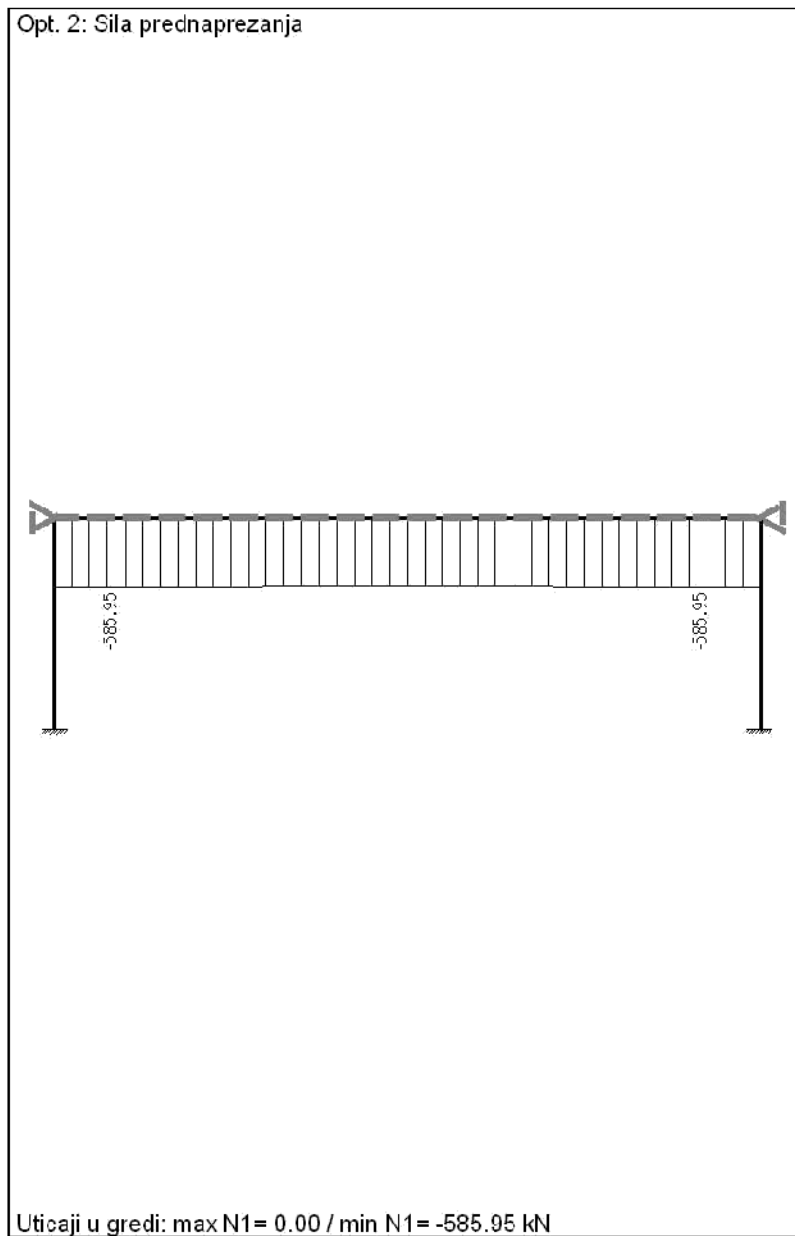
Slika 18 – Dijagram transverzalnih sila
Figure 18 – Diagram of shear force



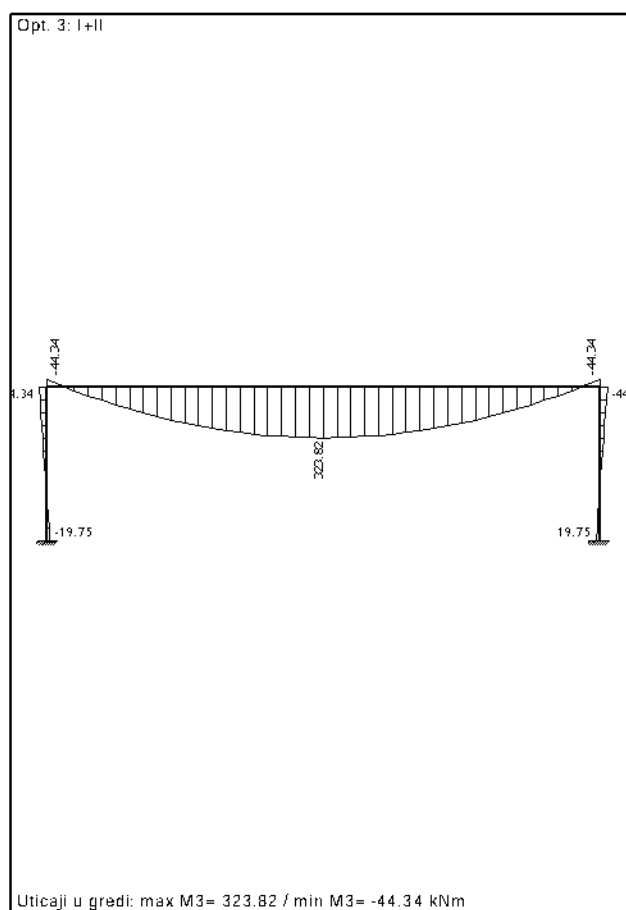
Slika 19 – Dijagram momenata
Figure 19 – Moment diagram



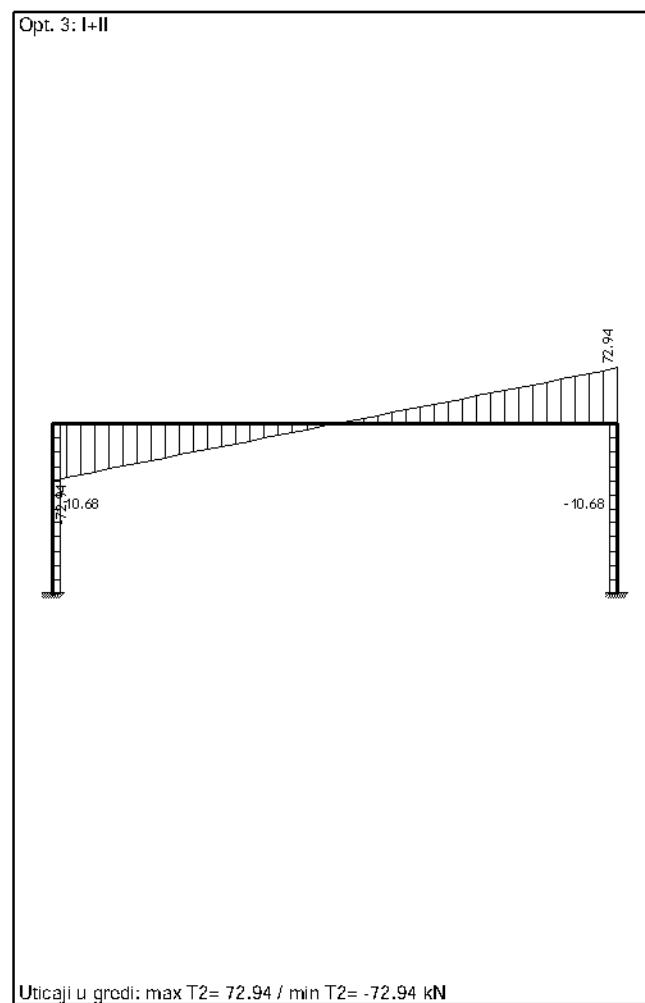
Slika 20 – Dijagram transverzalnih sila
Figure 20 – Diagram of shear force



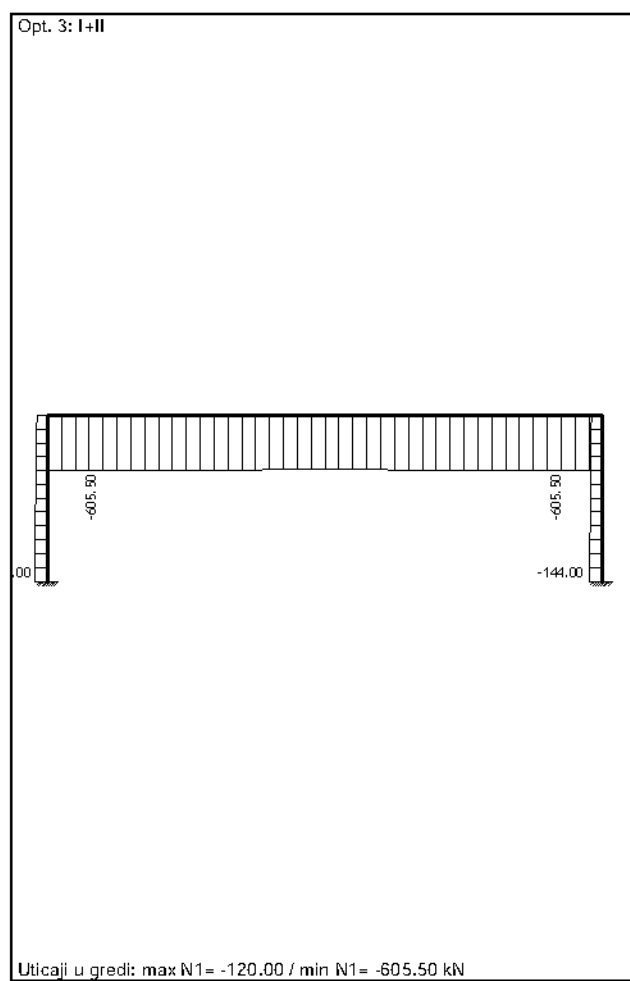
Slika 21 – Dijagram normalnih sila
Figure 21 – Diagram of axial force



Slika 22 – Dijagram momenata
Figure 22 – Moment diagram



Slika 23 – Dijagram transverzalnih sila
Figure 23 – Diagram of shear force



Slika 24 – Dijagram normalnih sila
Figure 24 – Diagram of axial force

Analiza dobijenih rezultata

Tabela 1 – Tabelarni prikaz dobijenih rezultata
Table 1 – Tabulation of the results

REZULTATI (RESULTS)	M _{max} [kNm]	M _{min} [kNm]	T _{max} [kN]	T _{min} [kN]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]
METODA SILA (FORCE METHOD)	312.473	-47.527	72.00	-72.00	-95.98	-611.402
METODA DEFORMACIJA (DIRECT STIFFNESS METHOD)	312.399	-47.601	72.00	-72.00	-95.98	-611.42
"TOWER"	323.82	-44.34	72.94	-72.94	-120.00	-605.50

Iz dobijenih rezultata, kroz tri različite metode proračuna dobijaju se približno isti rezultati, sa zanemarljivom razlikom.

Zaključak

Prema Pravilniku za beton i armirani beton (PBAB), švajcarskim propisima (SIA) i DIN normama primjenjuje se kombinacija metoda provjere (Tomičić, 2007, pp.879-887), kako bi se izvršila provjera dobijenih rezultata. Projektovanje armiranobetonskih ramova obuhvata dva aspekta – normativni i proračunski (Milašinović, Goleš, 2013, pp.411-422). Prethodno napregnutne konstrukcije armirane su minimalnim procentom armiranja kada je efekat prethodnog naprezanja dovoljan za prihvatanje svih opterećenja. Efekti usvojenog prethodnog naprezanja za slučaj analiziran u radu nisu dovoljni za postizanje potrebnih efekata. Kako bi sistem mogao da obezbedi potrebne efekte treba uzeti u obzir dobro projektovanu veličinu prethodnog naprezanja. Prethodno naprezanje predstavljeno u primjeru nije dovoljno za prihvatanje razmatranog opterećenja.

Prikazane metode proračuna upravo i dokazuju prethodno izneti zaključak. Metod proračuna metodom sila i metodom deformacija ostaje u senci savremenog projektovanja i razvoja savremenih softvera. U širokoj primeni je softverski program „Tower“ koji bez greške pokazuje tačne i precizne rezultate. Radi provjere i sigurnosti projektanti treba da uzmu u obzir proračun metodom sila i metodom deformacija kao kontrolu dobijenih rezultata softverskim programom „Tower“. Softverski program „Tower 7“, pored osnovnih mogućnosti, pruža i grafički interfejs i obradu rezultata proračuna (<http://www.plan-b.hr>).

Literatura

- Antić, D., Božičković, V., Divjak, V., Erić, H., Furundžić, B., Ginder, E., . . . Zmić, P. 1964. *Tehničar II - Građevinski priručnik*. Beograd: Građevinska knjiga.
- Curić, E., Drenić, D., & Vacev, T. 2010. Uticaj krutosti podloge na distribuciju naponskog stanja kod prednapregnutog betonskog železničkog praga tip B70. *Nauka + Praksa*, 13, pp.13-16.
- Milašinović, D., & Goleš, D. 2013. Stability analysis of reinforced concrete prismatic shell structures. *Građevinar*, 65(5), pp.411-422.
- Marisavljević, V., & Milojković, M. 2005. Prednaprezanje u građevinskoj praksi. *Izgradnja*, 59(1-2), pp.15-34.
- Popović, B. 2002. *Statika konstrukcija 2*. Niš: Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet.
- Šupić, O., & Đukić, B. 2012. Analiza uticaja sadržaja Si u čeliku, temperature rastopa cinka i vremena uranjanja na debljinu prevlake cinka. *Zaštita materijala*, 53(2), pp.131-136.
- Tomičić, I. 2007. Analysis of reinforced-concrete beams subjected to transverse force. *Građevinar*, 59(10), pp.879-887.
- Retrieved from <http://www.kbdk.gf.ukim.edu.mk>
- Retrieved from <http://www.radimpex.rs/index.php?lang=sr>
- Retrieved from <http://www.plan-b.hr>

STRUCTURAL ANALYSIS OF A PRESTRESSED CONCRETE

FIELD: civil engineering
ARTICLE TYPE: Professional Paper
ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

The effects of prestressing forces on a reinforced concrete frame are shown in the paper. The structure is a statically indeterminate frame with two fixed supports. The load is due to tendon prestressing with $N_k = 600$ kN and due to self-weight of columns and beam. The columns height is 6.00 m and the beam span is 20.00 m. Effects of prestressing can be replaced by an external equivalent load. Calculations are performed by the force method, by the direct stiffness method and using the "Tower" software. The rotational restraints are released at fixed supports and the restraint moments are calculated by the force method. The direct stiffness method uses the members' stiffness relations for computing member forces and displacements in structures. The unknown nodal rotations and translations are obtained by solving a system of equations.

The considered tendon profile is without eccentricity above the columns.

"Tower 7" is software for static and dynamic structural analysis and for design of concrete elements. It enables overall structural analysis of plane and three-dimensional structures. Automated, integrated tools allow fast and reliable design or the verification of the results obtained by standard methods. Version 7 is a professional tool with high performance.

Three different calculation methods have given close results, with minor differences.

Key words: software "Tower"; force method; direct stiffness method; reinforced concrete; prestressing; frames; load; concrete.

Datum prijema članka/Paper received on: 23. 10. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 28. 02. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 02. 03. 2014.

DISTRIBUCIJSKE GREŠKE U PROCESU PROCJENE PERFORMANSI ZAPOSLENIH

Vesko M. Lukovac^a, Snežana A. Pejčić Tarle^b,
Milena J. Popović^c, Dragan S. Pamučar^d

^a Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Katedra logistike, Beograd

^b Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd

^c Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
Beograd

^d Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Dekanat, Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg62-4729

OBLAST: menadžment ljudskih resursa

VRSTA ČLANKA: stručni članak

JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

*Racionalno angažovanje, usmjeravanje i razvoj, motivisanje i na-
građivanje, unapređenje organizacijske efikasnosti i poslovanja tesko
se može ostvariti ukoliko se ne vrši ocjenjivanje kvaliteta rada zaposle-
nih. U literaturi o menadžmentu ova tehnika je poznata pod nazivom
„procjena performansi zaposlenih”. Performansa ili učinak može biti bi-
lo neki mjerljiv rezultat koji je ostvaren, bilo ponašanje ili lične karakte-
ristike neophodne za obavljanje određene aktivnosti u definisanom pe-
riodu. U posljednje vrijeme razvija se poseban menadžerski pristup –
„upravljanje uspjehom” (Performance Management) sa ciljem da se
procjena performansi i upotreba rezultata procjene u rukovođenju, čiji
je cilj unapređenje performansi – uspjeha zaposlenih, integrišu.*

*S obzirom na to da je procjena performansi zaposlenog najčešće re-
zultat subjektivnog suda procjenjivača o kvalitetu njegovog rada, mora se
voditi računa o mogućim greškama koje karakterišu takav način prosuđi-
vanja. Postoji više tipova grešaka koje procjenjivači mogu počinuti prilikom
procjena performansi zaposlenih, a u ovom radu prikazan je pri-
stup identifikaciji i umanjenoj distribucijskih grešaka procjenjivača, kao naj-
rasprostranjenijih u organizacijama sa većim brojem zaposlenih.*

Ključne reči: zaposleni, procjena performansi, distribucijske greške.

Uvod

Da bi se objektivno i sa svrhom odgovorilo na pitanja: koga nagra-
diti, ko je spreman za promociju, kome je potreban dodatni raz-
voj i slično, neophodno je u kontinuitetu pratiti performanse zaposlenih.

Pritom je glavni postulat: „Ako se ne mogu mjeriti, ne može se njima upravljati, odnosno ne mogu se ni maksimizirati”. Tako se dolazi do potrebe za mjerenjem, to jest procjenjivanjem performansi zaposlenih, odnosno obavljanja poslova koji su im dodijeljeni.

Sistem procjene performansi zaposlenih ima višestruki značaj za organizaciju. Međutim, tri osnovne vrste njegove namjene su (Noe, Hollenbeck, Gerhart & Wright, 2006):

- strategijska,
- administrativna,
- razvojna.

Strategijska namjena. Sistem procjene performansi zaposlenih trebao bi, prije svega, povezivati aktivnosti zaposlenih sa ciljevima organizacije. Jedan od primarnih načina primjene strategije je kroz definisanje rezultata, ponašanja i, do neke mjere, karakteristika zaposlenih koje su potrebne za izvršavanje te strategije, a zatim razvijanje sistema mjerenja i povratnih informacija koji će maksimizirati stepen do kojeg zaposleni pokazuju karakteristike, angažuju se u ponašanjima i proizvode rezultate. Da bi ispunio ovu strategijsku svrhu sistem mora biti fleksibilan, jer kada se mijenjaju ciljevi i strategije obično se moraju, u skladu sa tim, promijeniti i rezultati, ponašanja i karakteristike zaposlenih. Međutim, sistemi procjenjivanja obično ne ispunjavaju ovu namjenu. Istraživanja koja je sprovedla američka kompanija Commerce Clearing House, a čiji rezultati su objavljeni u studiji pod nazivom „Performance Appraisal: What Three Companies Are Doing” (Commerce Clearing House, 1985) pokazuju da samo 13% ispitivanih organizacija koristi sistem procjene performansi zaposlenih za prenošenje ciljeva organizacije. Osim toga, ispitivanje stručnjaka koji se bave pružanjem usluga konsaltinga iz oblasti upravljanja ljudskim resursima, o namjenama sistema za procjenu performansi zaposlenih, pokazalo je da se većina sistema fokusira na administrativnu i razvojnu namjenu (Cleveland, Murphy & Williams, 1989).

Administrativna namjena. Organizacije koriste informacije o procjeni performansi zaposlenih o mnogim administrativnim odlukama kao što su: plate, povišice, nagrade, unapređenja, zadržavanja, otpuštanja i sl. Uprkos važnosti ovih odluka, mnogi menadžeri koji su izvor informacije, gledaju na proces procjene performansi zaposlenih kao na nužno zlo kroz koje moraju proći da bi ispunili zahtjeve svog posla. Ne osjećaju se prijatno ocjenjujući druge i dajući povratne informacije zaposlenima. Dakle, skloni su svima dati visoke ili iste ocjene, čineći time informaciju o procjeni performansi zaposlenog beskorisnom. Na primjer, jedan je menadžer izjavio: „Zaista nema spora oko činjenice da kada god moram ocijeniti nekoga od svojih ljudi, zastanem i razmislim o uticaju, o poslasticama mojih odluka na moj odnos sa tim čovjekom i njegovu budućnost ovdje... Nazovite to politikom ili korišćenjem menadžerske diskrecije ili namještanjem čovjekovih ocjena, ali na kraju ja moram živjeti sa njim, ja neću ocijeniti čovjeka bez razmišljanja o poslasticama” (Longenecker, 1987).

Razvojna namjena. Treća namjena sistema procjenjivanja je razvoj zaposlenih koji su uspješni u svom poslu. Isto tako, kada zaposleni ne postižu rezultate kakve bi trebali, sistem procjenjivanja se koristi za poboljšanje njihovog rada kroz obuku. Povratna informacija dobijena u procesu procjene performansi često ukazuje na slabosti zaposlenih. U savršenim uslovima, međutim, sistem procjenjivanja prepoznaje ne samo manjkavosti rezultata zaposlenih, već i uzroke tih manjkavosti – na primjer, nedostatak vještine, motivacioni problem ili neku prepreku koja sprečava zaposlenog. Menadžerima je često neprijatno suočavati zaposlene sa njihovim slabim rezultatima. Takva suočavanja, iako nužna za uspjeh radne grupe, često stvaraju napetost u svakodnevnim odnosima na poslu. Davanje visokih ocjena svim zaposlenima omogućava menadžeru svođenje takvih sukoba na minimum, ali tada nije u potpunosti ispunjena razvojna svrha sistema ocjenjivanja.

Dakle, uspješan sistem za procjenu performansi zaposlenih treba da poveže aktivnosti zaposlenih sa stratezijskim ciljevima organizacije, iskoristi valjane i korisne informacije za donošenje administrativnih odluka o njima i pruži im povratne informacije koje će koristiti u razvoju. Ispunjavanje ove tri namjene ključno je za postizanje konkurentске prednosti pomoću ljudskih resursa.

Pored ove tri osnovne vrste namjene, sistem procjene performansi zaposlenih vezan je i za ostale aktivnosti upravljanja ljudskim resursima, prvenstveno za regrutovanje i selekciju. Naime, odgovor na pitanje: „Da li organizacija zapošljava ‘zvijezde’ ili svoja radna mjesta popunjava ‘sjenkama’?“, moguće je dobiti tek kada se bude mogao procijeniti kvalitet rada novopridošlih radnika. Organizacija tek tada može zaključiti da li zapošljava prave ljude, odnosno da li su regrutacija i selekcija valjane (Grout 2008).

Isto tako, mora se istaći i da je razvoj pouzdanog sistema za procjenu performansi zaposlenih ozbiljan, veoma složen i odgovoran posao, koji prevazilazi mogućnosti menadžerske improvizacije i zahtijeva planski i metodološki razrađen pristup, kao i permanentno praćenje utvrđenih standarda i njihovu korekciju.

U okviru procesa procjene performansi zaposlenih je, između ostalog, neophodno voditi računa i o greškama koje procjenjivači mogu počinuti. Greške procjenjivanja su greške u prosuđivanju koje se sistematski pojavljuju kada pojedinac posmatra i ocjenjuje drugog pojedinca. Mogu se definisati i kao razlika između rezultata ljudskog prosuđivanja i objektivne, tačne procjene koja nije obojena predrasudama i drugim subjektivnim uticajima (Bogićević, Milikić, 2008).

Greške mogu ozbiljno ugroziti kvalitet sistema procjenjivanje, odnosno objektivnost i realnost rezultata procjene. Njih je i izuzetno teško eliminisati iz procesa procjenjivanja, jer su procjenjivači često nesvjesni činjenice da ih prave. Čak i kada su ih ocjenjivači svjesni, oni često nijesu u stanju da ih isprave.

Postoji više tipova grešaka koje procjenjivači mogu počinuti prilikom procjene performansi zaposlenih: „halo“ i „sirena“ efekat, efekat sličnosti s procjenjivačem, greška kontrasta, greška konteksta, vremenska greška, greška pripisivanja, greška prvog utiska, efekat fizičke privlačnosti,

greška visokog potencijala, greška prethodnih rezultata, stereotipi. Međutim, u organizacijama sa većim brojem zaposlenih, greške kojima se najčešće iskrivljuju rezultati procjene performansi zaposlenih su „distribucijske greške procjenjivača” (Noe, Hollenbeck, Gerhart & Wright, 2006).

Distribucijske greške

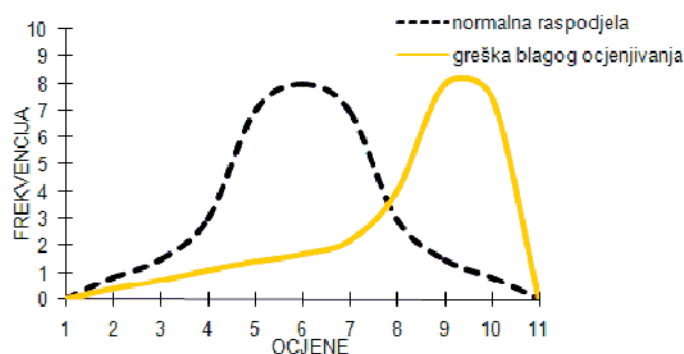
Distribucijske greške su rezultat sklonosti procjenjivača da koristi samo jedan dio skale za procjenu. To znači da skoro svi zaposleni dobijaju iste ocjene – visoke, niske ili prosječne. U tom smislu, postoje dva osnovna tipa distribucijskih grešaka (Bogićević, Milikić, 2008):

- greške blagog i/ili strogog procjenjivanja,
- greška centralne tendencije.

Greške blagog i/ili strogog procjenjivanja ukazuju na tendenciju da procjenjivač daje više ili niže ocjene nego što bi one bile na osnovu stvarnih rezultata. Na primjer, menadžer ocjenjuje sve svoje zaposlene višom ocjenom od one za koju zaista smatra da je zaslužuju, u pogrešnoj nadi da će ih to navesti da dostignu više ocjene koje su dobili. Nasuprot tome, drugi menadžer postavlja nemoguće visoke standarde i očekivanja i ponosan je na to što nikada nije sreo podređenog koji bi zaslužio tako visoku ocjenu. U ovim slučajevima dolazi do pomjeranja prosječne vrijednosti ocjena u odnosu na srednju vrijednost na skali za procjenu naviše (blago ocjenjivanje) ili naniže (strogo ocjenjivanje).

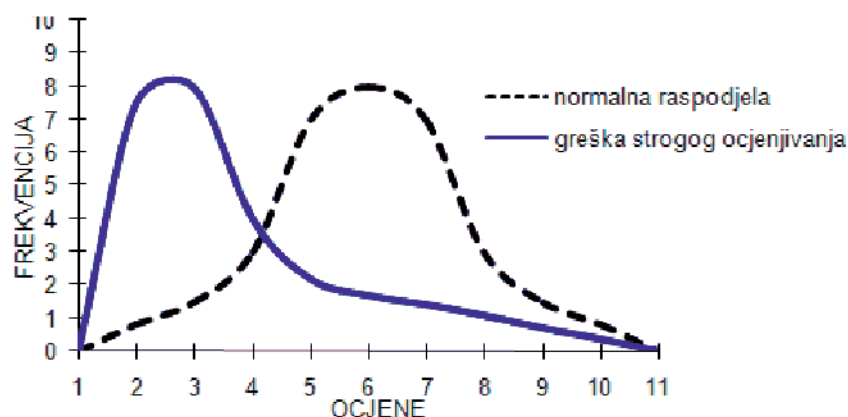
Kao što je ranije navedeno, postojanje distribucijskih grešaka procjenjivača vezano je za procjenjivanje performansi većeg broja zaposlenih. U svakoj organizaciji sa velikim brojem zaposlenih trebalo bi očekivati da distribucija ocjena uspješnosti aproksimira ka krivoj oblikovanoj kao zvon, koja predstavlja normalnu raspodjelu – Gausova kriva.

Kada se pojavljuju greške blagog procjenjivanja, distribucija ocjena aproksimira ka krivoj koja je pomjerena udesno od krive normalnog rasporeda (slika 1).



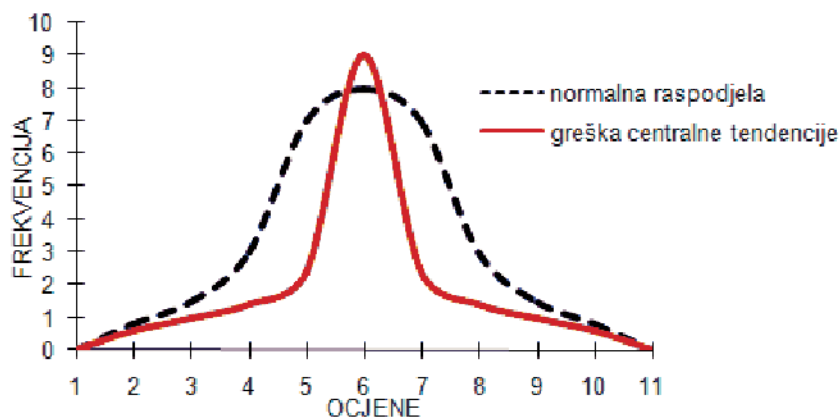
Slika 1 – Greška blagog ocjenjivanja
Figure 1 – Error of mild assessment

U slučaju pravljenja greške strogog procjenjivanja distribucija ocjena aproksimira ka krivoj koja je pomjerena ulijevo od krive normalnog rasporeda (slika 2).



Slika 2 – Greška strogog ocjenjivanja
Figure 2 – Error of rigorous assessment

Greška centralne tendencije pojavljuje se kada procjenjivač sve zaposlene ocjenjuje tako da su njihove ocjene bliske srednjoj vrijednosti na skali za ocjenu (slika 3). Svega nekoliko zaposlenih, ili nijedan, dobija vrlo visoke ili vrlo niske ocjene. Procjenjivači nijesu skloni da daju ekstremne ocjene zaposlenima. Primjera radi, na osnovu pogrešnog uvjerenja da zakon zahtijeva od organizacija da sve zaposlene jednako tretiraju i svesno vođen željom da izbjegne konfrontaciju, menadžer je ocijenio sve zaposlene u svojoj radnoj grupi kao potpuno uspješne, uprkos značajnim razlikama u njihovom radnom kvalitetu, i tako počinio grešku centralne tendencije (Grout, 2008).



Slika 3 – Greška centralne tendencije
Figure 3 – Error of a central tendency

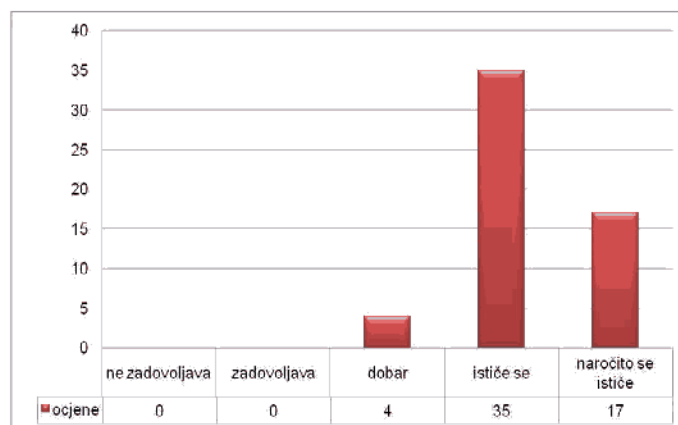
Postojanje bilo kog tipa distribucijskih grešaka ukazuje na situacije u kojima se ne pravi razlika između dobrog i lošeg kvaliteta rada. Takođe, ove greške stvaraju problem pri upoređivanju performansi pojedinaca koje ocjenjuju različiti procjenjivači. Ako je jedan procjenjivač blag, a drugi strog, zaposleni koje je ocjenjivao stroži procjenjivač će dobiti znatno manje nagrada od onih čije performanse je ocjenjivao blaži procjenjivač.

Identifikacija distribucijskih grešaka

Utvrđivanje postojanja nekog od navedenih tipova distribucijskih grešaka moguće je na više načina. Jedan od najpopularnijih pristupa jeste izračunavanje standardne devijacije. Mala standardna devijacija ukazuje na postojanje distribucijskih grešaka, ali je za dokazivanja prisustva greške blagog, strogog ocjenjivanja ili greške centralne tendencije neophodno da se uporedi prosječna vrijednost ocjena i srednja vrijednost na skali za procjenjivanje.

Ukoliko je prosječna vrijednost ocjena manja od srednje vrijednosti na skali za procjenu, onda postoji greška strogog procjenjivanja. Ukoliko je prosječna vrijednost ocjena veća od srednje vrijednosti na skali za procjenu, onda postoji greška blagog procjenjivanja. Na kraju, ukoliko prosječna vrijednost ocjena aproksimira srednjoj vrijednosti na skali za procjenu, postoji greška centralne tendencije (Bogičević, Milikić, 2008).

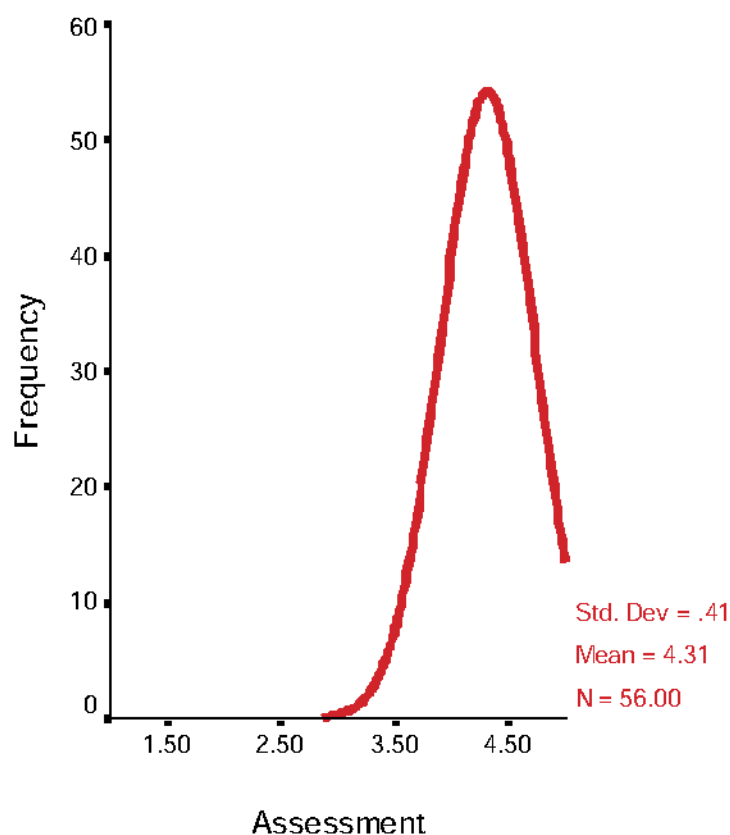
U ovom radu prikazan je pristup provjeri prisustva nekog od navedenih tipova distribucijskih grešaka procjenjivača prilikom procjene performansi vozača vojnih motornih vozila u vojsci Srbije. Provjera je izvršena u transportnoj jedinici koja u svom sastavu ima 56 vozača – civilnih lica, a sprovedena je nakon redovnog procesa procjene performansi ove kategorije vozača na kraju kalendarske godine (Lukovac, 2010). Distribucija ocjena uspješnosti vozača na petostepenoj skali procjenjivanja (ne zadovoljava, zadovoljava, dobar, ističe se, naročito se ističe) prikazana je na slici 4.



Slika 4 – Distribucija ocjena vozača na skali ocjenjivanja

Figure 4 – Distribution of drivers' ratings on an assessment scale

Shodno opisanom pristupu za utvrđivanje prisustva distribucijskih grešaka u procesu procjene performansi zaposlenih, a radi izračunavanja standardne devijacije (*Std. Deviation*) i prosječne vrijednosti ocjena (*Mean*), sve ocjene su statistički obrađene u programskom paketu SPSS 11.5 for Windows. Distribucija svih ocjena na nivou posmatrane transportne jedinice nakon njihove obrade u SPSS-u 11.5 prikazana je na slici 5.



Slika 5 – Distribucija ocjena vozača nakon njihove obrade u SPSS-u 11.5
Figure 5 – Distribution of drivers' ratings after their processing in SPSS 11.5

Sa slike 5 se vidi da je standardna devijacija ocjena mala (0,41), što ukazuje na postojanje distribucijskih grešaka procjenjivača u procesu procjene performansi zaposlenih. Kako je prosječna vrijednost ocjena (4,31) znatno veća od srednje vrijednosti na skali procjenjivanja (3,00) evidentno je da se radi o grešci blagog procjenjivanja.

Dakle, na osnovu rezultata analize može se zaključiti da je prilikom procjenjivanja performansi vozača u transportnoj jedinici koja je bila predmet provjere, procjenjivač počinio „grešku blagog procjenjivanja”.

Umanjenje distribucijskih grešaka

Uprkos brojnim greškama koje procjenjivači čine u procesu procjene performansi zaposlenih, postoje načini da se one znatno umanje i svedu na nivo koji se može tolerisati. Da bi se u tome uspjelo neophodne su odgovarajuće mjere i aktivnosti o kojima organizacije moraju voditi računa, a slijedeći predlozi mogu značajno pomoći da proces procjene performansi zaposlenih bude objektivniji i pravedniji (Lukovac, 2010):

- **ponašanja vezana za kvalitet rada dokumentovati u dnevnik.** Dokazi upućuju na to da su procjene obično preciznije i otpornije na procjeniteljske greške ako se vodi dnevnik specifičnih kritičnih događaja za svakog zaposlenog. Dnevnici u kojima bi se evidentirali kritični događaji za svakog zaposlenog trebali bi da podstaknu procjenjivače da se prije usredsrede na ponašanja vezana za realizaciju radnih zadataka nego na osobine zaposlenog i samim tim smanje broj grešaka procjenjivanja;

- **treba koristiti više procjenjivača.** Sa povećavanjem broja procjenjivača, povećava se i vjerovatnoća dobijanja pouzdanijih informacija. Ako greška procjenjivača prati normalnu krivu, povećanje broja procjenjivača za rezultat će imati okupljanje većine njih negdje oko sredine. Ovaj pristup može se vidjeti na takmičenjima u sportovima kao što su umjetničko klizanje i gimnastika. Grupa procjenjivača (žiri) prosuđuje o učinku; najviša i najniža ocjena se izostavljaju, a konačna ocjena sastavlja se od kumulativnih bodova onih ocjena koje su ostale. Logika višestrukog procjenjivanja važi i za organizacije. Ako je rad zaposlenog nadgledalo deset lica od kojih ga je devet ocijenilo odličnom, a jedan lošom ocjenom, može se zanemariti vrijednost jedne loše ocjene. Shodno tome, povećanje će se vjerovatnoća dobijanja preciznijih i pouzdanijih ocjena ako se koristi više procjenjivača (kao što je slučaj kod „procjene od 360 stepeni” – „360 degree appraisal”);

- **procjenjivače treba obučiti.** Obuka ili trening procjenjivača jedan je od vrlo značajnih i popularnih načina djelovanja u pravcu poboljšanja i podizanja kvaliteta njihovih procjena. Upoznavanje s uobičajnim greškama procjenjivača, njihovim djelovanjem i slično, može pozitivno djelovati na procjenjivače i njihov odnos prema procesu procjene performansi zaposlenih. Obuka procjenjivača po pravilu podrazumijeva (Jones, 2001):

1. Upoznavanje s uobičajnim greškama procjenjivača,
2. Upoznavanje s individualnim razlikama i činjenicom da se one redovno iskazuju Gausovom krivom, što navodi na zaključak da je sasvim logično da se između zaposlenih pojave (identifikuju) velike razlike u uspješnosti.
3. Osposobljavanje za iznalaženje i definisanje odgovarajućih kriterijuma i standarda za identifikaciju i vrednovanje ponašanja i utvrđivanje razlika u uspješnosti.

4. Osposobljavanje za vođenje djelotvornog razgovora o uspješnosti radi njenog poboljšanja i razvoja saradnika;

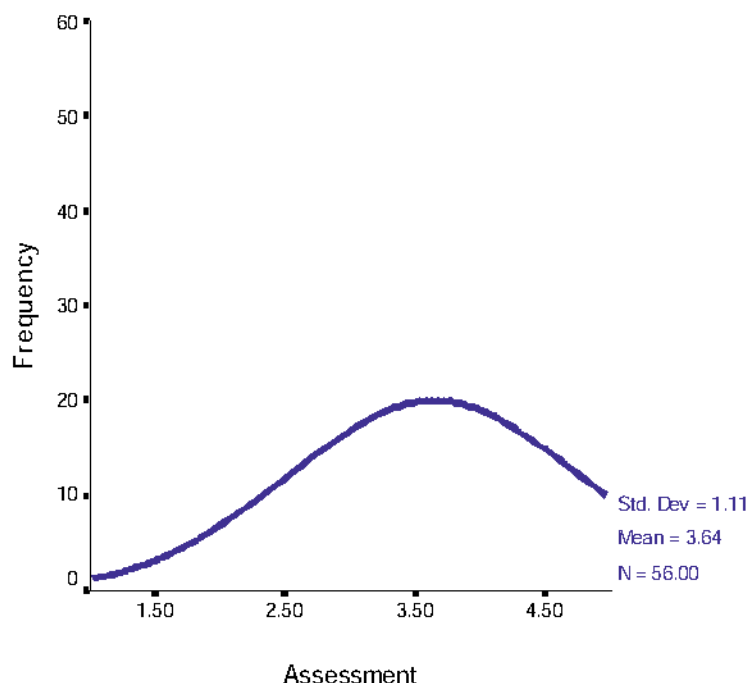
– **horizontalno procjenjivati**. Horizontalno procjenjivanje je tehnika kojom se smanjuju greške procjenjivanja. Procjenjivač najprije procjenjuje jednu dimenziju radne uspješnosti (jedan kriterijum procjenjivanja) svih osoba koje treba ocijeniti, zatim drugu dimenziju, potom treću i tako redom. Horizontalnim načinom procjenjivanja prevazilazi se uobičajno vertikalno procjenjivanje, u kojem se istovremeno procjenjuju sve dimenzije uspješnosti jednog zaposlenog.

Shodno navedenim predlozima za umanjeње grešaka procjenjivača, sa licem koje je prethodno bilo u ulozi procjenjivača u transportnoj jedinici koja je bila predmet provjere, izvršena je obuka. Po završetku obuke, lice je dobilo zadatak da sada ponovo pristupi procjenjivanju svih 56 vozača, ali tehnikom horizontalnog ocjenjivanja. Vremenska razlika između ova dva procjenjivanja performansi zaposlenih iznosila je svega sedam dana, a distribucija ocjena vozača na skali procjenjivanja, nakon ovog procjenjivanja, tj. procjenjivanja nakon obuke (tehnikom horizontalnog procjenjivanja) prikazana je na slici 6.



Slika 6 – Distribucija ocjena vozača na skali procjenjivanja nakon obuke procjenjivača
Figure 6 – Distribution of drivers' ratings on the assessment scale after the assessor training

Ove ocjene (ocjene nakon obuke procjenjivača) takođe su statistički obrađene u SPSS-u 11.5 for Windows i prikazane na slici 7.



Slika 7 – Distribucija ocjena u SPSS-u 11.5 nakon obuke procjenjivača
Figure 7 – Ratings distribution in SPSS 11.5 after the assessor training

Sa slike 7 se vidi da je standardna devijacija ocjena (1,11) skoro tri puta veća u odnosu na procjenjivanje prije izvršene obuke procjenjivača (0,41). Prosječna vrijednost ocjena (3,64) takođe je znatno bliža srednjoj vrijednosti na skali procjenjivanja (3,00) u odnosu na procjenjivanje prije obuke procjenjivača (4,31).

Shodno ovim rezultatima, može se zaključiti da su obuka procjenjivača i tehnika horizontalnog procjenjivanja znatno doprinijele umanjenju greške blagog ocjenjivanja koju je procjenjivač ranije počinio. Isto tako, može se zaključiti da bi uključivanje više procjenjivača u proces procjenjivanja, kao i vođenje dnevnika za dokumentovanje ponašanja zaposlenih, dodatno doprinijelo pravednijoj i objektivnijoj procjeni performansi zaposlenih.

Zaključak

Analiza čiji je cilj prepoznavanje eventualnih grešaka koje procjenjivači mogu počinuti prilikom procjenjivanja performansi zaposlenih, doprinosi transparentnosti sistema procjenjivanja, a samim tim i njegovoj većoj prihvatljivosti od strane zaposlenih. Samo takav pristup procjeni performansi zapo-

slenih može da motiviše zaposlene na maksimalno radno angažovanje i time utiče na njih da što bolje i efikasnije obavljaju svoj posao.

Najčešće greške procjenjivanja u organizacijama sa većim brojem zaposlenih su „distribucijske greške procjenjivača“. Saznanje da vrijednost standardne devijacije ocjena ukazuje na prisustvo ili nepristvo distribucijskih grešaka procjenjivača, kao i da odnos prosječne vrijednosti ocjena i srednje vrijednosti na skali procjenjivanja određuje tip distribucijske greške, osnova su za sprovođenje analize radi prepoznavanja ovih grešaka u procesu procjene performansi zaposlenih.

Korišćenje odgovarajućih programskih paketa za statističku obradu podataka, konkretno SPSS-a 11.5, samo doprinosi efikasnosti ovog postupka.

Iako ne postoje mjere zaštite kojima se može garantovati objektivnost prilikom procesa procjene performansi zaposlenih, postoje načini da se greške procjenjivača znatno umanje i svedu na nivo koji se može tolerisati. Obuka procjenjivača, horizontalno procjenjivanje, uključivanje više procjenjivača u proces procjene performansi zaposlenih, kao i dnevnicu u kojima bi se evidentirali kritični događaji za svakog zaposlenog, mjere su koje upravo doprinose smanjenju grešaka procjenjivača i objektivnijoj procjeni performansi zaposlenih.

Shodno opisanom postupku za utvrđivanje prisustva nekog od tipova distribucijskih grešaka procjenjivača, a pomoću programskog paketa SPSS 11.05, može se zaključiti da je u transportnoj jedinici VS, koja je bila predmet analize ovog rada, procjenjivač počinio distribucijsku grešku s obzirom na izuzetno nisku vrijednost standardne devijacije ocjena. Kako je prosječna vrijednost ocjena znatno veća od srednje vrijednosti na skali procjenjivanja, evidentno je da je procjenjivač počinio grešku blagog procjenjivanja.

Primjena mjera za umanjivanje distribucijskih grešaka procjenjivača, konkretno obuka procjenjivača i tehnika horizontalnog procjenjivanja, znatno je doprinijela umanjivanju distribucijske greške blagog ocjenjivanja koju je procjenjivač prethodno počinio.

Literatura

Bogićević, Milikić, 2008, Menadžment ljudskih resursa, Ekonomski fakultet, Beograd.

Commerce Clearing House, 1985, Performance Appraisal: What Three Companies Are Doing, Commerce Clearing House, Chicago IL.

Cleveland, J., Murphy, K. & Williams, R. 1989, Multiple Uses of Performance Appraisal: Prevalence and Correlates, Journal of Applied Psychology.

Grout, D. 2008, Procena i unapređenje radnog učinka: pitanja i odgovori: menadžerski priručnik za preživljavanje, ASEE, Novi Sad.

Longenecker, C. 1987, Behind the Mask: The Politics of Employee Appraisal, Academy of Management Executive 1.

Lukovac, V. 2010, Model za ocjenjivanje kvaliteta rada vojnih vozača, magistarski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd.

Jones, D. 2001, More Firms Cut Workers Ranked at Bottom to Make Way for Talent, USA Today, 30. maj 2001.

Noe, A.R., Hollenbeck, R.J., Gerhart, B. & Wright, M.P. 2006, Menadžment ljudskih potencijala, treće izdanje, MATE d.o.o, Zagreb.

DISTRIBUTION ERRORS IN THE EMPLOYEE PERFORMANCE EVALUATION PROCESS

FIELD: Human Resources Management

ARTICLE TYPE: Professional Paper

ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

It is difficult to achieve rational engagement, directing and developing, motivating, rewarding, and improving organizational efficiency, without the evaluation of the quality of job performance of employees. In management literature, this technique is known as "employee performance evaluation". Performance or productivity may be either a measurable result that has been achieved, or behaviour or personal characteristics necessary for performing certain activities in a defined period of time. Recently, a special management approach "performance management" has been developed, in order to integrate the performance evaluation and the use of assessment results in management, aimed at improving performance.

Since the employee performance evaluation is most often the result of subjective judgement of an evaluator about the quality of his/her work, one has to take into account possible errors that characterize such a way of judging. There are several types of errors that an evaluator can commit during the performance evaluation process, and in this paper, an approach to the identification and reduction of distribution errors of evaluators, most widely spread in organizations with a large number of employees, has been presented.

Introduction

The employee performance evaluation system is of great importance to the organization; however, the three basic types of its application are: strategic, administrative and developmental. In addition to these three basic types of application, the employee performance evaluation system is tied to other human resource management activities, primarily to recruitment and selection.

Within the employee performance evaluation process, among other things, it is necessary to take into account the errors that

evaluators may commit. Estimation errors are errors of judgment that systematically occur when an individual observes and evaluates another individual. They can also be defined as a difference between the results of human judgment and an objective, accurate assessment, without prejudice and other subjective influences.

Distribution Errors

Distribution errors are the result of tendency of evaluators to use only one part of the evaluation scale. This means that almost all employees receive the same ratings - high, low or average. In this sense, there are two basic types of distribution errors:

- Lenient and/or severe evaluation errors,*
- Central tendency error.*

Identifying Distribution Errors

There are several ways for establishing the existence of any of these types of errors. One of the most popular approaches is to calculate the standard deviation. A small standard deviation indicates the existence of distribution errors, but for the detection of lenient, severe evaluation errors, or the central tendency error, it is necessary to compare the average value of ratings and the average value on the evaluation scale.

If the average value of ratings is lower than the average value on the evaluation scale, then there is a severe evaluation error. If the average value of ratings is higher than the average value on the evaluation scale, then there is a lenient evaluation error. Finally, if the average value of ratings approximates the average value on the evaluation scale, then this is the case of a central tendency error.

In this paper, the approach of checking the existence of any of these types of distribution errors of evaluators, while evaluating performance of drivers of military vehicles in transportation units of the Serbian Army, was presented.

Based on the statistical analysis of ratings of drivers in program package SPSS 11.5 for Windows, and in accordance with the methodology described above for checking the presence of any of the above types of distribution errors, it was concluded that the evaluator in the transport unit that was the subject of this study committed a lenient evaluation error.

Reducing Distribution Errors

Despite numerous errors that evaluators commit in the employee performance evaluation process, there are ways to significantly reduce them to a level that can be tolerated. In order to accomplish that, appropriate measures and activities, which organization must take into account, are necessary, and the following suggestions may contribute significantly to a more objective and fair employee performance evaluation process:

- Behaviours related to the quality of job performance should be documented;
- Larger number of evaluators should be used;
- Evaluators should be trained;
- Horizontal evaluation should be conducted.

In accordance with the aforementioned suggestions for reducing errors of evaluators within this study, training of the person who previously held the role of an evaluator in a transportation unit of the Serbian Army that was the subject of this check was conducted, as well as the horizontal evaluation of drivers, conducted by the same person. Based on the statistical analysis of new results in the program package SPSS 11.5 for Windows, it can be concluded that the training of the evaluator and the horizontal evaluation technique have significantly contributed to a reduction of the distribution error of lenient evaluation, previously committed by the evaluator. Also, it can be concluded that the inclusion of more evaluators in the evaluation process as well as keeping a journal to document the behaviour of employees further contributed to a fairer and more objective evaluation of employees' performance.

Conclusion

The most common evaluation errors in organizations with a large number of employees are "distribution errors of evaluators". Realization that the value of the standard deviation of ratings indicates the existence or non-existence of distribution errors of evaluators, as well as that the ratio of the average value of ratings and the average value on the evaluation scale determines the type of distribution errors, is the basis for conducting the analysis in order to identify these errors in the employee performance evaluation process.

The use of appropriate program packages for statistical data processing, namely SPSS 11.5, contributes additionally to the efficiency of this procedure.

Key words: *employees; assessment of the performance; distribution errors.*

Datum prijema članka/Paper received on: 23. 10. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 13. 12. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 15. 12. 2013.

MODELOVANJE ODREĐENIH ELEMENATA DIGITALNIH ATLASNIH KARATA SA ASPEKTA GEOGRAFSKIH INFORMACIONIH SISTEMA

Nikola S. Stamenković ^a, Saša T. Bakrač ^b,
Miško M. Milanović ^c

^a Ministarstvo odbrane Republike Srbije, Sektor za
materijalne resurse, Uprava za infrastrukturu, Beograd

^b Vojnogeografski institut, Beograd

^c Univerzitet u Beogradu, Geografski institut, Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg62-5245

OBLAST: geonauke

VRSTA ČLANKA: stručni članak

JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

Atlasi i GIS važni su elementi prikaza modela životnog prostora. U radu je predstavljen model upotrebe GIS tehnologije u izradi određenih elemenata atlasnih karata. To podrazumeva definisanje osnovnih matematičkih elemenata karata digitalnog atlasa i mogućih struktura i formi baza prostornih podataka. Geografski elementi atlasnih karata, preprocesiranje u GIS i strukturiranje karata digitalnog atlasa podržano GIS-om čine osnovne teme rada.

Naglašava se mesto GIS tehnologije u procesu izrade atlasnih karata sa dva aspekta. Jedan aspekt predstavlja okvir geografskih informacionih sistema i mogućnosti koje pružaju, a drugi aspekt predstavljaju kartografske metode, odnosno sistem kartografskih metoda u čijem okruženju se izrađuju atlasne karte.

Ključne reči: modelovanje, atlasne karte, geografski informacioni sistemi.

Uvod

Atlasi, pored geografskih karata, predstavljaju najvažnije kartografske modele životnog prostora. Savremeni geografski informacioni sistemi (GIS) danas sve više „učestvuju“ u planiranju, projektovanju i predviđanju stanja i procesa kompleksnih dinamičkih prostornih sistema. Modeli stvarnosti predstavljeni atlasnim kartama u okviru geografskog informacionog sistema pretpostavljaju sistemski pristup i primenu kartografskog metoda u toku celokupnog procesa izrade karata.

U tom smislu izrada digitalnih atlasnih karata može se posmatrati sa dva aspekta. Prvi aspekt predstavlja okvir geografskih informacionih sistema sa mogućnostima koje pružaju, a drugi sistem kartografskih metoda u čijem okruženju se izrađuju atlasne karte. Uzajamna povezanost ova dva aspekta determiniše metodološki pristup i put izrade digitalnog atlasa i pripadajućih karata.

U GIS koncept izrade atlasne karte, pored koncepcije celokupne GIS aplikacije, njene mogućnosti i ograničenja rada sa različitim bazama geo-podataka (internim i eksternim) i zahtevima koji se postavljaju za određenim hardverskim rešenjima, kao posebni aspekti uključuju se i kartografski izvori (raspoloživi podaci), matematički elementi karata i stručnjaci različitih profila. Sve to odražava kompleksnost jednog kartografskog GIS projekta.

Prikupljanje podataka za određenu geografsku kartu i GIS predstavlja njegovu osnovu. Podaci egzistiraju u različitim formatima, oblicima i strukturama, a prikupljanje i obradu podataka moguće je izvršavati na različite načine. Osnovni princip GIS-a podrazumeva formiranje baza prostornih podataka kao organizovanih i integrisanih „skladišta” svih informacija koje su potrebne za generisanje geografskog sadržaja različitih karata. Jedan od uslova uspešne izrade atlasa jeste i definisanje matematičkih elemenata karata.

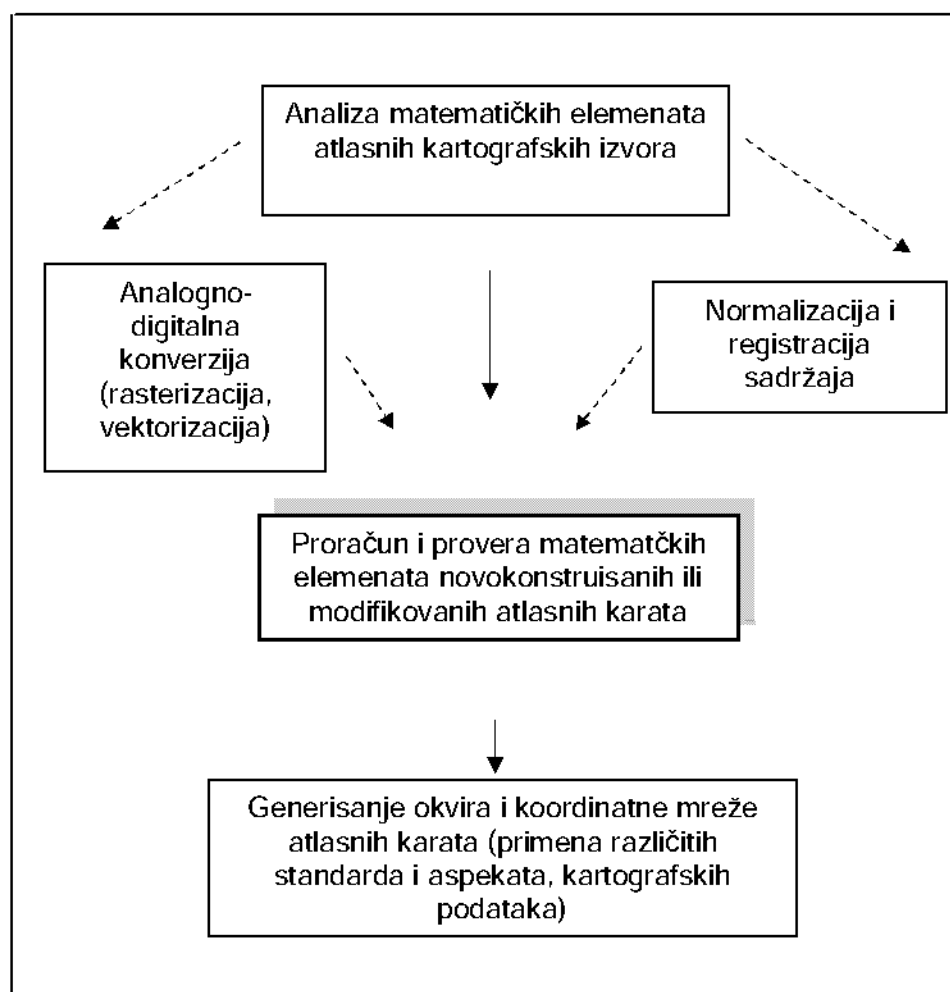
Matematički elementi atlasnih karata

U projektovanju matematičke osnove atlasa posebna pažnja posvećuje se usklađivanju matematičke osnove srodnih karata (Vemić, 2006). Odnosno, matematička osnova svake pojedinačne atlasne karte ne rešava se samostalno već se vodi računa o njenom odnosu prema srodnim kartama (srodne karte u atlasu – određene zbirke karata iste razmere – imaju i srodnu matematičku osnovu). Za definisanje matematičke osnove atlasnih karata može se primenjivati automatizovani i računarski podržan postupak proračuna matematičkih elemenata u okruženju GIS. Matematičku osnovu atlasa čine sledeći matematički elementi ili kategorije:

- geodetska osnova,
- kartografska projekcija,
- koordinatna mreža,
- okvir karte i
- razmera.

Jedan od načina modelovanja matematičkih elemenata atlasnih karata prikazan je na slici 1 (autor). Pri stvaranju, na primer, Digitalnog atlasa hidrografskih pojava Boke kotorske razmatrani su matematički, geografski i likovni elementi atlasnih karata, a rešenja koja su donošena nisu

mogla biti bez međusobnog uticaja navedenih grupa elemenata. Navedeni atlas pripada grupi pomorskih tematskih kompleksnih atlasa i prvenstveno obrađuje prirodne pojave. Kao posledica specifičnosti strukture sadržine pomorskih karata pojedine atlasne karte mogu se svrstati i u tematske karte tehničkih komunikacija i sistema (opšta navigacijska karta). Uopšteno, tematske karte (sedimentološke, batimetrijske, ...) čine većinu atlasnih karata, a svojom raznovrsnošću i sadržinom omogućavaju namenu karata kod širokog kruga korisnika.



Slika 1 – Način modelovanja matematičkih elemenata atlasnih karata u okruženju GIS
Figure 1 – Modeling of the mathematical elements of atlas maps in the GIS environment – Example



UPOZORENJE:

SATELITSKI DOBIJENE POZICIJE

Pozicije dobijene pomoću satelitskih navigacijskih sistema, kao što je GPS, odnose se na WGS-84 datum. Tako dobijene pozicije, pre ucrtavanja na ovu kartu, treba pomeriti ISTOČNO za 0,30 minuta

Slika 2 – Matematički elementi Opšte navigacijske karte Boka kotorska, razmere 1:25 000, iz Digitalnog atlasa hidroloških pojava Boke kotorske, sa upozorenjem istaknutim na karti

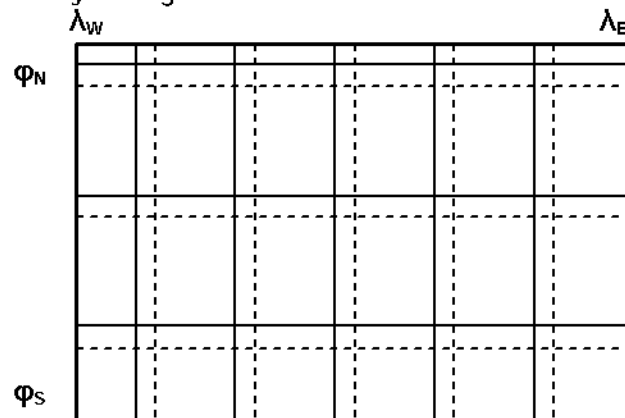
Figure 2 – Mathematical elements of the Boka kotorska General navigational chart, scale 1:25 000 (with prominent warning on the chart), from the project named Boka Kotorska Hydrographic Phenomena Digital Atlas

Opisom i analizom matematičke osnove kartografskih izvora za izradu geografskih karata određenog digitalnog atlasa teži se ka jedinstvu i uniformnosti. To u pogledu geodetske osnove novog atlasa i neznatnim razlikama u korišćenju različitih projekcija za prikaz prikupljenih prostornih podataka. U najvećem broju slučajeva za referentni elipsoid i horizontalni datum savremenih digitalnih atlasa određen je WGS84 (World Geodetic System 1984), a projekcija je geografska, tj. koordinate su predstavljene geografskom širinom i dužinom (Asch, 2005). To, u određenoj meri, u okviru geografskog informacionog sistema olakšava preslikavanje, odnosno reprojekciju geografskog sadržaja u željeni koordinatni sistem. Za modelovanje jednog atlasa koriste se mnogobrojni kartografski izvori nastali u različitim vremenskim epohama.

Glavna namena GIS-a nije određena za produkciju i sastavljanje geografskih karata i za vizualizaciju geografskog sadržaja. Mogućnosti koje pojedine savremene GIS aplikacije pružaju u pogledu dodatne asistencije u odre-

đivanju matematičkih elemenata novokonstruisanih i modifikovanih karata predstavljaju kombinaciju konvencionalnih kartografskih i GIS konstrukcionih metoda (Kostić, Bakrač, 2009, 313-324). Danas se mogu uzeti, kao delimično tačne, konstatacije pojedinih stručnjaka iz različitih geo-oblasti sa kraja XX veka da GIS ne služi kao alat za pohranjivanje i čuvanje karata, već da čuva organizovane baze prostornih podataka iz kojih se mogu različitim postupcima dobiti prikazi razmeštaja prostornih elemenata koji odgovaraju posebnim zahtevima korisnika (Borisov, Banković, 2011, pp.158-174). Trenutno, pojedine GIS aplikacije u okviru razvijenijih softvera omogućavaju izradu kvalitetnih geografskih i tematskih karata i njihovu pripremu za štampu, ali prethodno je potrebno detaljno poznavanje koncepcije celokupne GIS aplikacije, njene mogućnosti i ograničenja rada sa različitim bazama geo-podataka (internim i eksternim) i zahtevima koji se postavljaju za određena hardverska rešenja.

Danas u svetu postoji veliki broj „datuma“ (više od stotinu) koji su uspostavljeni i korišćeni, a većina se još uvek koristi, kao jedan od osnovnih matematičkih elemenata pri sastavljanju i izradi različitih geografskih i tematskih karata. Radi pomoći mnogobrojnim mogućim korisnicima digitalnih i tradicionalnih karata i atlasa koji nisu izrađeni na osnovu WGS84, već na osnovu lokalnih orijentisanih elipsoida, kao što je bio i naš Beselov (datum Hermanskogel 1841), potrebno je odrediti vrednosti koje najverovatnije odgovaraju horizontalnim razlikama geografskih koordinata između elipsoida, a koje se mogu primeniti sa dozvoljenom greškom u odnosu na razmeru karata (slika 3).



Slika 3 – Prikaz translato pomerene koordinatne (kartografske) mreže nakon određivanja razlika (odnosi na slici ne odgovaraju stvarnim vrednostima, ali mogu da odgovaraju smeru translacije)

———— nova kartografska mreža (WGS84)
 - - - - - stara mreža (stari "datum")

Figure 3 – Illustration of the translatory moved coordinate (cartographic) grid after the determination of the difference (relations in the Figure do not correspond to the actual values, but can refer to the direction of translation)

———— New chart grid (WGS84)
 - - - - - the old "datum"

Baze prostornih podataka i GIS

Jedan od najbitnijih delova svakog GIS jesu pripadajuće baze podataka, kao i definisanje njihovih struktura i sadržaja (Autor). Izazovi koji se postavljaju pred kartografa, a vezani su za sadržaj i strukturu baze prostornih podataka, najviše se odnose na pitanja generalizacije, uopštavanja i vizualizacije prostornih odnosa na određenoj tematskoj geografskoj karti (Živković, Ikonović, 2008). Za izradu tematskih geografskih atlasa predlaže se korišćenje standardnih formata baze podataka ili korišćenje formata baze podataka koja je zasnovana na postojećim minimalnim opšteprihvaćenim rešenjima i standardima, jer nije potrebno naknadno praviti posebne interne strukture odnosno formate baza podataka za određene GIS softvere. Takođe, ukoliko se koriste posebni formati baza podataka o prostoru naknadno je potrebno praviti specijalizovane aplikacije radi generisanja različitih izveštaja ili upravljanja podacima. Savremeni GIS softveri koriste i prepoznaju, pored ostalih, i baze formata MS Access (Microsoft Access) kao „svoje“ baze, odnosno „skladišta“ podataka, što umnogome olakšava rad i obradu podataka o prostoru.

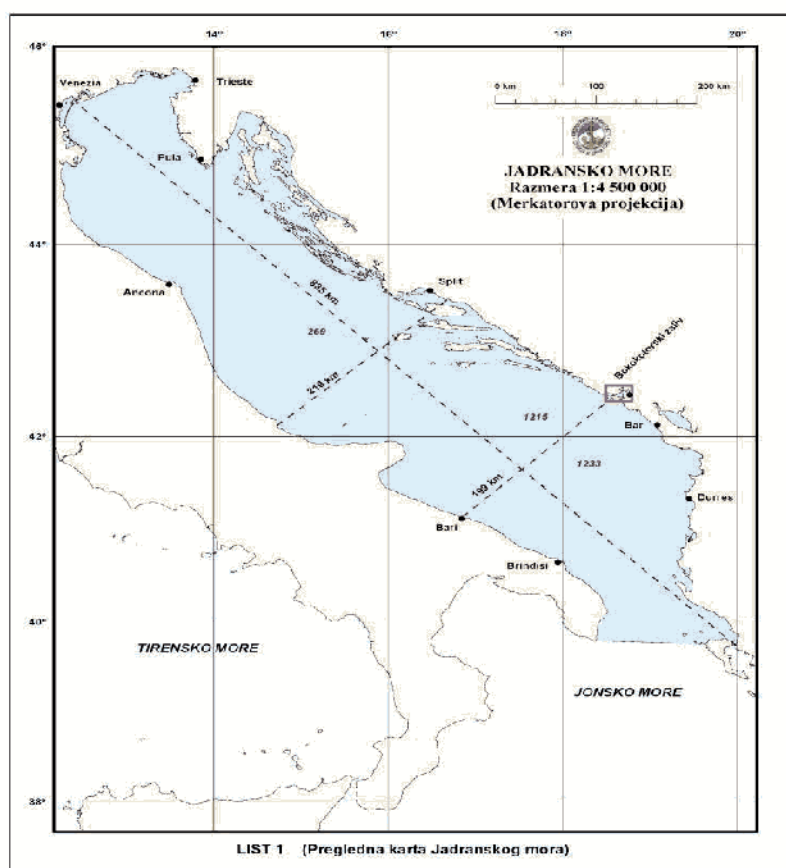
Jedan od zahteva koji se postavljaju prilikom izrade atlasa i omogućavanja kasnije analize podataka koji su prikazani kao entiteti, jeste i omogućavanje objektnoorijentisanog pristupa rešavanja problemu, što zahteva postojanje objektnozasnovanog GIS softvera (Kukrika, 2000). U aktuelnim kartografskim GIS projektima u prvoj dekadi XXI veka postoji tendencija za korišćenjem osnove i formata već postojećih razvijenih softverskih modela baza podataka. Na primer, za evropski projekat IGME 5000 (Kartografsko-geološki GIS projekat razmere 1:5000 000, eng.: The International Geological Map of Europe and Adjacent Areas 1: 5000 000), koji se u određenom smislu može posmatrati i kao zbirka digitalnih atlasnih karata, korišćena je baza podataka zasnovana na MS Access-u (IGME 5000 <http://www.bgr.de/karten/igme5000/igme5000.htm#introduction>) (slika 4).

Slika 4 – Izgled maske za unošenje podataka u bazu podataka za projekat IGME 5000 zasnovan na MS Access-u (videti: <http://www.bgr.de/karten/igme5000/igme5000.htm#introduction>)

Figure 4 – Look of the database entering the data mask for Project IGME 5000 based on MS Access (<http://www.bgr.de/karten/igme5000/igme5000.htm#introduction>)

Geografski sadržaj atlasa i preprocesiranje u GIS-u

U odnosu na razmeru pojedinih grupa atlasnih karata i njihovu kategoriju geografski elementi atlasnih karata mogu se podeliti u određene grupe u zavisnosti od vrste atlasa i njegove klasifikacije. Uopšteno, na većini kategorija atlasnih karata prikazuju se osnovni elementi (slike 3 i 4), a to su: kartografska mreža (mreža meridijana i paralela na preglednim kartama sitnije razmere), obalska linija i na određenim hidrološkim atlasima i deo hidrografske mreže (rečna mreža).



Slika 5 – Umanjena pregledna atlasna karta (List 1) iz projekta Digitalni atlas hidroloških pojava Boke kotorske

Figure 5 – Reduced general atlas chart (sheet 1) from the project Boka Kotorska Hydrographic Phenomena Digital Atlas



Slika 6 – Umanjena pregledna atlasna karta kontinenta Evropa sa prikazanim osnovnim elementima iz projekta Digitalni hidrološki atlas Srbije

Figure 6 – Reduced general atlas map of the continent of Europe with the basic elements; the map has been done within the project named Digital Hydrological Atlas of Serbia

Svi prikazani osnovni elementi na slikama 5 i 6 proračunati su i izrađeni u GIS okruženju primenom tradicionalnih kartografskih metoda i savremene GIS tehnologije (rasterizacija, vektorizacija, digitalizacija).

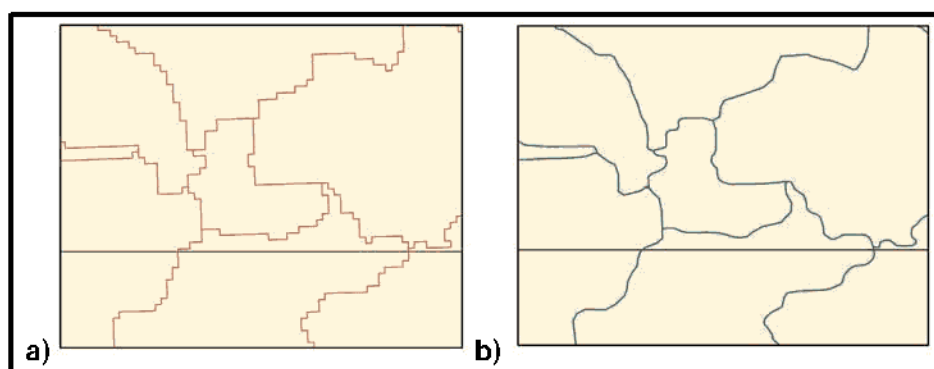
Geografski elementi atlasnih karata mogu se uslovno podeliti u četiri grupe, a prikazuju se u okviru sledećih sadržaja: topografskog, hidrološkog, geološko-litološkog i pomoćnog, odnosno informativnog. Topografski deo sadržaja na pojedinim grupama atlasnih karata prikazuje se sa različitim stepenom detaljnosti u zavisnosti od razmere karata, a činili bi ga sledeći osnovni topografski elementi: reljef i zemljišni oblici i pojave na kopnu, određene visinske tačke i naseljena mesta.

Definisanjem osnovnih matematičkih elemenata karata digitalnog atlasa, mogućih struktura i formi baza prostornih podataka kao dela GIS-a koje bi bile korišćene tokom modelovanja i nakon prikupljanja svih potrebnih kartografskih izvora, pristupa se fazi preprocesiranja u GIS-u. To prethodi kartografskom modelovanju i vizualizaciji stvarnosti koju želimo da predstavi-

mo. Pretprocesiranje u GIS-u podrazumeva obradu i pripremu svih eksternih baza prostornih podataka koje mogu biti korišćene za izradu osnovnih, preglednih i ostalih karata atlasa (Borisov, Banković, 2012, pp.216-234). Obrada dostupnih podataka odnosi se na prilagođavanje izgleda, forme i strukture podataka za upotrebu u okviru željenog GIS softvera (slika 7).

S obzirom na različite dostupne formate izvornih podataka koji se koriste prilikom izrade digitalnog atlasa i na različite načine njihovog prikupljanja i obrade u okviru postojećih informacionih sistema potrebno je obratiti posebnu pažnju na koji način i u kom obliku su ti podaci, bili oni u rasterskom ili vektorskom obliku, spremjeni i arhivirani u postojećim bazama podataka. Naročitu pažnju potrebno je obratiti pri preuzimanju i upotrebi podataka o digitalnim modelima visina u različitim aplikacionim softverima (autor). Ispravan prikaz i upotreba podataka o digitalnim modelima visina nekada može zavisiti od jednostavnog preimenovanja ekstenzije određenog fajla, a u drugom slučaju potrebno je, radi izvršavanja prostornih analiza, da se podaci konvertuju u okviru specijalizovanog ili GIS aplikacionog softvera. Tek sa tako pripremljenim podacima i nakon konsultovanja i upoređivanja stručnih radova i iskustava iz dostupnih postojećih i proverenih otvorenih izvora korisnik može da upotrebljava ispravne vrednosti podataka o digitalnim modelima visina u nameravanom aplikacionom softveru.

Najviše tehničke pomoći, prilikom pretprocesiranja podataka i njihove pripreme za prikaz u GIS-u, pružaju informacije koje su sadržane u tzv. metapodacima. Zahteva se i osnovno poznavanje rada sa geografskim i opisnim podacima u više standardnih GIS softvera i kartografskih programa, a posebno onih koji su najzastupljeniji na tržištu u poslednje dve decenije.



Slika 7 – Primer uređivanja linija – granica razdvajanja površinskih entiteta (a – osnovni izgled granica, izvorni podaci iz eksterne baze podataka; b – izgled granica basena nakon uređivanja u GIS-u)

Figure 7 – Example of line-editing borders separating a surface entity (a – look of the basic border lines, the original data from external databases, before editing; b – look of the border lines after editing in a GIS)

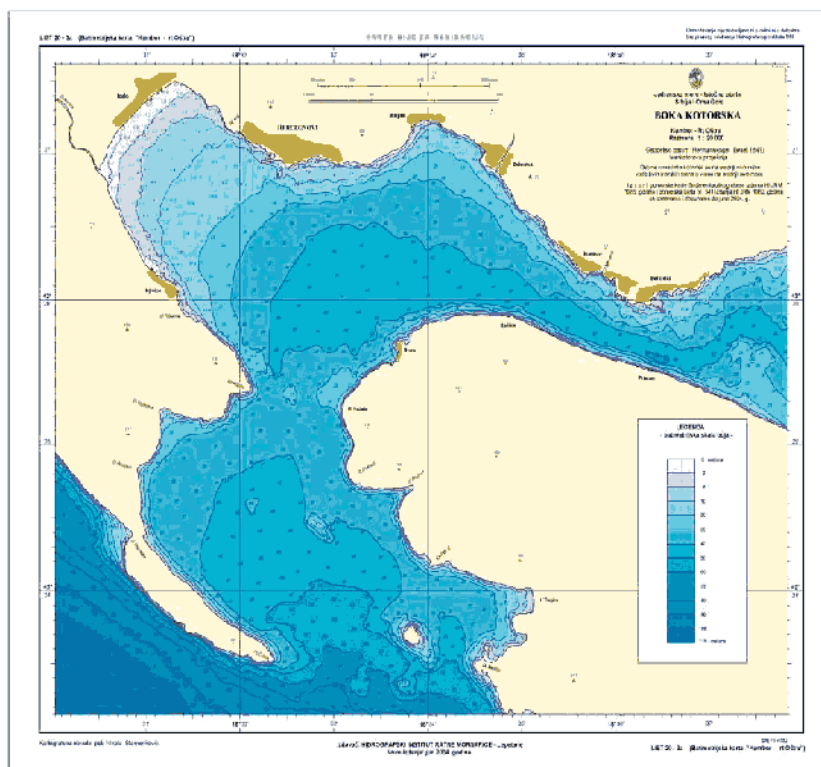
Strukturiranje karata digitalnog atlasa podržano GIS-om

Prikaz geometrijskih i opisnih podataka geografskih objekata u radnom geoprostoru GIS-a omogućen je kroz ostvarivanje konekcije za bazama podataka u kojima se nalaze ti podaci. U okviru jednog takozvanog radnog geoprostora moguće je kreirati više kartografskih stranica ili samo stranice sa odgovarajućim podacima, a sve u zavisnosti od broja otvorenih veza sa dostupnim bazama podataka. Bez obzira na to da li samo prikazujemo i pregledamo geografske podatke ili ih i zapisujemo u odgovarajuću bazu podataka, radni geoprostor na kojem trenutno radimo može da sadrži podatke iz mnogih različitih izvora, pa čak i one tipove podataka koji nisu kompatibilni (nemaju iste matematičke elemente karata ili istu geometriju) (Stamenković, 2012).

Uređivanje i detaljniju obradu pojedinačnih kartografskih podataka u okviru zajedničkog radnog geoprostora trebalo bi izbegavati jer su svi podaci trenutno grupno prikazani i reprojektovani u zadatim vrednostima parametara projekcije koja se odnosi na tu kartografsku stranicu. Ukoliko menjamo geometriju bilo kog podatka (klase objekta) ili ga uređujemo na željenoj kartografskoj stranici, prethodno je poželjno proveriti i njegove metapodatke u bazi podataka čije bi vrednosti trebalo da budu identične sa koordinatnim sistemskim fajlom otvorenog radnog geoprostora. U suprotnom, kasnija upotreba na taj način uređenih i spremljenih podataka može izazvati međusobnu nekonzistentnost i neadekvatan prikaz posmatranih integrisanih prostornih pojava.

Strukturiranje karata atlasa zavisi i u uskoj je vezi sa savremenim načinom izrade digitalnih karata i tradicionalnim kartografskim metodom. Povezanost geografske strukture ampliokarata, preglednih, polilisnih, komplementnih i selekcionih atlasnih karata sa njihovom likovnom strukturom ostvaruje se putem kartografskih znakova, brojki i slova, a intenzitet i različitost boja i proporcije formata karata dodaju novo kvalitetno svojstvo opštem izgledu atlasnih karata. Na primer, u okviru GIS softvera *GeoMedia Professional* ostvaruju se mogućnosti za pristup podacima iz velikog broja izvora i različitih struktura podataka, kao i za izvršenje svih potrebnih transformacija radi integracije podataka u jednu konzistentnu strukturu. Realizacijom odgovarajućih radnji i postupaka korisniku se omogućava izvođenje analiza, prikaz prostornog rasporeda pojava i izrada tematskih karata željenog sadržaja (Knippers, 2009).

Strukturiranje karata digitalnog atlasa obuhvata registraciju i transformaciju podataka i formiranje digitalnih modela i karata (autor). Oformljenje određenih digitalnih modela, odnosno tematskih karata podrazumeva ne samo trenutno oblikovanje izgleda pojedinih karata radi dodeljivanja i primene određenih boja i nijansi na kartama ili definisanja debljine linija, veličine, izgleda i vrsta slova i brojki, već uključuje i sveukupno razmatranje izgleda karte, njene čitljivosti i opšteg utiska koji može da ostavi na korisnika (slika 8).



Slika 8 – Umanjena Batimetrijska karta „Kumbor rt Oštra” iz projekta Digitalni atlas hidroloških pojava Boke kotorske (List 20-3a)
Figure 8 – Reduced Bathymetric chart "Kumbor-rt Oštra" from the project Boka Kotorska Hydrographic Phenomena Digital Atlas (Sheet 20-3a)

Zaključak

Korišćenjem određene metodologije moguće je uspešno modelovanje digitalnih atlasnih karata GIS tehnologijom. To podrazumeva definisanje osnovnih matematičkih elemenata karata digitalnog atlasa, mogućih struktura i formi baza prostornih podataka kao dela GIS-a koji se koriste tokom modelovanja.

Nakon prikupljanja svih potrebnih kartografskih izvora pristupa se fazi preprocesiranja u GIS-u. Preprocesiranje u GIS-u i kartografsko modelovanje predstavljaju multidisciplinarno tesno povezane korake u nastajanju atlasnih modela, kojima prethodi raspoznavanje i usvajanje potrebnih izvornih podataka.

Korišćenjem slojevito organizovanih vektorskih i rasterskih podataka u datoj rezoluciji moguće je izvršavati određene analize i sagledavati međusobne odnose pojava u prostoru. Ostvaruju se mogućnosti savreme-

nog načina štampanja i dobijanja ostalih kartografskih proizvoda i različitih tematskih karata, u digitalnom i analognom obliku, čime se postižu postavljene ciljeve kartografskog projekta.

Literatura

Asch, K., 2005, The 1:5 Million International Geological Map of Europe and Adjacent Areas. BGR, Hannover.

Borisov, M., Banković, R., 2011, Primena GIS sa aspekta multifunkcionalnosti, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, 59(2), pp.158-174.

Borisov, M., Banković, R., 2012, Zakrivljenost zemljine površii vidljivost između dva položaja, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, 60(2), pp.216-234.

IGME 5000, The International Geological Map of Europe and Adjacent Areas 1: 5000 000,

URL:<http://www.bgr.de/karten/igme5000/igme5000.htm#introduction>.

Kostić, M., Bakrač, S., 2009, Digitalno modelovanje podataka-evaulacija morfometrijskih karakteristika terena, Naučno-stručni skup „Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine“, pp.313-324, Palić-Subotica.

Knippers, R., 2009, Geometric Aspects of Mapping, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, Netherland, URL: <http://kartoweb.itc.nl/geometrics/>.

Kukrika, M., 2000, Geografski informacioni sistemi, udzbenik, Geografski fakultet, Beograd.

Stamenković, N., 2012, Izrada digitalnog atlasa hidroloških pojava sa aspekta razvoja geografskih informacionih sistema, doktorski rad, Geografski fakultet, Beograd.

Vemić, M., 2006, Teorijsko-saznajne pretpostavke izrade nacionalnih atlasa, Glasnik srpskog geografskog društva, br. 2, sv. LXXXVI, Beograd.

Živković, D., Ikonović, V., 2008, Metodološko-kartografski algoritam, Glasnik srpskog geografskog društva, br. 3, sv. LXXXVIII, Beograd.

MODELING CERTAIN DIGITAL ATLAS MAP ELEMENTS FROM THE GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS ASPECT

FIELD: Earth Sciences

ARTICLE TYPE: Professional Paper

ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

Besides geographic maps, atlases represent the most important cartographic models of environment. Nowadays, contemporary geographic information systems (GIS) are increasingly used 'in planning, designing and predicting the conditions and processes of complex dynamic spatial systems. Collecting data and information for a specific geographical map and GIS represents its basis.

Modeling of mathematical elements

One of the conditions for a successful development of an atlas is to define the preliminary mathematical elements of atlas maps. The mat-

hematical basis of the atlas consists of the following mathematical elements: geodetic base, map projection, grid, a framework map and a scale.

Descriptions and analyses of the mathematical basis of cartographic sources for the development of digital atlas geographic maps lead towards the unity and uniformity of a new atlas geodetic base and towards reducing differences in the use of different projections in display of collected spatial data. For modeling one atlas, numerous cartographic sources from different epochs are used.

Spatial databases and GISs

One of the most important parts of each GIS are related databases as well as defining their structure and content. The challenges facing cartography, related to the content and structure of spatial databases, concern mostly the issues of generalization and visualization of spatial relations in a particular thematic map. One of the requirements set when creating atlases and enabling a later analysis of the data presented as an entity is also a requirement for enabling an object-oriented approach to problem solving, which requires the existence of an object-based GIS software.

Geographic atlas content and GIS preprocessing

Geographical atlas maps elements can be conditionally divided into four groups, and shown within the following items: topographic, hydrological, geological-lithological and supporting or informative groups. Preprocessing in a GIS involves the processing and preparation of all external spatial databases that can be used to create basic, general and other atlas maps. Processing of available data refers to customizing the data appearance, form and structure for use within a desired GIS software.

Structuring digital atlas maps supported by the GIS

Structuring atlas maps depends closely on and is related to the contemporary way of making digital maps and to the traditional cartographic method. Structuring digital atlas maps includes registration and transformation of data and the formation of digital models and maps. Forming certain digital models and thematic maps implies not only the current map design in order to assign certain colors and shades to the map or define the line thickness, size, layout and type of letters and numbers, but it also includes consideration of the overall look of the map, its readability and mental impressions that may leave on the user.

Using a specific methodology enables successful modeling of digital atlas maps within geographical information systems. This implies defining the basic mathematical elements of digital atlas maps, the possible structure and form of spatial databases as a part of a geographical information system used in modeling.

Key words: modeling, atlas maps, geographical information systems.

Datum prijema članka/Paper received on: 27. 12. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 27. 03. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 29. 03. 2014.

MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA SISTEMA ISHRANE NA VOJNOJ AKADEMIJI – EKONOMSKI ASPEKT

Slaviša N. Arsić

Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Katedra logistike, Beograd

DOI: 10.5937/vojtehg62-6219

OBLAST: logistika

VRSTA ČLANKA: stručni članak

JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

Proces profesionalizacije Vojske Srbije uslovio je kvalitativno-kvantitativne promene u kadrovskoj strukturi i doveo do smanjenja brojnog stanja njenih pripadnika. U kadetskom restoranu na Vojnoj akademiji došlo je do stvaranja infrastrukturnog i organizacionog balasta u kapacitetima za pripremu i podelu hrane koji sistem ishrane kadeta čini nerentabilnim.

Izgrađeni kapaciteti projektovani su tako da omogućavaju pripremu i podelu 40% obroka više od realnih potreba, što u ekonomskom kontekstu sagledavanja finansijski bespotrebno opterećuje ograničeni iznos novčanih sredstava koja se za tu svrhu izdvajaju.

U smislu zadovoljenja ekonomskih principa moguće je smanjiti ili sasvim eliminisati negativne efekte upošljavanjem viska kapaciteta ili pronalaženjem alternativnih načina kojima bi se funkcija ishrane u Vojnoj akademiji realizovala na racionalniji način.

Rad predstavlja analizu „za i protiv“ koja u prvi plan ističe neke od relevantnih činjenica za pronalaženje celishodnijeg rešenja. Sistem ishrane u Vojnoj akademiji analiziran je kroz uzročno-posledične odnose faktora unutar i izvan sistema uz nastojanje da se njegovo funkcionisanje unapredi sa organizaciono-ekonomskog, tehničko-tehnološkog i nutritivno-bezbednosnog aspekta, a na osnovu savremenih naučnih saznanja i domaćih i stranih iskustava.

Ključne reči: catering¹, pripremanje hrane, vojska.

Uvod

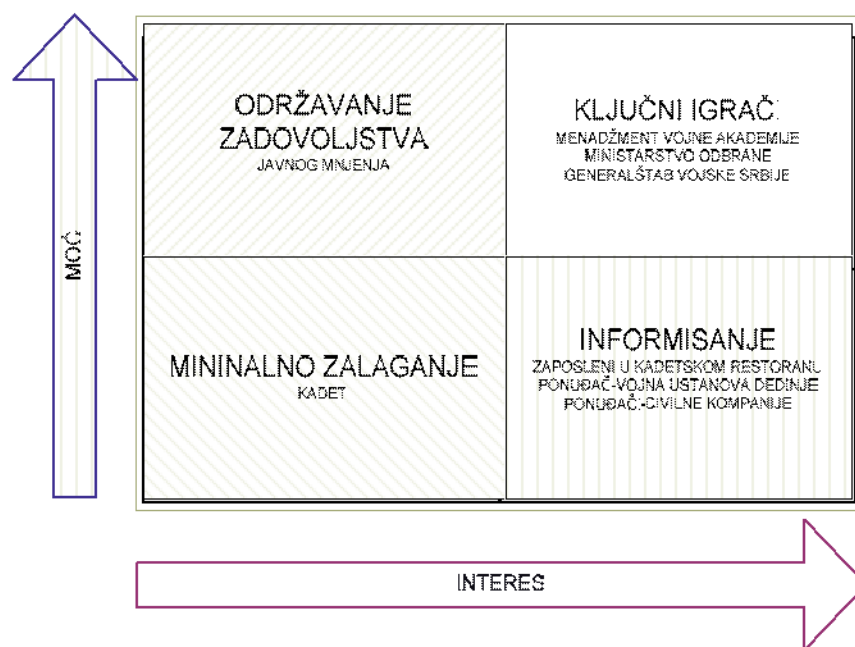
„Optimiziranje utroška hrane, uz istovremeno zadovoljenje potreba u ishrani sa raspoloživim resursima je jedno od vitalnih pitanja“ (Tešanović, Mitrović, 2005).

¹ Katering (catering engl., servis za pružanje usluga ishrane na udaljenoj lokaciji)

NAPOMENA: Rad je nastao kao rezultat istraživanja autora za potrebe realizacije kursa Instituta za liderstvo i menadžment iz Londona, održanog sa pripadnicima VA Beograd 2010. godine.

Trendovi u stvaranju profesionalne, efikasne i efektivne vojne organizacije, u uslovima ograničenih resursa nameću potrebu za pronalaženjem i implementacijom celishodnijih rešenja u sistemu odbrane, pa i u domenu ishrane pripadnika Vojske Srbije.

Značaj ishrane u funkcionisanju naše vojske je neprocenjiv, naročito na Vojnoj akademiji koja generiše i profiliše oficirski kor Vojske Srbije (Tešanović, 2010). Postoji visoka zainteresovanost internih i eksternih interesnih grupa za iznalaženje celishodnijeg modela realizacije funkcije ishrane, kako onih sa aktivnim učešćem u procesu, tako i onih pasivnih na koje se efekti neposredno i posredno odnose (slika 1).



Slika 1 – Stejkholder analiza, dijagram „Moć – interes“
 Figure 1 – Stakeholder analysis, "Power-interest" diagram

Optimalno rešenje treba da učini rentabilnim sistem ishrane kadeta na Vojnoj akademiji (niža cena obroka zbog sniženja fiksnih troškova uz zagarantovani propisani kvalitet) i da na dugi vremenski rok zadovolji zahteve zainteresovanih strana.

Načela upotrebe, doktrinarni stavovi, te materijalna podrška koja prati aktivnosti transformacije Vojske Srbije nametnuli su potrebu za iznalaženjem adekvatnog rešenja kojim bi se otklonio finansijski jaz generisan disproporcijom inputa, tj. angažovanih resursa u kadetskom restoranu i autputa, tj. kvalitetnim i cenovno konkurentnim obrokom (Arsić, 2011).

Modaliteti organizovanja sistema ishrane kadeta na Vojnoj akademiji

Da bi se unapredile sposobnosti organizacije i ostvarili projektovani rezultati potrebno je izvršiti:

- analizu opravdanosti očuvanja postojećih kapaciteta,
- razmotriti mogućnost implementacije drugih modaliteta,
- izvršiti praktičnu proveru modaliteta,
- primeniti odabrani modalitet ishrane.

Analiza opravdanosti

Analizu treba izvršiti sagledavajući sve aspekte unutrašnjeg i spolnog okruženja, moćnih šansi i potencijalnih opasnosti, snaga i slabosti organizacije i njihovog mogućeg uticaja na zainteresovane strane (slika 2).

Snaqe	Slabosti
• Kvalitetna infrastruktura postojećih kapaciteta (u skladu sa aktuelnim standardima u izgradnji, opremanju i održavanju). • Obučen i iskusan profesionalan kadar (radna snaga kvalifikovana u vojnim školama i nastavnim centrima). • Plan ishrane prilagođen korisnicima (Novi Plan ishrane u upotrebi od 2009. godine). • Stručan menadžment sistema ishrane na Vojnoj akademiji (oficiri sa iskustvom na upravnim i izvršnim funkcijama u sistemu ishrane Vojne akademije). • Spremnost menadžmenta Vojne akademije za poboljšanja performansi sistema ishrane.	• Predimenzioniranost kapaciteta koja finansijski opterećuje budžet Vojne akademije. • Regulatorni ambijent stimuliše monopolski odnos dobavljača (u slučaju prekida ugovora sa postojećim dobavljačem stvara se diskontinuitet u snabdevanju hranom do 20 dana). • Nedovoljna spoznaja aktuelnih tendencija u organizovanju sistema ishrane u stranim armijama. • Nepostojanje vojnih propisa i institucija koje tretiraju problematiku „outsourcing“-a na ekonomski prihvatljiv način. • Nerazvijenost ponude na tržištu (dovoljan broj kompetentnih i sposobnih ponuđača u oblasti cateringa, iz razloga antimonopolskih pregovora, alternativa u slučaju prekida ugovora).
Sanse	Pretnje
• Smanjenje troškova poslovanja, povećanjem delotvornosti kroz bolje korišćenje raspoloživih resursa. • Optimizacija personalnog angažovanja. • Proširenje jelovnika sa dodatnim komponentama ishrane. • Uvođenje kvalitetnijeg menadžmenta u sistem ishrane Vojne akademije. • Garantovano snabdevanje hranom po pitanju svih scenarija (vežbe, vanredne okolnosti, reprezentativni obedi). • Modernizacija infrastrukture. • Povećanje zadovoljstva korisnika.	• Bezbednost u pripremi i distribuciji hrane (ishrana nije kontrolisana u svim fazama). • Zavisnost od eksternih subiekata stvara mogućnost diskontinuiteta u snabdevanju hranom (zbog nepoštovanja ugovora ili prestanka sa radom firme dobavljača). • Stvaranje oportunitetnih troškova uslovljenih organizacionim promenama. • Povećanje troškova na duži rok (tendencioznost ponuđača da anuliraju efekte niže cene osnovne ponude, ponudom u vanrednim okolnostima i ostalim troškovima poslovanja). • Devastacija postojećih kapaciteta.

Slika 2 – SWOT analiza
Figure 2 – "SWOT" analysis

Razmatranja treba usmeriti na činjenicu da su postojeći ljudski, materijalni i organizacioni kapaciteti stvarani velikim trudom u dugom periodu i u boljim materijalnim okolnostima.

Vrednost postojećih kapaciteta nije u celini vidljiva kroz prizmu materijalnih pokazatelja, suština ili „znati kako raditi stvari na pravi način” ne može se kupiti na tržištu i stiže se samo u dužem periodu kroz obavljanje specifičnih poslova na unapred definisan način. Otežavajuću okolnost predstavlja nedostatak kompetentnog kadra koji shvata svoje mesto i ulogu u sistemu odbrane i raspolaže neophodnim veštinama stečenim na školovanju i/ili radom u Vojski Srbije.

Upošljavanje dela neiskorišćenog kapaciteta

Deo kapaciteta (oko 40%) kadetskog restorana na Vojnoj akademiji moguće je angažovati za potrebe pripreme i podele hrane drugih organizacijskih celina Vojske Srbije u kojima postoji disproporcija (projektovano/iskorišćeno) kapaciteta za pripremu i podelu hrane ili za potrebe ishrane pripadnika Vojske Srbije u radno vreme.²

U bližem rejonu Vojne akademije nalaze se dve kasarne (u radijusu od 1000 m) koje samostalno pripremaju hranu i imaju predimenzionirane kapacitete (oko 52%). Objedinjavanjem sistema ishrane sve tri lokacije za proizvodnju hrane i njihovim oslanjanjem na kapacitete Vojne akademije (koji su najveći i najsavremeniji) postigla bi se puna uposlenost kapaciteta i smanjili ukupni troškovi ishrane po abonentu.

Komparativna prednost organizovanja sistema ishrane „u svojoj režiji” ogleda se u nastojanju menadžmenta Vojne akademije da programiranjem broja obeda (npr. racioniranjem prijavljenog brojnog stanja) ostvari uštede (tabela 1). Racioniranje se sastoji u iskustvenoj proceni, na osnovu više pokazatelja, npr. broja abonenata koji su prijavljeni na brojno stanje za ishranu određenog dana, a iz određenog razloga se neće pojaviti na obedu. U takvoj situaciji dešava se da je obrok spremljen, a nije upotrebljen, čime se pričinjava znatna materijalna šteta.

² Pripadnici Vojske, prema sadašnjim propisima, mogu koristiti usluge ishrane u pogonima ishrane, a u skladu sa članom 45. Pravilnika o opštim logističkim potrebama u MO i VS (SVL br. 48/08 i 24/09) i prema cenama koje su propisane Rešenjem o cenama dnevnih obroka i dopuna u hrani (SVL br. 05/09).

Tabela 1 – Uštede u 2010. godini
Table 1 – Savings in the year 2010.

Obed	Broj obeda	Novčani iznos
Doručaka	19080	2.537.640 din
Užina	19080	
Ručaka	20853	4.733.631 din.
Večera	29402	4.028.074 din.
UKUPNO:	88415	11.299.345 din. (105.590,5 €) ³

Cene obeda obračunate su na osnovu cenovnika od 10. 2. 2009. (Službeni vojni list br. 5/2009), po sledećem:

- Doručak 91,00 din (0,99€),⁴
- Užina 32,00 din (0,35€),
- Ručak 227,00 din (2,46€),
- Večera 137,00 din (1,49€),
- Ukupno: 487,00 din. +87,66 (18%PDV)= 574,66 din (6,24€).

„Članom 46. Pravilnika o opštim logističkim potrebama u MO i VS (Službeni vojni list br. 48/08 i 24/09) predviđena je mogućnost organizovanja ishrane u toku rada, nakon sticanja tehničko-tehnoških mogućnosti i propisivanja odgovarajućeg stručnog uputstva. Ishrana u skladu sa članom 46. Pravilnika zadovoljila bi potrebe profesionalnih pripadnika Vojske ukoliko bi se organizovala na način kao i u drugim državnim institucijama, odnosno po tržišnim zakonitostima. U ovom slučaju neophodno je propisivanje posebnog stručnog uputstva kojim bi se, pre svega, definisalo sledeće:

- planiranje potreba i način obezbeđenja nabavki prehrambenih proizvoda,
- vrste jela koje bi se pripremale za zainteresovane profesionalne pripadnike,
- vreme obedovanja, način izrade proračuna prehrambenih proizvoda i način pravdanja-razduženja istih u materijalnom knjigovodstvu,
- cene jela i način naplate izvršenih usluga,
- način ishrane profesionalnih pripadnika koji su angažovani na radu u objektima Vojske u kojima nema vojnih restorana i dr.” (Staletović, 2011).

Implementacija iskustava stranih armija

Austrija vojska implementirala je koncept „Skuvaj i rashladi” („Cook & Chill”), slika 3, i njime smanjila broj mesta za pripremu hrane za 75%, broj stanica za podelu hrane za 34% i broj personala za 52%. Godišnji

³ Prema srednjem kursu NBS na dan 15.11.2010. godine, 1€ = 107,01 din

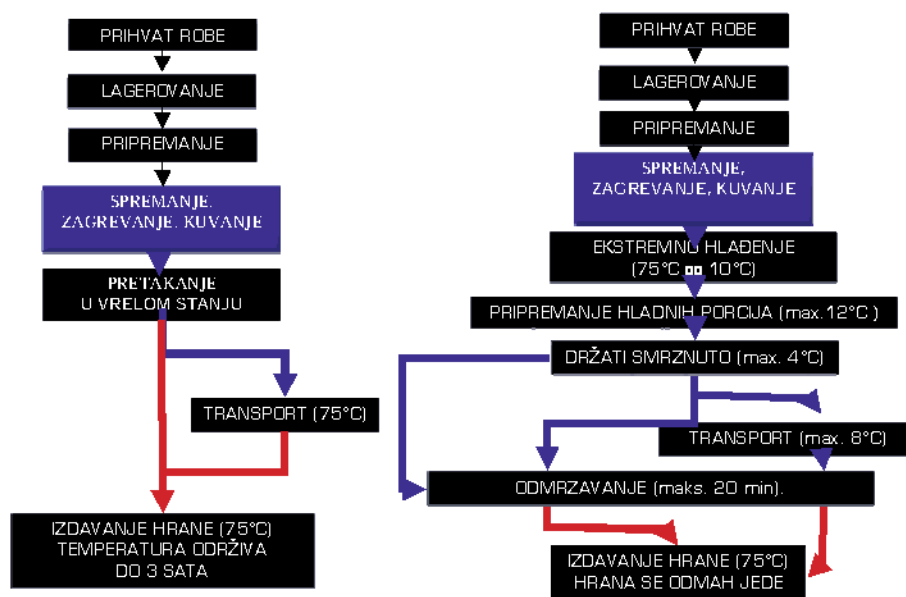
⁴ Prema srednjem kursu NBS na dan 10.02.2009. godine, 1€ = 92,1 din.

troškovi ishrane Austrijske vojske u periodu pre uvođenja ovog koncepta bili su 75 miliona eura.

Rezultati ostvareni uvođenjem koncepta ishrane „Skuvaj i rashladi” su:

- priprema hrane koja nije vremenski ograničena. Priprema se u trenutku koji je najpogodniji sa aspekata organizacije samog procesa i dostupnosti sirovina po povoljnijim cenama;
- bolje iskorišćenje kapaciteta koje se ogleda u minimiziranju fiksnih troškova po obroku;
- spajanje lokacija – mesta za pripremu hrane;
- ekonomičnije angažovanje personala.

Negativne posledice ogledaju se u smanjenju organoleptičkih nutritivnih svojstava hrane, što je u direktnoj vezi sa zadovoljstvom abonenta. Naime, zamrznuta i nakon toga podgrejana hrana zbog oksidativnih i drugih hemijskih procesa gubi ukus, teksturu i termolabilne nutrijente.



Slika 3 – Faze procesa pripreme hrane „Skuvaj i rashladi”
Figure 3 – Phases of "Cook & Chill" food preparation

Promene u načinu ishrane svojih pripadnika planiraju se i u ruskoj vojsci. Po izjavama general-majora Aleksandra Lapina, ruska vojska će tradicionalni način ishrane u svojim formacijama zameniti obedovanjem po sistemu „švedskog stola”. Jelovnik će biti sastavljan na osnovu želja samih vojnika, a prema odluci Ministarstva odbrane Ruske Federacije na svakom spratu kasarne u toku je uređenje posebnih prostorija u kojima će se konzumirati čaj (Ruska reč, 2013).

Vojska Republike Češke angažuje privatnu firmu koja u postojećim objektima ishrane vrši pripremu i podelu hrane za pripadnike češke vojske. Radi ispunjavanja zahteva ugovora koji je sačinila sa Ministarstvom odbrane Republike Češke i ostvarenja planiranog profita, firma obavlja posao profesionalno, ekonomično, efikasno i rentabilno. Značajan doprinos u poslovnoj uspešnosti firme ima primena novih tehnoloških rešenja. Naime, sistem ishrane je organizovan tako da svaki korisnik (abonent) poseduje identifikacionu karticu (sa karakteristikama sličnim bilo kojoj platnoj kartici) u kojoj su deponovani lični podaci, kao i podaci o vrsti i količini obroka koji pripadaju licu za određeni period.⁵ Na početku perioda u kojem želi da se hrani, abonent vrši uplatu novca za željeni broj obroka (doručak, ručak, večera). Dan pre nego što želi da obeduje, abonent dolazi u objekat ishrane i u skladu sa svojim preferencijama definiše vrstu obroka. Najčešće je u ponudi nekoliko vrsta jela za svaki obod (do tri vrste jela). Ponuda jela za naredni dan definisana je brojevima ispisanim na tabli, smeštenoj na dostupnom i uočljivom mestu, kraj ulaza u objekat ishrane. Pored table postavljen je elektronski uređaj u koji se unosi broj izabranog obroka, a zatim, „provlačenjem“ korisničke kartice kroz deo uređaja sa čitačem kartica potvrđuje izbor. Informacije se sa čitača, putem informacionog sistema, prenose u centralnu hardversku jedinicu, uz pomoć odgovarajućeg softvera istog trenutka analiziraju i na kraju vremena definisanog za prikupljanje ponuda o vrsti i količini jela za naredni dan, sintetizuju u zbirni izveštaj.⁶ Izveštaj pruža polazne elemente za efikasnu organizaciju ljudi i sredstava narednog dana.

Neposredno pre korišćenja željenog obroka (na dan obedovanja), abonent najpre „provlači“ korisničku karticu kroz čitač kartica na liniji podele hrane i trenutnim očitavanjem pruža informacije o pravu na obedovanje i vrsti odabranog obroka, koje se prenose na dvostrani korisnički displej.⁷ Lice koje deli hranu, nakon uvida u informacije sa displeja, abonentu daje odabrani obod. Nakon poslednjeg obroka tog dana, na izlasku iz restorana, abonent definiše vrstu i količinu obroka za naredni dan.

Korisnosti od ovakve organizacije ishrane ogledaju se u:

- uštedi vremena za porudžbinu obroka,

⁵ Cena obroka je ista, bez obzira na vrste jela koja se u datom trenutku nude, te je broj obroka koji se može platiti karticom definisan količinom mernih jedinica na njoj (novca, poena i sl.)

⁶ Softverski paket ima širok spektar mogućnosti koje planskim organima u realnom vremenu obezbeđuju tačan uvid u potrebne količine prehrambenih proizvoda za pripremu obroka, potrošnju namirnica u zahtevanom periodu, predviđanje trendova opterećenosti osoblja i kapaciteta, analizu preferencija u ishrani abonentata i drugo.

⁷ Dvostrani displej postavlja se na početku linije za podelu hrane i omogućava neometan uvid u informacije očitane sa abonentske kartice, kako licu koje deli hranu, tako i abonentu kome je obod namenjen.

- efikasnijoj upotreba ljudi i sredstva za pripremu hrane,
- efikasnijem planiranju i ekonomičnosti nabavke prehrambenih proizvoda, čime je moguće uticati na sniženje nabavnih cena,
- eliminisanju gubitaka nastalih usled viška pripremljene hrane,
- dobijanju povratnih informacija o preferencijama abonenata koje je moguće upotrebiti za poboljšanje menija,
- smanjenju broja ljudi za izradu proračuna hrane i eliminaciji greške u proračunu i drugo.

Armije nekih zemalja u okruženju uvele su catering u svoj sistem ishrane i u kratkom roku ostvarile izvesne koristi od takvog rešenja. Problemi su nastali kada je trebalo hitno odreagovati na iznenadne promene u sistemu, kao što su:

- isporuka obroka hrane u terenskim uslovima,
- hitne izmene u brojnom stanju zbog neplaniranog angažovanja pripadnika,
- specijalni zahtevi za reprezentativne potrebe itd.

Epilog reakcije sveo se na nepravovremenost, nepotpunost isporuke, enormno povećanje troškova cenom penala za obroke preko brojnog stanja, hitnost isporuke, VIP ručkove, ishranu na skijanju, terenima i dr.

Troškovi su narasli, aproksimativno i do 250%, za količine hrane koje su pripremane i distribuirane u navedenim situacijama. Istovremeno, postojeći kapaciteti za pripremu hrane u sopstvenoj režiji su uništeni i sada ne postoji alternativa.

Značajno je istaći da je kvalitet hrane bio na ugovorenom nivou, ali nešto slabiji u odnosu na period pre uvođenja cateringa.

Angažovanje Vojne ustanove „Dedinje” kao snabdevača gotovom hranom za pripadnike Vojne akademije

U sastavu Vojne ustanove „Dedinje” u Beogradu postoje četiri restorana, od kojih su dva sposobna za pripremu zahtevanih 1000–1200 dnevnih obroka hrane:

– „Centralni dom Vojske” je izuzet kao rešenje, jer vikendom znatno angažuje kapacitete na realizaciji proslava za zakupce prostora, a eventualno proširenje proizvodnih kapaciteta je nerentabilno.

– „Hotel Bristol”, sa proširenim postojećim kapacitetima (postoje infrastrukturne mogućnosti da se jedan deo objekta manjim adaptacijama stavi u funkciju pripreme hrane i distribucije gotovih jela), nalazi se na dobru lokaciji, pored Beogradske autobuske stanice, što je značajno sa aspekta pravovremenosti distribucije obroka, jer na putu do Vojne akademije ne postoje tačke „uskog grla” saobraćaja.

Prednosti angažovanja VU⁸ „Dedinje“ na poslovima keteringa za Vojnu akademiju ogledaju se u sledećem:

– kontrolisana ishrana. Izuzetno važan zahtev sa aspekta bezbednosti hrane. Poznaje specifične zahteve sistema odbrane. Kontrola podrazumeva nadgledanje kretanja prehrambenog proizvoda od proizvođača do krajnjeg korisnika;

– iskustvo u pripremi hrane za Vojsku Srbije. VU „Dedinje“ je na više vojnih lokacija dugi niz godina prisutna u pripremi većeg broja poluobroka (ručak sa odgovarajućim dopunama u hrani) za kategorije pripadnika vojske sa specifičnim zahtevima;

– iskustvo (dve decenije) u svakodnevnoj ishrani abonenata sa specifičnim navikama u ishrani (različite verske konfesije, pripadnici stranih armija na školovanju u Vojski Srbije) i ishrani visokih vojnih i državnih zvaničnika (VIP obedi);

– cena⁹ sa uračunatim troškovima distribucije, bez podela hrane prikazana je u tabeli;

*Tabela 2 – Cena obroka u Vojnoj ustanovi „Dedinje“
Table 2 – Price of a meal at the „Dedinje“ Military Facility*

Obrok	Cena po obroku
Doručak	140 din
Užina	140 dinara
Ručak	580 dinara
Večera	440 dinara
SUMA:	1300 dinara (12,15€) ¹⁰

– standardi u pripremanju hrane prema važećem vojnom Planu ishrane i normativima. Veterinarsko-sanitarni nadzor i redovna kontrola kalorijske vrednosti hrane već su implementirani u poslovne aktivnosti;

– postojanje instaliranih kapaciteta kantinskog tipa koji u sastavu Vojne akademije pripremaju hranu i distribuiraju robu široke potrošnje, razrađeni kanali distribucije koji u slučaju vanrednog otkaza redovnog snabdevanja mogu svojim magacinskim prostorom, robom i ljudstvom da posluže kao amortizer do otklona zastoja, daju dodatne garancije u kvalitetnoj realizaciji keteringa;

– moćnost promene brojnog stanja ljudstva na hrani do 08,00 h na dan isporuke (ručak, užina, večera), što je veoma značajno sa aspekta ušteda u novcu po osnovu eventualnih smanjenja broja abonenata u izuzetnim i hitnim slučajevima, odnosno iznenadnog povećanja brojnog stanja na hrani preko planiranog broja, po istoj ceni obroka. (U ovom smislu kete-

⁸ Skr. Vojna ustanova

⁹ Podaci dobijeni u Ketering službi Vojne ustanove „Dedinje“, dana 15.11.2010.

¹⁰ Prema srednjem kursu NBS na dan 15.11.2010. 1€ = 107,01 din.

ring firma koja snabdeva vojsku naplaćuje ekstra cenu za svako dodatno angažovanje svojih kapaciteta koje odstupa od planiranog. Interes takvih firmi je, kako praksa dokazuje, da ovakvim nastupom ostvare što veći profit i eventualno ponište ekonomske efekte najpovoljnije ponude kojima su na tenderu ostvarili prednost u odnosu na ostale ponuđače).

Nabavka hrane na tržištu

Nabavku hrane moguće je vršiti na tržištu sklapanjem ugovora sa kompetentnom firmom koja bi mogla da zadovolji definisane kriterijume za ishranu pripadnika Vojne akademije.

Istraživanje tržišta izvršeno je dana 10. 9. 2010.godine.

Cilj istraživanja: utvrditi broj kompanija iz oblasti proizvodnje i distribucije hrane koje svojim kompetencijama mogu da zadovolje zahteve sistema ishrane na Vojnoj akademiji.

Metoda istraživanja: desk metod, na osnovu eksternih izvora dostupnih na internet mreži.

Kriterijumi za izbor navedenih firmi su:

- kompetentnost (kredibilitet klijenata koji su ukazali poverenje),
- veličina proizvodnih kapaciteta,
- karakter proizvodnje kojom se bave,
- kvalitet usluge,
- logistička podrška u distribuciji i serviranju obroka,
- asortiman obroka (specifične navike u ishrani),
- fleksibilnost u planiranju proizvodnje i distribuciji obroka i
- mogućnosti pravovremenog plasiranja.

Na osnovu zadatih kriterijuma, kao potencijalni ponuđači usluga snabdevanja hranom identifikovane su sledeće firme:

1. Delaero komerc d.o.o., Beograd autoput 22; 11000 Beograd.
Tel/Fax 011/2019801;

Pripremanje jela pet međunarodnih kuhinja (ručak i večera) na 25. Univerzijadi u Beogradu povereno je ovom preduzeću, čija proizvodna kuhinja radi u Vršcu.

2. Euro katering, Prve pruge 2, 11080 Zemun.
Tel/Fax:0113190469, 0112608292;

Isporuka toplih obroka (za klijente) primarna je delatnost Euro Katering-a, koja pored toga nudi kompletnu pomoć pri planiranju i organizaciji koktela, privatnih i društvenih manifestacija. Kapacitet njihovog proizvodnog pogona (kuhinje) može podržati obroke do 1000 osoba.

Klijenti koji su ukazali svoje poverenje su: Hotel Holiday Inn Beograd, European Agency for Reconstruction (EAR), EuropeanConstruction, Shell, Građevinska direkcija Srbije, Mc Donalds restorani d.o.o., Beogradska filharmonija, Agencija za privatizaciju i dr.

3. Top Rest d.o.o., Jurija Gagarina 116/16, Novi Beograd.

Tel/Fax: 011/217-85-74 | 063/37-79-22;

Od februara 2005. pružaju uslugu snabdevanja hranom restorana – kantina u okviru velikih firmi, kao i uslugu keteringa. Angažovani na rukovođenju kantina za zaposlene u okviru: Ball Packaging Europe, Zemun, Belgrade Office Park - restoran, Beograd, Belgrade Office Park - caffe & poslastičarnica - Beograd, Delta Maksi d.o.o. Tempo CC 04 - Beograd, JUBMES Banka A.D. - Beograd, Narodna Banka Srbije - kovnica u Topčideru, Narodna Banka Srbije - sedište na Slaviji, ProCredit Bank A.D. Beograd.

4. Royal catering, Sava Centar, Milentija Popovića 5a, 11070 Novi Beograd. Tel/Fax:011/3115950, 060/5502524;

Posluje od 2004. godine. U početku je to bila firma isključivo orijentisana na ketering i obroke za zaposlene, da bi 2006. godine otvorila ekskluzivni ketering restoran. Objedinili su: ketering servis, obroke za zaposlene i ekskluzivni ketering restoran.

U svojoj ponudi imaju: ukusnu, svežu i bakteriološki ispravnu pripremljenu hranu, profesionalno osoblje, isporuku u dogovoreno vreme, lepo aranžiranu hranu. Uz otvorenu mogućnost oko zajedničkog kreiranja ponude i asortiman potencijalnom klijentu pridržavaju se HACCP standarda. Mikrobiološku ispravnost hrane, koju priprema ova kompanija, potvrdio je Centar za ispitivanje namirnica u Beogradu.

5. Aurelio company d.o.o., Bulevar Despota Stefana 6, Beograd. Tel/Fax: (+381 11) 334 65 46, e-mail: aurelio@eunet.rs;

Aurelio Co. od 1995. registrovan je kao preduzeće za proizvodnju, prodaju export-import. U svojoj proizvodnoj i prodajnoj delatnosti značajan je kao prvi ketering servis u Beogradu sa kompletnom ponudom slanog i slatkog programa hrane. Za potrebe klijenata obezbeđuje asortiman hrane prilagođen potrebi i nameni.

Klijenti koji su ukazali svoje poverenje: Privredna komora Srbije, Privredna komora Grada Beograda, Američka privredna komora, Italijanska privredna komora, Institut za transfuziju krvi, Narodna banka Srbije, Nacionalna štedionica, ambasade SAD, Kanade, Belgije, Koreje, Velike Britanije, Meksika, Italije, Libana, Nemačke i dr.

6. Jat-Ketering d.o.o., Aerodrom "Nikola Tesla", 11180 Beograd.

Tel: (011) 2289 844, Faks (011) 2676969;

„Jat-Ketering“ je savremena fabrika za proizvodnju gotove hrane smeštena u industrijskoj zoni beogradskog aerodroma „Nikola Tesla“. Objekat od 8.000 m², sagrađen po međunarodnim standardima ima 200 zaposlenih i obezbeđuje proizvodnju 12.000 do 14.000 obroka dnevno.

Ukupni kapaciteti omogućavaju da pored standardne usluge za avio-prevoznike, sve vrste ketering-usluga pruža i na zemlji. Keteringom se bave od 1967. godine. Najpre u okviru JAT-a, a od 2005. kao samostalno

preduzeće čiji je osnivač i vlasnik Republika Srbija. Do sada su pripremili više od 40 miliona obroka hrane. „Jat-Ketering“ je pionir i najveći proizvođač u branši u Republici Srbiji.

Ustupanje kapaciteta Vojne akademije

Kapaciteti bi se mogli ustupiti na korišćenje kompetentnoj firmi iz civilnog sektora koja bi se angažovala u pripremanju i distribuciji hrane. Ustupanje kapaciteta uslovalo bi se zadržavanjem postojećeg osoblja uz potrebnu prekvalifikaciju u režiji zakupca.

Prednosti ovakvog organizovanja pripreme hrane ogledaju se u mogućnostima dodatnog sniženja troškova hrane po osnovu zakupa postojećih kapaciteta Vojne akademije, investiranja u nadogradnju i osavremenjavanje infrastrukture u skladu sa najsavremenijim trendovima i zahtevima standarda u pripremi i distribuciji hrane i transfera aktuelnih profesionalnih znanja koja predstavljaju ključni izvor efikasnosti poslovanja.

Obavezujuća klauzula ugovora o ustupanju kapaciteta uslovila bi da se nakon isteka ugovornog perioda kapaciteti stave na raspolaganje Vojsci Srbije i time stvori mogućnost za kontinuiranu pripremu hrane u sopstvenoj režiji.

Predlozi za poboljšanje sistema ishrane na Vojnoj akademiji

U izbor optimalnog rešenja sistema ishrane na Vojnoj akademiji treba implementirati dva aspekta:

- bezbednosni, koji garantuje kontinuirano, pravovremeno i potpuno snabdevanje hranom u svim scenarijima (mir, vežbe, vanredne situacije),
- ekonomski, koji se ogleda u nižoj ceni obroka, kvaliteta propisanog Planom ishrane u Vojsci Srbije.

Imajući u vidu da je tržišni segment ponuđača gotove hrane koji bi mogli da zadovolje strateškog kupca, kao što je Vojna akademija, ipak nedovoljno razvijen u odnosu na potrebe (čime je ponuđaču omogućena monopolska pozicija u pregovaranju) i da regulatornim dokumentima nisu potpuno definisani uslovi koji bi omogućili brzu reakciju na diskontinuitet u isporuci hrane¹¹ (u slučaju disfunkcije dobavljača), kao primaran kriterijum u donošenju odluke o izboru optimalnog rešenja treba postaviti bezbednost, a nakon toga ekonomičnost i efikasnost.

¹¹ Postojećom zakonskom regulativom „Zakon o javnim nabavkama“, propisana je procedura za javne nabavke u minimalnom trajanju od 15 dana.

Predložena poboljšanja teba da počivaju na:

- analizi kretanja troškova proizvodnje obroka hrane definisanog kvaliteta.

- konceptu „lanac vrednosti“ (Porter, 2007).

- analizi rizika i kritičnih kontrolnih tačaka HACCP¹² standarda koja bi omogućila isporuku kvalitetne i zdravstveno ispravne hrane.

- iskustvima drugih armija koje su restrukturirale sistem ishrane svojih pripadnika.

Kroz proces odabira i implementacije optimalnog modela ishrane pripadnika Vojne akademije potrebno je pratiti i kontrolisati:

- pouzdanost i kredibilitet isporučioća hrane,

- bezbednost hrane – implementacijom koncepta HACCP, sertifikovanjem od strane ovlašćene institucije, u skladu sa važećim propisima,

- energetska i biološka vrednost hrane¹³,

- zadovoljstvo korisnika, periodičnim anketiranjem (nedeljno),

- distribuciju, pravovremenost i potpunost isporuke (dnevni izveštaji ovlašćenih organa Vojne akademije),

- troškove ishrane na kratki, srednji i dugi rok¹⁴.

Sve radne aktivnosti na implementaciji novog sistema ishrane na Vojnoj akademiji treba usmeriti ka smanjenju troškova pripremanja hrane, tj. cene obroka definisanog kvaliteta po abonentu, koji se kao output javlja na kraju proizvodnog procesa.

Praćenje i kontrolu izabranih akcija treba da vrši menadžment Vojne akademije preko svojih stručnih službi (finansijske, intendantske, sanitetske, veterinarske i građevinske).

U skladu sa dobijenim rezultatima usmeravali bi se naredni koraci ka dostizanju definisanog cilja.

Ljudske resurse potrebno je jasnom vizijom i konkretnim zadacima po organizacionim nivoima sinergijski spojiti i pokrenuti, kako bi svako koordinirano i u domenu svoje odgovornosti dao maksimalan doprinos, tj. kako bi se izbeglo stvaranje troškova zbog imperfektne informisanosti i oportuniteta u radu.

Sa tim ciljem potrebno je:

- u Vojnoj akademiji formirati stručan tim za koordinaciju aktivnosti (horizontalnu, vertikalnu) i izvršni tim,

- sistematizovati radna mesta u skladu sa realnim sadašnjim i potrebama u bliskoj budućnosti,

¹² Analiza rizika i kritičnih kontrolnih tačaka (eng. Hazard Analysis and Critical Control Points), implementiran u sistemu ishrane Vojnomedicinske akademije.

¹³ 50. Zavod za preventivnu medicinu Zemun, radi analize za potrebe sistema odbrane na osnovu Plana ishrane u Vojsi Srbije 1,2,3 i receptura za pripremu hrane u Vojsi Srbije.

¹⁴ Finansijska služba na Vojnoj akademiji u periodičnim izveštajima. Komparativna analiza oportunitetnih troškova i ušteda ostvarenih restrukturiranjem.

- vršiti pozitivnu selekciju zaposlenih.
- organizovati treninge za edukaciju i razvijanje veština i sistema vrednosti kod zaposlenih,
- u treninge preventivno uključiti psihologa, kako bi se minimizirao stres izazvan promenama.

Jasno definisanje položaja svakog pojedinca u organizaciji, njegovih dužnosti i prava, uz brigu, doslednost i pravičnost u upravljanju, doprinelo bi stvaranju sistema vrednosti spremnog za izazove. Evaluacija rada¹⁵ na osnovu učinaka i reciprocitetna novčana kompenzacija dodatno bi uticala na stimulativnu radnu atmosferu.

Zaposlenima treba omogućiti participaciju u odlučivanju, izražavanje stavova i davanje korisnih predloga za unapređenje rada (Šigeo, 1985).¹⁶

Koristeći „efekat novog“, u organizaciju treba implementirati sintetizovan Maslov-Herzbergov pristup, te se pored zadovoljenja potreba fokusirati na zadovoljstvo zaposlenih poslom kojim se bave (Arsić, 2009).

Pored materijalnih i statusnih podsticaja generator produktivnosti treba da bude kvalitetno uređen radni ambijent sa pravilno postavljenim interpersonalnim odnosima i svešću pojedinca da je jedinstven i da radi važnu stvar.¹⁷

Na osnovu uvida u projekcije sistema ishrane Vojske Srbije u periodu do 2015. godine, potrebe menadžmenta Vojne akademije izražene zahtevom za racionalizacijom ishrane i performansi internog i eksternog ambijenta u kojima je promena izvodljiva, u zavisnosti od izabranog modela očekuju se sledeća unapređenja:

- eliminisanje organizacijskog balasta,
- ugradnja aktuelnih znanja iz oblasti menadžmenta u novi sistem ishrane,
- implementacija HACCP standarda na Vojnoj akademiji,
- obrok propisanog kvaliteta po nižoj ceni,
- veće zadovoljstvo korisnika,
- eliminisanje rizika od disfunkcionalnosti sistema,
- osobađanje resursa korišćenih u sistemu ishrane i njihovo usmeravanje na unapređenje drugih aspekata kvaliteta života pripadnika Vojne akademije,
- stvaranje jedinstvenog modela za unapređenje sistema ishrane na nivou Vojske Srbije,
- slanje pozitivne predstave o Vojnoj akademiji ka eksternom okruženju (briga o ljudstvu i sredstvima budžetskih korisnika).

¹⁵ Uputstvo za ocenjivanje lica u Vojski Srbije.

¹⁶ Stvaranje „kolektivne mudrosti“ po uzoru na Japanske organizacije (Š. Singo, 1985).

¹⁷ Iskustva i zaključci iz „Hotorn eksperiment“ – a.

Zaključak

Osnovna prednost kateringa ogleda se u mogućnosti da Vojska racionalizuje troškove ishrane i fokusira se na unapređenje vojnih veština, a ostale poslove prepusti kompetentnijim subjektima van sistema odbrane. Iskustva armija iz našeg okruženja pokazuju da katering u vojsci zemalja u tranziciji može da generiše značajne probleme, koji dovode do anuliranja početnih pozitivnih efekata i porasta troškova ishrane na dugi rok, preko planiranih iznosa.

U proceni najpogodnijeg modaliteta kroz višekriterijumsku analizu treba izabrati dugoročno rešenje koje će omogućiti dalji razvoj i optimizaciju.

U prvoj fazi promena treba stvoriti jedinstven stav o njihovoj neophodnosti i svrsishodnosti, unaprediti način razmišljanja, komunikacije i organizacionog ponašanja, a nakon toga sinergijskim pristupom započeti drugu fazu – realizaciju promena.

Primena harizmatiskog i transformacionog stila liderstva, uz korišćenje validnih menadžerskih alata i motivacionih tehnika za poboljšanje performansi organizacije, doprinela bi formiranju kvalitetnog, pouzdanog i rentabilnog sistema ishrane i unapredila kvalitet života i rada na Vojnoj akademiji i Vojsci Srbije.

Uspešna implementacija racionalnijeg sistema ishrane afirmisala bi Vojnu akademiju kao lidera u ovom segmentu i postavila nove standarde ostalim organizacionim celinama u strukturi Vojske Srbije i van nje.

U praksi ostvarene dobre ideje i savladane prepreke garant su kredibiliteta i dugoročne posvećenosti ljudi postavljenim ciljevima.

Transfer stečenog iskustva i znanja bio bi osnovni motiv budućeg povezivanja i saradnje svih zainteresovanih strana.

Literatura

Arsić, S., et al., 2011. Justification and exploitation of the possibility of military academy restaurant to applications catering. U: OTEH, 2011, Beograd. Beograd.

Arsić, S., et al, 2009. Značaj koncepta „Lanac vrednosti“ u efikasnom strukturiranju organizacije. U: OTEH, 2009. Beograd.

Porter, E.M. 2007. *Konkurentska prednost*. Beograd: ASSE Books.

Službeni vojni list, 48/2008. Pravilnik o opštim logističkim potrebama u MO i VS.

Službeni vojni list, 24/2009. Pravilnik o opštim logističkim potrebama u MO i VS.

Službeni vojni list, 5/2009. Rešenje o cenama dnevnih obroka i dopuna u hrani.

Staletović, S. 2011. Teorijski i praktični aspekti reorganizacije ishrane pripadnika Vojske Srbije. U: Beograd: Škola nacionalne odbrane.

Šigeo, Š. 1985. *Nova japanska proizvodna filozofija*. Beograd: JZP.

Tešanović, B., & Mitrović, S. 2005. *Ishrana u vanrednim okolnostima*. Beograd: NG Studio.

Tešanović, B. 2010. *Ishrana vojske u ratu*, Beograd. Ruska reč, 2013. preuzeto sa http://ruskarec.ru/news/2013/02/12/ruska_vojska_prelazi_na_svedski_sto_20011.html

POSSIBILITIES FOR IMPROVING THE FOOD SYSTEM AT THE MILITARY ACADEMY - ECONOMIC ASPECTS

FIELD: logistics

ARTICLE TYPE: professional paper

ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

The process of professionalisation of the Serbian Army has caused qualitative and quantitative changes in the personnel structure and has led to the reduction in the numerical strength of its members. The restaurant at the Military Academy has faced infrastructural and organisational ballasts in its capacity for food preparation and distribution thus making the Military Academy food system uneconomic.

The capacities of the restaurant are designed to allow for the preparation and distribution of 40% more meals than the actual needs, which, in the economic context, places unnecessary financial burden on the limited amount of funds allocated for this purpose. In terms of economic principles, it is possible to reduce or completely eliminate the negative effects through employing redundant workforce or finding alternative ways to organise the food system at the Military academy in a more rational way.

The article represents a "pro et contra" analysis that places an emphasis on some relevant facts in finding expedient solutions. The food system at the Military Academy was analyzed through the cause-effect relations of the factors within and outside the system and through the efforts to improve the system functioning from organizational, economic, technological and nutrition security aspects, based on current scientific knowledge and domestic and foreign experience.

Introduction

"Optimizing food consumption, while meeting the needs of the food with the available resources is one of the vital issues".

Trends in creating a professional, efficient and effective military organization with limited resources dictate a need to find and implement better solutions in the defense and in the field of nutrition of the Serbian Army.

The importance of nutrition in the functioning of almost all modern armies is priceless, especially at the Military Academy which generates officers of the Serbian Army. Both internal and external interest groups, - those with active participation in the process as well as those affected by it directly and indirectly - are highly interested in finding an efficient food system implementation model.

The modalities of organising food systems at the Military Academy

In order to improve the performance of the organisation and to achieve the projected goals, it is necessary to:

- analyse the feasibility of preserving the existing capacity,*
- consider the implementation of other modalities,*
- implement the chosen mode of nutrition.*

Feasibility analysis

The analysis should be performed taking into account all aspects of internal and external environment, potential opportunities and potential threats, strengths and weaknesses of the organization and their potential impact on stakeholders.

The discussion should focus on the fact that the existing human, material and organizational capacities were created with great effort over a long period of time and in better material circumstances. The value of the existing capacities is not fully visible through the prism of material parameters. The essence or "know - how" (to know how to do things the right way) is not seen at first sight, cannot be bought in the market and can be acquired only over the long term through specific tasks in a specific way.

Employing a part of unused capacity

Some capacity (about 40%) of the Military Academy restaurant can be hired for the purpose of preparing and distributing food in other organizational units of the Serbian Army with a disproportion (designed/used) in the preparation and distribution of food or for organising the food system for the members the Serbian Army during worktime.

In the closer area of the Military Academy there are two barracks (within the radius of 1000m) that self-cater and have oversized capacity (about 52%). Combining the food systems of all three sites for food production and their reliance on the capacities of the Military Academy (which are the largest and most sophisticated) would provide full employment of the Military Academy capacities and reduce overall food costs.

Implementation of experiences of foreign armies

Austria has implemented an army "Cook & Chill" concept, Figure 3, and reduced the number of food preparation by 75%, the number of food distribution points by 34% and the number of personnel by 52%. Annual food costs in the Austrian army in the period before the introduction of this concept were 75 million euros.

The benefits achieved by introducing the "Cook & Chill" feeding system are:

Preparation is not time-limited. It is carried out at a time that is most convenient from the aspect of the organization of the process and the availability of raw materials at favorable prices.

Better capacity utilization, which is reflected in minimizing fixed costs per serving.

Connecting locations – food preparation sites.

More economic engagement of the personnel.

The negative consequences are reflected in the reduction of the nutritional properties of food, which is directly related to the consumers' satisfaction. Namely, due to oxidation and other chemical processes, frozen and subsequently heated food loses flavor, texture and thermosensitive nutrients.

Hiring the "Dedinje" Military Facility as a supplier of preprocessed food for the members of the Military Academy.

In the "Dedinje" Military Facility in Belgrade, there are four restaurants, two of which are capable of preparing the required 1000 - 1200 rations:

"Centralni dom Vojske" is excluded as a solution because it rents a significant part of its capacity during weekends, and a possible expansion of its production capacity is unprofitable.

The Bristol Hotel could expand the existing facilities (there are infrastructural possibilities to adapt a part of the building for food preparation and distribution of meals) and it has a good location, next to the bus station, which is important in terms of the timeliness of food distribution because on the way to the Military Academy there are no critical points that can hinder traffic flow..

Purchase of food in the market

Food can be purchased in the market by signing a contract with a competent company that could meet the defined criteria for the food supply to the members of the Military Academy.

The market research was done on 10th September 2010.

The aim of the research

– to determine the number of companies in the production and distribution of food whose competence can meet the demands of the food supply system at the Military Academy.

The method of research

– desk method, based on external resources available on the Internet.

The criteria for the selection of these companies are:

- competence (the credibility of clients),*
- size of their production capacity,*
- character of their production,*
- quality of service,*
- logistic support in the distribution and serving of meals,*
- range of meals (specific eating habits),*

- flexibility in the planning of production and distribution of meals, and
- timely placement opportunities.

The Military Academy capacity engagement

The capacity could be leased to competent civilian firms dealing with the preparation and distribution of food.

The advantages are reflected in additional food cost reduction opportunities and in the investment in the upgrade and modernization of the infrastructure in line with the latest trends and requirements of the standards in the preparation and distribution of food. After the expiry of the contract period, modernized facilities would be made available to the Serbian Army.

Suggestions for the improvement of the food system at the Military Academy

The choice of the optimal solution of nutrition at the Military Academy should take into account two aspects:

- Security, which guarantees continuous, timely and full supply of food for all scenarios (peacetime, military exercises, emergency responses).
- Economic, which is reflected in lower costs of meals whose diet quality is prescribed by the Serbian Army Diet Plan. .

Given the fact that the market segment of bidders of preprocessed food that might satisfy a strategic buyer such as the Military Academy is under-developed compared to the needs, and that there are no regulatory requirements to provide a rapid response to a discontinuity in the food supply in case of a disfunction of suppliers, the priority criterion in deciding on the choice of the optimal solution should be security and then the economy and efficiency.

Conclusion

The main advantage of catering is reflected in the ability to streamline the military costs of food and to focus on improving military skills, while leaving other tasks to more competent subjects outside the defense system. The experiences of the armies from the region indicate that catering in the military of transition countries can generate significant problems, which leads to the cancellation of initial positive effects and increases the cost of food in the long term, over the planned amount.

Key words: *catering, food preparation, military.*

Datum prijema članka/Paper received on: 13. 06. 2014.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 29. 07. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 31. 07. 2014.

ISKUSTVA IZ PRAKSE PROFESSIONAL PRACTICE

UTICAJ AMFIBIJSKOG TRANSPORTERA PTS-M NA ŽIVOTNU SREDINU

Nenad V. Kovačević
Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Kadetska brigada

DOI: 10.5937/vojtehg62-5009

OBLAST: zaštita životne sredine
VRSTA ČLANKA: iskustva iz prakse
JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

*Vojska Srbije je jedina institucija društvenog sistema Republike Srbije koja poseduje i namenski koristi amfibijska sredstva. Cilj članka jeste sagledavanje uticaja amfibijskih sredstava na tri, po mnogim ekolozi-
ma i najbitnija indikatora životne sredine: zemljištu, vazduhu i vodi. U članku su, pored uticaja amfibijskih sredstava na indikatore životne sredine, obrađene i mere za unapređenje i poboljšanje sistema zaštite životne sredine sa aspekta promene načina upotrebe i rekonstrukcije samih sredstava. Članak je nastao prevashodno na osnovu kombinacije iskustava autora u radu sa amfibijskim sredstvima, kao i na osnovu elementarnih teoretskih odredbi vezanih za sistem zaštite životne sredine. Prikazano je koliko samo jedan tip sredstava koje Vojska Srbije trenutno koristi može štetno da deluje na životnu sredinu. Treba uzeti u obzir činjenicu da u radu nisu obuhvaćeni svi štetni efekti rada amfibijskih sredstava, već samo negativni uticaji na osnovne indikatore životne sredine.*

Ključne reči: Vojska Srbije, životna sredina, amfibijska sredstva.

Uvod

Zemljotresi, poplave, nuklearni i hemijski akcidenti, zagađivanje vazduha, zemljišta i voda ukazuju na sve veće prisustvo nesreća nastalih intenzivnim razvojem i često nekontrolisanom primenom tehnolo-

škog razvoja. Pred društvo se postavlja problem kako se što bolje pripremiti, kako obezbediti veću usklađenost i funkcionisanje aktivnosti i mera za sprečavanje nastanka akcidentnih situacija i kako uneti promene u društveni i tehnološki razvoj koje će ići u korist prirode, ali i za dobrobit budućih generacija (Inđić i dr., 2013, p.210).

Pod pojmom zagađivanje životne sredine najčešće se podrazumeva unošenje hemijskih supstanci ili bioloških materija ili mikroorganizama koji nepovoljno utiču na život ili zdravlje organizama. Zagađivanje je zapravo samo jedna vrsta izmene životne sredine koja se štetno odražava na život. Ovde je bitno objasniti pojam koncentracije zagađivača. Pod koncentracijom se podrazumeva iznos zagađujućih materija u nekom od osnovnih indikatora životne sredine (zemljište, voda i vazduh). Koncentracija zagađivača je bitna zbog toga što nije ista koncentracija određenog zagađivača koja je štetna za život, odnosno zdravlje organizama u životnoj sredini.

Danas postoji mnogo podela izvora zagađivanja životne sredine na osnovu različitih parametara. U članku je dat pregled osnovnih vrsta izvora zagađivanja životne sredine. Oni mogu da se grupišu u dve velike kategorije: prirodne i veštačke. Veštački izvori mogu biti antropogeni ili tehnogeni. Razlika između prirodnih i veštačkih izvora ogleda se u:

- vrsti i količini zagađujuće materije koja se emituje i
- rasporedu i koncentraciji izvora.

Prema mestu nastanka i obliku, izvori zagađenja mogu biti:

- tačkasti,
- linijski,
- površinski i
- višedimenzionalni.

Na slici 1 (Vuruna, 2012, p.118) uočljivo je da svi veštački izvori zagađivanja (materijama ili energijama) imaju svoj segment u zagađivanju svih komponenti životne sredine. U zagađivanju životne sredine svakako prednjače energetska zagađivanja sa svojim karakterističnim predstavnicima:

- toplotom,
- radioaktivnošću,
- elektromagnetnim zračenjem i
- bukom i vibracijama.

Svi navedeni zagađivači predstavljaju deo raznih vrsta i podvrsta oružja i oruđa za masovno uništenje.



Slika 1 – Vrste zagađivanja životne sredine
Figure 1 – Types of environment pollution

Oružane snage (u daljem tekstu Vojska) proizvodnjom, razvijanjem i usavršavanjem naoružanja i vojne opreme predstavlja jednog najvećih izvora zagađivanja životne sredine. Usavršavanje naoružanja i vojne opreme u značajnoj meri je doprinelo i da se izmene taktike i tehnike ratovanja, odnosno svest o načinu vođenja oružanih sukoba. Pronalazak baruta i njegova primena u ratovanju smatra se neslavnim „prvencem” u pogledu zagađivanja životne sredine. Uvođenjem motora sa unutrašnjim sagorevanjem u vojne jedinice, kao borbenog (pogon tenkova, transportera, borbenih vozila i slično) i neborbenog sredstva, u velikoj meri se doprinelo zagađivanju životne sredine. Na primer, dovoljno je zamisliti samo jedan tenk – koliko količinu zagađujućih materija unosi u životnu sredinu stvaranjem dimne zavese i buke. Nauka i Vojska su u neraskidivoj vezi. U pogledu zagađivanja životne sredine nauka u službi Vojske je do najvišeg nivoa došla, pre svega, razvijajući i usavršavajući oružja sa osiromašenim uranijumom i plutonijumom (oružja za masovno uništenje).

U članku je sagledano kako amfibijska sredstva negativno utiču na životnu sredinu. Treba pomenuti da danas ima malo radova koji se bave problemom zaštite životne sredine u Vojsci, a pogotovo u vezi sa navedenim sredstava. To je, s jedne strane, i razumljivo, jer u Vojsci Srbije ne postoji adekvatan pristup primeni mera zaštite životne sredine, a nema ni dovoljno kompetentnih lica koja bi mogla da se bave ovom problematikom.

Radi sagledavanja značaja amfibijskih sredstava sa aspekta namenske upotrebe, potrebno je dobro poznavati sredstva, odnosno njihovu konstrukciju i mogućnosti upotrebe i uticaja na životnu sredinu. Amfibijska sredstva su se kroz višegodišnju eksploataciju pokazala kao:

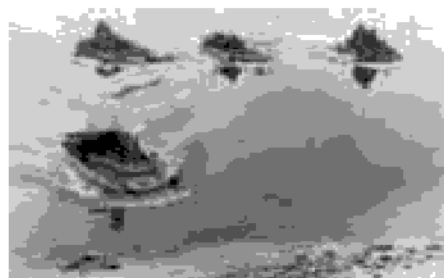
- veoma pouzdana,
- u taktičkom smislu izvanredna sa širokim dijapazonom upotrebe,
- sa podjednakom mogućnošću iskorišćenja, kako u miru tako i u ratu,
- veoma pogodna za ojačanje snaga koje se koriste u slučaju angažovanja za potrebe 3. misije Vojske Srbije i
- mobilni izvori zagađivanja životne sredine.

Danas Vojska Srbije, u pogledu amfibijskih sredstava, raspolaže sa svega 12 amfibijskih transportera PTS-M, koji su raspoređeni u dva amfibijska voda, u dva pontonirska bataljona u okviru Rečne flotile. Kako se radi o dosta složenom sredstvu, autor članka, kao oficir koji je bio zadužen za njegovu namensku upotrebu, želeo je da ukaže na sve uticaje ovog sredstva na osnovne indikatore životne sredine.

Amfibijskih sredstava u stranim oružanim snagama

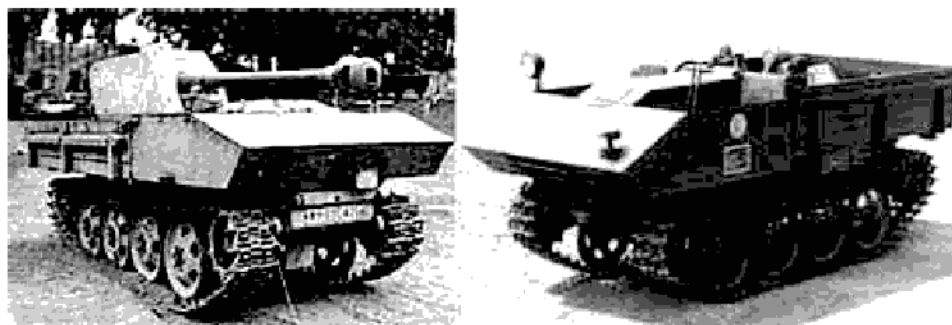
Prvo poznato samohodno amfibijsko vozilo, sa pogonom na paru, prezentovao je američki pronalazač Oliver Evans (Oliver Evans), 1805. godine, pod imenom „Orukter Amphibolos“. Godinu dana kasnije Francuzi kombinuju konstrukcijske elemente broda i putničkog vozila i stvaraju preteču savremenim amfibijskim vozilima. Međutim, u to vreme konstruktori nisu adekvatno shvaćeni, pa se za dalji razvoj i usavršavanje amfibijskih sredstava moralo čekati više od jednog veka (Milojević, 2010, p.125).

Uvidevši značaj brzog i bezbednog savlađivanja vodenih prepreka prvo pravo amfibijsko vozilo u svetu konstruisali su Nemci pred Drugi svetski rat. Bilo je to „Folkswagenovo“ ploveće vozilo (*VW-Schwimmwagen*), izrađeno na šasiji civilnog putničkog folkswagenovog vozila. Ploveća vozila ovog tipa prikazana su na slici 2.



Slika 2 – „Folkswagenovo“ ploveće vozilo
Figure 2 – VW-Schwimmwagen amphibious vehicle

Pripremajući se za vođenje „blickriga“ (munjevitog rata), Nemačka je, u okviru priprema za buduću ekspanziju, u naoružanje uvela čitavu paletu novih sredstava za savlađivanje vodenih prepreka, od pneumat-
 skih i jurišnih čamaca, preko amfibijskih transportera do tenkova nosača
 mosta i prvih plovećih tenkova. Izgled plovećih transportera iz tog vreme-
 na prikazan je na slici 3. Tokom Drugog svetskog rata, suočene sa veli-
 kim problemima pri savlađivanju vodenih prepreka, sukobljene snage ra-
 de na modernizaciji postojećih sredstava, naročito amfibija i kompleta
 mostova na pontonima. U tom periodu Velika Britanija razvila je i uvela u
 upotrebu lansirni most tipa „Bejli“. Suočeni sa problemom savlađivanja
 velikih rečnih tokova u SSSR-u, snage Vermahta su, takođe, veliki značaj
 pridavale osavremenjivanju i razvoju pontonskih mostova. Od kompleta
 mosta nosivosti od 3 do 5 t, sa početka rata, već 1943. godine u naoru-
 žanje su uvedeni kompleti mosta čija je nosivost omogućavala uspešno
 prebacivanje preko vodenih prepreka gotovo svih sredstava vojne tehni-
 ke (Milojević, 2010. p.125).



Slika 3 – Nemački amfibijski transporteri za vreme Drugog svetskog rata
 Figure 3 – German's amphibious transporters used during World War II

Od Drugog svetskog rata do danas razvoj nauke i tehnike uglavnom
 je bio podređen vojnim ciljevima i potrebama. Samim tim, ubrzano su se
 razvijala i sredstva za savlađivanje vodenih prepreka. Do devedesetih
 godina prošlog veka diktirali su ga SAD i SSSR, kao predvodnici dva voj-
 no-politička bloka. Zbog toga se u ovom periodu i nailazi na dva različita
 pristupa rešavanju problema savlađivanja vodenih prepreka. Sa jedne
 strane, zemlje zapadnog bloka (NATO) težište u razvoju sredstava za sa-
 vlašivanje vodenih prepreka usmerile su na razvoj amfibijskih karakteri-
 stika sredstava ratne tehnike i razvoj jurišnih mostova. Sa druge strane,
 zemlje istočnog bloka, na čelu sa SSSR-om, težište u razvoju ovih sred-
 stava usmerile su na razvoj pontonskih mostova i amfibijskih sredstava
 za prevoz borbenih oruđa i sistema.

Po pitanju razvoja amfibijskih transportera najdalje su otišle oružane snage Sjedinjenih Američkih Država, odnosno rod mornaričke pešadije, sa svojim transporterom AAV (advanced amphibious assault vehicles). USMC (United States Marine Corps) planira da zameni 1013 vozila tipa AAV7, sa vozilima AAV1 i već su izvršili ispitivanja na kojima su konstruktori pokazali da zahteve koji su pred njih postavljeni nije bilo problem ispuniti i sa tim mogućnostima AAV predstavlja najsavremeniji borbeni sistem na svetu (<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/aaav.htm>).

Ipak, iako su se pokazala kao veoma efikasna i pouzdana, savremena vojna industrija najrazvijenijih zemalja današnjice planira da u narednih 20 do 30 godina delimično ili čak u potpunosti izbaci iz operativne upotrebe amfibijska sredstva i da njihovo mesto zauzmu lebdelice. Lebdelice su sredstva najnovije tehnologije (<http://www.naval-technology.com/projects/zubr>) koje su našle široku primenu pri savlađivanju vodenih prepreka. Pojavile su se još sedamdesetih godina u ratu u jugoistočnoj Aziji. Osnovni problem prvih lebdelica bio je što su bile vrlo spore i imale su mogućnost male nosivosti naspram velike sopstvene mase. Tada su se koristile samo u obalnom delu mora i u slivovima velikih reka. Osnovni princip po kojem rade je kretanje na vazдушnom jastuku. Prikaz osnovnih modela lebdelica dat je na slici 4.



Slika 4 – Izgled lebdelice
Figure 4 – Howercraft

Razvoj amfibijskih sredstava u Vojsci Srbije

U tadašnjoj JNA razvoj amfibijskih sredstava počinje 60-tih i 70-tih godina XX veka kupovinom amfibijskih skela i transportera od tadašnjeg SSSR-a. Nažalost, od tada pa do danas u našoj Vojsci nisu nabavljana nova amfibijska sredstva, već su samo postojeća održavana i reparirana. Deo sredstava je proglašen neperspektivnim, pa je rashodovan i povučen iz operativne upotrebe.

Amfibijska skela GSP-55 namenjena je za prevoženje tenkova i samohodnih oruđa preko reke i drugih vodenih prepreka. Skela se sastoji od amfibijskog vozila, dve poluskele (dva velika pontona, koja su napunjena plastikom-stiroporom) i rampe. Desna i leva skela nisu uzajamno zamenjive, a sklapanje skele vrši se na vodi. Može se kretati na suvom i po vodi. Desna i leva skela ne mogu se međusobno zamenjivati (Tehničko uputstvo Amfibijska skela GSP, 1970). Od 2003. godine ovo sredstvo nije više u upotrebi u Vojsci Srbije.

Amfibijski transporter PTS-M namenjen je za prevoženje vozila točkaša i guseničara, guseničnih tegljača, artiljerijskih oruđa (topova, minobacača) i ljudstva koje prelazi desantom. Veoma je pogodan za angažovanje za vreme vanrednih situacija koje su vezane za elementarne nepogode i izlivanja rečnih slivova. Može se upotrebiti i kao plovno sredstvo za obavljanje različitih poslova prilikom uređenja i eksploatacije mesta prelaska (kao plovno sredstvo u sastavu stanice za spasavanje, rečnih straža i druge poslove pri izvođenju radova na reci). Uz odgovarajuću opremu ima mogućnost i plovidbe po moru. Nalazi se u sastavu amfibijskih jedinica, kao i u mnogim armijama sveta (uglavnom u zemljama koje su nastale raspadom SSSR-a).

Od 2003. godine amfibijski transporter je delimično rashodovan, to jest iz njegovog kompleta je izbačena plivajuća prikolica, čime su sposobnosti transportera znatno umanjene. Ipak, i kao takav danas zapravo predstavlja jedino amfibijsko sredstvo u Vojsci Srbije. Izgled amfibijskog transportera PTS-M prikazan je na slici 5.



Slika 5 – Izgled amfibijskog transportera PTS-M
Figure 5 – Amphibious transporter STM - M

Osnovni taktičko-tehnički podaci vezani za amfibijski transporter PTS-M:

- Masa: 17 t,
- Dužina: 11,426 m,
- Širina: 3,30 m,
- Visina: 2,65 m,
- Dubina vode za kretanje:
 - a) bez tereta 1,40 m,
 - b) sa teretom 1,73 m,
- Brzina kretanja na vodi:
 - a) bez tereta 11,5 km/h,
 - b) sa teretom 10,6 km/h,
- Brzina kretanja na suvom: 47 km/h,
- Utrošak goriva na 100 km: 150 l,
- Utrošak goriva na 1 moto čas: 50 l,
- Nosivost:
 - a) na vodi 10 t (72 vojnika ili 12 sanitetskih nosila),
 - b) na zemlji 5 t (72 vojnika ili 12 sanitetskih nosila),
- Akcioni radijus:
 - a) pri kretanju na suvom sa teretom 5 t 480 – 500 km,
 - b) pri kretanju na vodi sa teretom 10 t 14 – 15h,
- Posadu PTS - M čine 2 člana: komandir i vozač.

Uticaj amfibijskog transportera PTS-M na zemljište

Amfibijski transporter PTS-M može da se kreće po suvom i po vodi. Za kretanje po suvom služi mu hodni deo (gusenice), a za kretanje po vodi – propeleri i kormila. Hodni deo transportera pokreće obrtni moment, koji se od radilice motora, preko transmisije, prenosi na pogonske točkove. Hodni deo obuhvata: dve gusenice (leva i desna), dva pogonska točka, dva lenjivca sa mehanizmima za natezanje gusenica, 12 potpornih točkova i podvozak (Tehničko uputstvo Amfibijski transporter PTS-M, 1973).

Uticaj transportera na zemljište ogleda:

1. prilikom kretanja transportera,
2. prilikom mirovanja transportera, odnosno stacioniranja na stajanci.

1. Prilikom kretanja transportera gusenice svojim člancima kidaju, lome i razbacuju sa strane površinski sloj zemljišta, stvarajući kolotrage. Naime, usled težine transportera i njegovog kretanja ispuni (greben) na člancima gusenica se usađuju u tlo i kidaju delove zemljišta (ukoliko je vegetativan sloj kidaju se čitavi buseni). Ujedno ih lome i odvajaju od ostatka tla, a ravan deo članaka gusenica otkinutu količinu zemljišta nosi sve dok ne dođe do ponovnog usađivanja članaka u zemljište, kada dolazi do odbacivanja sa strane postojeće količine sa ravnih delova članaka usled sudara sa podlogom. Kada ne bi postojali ispuni na člancima gusenice došlo bi do proklizavanja transportera, odnosno on ne bi mogao da se kreće. Time se narušava i oštećuje zemljište, posebno njegov vegetativni sloj.

Negativni uticaj naročito dolazi do izražaja u dva slučaja, usled:

- kretanja marševske kolone transportera i
- kretanja transportera preko vlažnog zemljišta.

Da bi se otklonio negativan uticaj transportera na zemljište, neophodno bi bilo izvršiti dogradnju u smislu postavljanja specijalnih gumenih odbojnika na grebene članaka transportera kako bi se smanjila moć kidanja površinskog sloja zemljišta. Dato rešenje pokazalo se jako dobrim i korisnim, a patentirale su ga oružane snage Kraljevine Švedske i koriste ga na svim guseničnim vozilima, pa i na amfibijama. Gumeni odbojnici izrađeni su od specijalne legure gume i plastike, te ne može doći do smrzavanja i pucanja na ekstremno niskim temperaturama, ali zato odbojnici imaju jako oštru i veliku prodornu moć, te samim tim otkidaju manje količine zemljišta.

2. Prilikom mirovanja transportera, odnosno stacioniranja na stajanci tipičan je primer zagađenja zemljišta tečnim otpadnim materijama, odnosno negativnog uticaja transportera na zemljište. Amfibijski transporteri smešteni su u posebnom delu kasarne, u parku tehničkih sredstava. Sredstva su smeštena na otvorenom, na podlozi koja je prekrivena vegetacijom, a ispod hodnog dela sredstva (leva i desna gusenica) zemljište je presvučeno tucanikom na koji su postavljene daske po čitavoj dužini. Ispred sredstva stoji znak upozorenja da je zabranjeno stajati ispred ili iza oruđa kada je motor pokrenut.

Negativni efekat transportera ispoljava se izlivanjem goriva i maziva iz kaljužnih prostora transportera. Po tehničkom rešenju proizvođača (zanimljiva je činjenica da je sredstvo ostalo autentično od dana proizvodnje do danas) u trupu sredstva smešteni su motor i ostali pogonski delovi. Tehnička konstrukcija sredstva urađena je tako da ono ima prirodno hlađenje, sa raznim otvorima u samom trupu, sa gornje strane. To, naravno, ne bi predstavljalo nikakav problem da je sredstvo skladišteno na adekvatan način – u hangaru ili garaži.

Prilikom loših meteoroloških uslova – pojave kiše ili snega, dolazi do pojave spiranja mešavine čestica prašine i masti, ulja i maziva sa motora, transmisije i ostalih pogonski elemenata sredstva. To, naravno, i nije loše, ali postoji jedan veliki nedostatak, koji se ogleda u tome da, kada se napuni trup sredstva (kaljužne komore), tečna materija (smeša kišnice ili otopljenog snega i goriva, ulja i maziva) mora negde da se ispusti pomoću otvora na dnu trupa sredstva (otočni ventili), kako bi ono uopšte moglo da se koristi. Imajući u vidu da je većina ovih sredstava u dugoročnoj konzervaciji (četiri godine), ona se ne mogu pomerati, odnosno startovati, ali se zato i iz njih moraju ispuštati otpadne materije. Tečna materija ispušta se na stajanku (stajanke u oba pontonirska bataljona su zemljanog tipa), odnosno vegetaciju, što naravno ima za posledicu da na tom prostoru skoro i da ne postoji vegetacija. Izgled dela stajanke ispod amfibijskog transportera PTS-M prikazan je na slici 6.



Slika 6 – Izgled zemljišta na stajanci
Figure 6 – Ground of a transporter parking area

Da bi se otklonio negativan uticaj transportera na zemljište prilikom boravka na stajanci, bilo je neophodno postaviti posebne posude za prikupljanje otpadne materije ispod ispusnih otvora. Ovim prostim rešenjem sprečilo se izlivanje otpadnih materija direktno na tlo, a i naknadnim posebnim tehnološkim procesima prerade naftnih derivata mogla bi se preraditi prikupljena količina otpadnih materija.

Uticaj amfibijskog transportera PTS-M na vazduh

Uticaj amfibijskog transportera PTS-M na vazduh ostvaruje se na osnovu činjenice da je amfibijski transporter PTS-M zapravo mobilni izvor zagađenja vazduha. Karakteristika ovog izvora je što njegov uticaj nije permanentan tokom cele godine, i što se ispoljava uglavnom van naseljenih mesta, što predstavlja bitnu razliku između transportera i ostalih mobilnih izvora zagađenja. Takođe, to znači i da je uticaj transportera na vazduh zapravo drastično manji u odnosu na ostale mobilne izvore zagađenja. Motor transportera sa svim svojim sklopovima i uređajima predstavlja celokupni izvor zagađujućih materija koji dospevaju u vazduh, a proizvodi ih transporter.

Prilikom rada transportera preko izduvne grane motora, odnosno preko izduvnih gasova koji se javljaju kao posledica rada motora sa unutrašnjim sagorevanjem, u vazduh dospevaju različite vrste i količine zagađujućih materija. Na osnovu podataka iz zvaničnih izveštaja koje je objavilo Ministarstvo za vanredne situacije Vlade Ruske Federacije, u izduvnim gasovima motora ovog i sličnog tipa ima oko 180 organskih komponentata, od čega je:

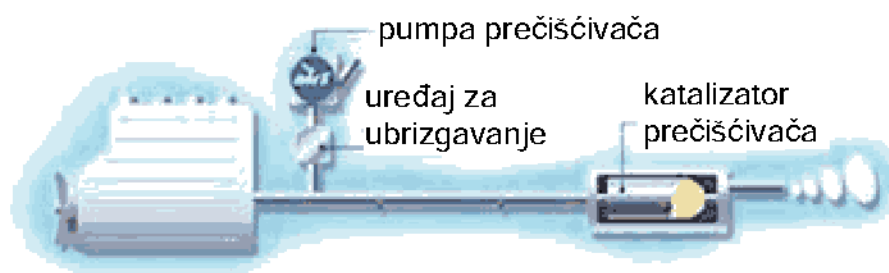
- oko 45% zasićenih ugljovodonika,
- oko 42% nezasićenih ugljovodonika,
- oko 9% aromatičnih jedinjenja,
- oko 3% aldehida i ketona,
- oko 0,6% alkohola i
- oko 0,4% ostalih jedinjenja.

Da bi se smanjila emisija štetnih gasova i čestica iz motora transportera, Ministarstvo odbrane Ruske Federacije izradilo je nekoliko studija vezanih za unapređenje motora velikih kapaciteta i snage, a koji se koriste za vozila ruskih kopnenih oružanih snaga – transporteri, tenkovi, teretna motorna vozila i slično. Rezultat ovih studija bio je uvođenje dodatne opreme na sve motore.

Dodatna oprema značila bi ugrađivanje „uređaja za prečišćavanje izduvnih gasova“. Svrha uređaja bila bi da unapredi „prehranjivanje“ motora, ali ne u pogledu njihove snage, već u pogledu smanjenja njihovog negativnog uticaja na životnu sredinu. Izgled uređaja sa delovima prikazan je na slici 7 (<http://www.planeta.org.yu>).

Uređaj je jednostavan i ima tri sastavna dela:

- pumpu prečišćivača,
- uređaj za ubrizgavanje i
- katalizator prečišćivača.



Slika 7 – Izgled prečišćivača sa delovima
Figure 7 – Engine filter with parts

Utica j amfibijskog transporter a PTS-M na vodu

Amfibijski transporter PTS-M može da se kreće po suvom i po vodi. Za kretanje po vodi transporter koristi uređaj za kretanje po vodi – propelere i kormila. Uređaj za kretanje po vodi transporter a pokreće obrtni moment, koji se od radilice motora, preko transmisije, prenosi na propelere, a njima se upravlja preko komandi za upravljanje kormilima, u kabini (upravljačkom odeljenju) transporter a. Radi obezbeđenja kretanja po vodi, u transporter u postoje dva propelera i dva kormila. Po principu dejstva, propeleri spadaju u tip reakcionih hidrauličnih pokretača, čije se dejstvo zasniva na izbacivanju vode koju oni zahvataju s vodene površine po kojoj se kreću. Usled toga se produkuje reaktivno-potisna sila koja gura transporter u suprotnu stranu od smera izbacivanja vode. Veličina te sile, a na osnovu toga i brzina kretanja transporter a, zavise od količine vode koja se izbacuje i brzine izbacivanja. Propeleri su smešteni u dva tunela, u krmenom delu transporter a. Oblici tunela omogućavaju ravnomerno priticanje vode do propelera. Uređaj za kretanje po vodi sastoji se od: dva propelera, dva pogonska vratila propelera sa ležištima i komande za upravljanje kormilima i dva kormila (Tehničko uputstvo Amfibijski transporter PTS-M, 1973).

Negativni uticaj transporter a na vodu ispoljava se tokom plovidbe transporter a, a spoljava se, prevashodno, u četiri segmenta zagađivanja voda:

- spiranje masti, ulja i maziva,
- mutnoća vode i
- uticaj na akvatičnu floru i faunu.

Nažalost, konstrukcijska izvedba transporter a ne dozvoljava bilo kakve modifikacije uređaja za kretanje po vodi, te je time dosta teško otkloniti negativni uticaj transporter a na vodu. Ministarstvo odbrane Ruske Federacije (tada bivšeg SSSR-a), tokom 80-tih godina XX veka pokušalo je da poboljša i unapredi postojeći sistem za kretanje po vodi, kako bi se smanjio negativni uticaj na životnu sredinu amfibijskih sredstava, ali značajniji rezultat na ovom polju je izostao.

Jedino poboljšanje moglo bi se ostvariti ukoliko bi došlo do ugradnje uređaja za prečišćavanje motora. Time bi se smanjila emisija štetnih gasova, koja takođe negativno utiče na vode, a samim tim bi se smanjilo i zagrevanje motora i ostalih sklopova koji, pored pumpi za vodu, takođe daju svoj doprinos povećanju temperature vode.

Zaključak

Vojska Srbije do sada je posvećivala pažnju zagađivanju životne sredine u određenoj, ali nedovoljnoj meri. Više se vodilo računa o pravcu duvanja vetrova pri upotrebi dimnih sredstava i bojnih otrova, ali prvenstveno da ne bi nanela gubitke sopstvenim snagama i lokalnom stanovništvu, a manje se

brinula o posledicama po floru i faunu koja je rasprostranjena u zoni dejstva (Todić, 2011, p.429). Transformacijom Vojske, ali i celokupnog društva sa početka 21. veka, u velikoj meri se utiče na shvatanja, delatnost, njihovu organizaciju, planiranje i izvođenje raznih vrsta zadataka u pogledu posledica, koje njihova realizacija prouzrokuje po životnu sredinu. U vojne procene i planiranje zadataka na „mala vrata“ ušla je briga i procene uticaja i rizika na životnu sredinu. U narednoj deceniji očekuje se njena puna ekspanzija u ovu, do pre nekoliko godina, hermetično zatvorenu sredinu.

Amfibijski transporter PTS-M, kao i druga sredstva u operativnoj upotrebi, moraju se modifikovati radi smanjenja njihovog negativnog uticaja na životnu sredinu. Alternativa u rešavanju ovog problema svakako bi bila i tendencija državnog vrha u pravcu modernizacije i razvoja tehnike i opreme. Amfibijski transporter PTS-M i druga sredstva slične namene, značajna su, pored ostalog, i zbog činjenice da spadaju u posebnu grupu sredstava – za izvršenje 2. zadatka 3. misije Vojske Srbije (pomoć civilnim strukturama vlasti u slučaju prirodnih nepogoda, tehničko-tehnoloških nepogoda i drugih nesreća).

Literatura

Indić, D., Terzić, M., Ivanković, N., 2013, Informacioni sistemi u upravljanju rizikom u životnoj sredini, *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier*, 61 (1), p.210.

Milojević, D., 2010, Tendencije u razvoju sredstava za savlađivanje vodenih prepreka u savremenim armijama, *Novi glasnik Vojske Srbije*, 1 (1), p.125.

Tehničko uputstvo, 1973, *Amfibijski transporter PTS – M, knjiga 1. i 2.*, Beograd, Vojna štamparija.

Tehničko uputstvo, 1970, *Amfibijska skela GSP, knjiga 1. i 2.*, Beograd, Vojna štamparija.

Todić, D., 2011, Mesto i uloga životne sredine u politici bezbednosti Republike Srbije, *Vojno delo*, 63 (3), p.429.

Vuruna, M., Bakrač S., Lješević, M., Milanović, M., 2012, *Zaštita životne sredine*, Beograd, Medija centar Odbrana.

<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/aaav.htm>

<http://www.naval-technology.com/projects/zubr>

<http://www.planeta.org.yu>

INFLUENCE OF THE AMPHIBIOUS TRANSPORTER STM – M ON ENVIRONMENT

FIELD: Environmental Safety

ARTICLE TYPE: Professional Practice

ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

The Serbian Army is the only institution of the social system in the Republic of Serbia which possesses amphibious vehicles and uses them for their designated purpose. The goal of this paper is to draw

conclusions regarding the influence of amphibious vehicles on the three parts of the environment many scientists find the most important: land, air and water. The paper processes the influence of amphibious military vehicles on the basic parts of environment, as well as the measures for the improvement of safety and environmental management systems regarding the change in the usage and reconstruction of the vehicles. This paper is based on the authors' own experience in work with amphibious vehicles combined with the basic theoretical postulates of the safety and environmental management systems. It also shows how many negative consequences on the environment can be caused by just one type of the military vehicles. It is very important to emphasize that this paper does not include all negative influences of amphibious vehicles on the environment, since it is based on the negative influence of amphibious vehicles on the basic indicators of environment only.

Introduction

Some basic information about environment pollution is given here as well as Figure 1 with some basic types of pollution caused by Armed Forces.

Development of amphibious vehicles in foreign Armed Forces

This short historical review of all amphibious vehicles in the world and their origins is illustrated with some of their past and future examples. Development of amphibious vehicles in the Serbian Armed Forces

Besides some basic facts about amphibious vehicles in the Serbian Armed Forces, the paper concentrates on the amphibious transporter STM – M. Its tactical and technical specifications are given and its looks can be seen in Figure 5.

Influence of the amphibious transporter STM – M on environment

The advantages and disadvantages of using the transporter are discussed as well as the influences of the transporter on the basic elements of environment – land, air and water. Some measures for improving the usage of the transporter are proposed. One example of the harmful consequences of its wrong maintenance and use is presented in Figure 6. A certain modification of the transporter, involving minimal financial resources, has been proposed.

Conclusion

After giving some facts about the transporter non-designated usage and its maintenance, the conclusion focuses on a proposed solution for making transporters more useful and less harmful for the environment.

Key words: Serbian Armed Forces, environmental engineering, amphibious vehicles

Datum prijema članka/Paper received on: 28. 11. 2013.

Datum dostavljanja ispravki/Manuscript corrections submitted on: 19. 12. 2013.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/Paper accepted for publishing on: 21. 12. 2013.

PRENOSNA PEĆ ZA PEČENJE HLEBA – U FUNKCIJI OBEZBEĐENJA ISHRANE PRIPADNIKA VOJSKE SRBIJE U MIROVNIM MISIJAMA

Branko M. Tešanović ^a, Saša B. Jović ^b,

^a Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Katedra logistike, Beograd

^b Vojna ustanova „Morović“, Morović

DOI: 10.5937/vojtehg62-4814

OBLAST: logistika

VRSTA ČLANKA: iskustva iz prakse

JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

Peć za pečenje hleba u poljskim uslovima dodeljuje se jedinicama koje su po svom karakteru relativno stacionarne i kojima po veličini ne bi pripadale pokretne peći. Podesna je za pečenje hleba namenjenog jedinicama koje se nalaze u međunarodnim misijama, u uslovima otežanog snabdevanja, jer navike naših vojnika su da konzumiraju hleb, a ne keks. Peć je montažno-demontažnog tipa, prilagođena za korišćenje na svim vrstama terena. Jednostavne je konstrukcije, što omogućava da se demonтира i lako prenosi sa mesta na mesto.

Ključne reči: prenosna peć, tehnologija, montaža.

Uvod

Reformom Vojske Srbije (u daljem tekstu VS), u prethodnom periodu, težilo se formiranju oružanih snaga (u daljem tekstu OS) upotrebljivih za odbranu države od spoljnog neprijatelja, ali i za učešće u humanitarnim i mirovnim misijama i na zadacima podrške civilnim vlastima (Jović, 2010a).

Promene društveno-političkog okruženja pokazale su da je nerentabilno imati vojsku čiji će jedini zadatak biti priprema u miru za eventualnu odbranu zemlje od spoljašnjeg neprijatelja.

Angažovanje Vojske na zadacima druge misije postojalo je i ranije, ali u znatno manjem obimu. Primeri učešća Vojske u drugoj misiji su sledeći: misije JNA na Sinaju (1956-1967), u Jemenu (1963-1964), u Iraku i Iranu (1988-1991), u Namibiji (1989-1990) i u Angoli (1988-1991).

U novije vreme pripadnici VS učestvovali su u sledećim mirovnim misijama: u Burundiju (2004-2006), u Istočnom Timoru (1999-2005), u Libe-

riji od 2003. Godine, na Obali Slonovače od 2004. godine i u DR Kongo od 2003. godine. Međutim, u navedenim misijama niko od pripadnika VS nije bio angažovan na aktivnostima koje su se odnosile na ishranu.

Pripadnici VS koji će učestvovati u multinacionalnim operacijama na Kipru i Libanu doprineće pozicioniranju Republike Srbije u međunarodnim odnosima. U novijoj istoriji Vojske ovo je treća rotacija njenih pripadnika koji se upućuju u multinacionalne operacije, pa oni, zajedno sa vojskama zemalja sveta učestvuju u operaciji mira. Pripadnici VS su u značajnom broju prisutni u multinacionalnim operacijama pod mandatom UN. Pored ostalog, od kraja 2013. godine u Libanu, kao najvećem kontingentu pripadnika Vojske Srbije u multinacionalnim operacijama, je angažovano još 130 ljudi, jer je upućena jedinica ranga čete. Takođe, planira se da se ukupno učešće pripadnika VS u multinacionalnim operacijama poveća na 475 lica (Miladinović, 2013).

Usled potrebe za učešćem u mirovnim i humanitarnim misijama i obaveze za integrisanom ishranom sa OS drugih zemalja, potrebno je inovirati intendantska tehnička materijalna sredstva, čija bi izrada omogućila pravovremenu i dovoljnu količinu hleba, koji predstavlja jedan od osnovnih prehrambenih proizvoda (u daljem tekstu PP) koji dominantno utiče na navike u ishrani pripadnika VS (Jović, 2010b). Priprema tekućeg obroka treba da bude aksiom bez obzira na vid operacije koji se izvodi, što zahteva da se intendantske jedinice u početnom periodu misije najpre oslone na intendantsku ratnu tehniku za pripremu hrane, a da zatim pređu na korišćenje stacionarnih kapaciteta ili da zaključe ugovore sa dobavljačima na teritoriji zemlje domaćina.

U uslovima otežanog snabdevanja, upotrebom prenosne peći za pečenje hleba može se doprineti redovnijem snabdevanju hlebom pripadnika VS koji učestvuju u mirovnim operacijama.

Navike u ishrani

Konsumiranje hleba i proizvoda od žita u svakodnevnoj ishrani od izuzetnog je značaja, na šta ukazuju i podaci Svetske zdravstvene organizacije i Organizacije za poljoprivredu i ishranu, jer učešće ove grupe PP trebalo bi, prema preporukama navedenih organizacija, da zadovolji 35 % dnevnih energetske potrebe ljudskog organizma (Tešanović, 2005a).

Posmatrano sa istorijskog aspekta, u ishrani vojske dominantno je bio zastupljen hleb. Ishrana vojske u toku Prvog srpskog ustanka karakterisala se jednostavnom hranom. Dnevni obrok (u daljem tekstu d/o) hrane sastojao se od prevashodno od hleba, čiji je udeo u d/o hrane iznosio čak 66 %. Prikupljanje hleba vršilo se putem tzv. beglučkog desetka. Takođe, hrana se donosila i od kuća (Milićević, 2002a).

U periodu postojanja Kneževine Srbije osnovni PP koji je činio dominantni udeo u d/o hrane bio je hleb, što se može pripisati lošoj ekonomskoj situaciji u tadašnjoj Srbiji, koja se nalazila pod turskom okupacijom, te poljoprivrednoj orijentaciji u ukupnoj privredi. Zahvaljujući prirodnim karakteristikama Srbije, hleb se proizvodio uglavnom od pšenice, te je u odnosu na hleb pripadnika Austrougarske vojske, gde se pravio samo od raženog ili od dominantnih 70% raženog i 30% pšeničnog brašna, bio znatno kvalitetniji.

Sve do 1883. godine, kada se pojavljuju prve tablice hrane, proizvodnja hleba nije bila nigde propisana, pa je te godine formirana stručna komisija, sačinjena od oficira, pekara i lekara, koji su propisali prvu recepturu za izradu hleba (Milićević, 2002b).¹

Tokom Drugog svetskog rata udeo hleba, sa kvantitativnog aspekta, u d/o hrane pripadnika Vojske činio je 40%. Nakon Drugog svetskog rata udeo hleba u d/o hrane nastavio je sa trendom opadanja, te danas čini 18,5% d/o hrane.

U Prvom i Drugom svetskom ratu blokade pojedinih država rezultirale su pojavom industrijske proizvodnje raznih dopuna u hrani, kao što su mešani hleb, hleb obogaćen kalcijumom i drugi.

U Kraljevini Jugoslavije za pečenje hleba vojska je koristila pekare koje su se nalazile u mestu gde su stacionirane trupe. U nedostatku ovih pekarnica vojska je koristila svoje poljske pekarnice. Korišćene su i poljske zidane peći. U slučaju da je jedinica boravila u blizini naseljenog mesta i da u tom mestu ima stalnih pekara, poljske pekare se nisu koristile, već je ljudstvo pekarske čete peklo hleb u postojećim objektima (Tešanović, 2005b).

Iskustva u ishrani vojske stečena u periodu Kraljevine Jugoslavije potvrđuju značaj postojanja poljskih peći koji omogućavaju dostizanje autonomnosti u obezbeđenju potreba u hrani njenih pripadnika.

Navike u ishrani, stečene u civilnom životu, imaju veliki uticaj na ishranu pripadnika VS u mirovnim misijama. Štetnost „belog zla civilizacije” – defektnih PP, toliko je izražena i dokazana u nauci i praksi da izaziva opravdanu zabrinutost. Tako je, na primer, beli hleb lišen dragocenih sastojaka (celuloza, vitamin B kompleksa i E, kalcijum, magnezijum i drugo), a sadrži skrob i nešto proteina. Bilo bi mnogo humanije da se beli hleb supstituiše sa krompirom iz brdsko-planinskog područja, što bi imalo i stratejski značaj (Tešanović, 2005c).

Do podataka o navikama u ishrani u pogledu konzumiranja hleba, Pelva D. je u svojim istraživanjima došao anketiranjem pripadnika Vojske (Pelva, 2010). Trenutno rešenje ishrane u VS zasniva se na principu uni-

¹ Količine osnovnih PP korištenih u recepturi iznosile su 100 kg brašna, 51 l vode i 1,3 kg soli. Od navedenih PP izrađivani su testani komadi težine 1,25 kg od kojih su nakon pečenja dobijeni hlebovi težine 1,12 kg. Sledovanje hleba kod pripadnika stranih OS u tom periodu iznosilo je: Engleska i SAD – 0,68 kg, Nemačka i Italija – 0,75 kg, Francuska – 0,75 – 1,0 kg, Austrougarska – 0,58 – 0,96 kg.

ficirane ishrane za sve njene pripadnike i, kao polaznu osnovu, ima principe pravilne ishrane.

Ishrana svakog pojedinca zasnovana je na stečenim navikama u ishrani. Pod navikom u ishrani pojedinca podrazumeva se izbor i način pripremanja, količina, vreme i način konzumiranja PP za duži period. Osim što osoba više voli određene PP, pravi i razliku u načinu njihovog pripremanja. Količina hrane koja se uzima je svakako, pored stvarnih potreba, i posledica navike pojedinca.

Najvažniji PP za pripadnike VS je svakako hleb, i pa je vrlo važno da se u njemu ne oskudeva. Količina hleba od 550 g za d/o za 80% anketiranih je dovoljna, 9,5% smatra da je ta količina previše, a 10,5% da je nedovoljna. Potrebe kadeta su, prema istraživanju Pelve D., u skladu sa prosečnim potrebama profesionalnih pripadnika i vojnika, dok gotovo polovina anketiranih kadetkinja smatra da je navedena količina hleba prevelika.²

Gotovi obroci hrane, čija je upotreba dominantna u ishrani pripadnika stranih oružanih snaga, prema Tešanović B., neće naići na prihvatljivost u ishrani pripadnika VS, s obzirom na nepostojanje navike korišćenja biskvita kao zamene za hleb (Tešanović, 2005d).

Tabela 1 – Ocena dovoljnosti hleba u d/o hrane
Table 1 – Review the sufficiency of bread in the daily ration of food

	Ocena dovoljnosti	Profesion.pripadnici	Vojnici	Prosek	Kadeti	Kadetkinje
Hleb	Previše	15%	4%	9,5%	9,09%	48,15%
	Dovoljno	78%	82%	80%	80,68%	51,85%
	Malo	7%	14%	10,5%	10,23%	0%

Na osnovu navedenog može se zaključiti da ocena dovoljnosti hleba ne zavisi samo od energetske vrednosti i mase koja je svakako bitna, već je uslovljena navikama u ishrani.

Iskustva stranih OS zemalja članica NATO pokazuju da se umesto hleba u ishrani koristi više vrsta pekarskih proizvoda. Treba pomenuti da pripadnici OS islamskih zemalja izbegavaju sredinu hleba i uglavnom jedu samo koru.

² Anketa pod nazivom „Navike u ishrani pripadnika VS” izvršena je 2006. godine i u njoj je učestvovalo 100 profesionalnih pripadnika Vojske i 100 vojnika na redovnom služenju vojnog roka u Jakovu, Smederevu i Kumboru. Anketa „Navike u ishrani pripadnika VS – studenata Vojne akademije” koja je obuhvatila studente i studentkinje Vojne akademije, koji se hrane Obrokom 2, izvršena je 2008. godine sa 204 ispitanika (kadeta i kadetkinja VA) svih godina školovanja i organizacionih celina u okviru 1. studentskog puka.

Poljska peć

Poljska peć prenosnog tipa namenjena je za pečenje hleba u ratnim i mirnodopskim uslovima, na manevrima, vežbama i logorovanjima, pod raznim klimatskim i terenskim uslovima u mestu u sve tri misije Vojske. Pored osnovne namene može se koristiti i za pripremanje jela pečenjem. Kapacitet peći je 68 kg hleba u jednom pecivu.

Metalni kostur poljske peći je u obliku „kaveza” sa tri etaže, koje se zidaju dodatnim materijalom: ciglom, crepom, zemljom ili busenom. U zavisnosti od vrste dodatnog materijala koji se koristi za montažu, razlikuju se tri varijante peći: cigla i zemlja; crep i zemlja; busenje i zemlja. Poljska peć se direktno zagreva čvrstim gorivom, čime se razvija toplota koja omogućuje pečenje hleba.

Komplet peći čini: kostur, dodatni materijali, pribor, oprema i alat i šator za zaštitu pri radu u poljskim uslovima.

Za montažu i demontažu, rad i opsluživanje peći potrebno je šest vojnika od kojih su tri pekara, a tri vojnika opšte VES-ti, pod organizacijom komandira odeljenja pekarske specijalnosti. Vreme potrebno za montiranje peći zavisi od vrste terena i raspoloživog materijala. Najduže potrebno vreme za montiranje bilo koje varijante peći iznosi četiri časa.

Osnovne tehničke karakteristike prenosne peći za pečenje hleba su:

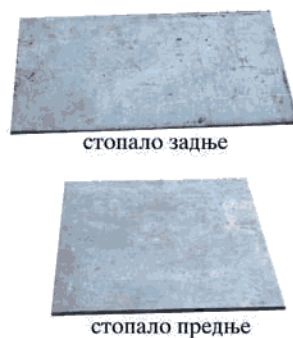
Visina peći.....	1750 mm
Širina peći.....	1600 mm
Dužina peći.....	1865 mm
Visina jedne etaže.....	260 mm
Širina jedna etaže.....	1000 mm
Dužina jedne etaže.....	1400 mm
Masa kostura peći.....	358 kg
Ukupna masa sa opremom.....	511,11 kg
Korisna površina za pečenje jedne etaže.....	1,4 m ²
Ukupna korisna površina pečenja.....	4,2 m ²
Ukupan broj plehova za pečenje.....	36 kom
Ukupan broj hlebova od 600 g u jednom punjenju peći (6 x 18 kom.).....	108 kom
Masa jednog punjenja peciva.....	64,8 kg
Broj punjenja za 24 časa.....	24
Kapacitet za 24 časa.....	1555 kg

Pecivo može da se ispeče i direktno na etaži bez upotrebe plehova. Tada se masa jednog punjenja smanjuje na 59,4 kg (99 kom), a dnevni kapacitet iznosi 1420 kg ili 2376 kom.

Za prvo loženje, odmah nakon završetka zidanja, potrebno je utrošiti oko 3,5 časa i osloboditi oko 18000 KJ toplote. Na taj način postiže se temperatura u peći od približno 260°C, što je dovoljno da se ispeče jedno pecivo tokom narednih 30 minuta. Prvo loženje potpuno ohlađene peći traje oko 2 časa.

Opis peći

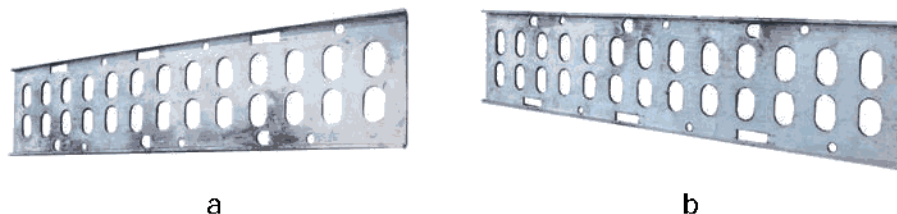
Konstrukcija poljske peći prenosnog tipa za pečenje hleba izvedena je kao samostojeća konstrukcija. Kostur peći sastoji se od sledećih delova:



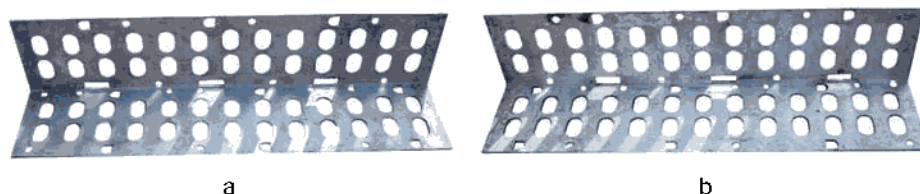
Slika 1 – Stopala
Figure 1 – Feet

Prednje i zadnje stopalo (sl. 1) izrađeni su od nerđajućeg čelika u vidu pravougaonih ploča koje su dovoljne da obezbede vertikalnost i stabilnost peći.

Prednja i zadnja stranica (sl. 2) izrađene su od osam milimetara debele aluminijumske ploče koja je na krajevima savijena radi čvrstoće, a rupe služe za nošenje šipkastih spojnih elemenata i radi olakšanja delova.



Slika 2 – Stranica prednja a) leva; b) desna
Figure 2 – Front side a) left b) right



Slika 3 – Stranica zadnja a) leva, b) desna
Figure 3 – Rear side a) left b) right

Spojne cevi (sl. 4) služe za spajanje stranica. Postoje četiri vrste spojnih cevi, od po tri komada. Cevi izrađene od nerđajućeg čelika postavljaju se bliže ognjištu, a cevi od aluminijuma bliže spoljnoj površini peći. Cevi koje imaju usek ili zub blizu svojih krajeva moraju da se uklope u ležišta na stranici. Time se postiže čvrstoća kostura. Pregradne cevi namenjene su za spajanje prednje i zadnje stanice. Cevi od nerđajućeg čelika postavljaju se na unutrašnjoj strani prema vatri, a aluminijumske spolja.

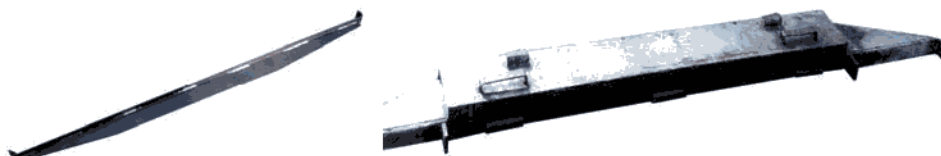


Slika 4 – Spojne cevi i spojna letva
Figure 4 – Connecting tubes and a connecting slat

Spojna letva (sl. 4) izrađena je od kotlovskog čelika i služi da prihvati glavni teret etaža. Postavlja se između prednje i zadnje stranice sa leve i desne strane, po tri komada ovih letvi. Letve imaju zareze na sebi i provlače se kroz pravougaone otvore na stranicama.

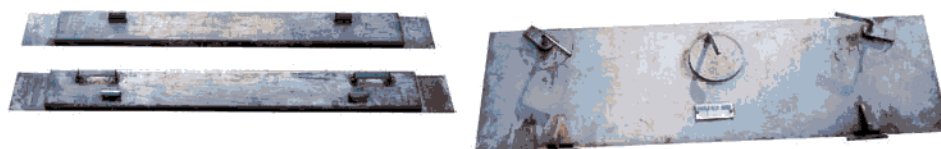
Poprečni nosač (sl. 5) postavlja se preko letvi. Služi da prihvati materijal za izradu etaža i da taj teret prenese na kostur peći. Izrađen je od kotlovskog čelika i otporan je na visoke temperature. Na krajevima nosača nalaze se povijeni delovi koje onemogućavaju da nosač sklizne sa letve.

Prednji nosači (sl. 5) postavljaju se napred do prednje stranice peći. Njihova namena je da nose vratanca i opeku. Izrađeni su od kotlovskog čelika i otporni su na visoke temperature.



Slika 5 – Poprečni i prednji nosač
Figure 5 – Transversal carrier and front carrier

Nosač vratanica peći (sl. 6) postavlja se napred do prednje stranice na patos. Izrađen je od kotlovskog čelika i otporan je na visoke temperature.



Slika 6 – Nosač vratanica peći i pokretna vratanica
Picture 6 – Carrier latch furnace and Movable door

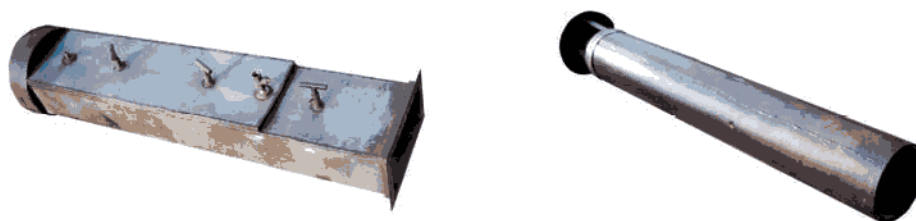
Pokretna vratanica (sl. 6) postavljaju se sa prednje strane peći na svaku etažu nezavisno. Izrađena su su od kotlovskog čelika. Na sredini vrata nalazi se okrugla rupa sa zatvaračem kroz koji se može kontrolisati pečenje bez otvaranja vrata.

Gumeno crevo (sl. 7) namenjeno je za spajanje aluminijumskog rezervoara i rezervoara koji je u sastavu dimnjaka (protočni bojler). Štitnik (sl. 7) postavlja se ispod nosača koji formira okvir vrata svake etaže. Postavlja se za vreme zidanja peći. Namena mu je da zadrži topli vazduh iz peći, a time i toplotu u toku pečenja.



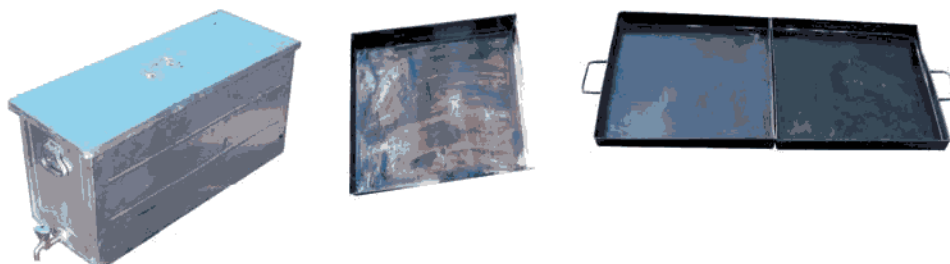
Slika 7 – Gumeno crevo i štitnik
Figure 7 – Rubber hose and Protecting element

Dimnjak (sl. 8) izrađen je od nerđajućeg čelika. U sastavu dimnjaka je i jedan tanak rezervoar koji služi kao protočni bojler.



Slika 8 – Dimnjak i cev dimnjaka sa kapom
Figure 8 – Chimney and a chimney pipe with a cap

Cev služi kao nastavak dimnjaka. Izrađena je od tankog čeličnog lima. Na vrh cevi postavlja se kapa dimnjaka koja sprečava izbijanje plamena i žara kroz dimnjak, kao i upadanje kiše.



Slika 9 – Rezervoar, pleh za testo i pleh za pepeo
Figure 9 – Tank, baking tray and fire pit pan

Rezervoar (sl. 9) izrađen je od aluminijumskog lima i namenjen za doziranje vode u rezervoar koji je u sastavu dimnjaka. Na bočnoj stranici rezervoara zavaren je cevni priključak sa slavinom. Manji rezervoar služi za zagrevanje vode za pranje ruku i sudova. Izrađen je od aluminijumskog lima, a na bočnoj stranici nalazi se kuglasta slavina sa lulom.

Pleh za testo (sl. 9) izrađen je od dekopiranog lima, zavarene konstrukcije. Služi za pečenje peciva. U ovaj pleh može da stane 6 komada hleba od po 600 grama. Pleh za pepeo (sl. 9) koristi se za prihvatanje pepela iz donje etaže. Pleh je sklopiv oko šarnira, ima ručicu za nošenje i lagan je.

Lopata za pecivo namenjena je za ubacivanje hleba u peć za pečenje. Izrađena je od drveta. Kofa za vodu je standardna, limena, zapremine 10 litara. Grebač za pepeo namenjen je za čišćenje peći od pepela i za podešavanje plamena. Izrađen je od nerđajućeg čelika. Donja ivica je savijena da ne zapinje po podu etaže (Tešanović, Novaković, 2005).

Podizanje peći

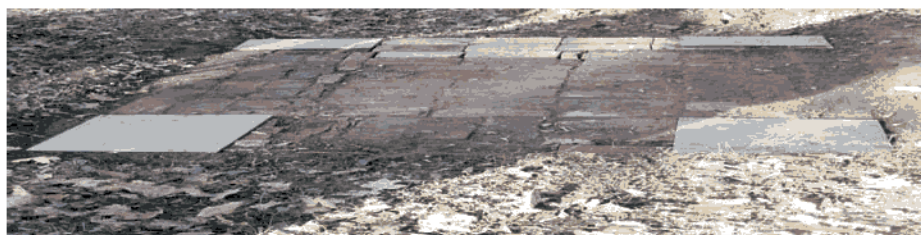
Podizanje peći obuhvata: pripremu podloge za podizanje peći, postavljanje kostura peći i zidanje peći.

Priprema podloge za podizanje peći

Po izboru mesta za montiranje peći vrši se raspakivanje delova iz svojih transportnih vreća. Delove treba grupisati po obliku i dimenzijama i složiti u blizini mesta gde će se peć podizati. Prostor na kojem se podiže peć treba da bude na vodoravnom terenu i sa što čvršćom podlogom. Površina dimenzija 180 cm × 200 cm se dobro poravna i nabije drvenim maljem. Zatim se iskopa rov za poslužioća pekare, kao i otvor za pepeo

ispred budućih vrata peći dubine 1,25 m, a preko iskopanog rova postave dve daske koje idu kao deo pribora peći.

Na način kako je prikazano na sl. 10 rasporede se prednje i zadnje stope. Ako na raspolaganju stoji dovoljno cigli preporučuje se da se čitava površina ispod peći, pre postavljanja stopa, poploča položenim ciglama. Na taj način osigurava se dobra termička zaštita donje etaže peći.



Slika 10 – Raspored stopa
Figure 10 – Position of feet

Ako je predviđeno da se peć podigne u naseljenom mestu, mogu se iskoristiti pogodne nadstrešnice, napuštene ozidane prostorije, pa čak i podrumi sa visokom tavanicom.

Postavljanje kostura peći

Postavljanje kostura peći obavlja se odgovarajućim redosledom:

Najpre se postave zadnje stranice tako da četvorougao izrezi budu u pravcu duže ivice buduće peći, a izrezi sa jednom ravnom ivicom treba da se postave tako da ravna ivica bude usmerena prema podu. Na sličan način postavljaju se i prednje stranice.

Letve se postave kroz pravougaone otvore na prednjoj i zadnjoj ploči na svakoj stranici po tri (jedna iznad druge), kako bi kostur bio stabilan.

Spojne cevi uvlače se u odgovarajuće otvore povezujući levu i desnu zadnju stranicu. Cevi koje imaju zub postavljaju se u otvore sa jednom ravnom ivicom i zakače.



Slika 11 – Postavljanje kostura peći
Figure 11 – Assembling the prefabricated body

Sve cevi od aluminijuma postavljaju se prema spoljnoj strani peći, a čelične cevi prema ognjištu. Po istom principu postave se cevi između prednje i zadnje ploče simetrično na levoj i desnoj strani. Zatim se na sve tri etaže postave vratanica.

Kostur peći je kompletiran kada se postave poprečni nosači. Ove nosače treba postavljati po etažama, a ne sve odjednom, radi lakšeg rada. Istovremeno je potrebno postaviti dimnjak između cevi na zadnjem delu kostura peći (sl. 11).

Zidanje peći

Zidanje peći je najvažnija faza podizanja peći. Počinje se izradom poda donje etaže. Ako imamo ciglu treba je naređati „na kant” po čitavom prostoru između stranica, što ravnomernije. Po obodu ove površine, iza cevi od čelika treba postaviti red cigli vertikalno, tako da one čine oplatu prema ognjištu.

Sa spoljne strane, između prednje i zadnje stranice treba pričvrstiti dasku visine 30 cm, debljine 25 mm, tako da formira spoljnu oplatu. Prostor između cigli sa unutrašnje strane i daske sa spoljne strane treba popuniti vlažnom zemljom i dobro nabiti.

Ukoliko nemamo ciglu treba da se napravi smeša od blata i pleve ili sitno sečene slame, sena (trave) ili svinjske dlake (od šurenja svinja) ili sličnog materijala. Buseni zemlje iseku se u obliku cigle i poređaju kako je opisano, a zatim se sve dobro premaže mešavinom od blata. Kada se uhvati korica na spoljnoj površini ovako sazidane etaže treba premazati uljem ili rastopljenom mašću i uglačati. Preporučljivo je i da se ove površine pospu sa malo pepela i još malo uglačaju. Na taj način dobija se površina odlične glatkoće i čvrstine.

Kada se na ovaj način ozida donja etaža, postavljaju se poprečni nosači koji čine plafon donje i pod srednje etaže. Ovi nosači oslanjaju se na letve, a savijeni delovi nosača obuhvataju letve sprečavajući klizanje. Prvi poprečni nosač postavlja se neposredno uz prednje stranice. Na prednje nosače treba postaviti štitnik. Ostali nosači postavljaju se na rastojanju 25 cm jedan od drugoga sve do kraja etaže. Cigle se oslanjaju na stopice ovih nosača, a ređaju se na kant po čitavoj površini etaže.

Na svakoj etaži treba predvideti otvor za vađenje pepela. Ovaj otvor se predviđa na sredini širine etaže iza prednjeg nosača dimenzije 250 × 200 mm. Otvori na sve tri etaže treba da budu jedan ispod drugog. Svaka etaža zida se na isti način, kako je to opisano, uključujući stalno premeštanje opladne daske naviše radi popune stranice.

Pre prelaska na sledeći nivo potrebno je površinu od cigli prekriti tankim slojem sitne suve zemlje, dobro razgrnuti da popuni šupljine i izbaciti višak napolje.



Slika 12 – Zidanje peći
Figure 12 – Masonry work

Kada se ozida plafon najviše etaže oba rezervoara na zidni deo peći od dimnjaka, tako da oba priključka budu spolja. Nakon toga preko gornje etaže treba nabaciti 20 do 25 cm suve zemlje, ravnomerno po celoj površini. Prostor između zadnjih stranica treba poravnati sa gornjom ivicom stranica i blago utabati. Na taj način zidanje peći je završeno.



Slika 13 – Zidanje peći ciglom i busenom i završni radovi
Figure 13 – Masonry with brick and finishing work

Završni radovi podrazumevaju postavljanje daske za plehove za testo na ranije ugrađene šipke. Zatim treba doneti plehove i raspodeliti ih sa obe strane peći.

Takođe, treba napuniti rezervoare vodom, nakon čega je peć spremna za prvo loženje. Rezervoar na dimnjaku puni se vodom po potrebi, spajanjem creva iz velikog rezervoara na gornji priključak, a kada se rezervoar na dimnjaku napuni vodom, potrebno je zatvoriti slavinu i skinuti crevo sa gornjeg priključka.

Rukovanje tokom upotrebe

Rukovanje tokom upotrebe podrazumeva dva perioda približno istog trajanja (po 30 minuta), a to su: loženje vatre i pečenje hleba.

Vatra se loži kroz otvor na prednjoj strani koji se nalazi iza vrata, na svakoj etaži posebno. Prva etaža (najviša) i treća etaža (najniža) zahtevaju intenzivnije loženje od druge (srednje) koja se delimično zagreva i od susednih etaža. Vatra treba da se loži na prednjoj trećini svake etaže i da se ravnomerno rasporedi po širini.

Prvo loženje, odmah nakon zidanja peći, mora da se obavi postepeno sa što ravnomernijim zagrevanjem kako bi se dodatni materijal, ako je vlažan, osušio a ne popucao. Ovo loženje traje oko 3,5 časa.

Loženje između dva pečenja je kratkotrajno i obuhvata postupke: unošenje granja, potpaljivanje, izvlačenje pepela i čišćenje vlažnom krpom, što traje 30 minuta.

Kada se završi sagorevanje, a najduže nakon 20 minuta od potpaljivanja, pristupa se čišćenju peći. Prvo se čisti gornja etaža, tako što se grebačem sav žar i pepeo navuku kroz otvor za pepeo i žar u srednju, odnosno donju etažu. Iz donje etaže pepeo se gura u rupu ispod peći.

Ovaj postupak treba ponoviti sa srednjom etažom, a iz rupe za pepeo, kada se napuni, grebačem treba izvući žar u pleh za pepeo koji se postavi neposredno ispred rova i sipati ga u prethodno iskopanu rupu. Za vreme rada sa donjom etažom treba koristiti rov ispred peći.

Peć je dimenzionirana tako da se pre svakog pečenja moraložiti radi međufaznog dogorevanja. Postoji mogućnost da se u izuzetnim okolnostima nakon jednog loženja obave dva pečenja, čime se kapacitet peći povećava za 30%, a kvalitet hleba smanjuje. U tom slučaju međufazno loženje je intenzivnije, tako da se temperatura peći poveća do 270 °C. Prvo pecivo je u tom slučaju prepečeno, a ako se nepažljivo radi kora čak pocrni, a drugo pecivo je nepotpuno pečeno. Ovakav način rada treba primenjivati samo kao krajnje rešenje.

Hleb se peče u plehovima. Na svaku etažu može da se smesti po 6 plehova. Pre postavljanja testa u plehove treba ih ovlaš podmazati masnoćom. Ubacivanje plehova u peć obavlja se pomoću drvene lopate. Svih šest plehova mogu se ubaciti ili izvaditi iz etaže za 30 sekundi. U slučaju da nema plehova pečenje se obavlja ređanjem testanih hlebova direktno na pod etaže, pomoću drvene lopate. Na taj način smanjuje se kapacitet peći lošijeg iskorišćenja površine peći i zbog dužeg perioda stavljanja testa u peć i vađenja gotovog hleba. Kvalitet hleba ovakvim pečenjem ostaje očuvan.

Hleb od 600 g peče se 25 do 30 minuta. Temperatura peći procenjuje se posipanjem brašna po podu etaže, pa ukoliko brašno porumeni peć je spremna za ubacivanje testanih komada.

Zaključak

U ishranu pripadnika VS treba uvrstiti PP sa većom nutritivnom vrednošću u odnosu na one koje se trenutno koriste. To se prevashodno odnosi na hleb. Trenutno se koristi beli hleb od brašna TIP-500, ali bi trebalo koristiti polubeli hleb od brašna TIP-850, koji ima veću nutritivnu vrednost u odnosu na beli hleb.

Poljska peć za pečenje hleba u poljskim uslovima dodeljuje se onim jedinicama koje su po svom karakteru stacionarne i kojima po veličini ne bi pripadale pokretne peći. Podesna je za pečenje hleba u jedinicama koje se nalaze u međunarodnim misijama, jer navike naših vojnika su da konzumiraju hleb, a ne keks. Peć je montažno-demontažnog tipa, prilagođena za korišćenje na svim vrstama terena. Lake je i jednostavne konstrukcije, što omogućava da se demontira i lako prenosi sa mesta na mesto.

Literatura

- Jović, S., 2010., *Reforma vojske i uticaj na potrebe u hrani njenih pripadnika*, Zemun, Poljoprivredni fakultet.
- Miladinović, Z., 2013, *Doprinos operacijama mira*, Odbrana, (181), str. 22-24.
- Milićević, M., 2002, *Vojnička kuhinja*, Beograd, Etnološka biblioteka.
- Pelva, D., 2010, *Unapređenje ishrane pripadnika vojske sa specifičnim navikama*, Beograd, Vojna akademija.
- Tešanović, B., 2005, *Ishrana u vanrednim okolnostima*, Beograd, NG Studio.
- Tešanović, B. i Novaković, S., 2005, *Organizacija i tehnologija proizvodnje hrane*, Beograd, Vojna akademija.

MOVABLE OVEN FOR BREAD BAKING INTENDED FOR FOOD PREPARATION IN SERBIAN ARMY PEACE CORPS

FIELD: Logistics
ARTICLE TYPE: Professional Practice
ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Summary:

An oven for baking bread in field conditions is assigned to units that are by their nature relatively stationary and whose size does not require a movable bakery. It is intended for baking bread in our units located in international missions with supply difficulties, since our units have a habit of consuming bread instead of biscuits. The oven is of a prefabricated type, adapted for use in all types of terrains, simple design which makes it possible to be, dismantled and easily transported.

Introduction

Changes in the socio-political environment have shown that it is not cost-effective to have an army whose sole task in peacetime would be to prepare for any defense from external enemies. Engagement of the Serbian Armed Forces in tasks with foreign missions imposes the need for integrated nutrition with armed forces of other countries. Production of bread, which predominantly affects the eating habits of the Serbian Armed Forces, requires the investigation of a possibility of its production. In conditions of supply difficulties, the use of movable ovens for baking bread can contribute to a more regular supply of bread to Serbian Army members who participate in peacekeeping operations.

Eating habits

In the period of the Principality of Serbia, the dominant share in daily rations was bread, which can be attributed to the poor economic situation of the Principality of Serbia. The recipe for military bread dates from 1883. During World War II, the bread share military daily rations was 40%, while today it accounts for 18.5%. The assessment of bread requirements depends not only on its energy value and weight, which is undoubtedly important, but also on eating habits.

Field oven

A movable field oven is designed for baking bread under various climatic and terrain conditions in all three missions of the Army. The oven capacity is 68 kg of bread in one serving, and the daily capacity is 1420 kg. The oven set consists of a prefabricated body, additional materials, supplies, equipment, tools and tents for protection when working in field conditions.

The oven prefabricated body consists of the following parts: feet (front and back), sides (front and rear), tubes (connecting and separating), slats, carriers (transversal, front and the one of the oven door), oven door and chimney.

Constructing an oven includes the preparation phase, assembling the prefabricated elements and masonry work. Handling during use includes making fire and baking bread. A 600 g loaf is baked in 25 to 30 minutes.

Conclusion

The diet of Army members should include semi-wholegrain bread made of 850-type flour that has a higher nutritional value compared to white bread. A field oven of a prefabricated type is suitable for baking bread in units located in international missions.

Key words: movable oven, technology, assembling.

Datum prijema članka/Paper received on: 04. 11. 2013.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on: 13. 03. 2014.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing on: 15. 03. 2014.

PRIKAZI REVIEWS

ЗАЩИТНО-МАСКИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО

Александр Иванович Голодяев
Соискатель на звание кандидат наук в ВГТУ (Vilnius Gediminas
Technical University), г. Воронеж, Россия

DOI: 10.5937/vojtehg62-4983

ОБЛАСТЬ: маскировочно-защитные сооружения и технологии
ВИД СТАТЬИ: обзор
ЯЗЫК СТАТЬИ: русский

Краткое содержание:

Единообразие в маскировочно-защитных конструкциях резко увеличивают выживаемость танков на марше - основной ударной силы, т.к. при его применении будет сложно отличить танк от автомобиля или пустого прицепа. Применение, при этом, тента из многослойной ткани высокой прочности обеспечивает преждевременный подрыв противотанковых кумулятивных снарядов. С учетом того, что большая часть этих снарядов рассчитана на активную броню, первый взрыв будет не на активной броне, а на ткани тента, а второй — основной взрыв произойдет уже на активной броне, и кумулятивная струя будет разрушена взрывом активной брони. Стоимость конструкции значительно ниже надувных моделей техники, а по эффективности значительно их превосходит.

В статье приводится анализ средств борьбы с бронетехникой и методы наведения на цель «умных» боеприпасов, а также анализ методов борьбы со средствами нападения.

Описан способ борьбы с «умными» боеприпасами и работа защитно-маскировочного средства. Приведено описание патента.

Ключевые слова: маскировка, защита бронетехники, ложные цели.

Введение

Основные потери бронетехники в современной войне возникают вследствие применения по ним систем залпового огня, вертолетов, штурмовиков, ПТРС, гранатометов, артиллерии.

Защита бронетехники, обладающей большой огневой мощью сводится к обычной маскировке, прикрытию системами ПВО, применению средств РЭБ и РЭП. Зачастую отсутствие одного из компонентов защиты приводит к полной неэффективности защиты бронетехники и ее уничтожению противником. В результате этого, возникла необходимость совмещения на самой бронетехнике средств защиты и введения в заблуждение систем наведения средств нападения.

Назначение и применение защитно-маскировочного устройства

В современных войнах первоначальной целью для уничтожения являются ракетные установки, артиллерийские системы, средства ПВО и танки (Хлыстов, 1929). Кантемировская танковая дивизия (4-я гвардейская танковая дивизия) имеет в наличии: Т-80, Т-90. БМП-2. БМП-3. 2С3 «Акация». 2С19 «Мста-С». Град (РСЗО). БТР-80. 9С18 «Купол». 35Н6 «Каста». ЗРК "Тор". Имеется огромное количество автотехники: тягачи, ремонтные мастерские на базе автомашин, мобильные штабы и пункты управления и другое военно-транспортное оборудование (Военный энциклопедический словарь 1984.). В момент передислокации всей этой техники несложно выбрать нужные цели с помощью БПЛА или спутников-разведчиков и навести средства уничтожения. Это может быть авиация с «умными» бомбами, вертолеты, дальнобойные снаряды с возможностью самонаведения и пр. Отмобилизованные средства нападения имеют на своем месте развертывания ограниченный запас боеприпасов, рассчитанный на уничтожение определенного объема противника. Дальнейший ход операции обеспечивается новыми поступлениями по графику поставок. Для перезарядки наступательной техники необходимо определенное время. Для авиации это время полета и перевооружения с дозаправкой (более 1 часа). Если в процессе атаки все выявленные «цели» не уничтожены, то срываются планы военных действий. В целях уменьшения потерь используются средства маскировки, надувные макеты техники, средства РЭБ и РЭП, а также рассредоточение техники. Но последнее, не спасает от «умных» снарядов и бомб с индивидуальным самонаведением. Один залп системы «Ураган» с боеприпасами с индивидуальным наведением может уничтожить десятки танков. Следует иметь в виду, что стоимость каждого танка составляет несколько миллионов евро. Таким образом, каждый «выживший» танк, это уничтоженная батарея системы «Смерч». Современные средства борьбы с танками чаще всего используют метод поражения верхней части танков, где броня тоньше всего (Гуров, 2011).

Например, «Смерч (РСЗО) «9M55K1 — реактивный снаряд с кассетной ГЧ (КГЧ) 9Н142 с самоприцеливающимися боевыми элементами (СПБЭ). Кассетная ГЧ несёт 5 СПБЭ «Мотив-3М» (9Н349)[6], оснащённых двухдиапазонными инфракрасными координаторами, ищущими цель под углом 30°. Каждый из них способен пробить броню в 70 мм, под углом 30° с высоты 100 метров. Подходит для применения на открытой местности, в степи или пустыне, почти невозможно использование в лесу, затруднено использование в городе. Предназначен для поражения сверху группировок бронетехники и танков.»

Вывод: В статье ведется разговор о противотанковых средствах нападения. «Умные» боеприпасы — это боеприпасы способные самостоятельно определять и классифицировать цель. Поражение бронетехники в крышу — наиболее незащищенную часть, является основной тенденцией современных противотанковых средств. Мне известно о применении в этой цели авиабомб, противотанковых управляемых реактивных снарядов, минометных мин, боеприпасов залпового ведения огня.

Мною разработана конструкция, обеспечивающая не только маскировку танков, но и их защиту от боеприпасов индивидуального наведения (ПТУРСы, авиабомбы индивидуального наведения, и пр.). В большей части это кумулятивные боеприпасы, а также боеприпасы с ударными ядрами.

Целью исследования являлось создание возможности распыления средств нападения на огромное количество одинаковых целей, причем многие из них будут ложными.

Для этого я предложил установить на специальных стойках каркасы из углепластика. На эти каркасы следует натянуть бронеткань типа «Кевлар» — в четыре слоя. Каждый слой имеет камуфляжную раскраску «лето», «осень», «зима», «весна». Сверху натягивается маскировочная сеть, в которую втыкаются ветки растений. По периметру каркаса вертикально свисают трубки из углепластика с зазором меньше диаметра противотанкового кумулятивного боеприпаса. Многослойная ткань «Кевлар» может вызвать преждевременный взрыв кумулятивного боеприпаса. Стойки закрепляются в специальных кронштейнах с устройством отстрела стоек от кронштейна. Кронштейны крепятся на бронетехнике и автомашинах, на прицепах и джипах. Таким образом, колонна техники может состоять как из боевой техники, так и имитации (грузовики тащат на тросах прицепы, все с устройством защиты). На выносных штангах располагаются (наиболее рационально, сзади техники, в нескольких метрах) тепловые ловушки от тепловых приборов самонаведения. Сам по себе тент обеспечивает защиту, в виду многослойности, от прямого излучения тепла работающего двигателя. А тепловая ловушка (например, жаровня с углями) направит снаряд в сторону от цели. Для борьбы с радионаведением

используются уголки отражатели, также расположенные в районе тепловых ловушек. Если такие тенты, изготовленные из простой ткани — в 1 слой, установить в стороне от техники, то они подвергнутся уничтожению вместо техники. А стоимость ложных тентов значительно ниже, чем маскировочные сети, которые их прикрывают.

При движении и атаке бронетехника может избавиться от защитно-маскировочных устройств. Для этого подрываются пиропатроны в кронштейнах. Срезаются болты крепления и тенты, которые как большие змеи слетят с креплений и техники. Тент можно легко восстановить. Достаточно вставить новые пиропатроны, и в отверстия кронштейнов и стоек вставить новые боты с гайками. Вертикально висящие трубы из углепластика не мешают наблюдению экипажа, и стрельбе оружия, а защищают технику от кумулятивных гранат гранатометов, исключая возможность увидеть сбоку с БПЛА, что именно находится под тентом.

Мною получен патент на изобретение.

Патент №2478899 «УНИВЕРСАЛЬНОЕ МАСКИРОВОЧНОЕ И ЗАЩИТНОЕ УКРЫТИЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА».

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА

ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,

ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ (19) RU (11)

2478899 (13) C2

(51) МПК F41H3/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ Статус: по данным на 07.11.2013 - действует

Пошлина: не взимается - статья 1366 ГК РФ

На основании пункта 1 статьи 1366, части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

(21), (22) Заявка: 2011146774/12, 17.11.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 17.11. 2011

Приоритет(ы): (22) Дата подачи заявки: 17.11. 2011

(43) Дата публикации заявки: 20.02.2012

(45) Опубликовано: 10.04.2013

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2009111516 A, 10.10.2010. RU 2229675 C1, 27.05.2004. RU 2204790 C2, 20.05.2003. RU 2199711 C2, 27.02.2003. RU 2007687 C1, 15.02.1994.

Адрес для переписки:

394088, г.Воронеж, ул. Ген. Лизюкова, 99, кв.47, А.И. Голодяеву

(72) Автор(ы): Голодяев Александр Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и): Голодяев Александр Иванович (RU)

(54) УНИВЕРСАЛЬНОЕ МАСКИРОВОЧНОЕ И ЗАЩИТНОЕ УКРЫТИЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к защите транспортных средств и бронетехники от обнаружения и поражения огневыми средствами противника, и может быть использовано для нужд министерства обороны. Универсальное маскировочное и защитное укрытие для транспортных средств содержит каркас, тент, покрытие, отражающее и поглощающее электромагнитные волны. Каркас выполнен из рамы с телескопическими стойками и элементами фиксации длины стоек, в виде шплинтов, причем нижняя часть телескопических стоек крепится над транспортным средством, а верхняя часть телескопических стоек шарнирно соединена с рамой. В каркас горизонтально вставлены гибкие штанги, концы которых соединены с планками кронштейнами, по периметру укрытия, а над каркасом со штангами и планками расположен тент из нескольких слоев высокопрочной, пуленепробиваемой ткани, имеющей покрытие, отражающее и поглощающее электромагнитные волны. Эти слои имеют свой камуфляжный рисунок, в соответствии с четырьмя временами года в данной местности, причем по периметру вдоль планок свисают вниз вертикально до земли прутки, закрепленные кольцами с планками, в тенте имеется люк, а также поверх тента располагается маскировочная сеть. Техническим результатом изобретения является создание универсального маскировочного и защитного укрытия для транспортных средств и бронетехники.

Изобретение относится к защите транспортных средств и бронетехники от обнаружения и поражения огневыми средствами противника и может быть использовано для нужд министерства обороны.

Известен «СПОСОБ МАСКИРОВКИ ПОСРЕДСТВОМ КАМУФЛЯЖА С ПОВЫШЕННЫМ МАСКИРОВОЧНЫМ ЭФФЕКТОМ НА МИНИМАЛЬНЫХ ДИСТАНЦИЯХ НАБЛЮДЕНИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ». RU. Заявка 2007148696 А. МПК F41H 3/00 (2006.01)

1. Способ маскировки, включающий нанесение на одну или несколько поверхностей маскируемого объекта камуфляжного рисунка, отличающийся тем, что как минимум часть периметра некоторых

или всех пятен камуфлирующего рисунка имеет нечеткую границу, даже на минимальных дистанциях наблюдения.

2. Маскировочное устройство, имеющее на одной или нескольких поверхностях камуфляжный рисунок, отличающееся тем, что как минимум часть периметра некоторых или всех пятен камуфлирующего рисунка имеет нечеткую границу даже на минимальных дистанциях наблюдения.

3. Камуфляжная ткань или нетканый листовый материал, имеющий одну или две окрашенные поверхности, отличающаяся тем, что поверхности окрашены в камуфляжный рисунок, как минимум часть периметра некоторых или всех пятен которого имеет нечеткую границу даже на минимальных дистанциях наблюдения.

Недостатком является только одна функция маскировки. Защиты от кумулятивных боеприпасов нет.

Известен «СПОСОБ МАСКИРОВКИ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ». RU. Заявка 2006117216 А. МПК F41H 3/00 (2006.01)

1. Способ маскировки военной автомобильной техники, включающий в себя следующие операции: установить на двери кабины автомобиля металлические ленты, при этом, одним концом зацепить их за боковые стороны двери с помощью специальных загибов, а с другой стороны ленты стянуть стяжным болтом в полукруглые петли, предварительно закрепленные на металлических лентах с помощью сварки или заклепок, вставить свежесрезанную растительность.

2. Способ маскировки военной автомобильной техники по п.1, отличающийся тем, что свежесрезанную растительность устанавливают в полукруглые петли, предварительно прикрепленные к бортам кузова в два ряда — попарно.

3. Способ маскировки военной автомобильной техники по п.1, отличающийся тем, что свежесрезанную растительность устанавливают в пружинные петли, предварительно смонтированные на кузове автомобиля, и фиксируют ее зубчатым сектором. (Прототип).

Недостатком является только одна функция маскировки. Защиты от кумулятивных боеприпасов нет.

Известен «СПОСОБ МАСКИРОВКИ НАЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ». RU. Патент 2090827 С1. МПК 6 F41H 3/00:

Использование: средства радиоэлектронной борьбы и маскировки, а именно способы маркировки наземных сооружений, для защиты важных объектов и сооружений от аппаратуры наблюдения, систем обнаружения, распознавания и захвата цели на автоматическое сопровождение, преимущественно структур на основе бетона и цемента, важных участков земной поверхности и других конструк-

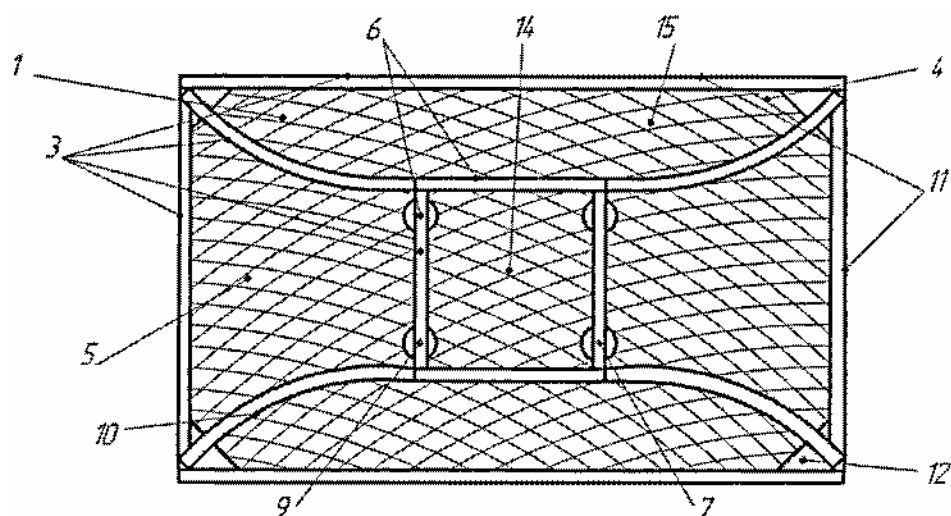
ций, посредством преобразования зондирующего излучения одного диапазона в излучении другого диапазона. Способ маскировки наземных сооружений включает нанесение на маскируемую поверхность дисперсии вещества, преобразующего поглощенное излучение в излучение с большей длиной волны, в растворителе. В качестве вещества, преобразующего поглощенное излучение, используют люминофор, преобразующий поглощенное излучение в излучение с другой длиной волны. В качестве люминофора может быть использован люминофор, преобразующий поглощенное излучение в излучение другой области спектра электромагнитного излучения. В качестве люминофора, преобразующего поглощенное излучение в излучение другой области спектра с меньшей длиной волны электромагнитного излучения, может быть использован антистоксовый люминофор. Может быть использована дисперсия люминофора с размером частиц, не превышающим 9 мкм. Перед нанесением дисперсии люминофора в нее может быть введен маскирующий пигмент. Диспергирование люминофора может быть осуществлено в водном растворе. Дисперсия люминофора может быть осуществлена в водном растворе. Дисперсия люминофора в водном растворе может быть приготовлена при содержании люминофора, не превышающем 33,0%. Маскирующий пигмент в дисперсию люминофора в водном растворе может быть введен при содержании маскирующего пигмента, не превышающем 0,5 мас.% от массы люминофора. Маскирующий пигмент может быть введен в дисперсию люминофора посредством дисперсии маскирующего пигмента в водном растворе. После нанесения дисперсии люминофора на маскирующую поверхность может быть нанесена дисперсия маскирующего пигмента в водном растворе с содержанием маскирующего пигмента, не превышающим 13,5 мас.%.

Недостатком является только одна функция маскировки. Защиты от кумулятивных боеприпасов нет.

Целью изобретения является создание универсального маскировочного и защитного укрытия для транспортных средств и бронетехники.

Технический результат (техническое решение) достигается при выполнении каркаса из рамы с телескопическими стойками и элементами фиксации длины стоек в виде шплинтов, причем нижняя часть телескопических стоек крепится над транспортным средством, а верхняя часть телескопических стоек шарнирно соединена с рамой. В каркас горизонтально вставлены гибкие штанги, концы которых соединены с планками кронштейнами, по периметру укрытия, а над каркасом со штангами и планками расположен тент из нескольких слоев высокопрочной, пуленепробиваемой ткани, имеющей по-

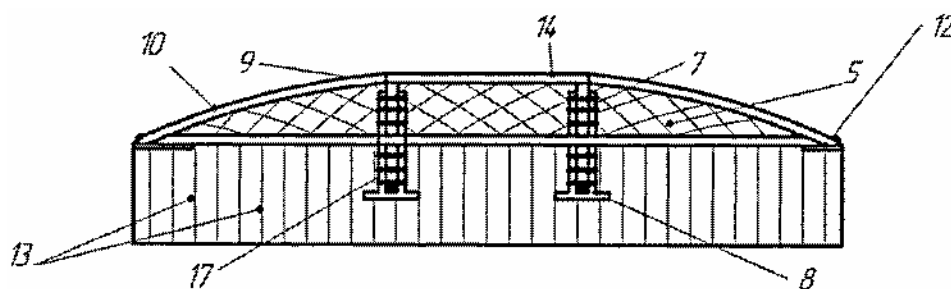
крытие, отражающее и поглощающее электромагнитные волны, и эти слои имеют свой камуфляжный рисунок в соответствии с четырьмя временами года в данной местности. Причем по периметру вдоль планок вертикально свисают вниз до земли прутки, закрепленные кольцами с планками. В тенте имеется люк, а поверх тента располагается маскировочная сеть.



Фиг. 1

Фиг. 1 – Универсальное маскировочное и защитное укрытие для транспортных средств - вид сверху

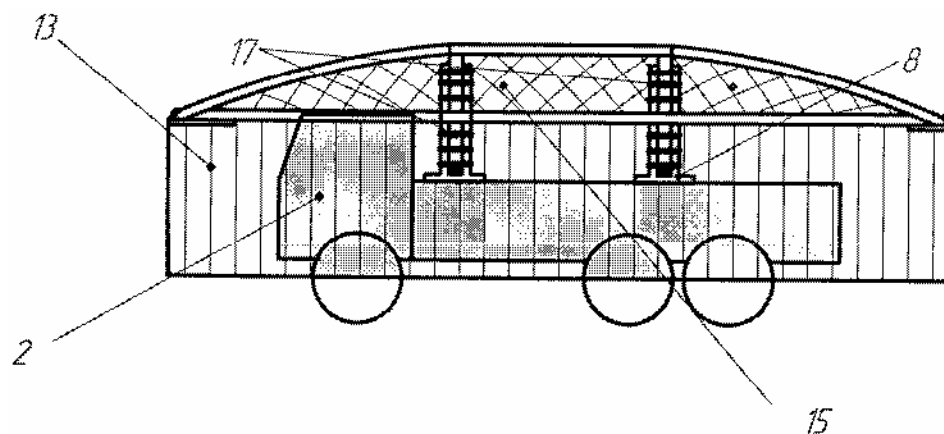
Slika 1 – Univerzalni kamuflažno-zaštitni zaklon za teretna vozila - prikaz odozgo
Figure 1 – Universal camouflage-protective cover for transporters - view from above



Фиг. 2

Фиг. 2 – Универсальное маскировочное и защитное укрытие для транспортных средств - вид сбоку

Slika 2 – Univerzalni kamuflažno-zaštitni zaklon za teretna vozila - prikaz bočno
Figure 2 – Universal camouflage-protective cover for transporters - side view

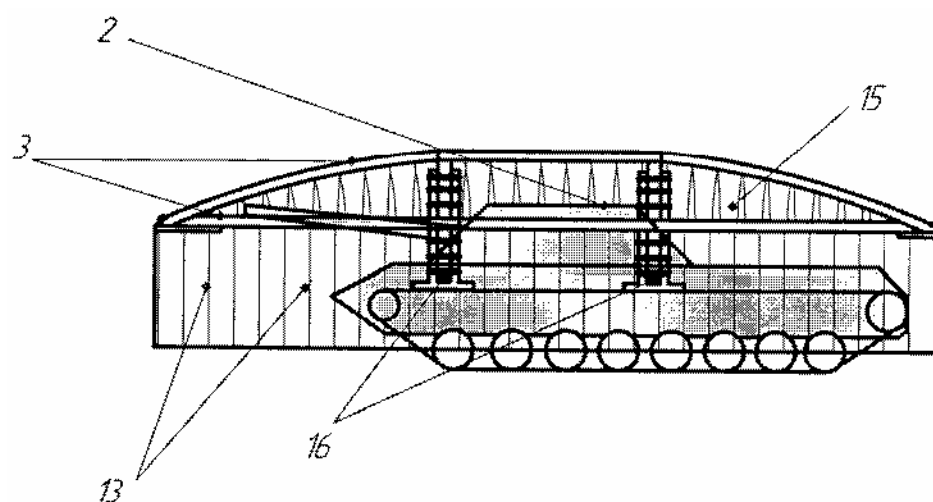


Фиг. 3

Фиг. 3 – Универсальное маскировочное и защитное укрытие для транспортных средств – автомобиля

Slika 3 – Univerzalni kamuflažno-zaštitni zaklon za teretna vozila

Figure 3 – Universal camouflage-protective cover for transporters –trucks



Фиг. 4

Фиг. 4 – Универсальное маскировочное и защитное укрытие для транспортных средств - бронетехники (танка)

Slika 4 – Univerzalni kamuflažno-zaštitni zaklon za oklopna vozila (tenk)

Figure 4 – Universal camouflage-protective cover for armoured vehicles (tanks)

Перечень позиций:

- 1 - универсальное маскировочное и защитное укрытие
- 2 - транспортное средство
- 3 - каркас
- 4 - тент
- 5 - покрытие
- 6 - рама
- 7 - телескопическая стойка
- 8 - нижняя часть телескопической стойки
- 9 - верхняя часть телескопической стойки
- 10 - гибкая штанга
- 11 - планка
- 12 - кронштейн
- 13 - прут
- 14 - люк
- 15 - маскировочная сеть
- 16 - пиропатрон
- 17 - шплинт

Specifikacija:

- 1- univerzalni kamuflažno-zaštitni zaklon
- 2 - vozilo
- 3 - konstrukcija
- 4 - cerada
- 5 - pokrivač
- 6 - ram
- 7 - teleskopski podupirač
- 8 - donji deo teleskopskog podupirača
- 9 - gornji deo teleskopskog podupirača
- 10 - savitljiva šipka
- 11 - letva
- 12 - nosač
- 13 - metalna šipka
- 14 - otvor
- 15 - kamuflažna mreža
- 16 - piropatron
- 17 - rascepka

Статика

Универсальное маскировочное и защитное укрытие (1) для транспортных средств (2) (Фиг.1, Фиг.2) содержит каркас (3), тент (4), покрытие (5), отражающее и поглощающее электромагнитные волны, и каркас (3) выполненный из рамы (6) с телескопическими стойками (7) и элементами фиксации длины стоек, в виде шплинтов (17), причем, нижняя часть (8) телескопических стоек (7) крепится над транспортным средством (2), а верхняя часть (9) телескопических стоек (7) шарнирно соединена с рамой (6), при этом в раму (6) горизонтально вставлены гибкие штанги (10), концы которых соединены с планками (11) кронштейнами (12), по периметру укрытия (1), а над каркасом (3) со штангами (10) и планками (11) расположен тент (4) из нескольких слоев высокопрочной, пуленепробиваемой ткани, имеющей покрытие, отражающее и поглощающее электромагнитные волны, и эти слои имеют свой камуфляжный рисунок, в соответствии с четырьмя временами года в данной местности, причем по периметру вдоль планок (11) вертикально свисают вниз до земли прутки (13), закрепленные кольцами (на чертеже не показаны) с планками (11), в тенте (4) имеется люк (14), а поверх тента (4) располагается маскировочная сеть (15).

Работа

Рама (6) каркаса (3) выполняется из полых труб. В этих трубах вставлены гибкие штанги (10) из дюралюминия или углепластика. Они закрепляются шплинтами (на чертеже не показаны). Все концы штанг (10) соединены планками (11) с помощью кронштейнов (12). На планках (11) висят прутки (13) на кольцах. Их назначение — вызывать досрочный подрыв кумулятивных боеприпасов и оптически «размывать» контур конструкции при движении транспортного средства. Тент (4) отличается высокой прочностью, таким образом, для противотанковых ракет, запрограммированных на удар в верхнюю часть бронетехники, он является инициатором преждевременного взрыва. Маскировочная сеть (15) обеспечивает закрепление на тенте (4) естественных зеленых насаждений. Внутри телескопических стоек (7) располагаются пиропатроны (16) для отстрела каркаса (3) от транспортного средства (2). Над рамой (6) в тенте (4) имеется люк (14) для вывода на боевое положение зенитных и противотанковых средств. Телескопические стойки (7) позволяют изменять высоту и положение каркаса (3) с тентом (4) над транспортным средством (2).

Укрытие (1) должно быть одного типа для всех транспортных средств (Фиг.3, Фиг.4), танков, БМП, БТР, грузовых и других автомобилей.

Основные потери от авиации, вертолетов, беспилотных штурмовиков, бомбардировщиков и других противотанковых средств происходят при перемещении войск. Единообразие в маскировочно-защитных конструкциях резко увеличивают выживаемость танков на марше - основной ударной силы, т.к. при их применении сложно отличить танк от автомобиля или пустого прицепа. (дивизия на марше имеет до 10000 единиц.) Таким образом, средствам обороны дается гораздо большее время для противодействия противнику.

Технико-экономические показатели выше прототипа из-за защитных свойств и единообразного внешнего вида всех конструкций, закрепленных на транспортных средствах и бронетехнике.

Формула изобретения

Универсальное маскировочное и защитное укрытие для транспортных средств, содержащее каркас, тент, покрытие, отражающее и поглощающее электромагнитные волны, отличающееся тем, что каркас выполнен из рамы с телескопическими стойками и элементами фиксации длины стоек в виде шплинтов, причем нижняя часть телескопических стоек крепится над транспортным средством, а верхняя часть телескопических стоек шарнирно соединена с рамой. В каркас горизонтально вставлены гибкие штанги, концы которых соединены с планками кронштейнами, по периметру укрытия, а над каркасом со штангами и планками расположен тент из нескольких слоев высокопрочной, пуленепробиваемой ткани, имеющей покрытие, отражающее и поглощающее электромагнитные волны. Эти слои имеют свой камуфляжный рисунок, в соответствии с четырьмя временами года в данной местности, причем по периметру вдоль планок вертикально свисают вниз до земли прутки, закрепленные кольцами с планками. В тенте имеется люк, а поверх тента располагается маскировочная сеть.

Литература/References:

Гуров, С.В. 2011. *Реактивные системы залпового огня*. Обзор: (автор-составитель). (Gurov, S.V., 2011, Multiple launch rocket system. Review (author-composer).

Хлыстов, Ф.Л. 1929. *Танки и механическая тяга в артиллерии (Общие сведения о танках. Системы основных танковых трансмиссий)*. (Khlystov, F.L., 1929, Tanks and mechanical traction in the artillery (general information about the tanks. Transmission systems by the Red Army).

Военный энциклопедический словарь 1984. Военное издательство. (Military Encyclopedic Dictionary. 1984. Military Publishing House, Moscow).

ZAŠTITNO-MASKIRNI UREĐAJ

Aleksandar Ivanovič Golodjaev

Kandidat za zvanje magistra nauka na VGTU,
Voronjež, Rusija

OBLAST: zaštitno-maskirni objekti i tehnologija

VRSTA ČLANKA: prikaz

JEZIK ČLANKA: ruski

Jednolikost kamuflažno-zastitnih konstrukcija znatno povećava „preživljavanje“ tenkova u marševskom položaju – glavne udarne sile. Jer, prilikom primene ove konstrukcije, protivnik će biti onemogućen da razlikuje tenk od automobila ili prazne prikolice. Cerača koja je izrađena od višeslojnog visokootpornog materijala obezbediće prevremeno detoniranje protivtenkovskih kumulativnih projektila. S obzirom na to da je većina projektila projektovana za napad na aktivni oklop, prva detonacija neće neposredno pogoditi oklop, već ceraču, a tek druga detonacija pogodiće aktivni oklop. Na taj način eksplozija aktivnog oklopa neutralisaće kumulativni mlaz.

Ova konstrukcija je mnogo efikasnija od gumenih modela zaštite, a po ceni je znatno povoljnija.

U članku je predložena analiza sredstava borbe s oklopnim vozilima i metode navođenja „pametnih“ projektila na cilj, kao i analiza metoda borbe sa sredstvima za napad. Takođe, opisani su načini borbe protiv „pametnih“ projektila, kao i način primene kamuflažno-zastitne instalacije (uređaja).

Članak sadrži podatke o patentu.

Ključne reči: kamufliranje, zaštita oklopnih vozila, lažni ciljevi.

PROTECTIVE CAMOUFLAGE COVER

Alexander Ivanovich Golodyaev

Competitor for the title of Candidate of Sciences in Vilnius Gediminas
Technical University,
Voronezh, Russia

FIELD: Camouflage, Concealment and Decoy Techniques

ARTICLE TYPE: Review

ARTICLE LANGUAGE: Russian

Summary:

Uniformity of protective camouflage installations significantly increases survivability of tanks on the move. This installation prevents an enemy from distinguishing a tank from a car or an empty trailer. A camouflage cover made of multilayer water-resistant material makes

anti-tank shaped charge projectiles pre-detonate. Since most projectiles are designed for attacking ERA, the first detonation hits the camouflage cover instead of the armour. When the second detonation hits the ERA, its explosion neutralizes the shaped charge jet.

This structure is considerably cheaper and much more effective than rubber protection models.

The article analyses anti-tank combat means, "smart" missile guidance methods and methods of fighting means of attack. It also gives methods of fighting "smart" projectiles and the applications of this protective camouflage structure.

Key words: camouflage, protection of armoured vehicles, decoys.

Дата получения работы/Paper received on: 03. 11. 2013.

Дата получения исправленной версии работы/Manuscript corrections submitted on: 02. 04. 2014.

Дата окончательного согласования работы /Paper accepted for publishing on: 04. 04. 2014.

SAVREMENO NAORUŽANJE I VOJNA OPREMA MODERN WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

*Nova radarska tehnologija za unapređeni
RS PVD „patriot” PAC-3 MSE¹*



Američka kompanija Rajtheon (*Raytheon*), u okviru programa modernizovanog raketnog sistema za protivvazduhoplovna i protivraketa dejstva velikog dometa *patriot* PAC-3 MSE (*Patriot Advanced Capability-3 Missile Segment Enhancement*), razvija i novi radar, navodno vrhunske tehnologije, sa tri rešetke sa aktivnim elektronskim skeniranjem (*AESA*) koji pokriva 360 stepeni. Osnovni cilj modernizacije je otklanjanje „tradicionalnih” nedostataka radarske komponente ovog raketnog sistema.

Iako predstavnici kompanije za sada ne komentarišu pisanje medija, zbog osetljivosti vojne tehnike, kao i očekivanja odobrenja američke vlade za prodaju stranim naručiocima, smatra se da pomenuta tehnička usavršavanja RS PVD *patriot* upravo imaju cilj da prošire ponudu i poboljšaju položaj američke firme na inostranom tržištu.

¹ <http://www.janes.com/article/40042/pac-3-mse-to-feature-new-radar-technology> [posećeno: 27. 7. 2014].

Jedna od osnovnih zamerki postojećim sistemima *patriot* odnosila se na neophodnost istovremenog rada četiri radara koji su pokrivali po 90 stepeni, čime su povećani gabariti celog sistema i onemogućeno njegovo učesće u okviru operacija brzog razmeštanja snaga, tvrde nekadašnji poslužiocci na ovom sistemu.

Zapravo, to je bio osnovni argument proizvođača konkurentskih sistema, budući da svi oni koriste jednu antenu koja pokriva svih 360 stepeni, čime se obezbeđuje lakši transport, a time i brže razmeštanje sistema, odnosno poseda-nje vatrenog položaja. Stručnjaci Rajteona kao kontraargument ističu da svi ovi sistemi koriste konvencionalnu, rotirajuću antenu. Iz tog razloga, narednu gene-raciju radara vide u svom predlogu – tri posebne AESA antene koje pokrivaju svih 360 stepeni – hemisferu, uz odgovarajuće procesore koji daju potpunu sliku situacije u vazдушnom prostoru.

Jednim od potencijalno najznačajnijih kupaca novog raketnog sistema i pripadajućih radara, u Rajteonu smatraju Poljsku koja je još pre četiri godine počela da traži ponude za nove sisteme PVO i PRO. Nešto ranije, američka kompanija saopštila je i da, u saradnji sa Bumar Elektronikom, članicom poljskog odbrambenog holdinga, ulazi u razvoj nove antene za identifikaciju svoj-tuđ (IFF), kao deo sistema PAC-3. Amerikanci se nadaju da će time izboriti po-bedu na poljskom tenderu za program „Visla – Štit Poljske” (*Wisla – Shield of Poland*).

Ipak, čini se da to neće baš tako lako ići, s obzirom na raspravu koja se od-vija u istočnoevropskoj državi upravo u vezi sa nabavkom novog sistema PVO i PRO, a tiče se i kriterijuma prema kojima bi vlada trebalo da donese odluku. Ina-če, glavni takmaci, pored Rajteona su i američki Lokid Martin (*Lockheed Martin*) zajedno sa italijanskom i nemačkom podružnicom MBDA, koji nude sistem ME-ADS (*Medium Extended Air Defense System*), dok francuski Tales (*Thales*) i MBDA nude *eurosem* SAMP/T (*Eurosam SAMP/T*). Međutim, s obzirom da poli-tička elita u Poljskoj stoji na stanovištu da su od svih saveznika jedino Amerikan-ci spremni da brane zapadne interese od Rusije, to će svakako imati značajnu ulogu u odabiru.

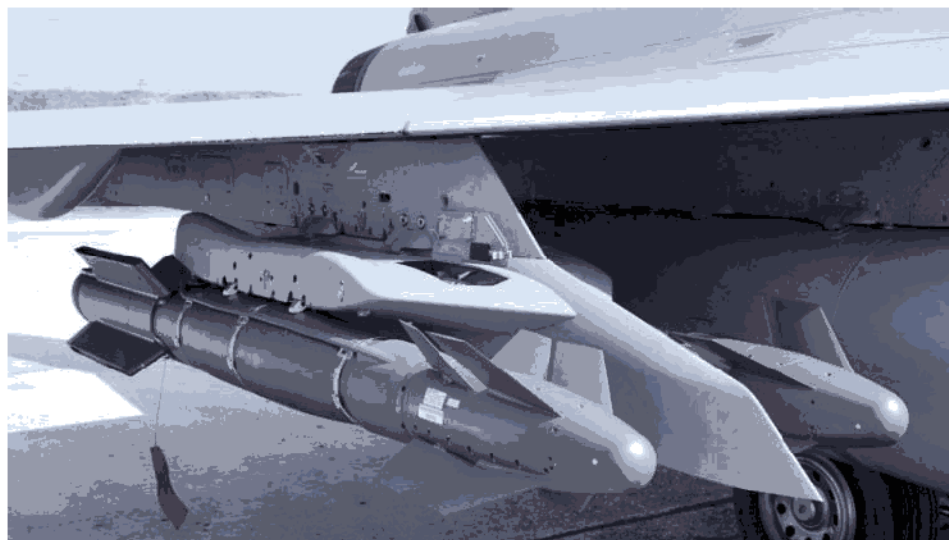
Mladen Tišma

Precizno vođena avio-bomba AASM debitovala na nefrancuskoj letelici²

Sažemova (*Sagem*) precizno vođena avio-bomba *hamer* SBU-38 (SBU-38 *Hammer*), poznata i kao AASM, od francuske skraćenice za modularno naoruža-nje vazduh-zemlja (*Armement Air-Sol Modulaire*), po prvi put je uspešno lansira-na sa aviona koji nije francuske proizvodnje.

Ovitno gađanje izvršeno je 30. maja sa lovca-bombardera F-16 iz 40. skva-drona za letna ispitivanja američkih vazduhoplovnih snaga (*USAF 40th Flight Test Squadron*), koji bazira u opitnom centru Eglin, na Floridi.

² IHS Jane's Defence Weekly, Vol. 51(25), p. 9.



Uspešno odbacivanje ima veliki značaj za Sažem, budući da se time omogućava uvrštavanje ovog vazduhoplovnog ubojnog sredstva u izvozni asortiman kompanije, a koji sada može biti usmeren ka potencijalnim stranim kupcima čija vazduhoplovstva imaju u svom naoružanju i višenamenske borbene avione tipa F-16. Ova mogućnost posebno dobija na značaju ako se ima u vidu da su ovim tipom VUbS trenutno opremljeni samo višenamenski borbeni avioni tipa *rafal* iz sastava francuskog ratnog vazduhoplovstva i francuske mornaričke avijacije, dok avione F-16 u različitim verzijama koristi 26 vazduhoplovstava širom sveta. S obzirom da je planirana nabavka domaćih oružanih snaga od 4.200 avio-bombi ovog tipa zbog budžetskih ograničenja smanjena na svega 1.728 komada, kompaniji je neophodno da pronađe stranog kupca pre sredine 2016. godine, jer će u protivnom biti prinuđena da zatvori proizvodnu liniju.

Sažem je projektovao AASM u skladu sa NATO-ovim NUAI standardima (*NATO Universal Armament Interface*) koji su, inače, propisani upravo sa ciljem da se omogući funkcionalna integracija novih VUbS bez potrebe za modifikacijama na samoj letelici, čime se smanjuju i troškovi opremanja novim naoružanjem. Time je omogućeno i da se opitno odbacivanje izvrši sa američkog F-16, jer obe zemlje učestvuju u programu NATO-a „Pametna odbrana“ upravo u delu koji se tiče sprovođenja standarda NUAI.

Izvori iz američke vojske tvrde da su ispitivanja potvrdila laku primenu avio-bombi AASM sa bilo kog borbenog aviona koji je proizveden u skladu sa standardima Severoatlantske vojne alijanse.

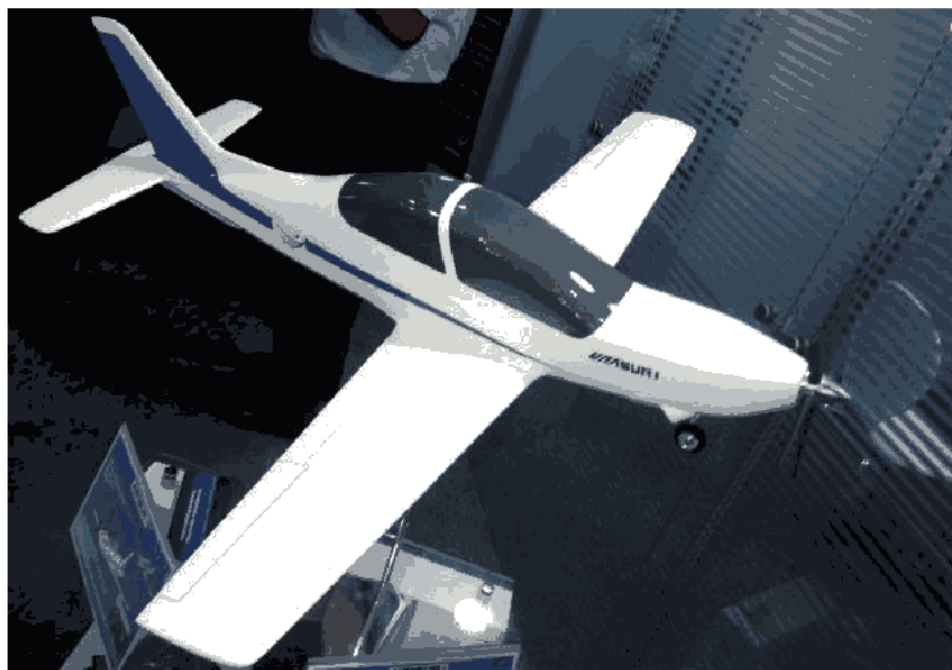
Precizno vođena avio-bomba AASM predstavlja standardnu (nevođenu) avio-bombu kalibra 250 kg, opremljenu kompletno za navođenje i povećanje dometa. U asortimanu francuskog proizvođača su tri verzije ovog VUbS – SBU-38, sa inercijalnim i GPS vođenjem; SBU-54, sa GPS-inercijalnim i laserskim vođenjem; i SBU-64, koja ima GPS, inercijalno i infracrveno vođenje.

Pored ovih verzija, Sažem u ponudi ima i kompletne AASM za avio-bombe kalibra 125, 500 i 1000 kg. Sve verzije mogu se koristiti i danju i noću, kao i u složenim meteorološkim uslovima, izvan zone dejstva neprijateljeve PVO (*stan-doff*) budući da domet, prema proizvođaču, prelazi 50 kilometara. Avio-bomba može se odbaciti i iz više profila leta, uključujući brišući let, kao i vertikalno dejstvo po cilju.

AASM je uveden u naoružanje francuskog ratnog vazduhoplovstva i ratne mornarice 2008. godine, a korišćen je u Avganistanu, Libiji (gde je upotrebljeno 225 ovih avio-bombi) i Maliju.

Mladen Tisma

Pokrenut projekat novog latinoameričkog školskog aviona³



Predstavnici oružanih snaga Brazila, Argentine, Venecuele i Ekvadora održali su 16. juna sastanak u Argentini na kojem su raspravljali o projektu razvoja prvog zajedničkog vojnog aviona koji bi zadovoljio potrebe članica Unije južnoafričkih država. Cilj inicijative koja se trenutno nalazi u fazi analize finansiranja jeste podsticanje integrativnih procesa na kontinentu i jačanje odbrambene industrije zemalja učesnica programa.

Budući avion trebalo bi da služi za osnovnu letačku obuku pilota u vazduhoplovnim snagama južnoameričkih država, a u proizvodnji bi učestvovali sve četiri

³ IHS Jane's Defence Weekly, Vol. 51(26), p. 13.

zemlje. Predstavници konzorcijuma već su razgovarali o taktičko-tehničkim zahtevima koje bi avion trebalo da ispunjava u pogledu letačke obuke, kao i o preliminarim procenama koštanja projekta. Prema rečima predstavnika brazilskog ministarstva odbrane, inicijativa je u pretkonstruktivnoj fazi i trenutno se finalizuju potrebni sporazumi u oblasti tehničke saradnje, logističke podrške i interoperabilnosti industrijskih sistema, nakon čega sledi i zaključivanje glavnog ugovora. Procenjuje se da će razvojna faza projekta koštati oko 60 miliona američkih dolara, od čega bi vrednost radova brazilskih kompanija iznosila oko 37 miliona, budući da se planira da firme iz Brazila obave 62% posla u toku ovog stadijuma projekta. Učešće argentinske industrije u programu biće 28%, dok će Ekvador i Venecuela doprineti sa po pet procenata. Već sada je poznato da je vazduhoplovstvima zemalja koje učestvuju u programu potrebno bar 92 aviona, od čega bi 50 nabavila Argentina, Venecuela 24, a Ekvador bi svoje ratno vazduhoplovstvo opremio sa 18 aparata ovog tipa.

Mladen Tišma

Erbas planira osposobljavanje evrofajtera za protivbrodsku borbu⁴



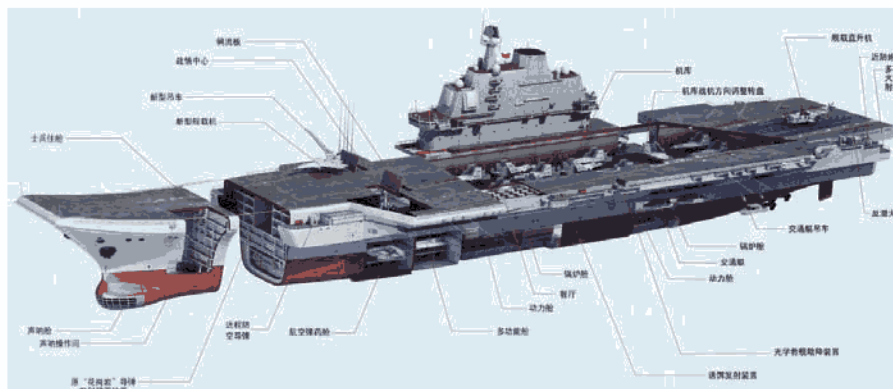
Erbas DS (*Airbus Defence and Space*) planira da izvrši integraciju tri različita tipa protivbrodskih raketa na svoj višenamenski borbeni avion *evrofajter tajfun* (*Eurofighter Typhoon*) radi njegovog osposobljavanja za protivbrodska dejstva i vatrenu podršku pomorskim snagama. Prema izjavama zvaničnika kompanije, prema programu integracije naoružanja vazduh-brod, planira se integracija raketa *AGM-84 harpun* (*Boeing AGM-84 Harpoon*), *marte* (*MBDA Italy Marte*) i *brimstoun* (*MBDA Brimstone*).

⁴ *IHS Jane's Defence Weekly*, Vol. 51(25), p. 6.

Iako u Erbasu očekuju da će države proizvođači *evrofajtera* – Nemačka, Italija, Španija i Velika Britanija, biti primarno zainteresovane za opremanje svojih aviona ovog tipa raketama vazduh-brod, jedino Ujedinjeno Kraljevstvo, za sada, pokazuje interesovanje u tom pogledu, i već radi na integraciji projektila *brimstoun* na svoje *tajfune* do 2018. godine, a postupak integracije je, navodno, već u fazi letnih ispitivanja i opitnih lansiranja. Pored toga, i zemlje koje su do sada kupile *evrofajtere*, izuzimajući Austriju, pokazale su interesovanje za unapređenje višenamenskih karakteristika aviona upravo u pogledu vođenja protivbrodske borbe, a Saudijska Arabija je još 2010. godine zatražila prodaju 400 raketa *harpun*, serije II. Pored toga, i potencijalni kupci, pre svega Malezija, stavili su do znanja da će se pri izboru novog borbenog aviona rukovoditi i sposobnostima za protivbrodska dejstva.

Mladen Tisma

Kina planira izgradnju domaćeg nosača aviona do 2017. godine⁵



Ratna mornarica Kineske narodnooslobodilačke vojske, prema pisanju domaćih medija, planira da u domaćim brodogradilištima do 2019. godine izgradi tri nosača aviona. Prvi od njih predstavljao bi savremeniju i veću verziju postojećeg nosača *CV16 Liaoning*, tipa Kuznjecov i pod oznakom 001A trebalo bi da bude završen već 2016. godine, a nakon ispitivanja na moru u trajanju od dvanaest meseci, trebalo bi da uđe u naoružanje kineske ratne mornarice do kraja 2017. godine.

Prema medijskim napisima, novi nosač 001A trebalo bi da bude opremljen hibridnim sistemom poletanja koji bi podrazumevao tzv. skakaonicu za poletanje na pramcu, dok bi na ugaonoj palubi bio instaliran elektromagnetni avionski katapult, dužine između 120 i 150 m, dok bi sama šina bila dugačka 100 metara. Sistem CATOBAR omogućio bi upotrebu težih vazduhoplova, kakvi su npr. avioni za rano radarsko upozoravanje, kakav Kinezi već razvijaju na bazi opitnog aviona *JZY-1*. Sa druge strane, zadržavanjem skakaonice otpala bi potreba za modifikovanom verzijom palubnog lovca *J-15* koja bi za poletanje sa nosača koristila pomoć katapulta.

⁵ IHS Jane's Defence Weekly, Vol. 51(25), p. 14.

Pored toga, pojavili su se i podaci da bi na nove nosače bili ukrcani avioni pod oznakom *J-15B*, koje bi na srednjoročnom planu zamenili borbeni avioni pete generacije *J-20*, čime se, bar tako izgleda, potvrđuju sumnje da *J-31* neće biti uveden u naoružanje kineske ratne mornarice.

Iako obaveštajne analize američkog ministarstva odbrane potvrđuju da Kina planira da tokom naredne decenije izgradi više nosača aviona, pojedini zapadni mediji smatraju da su postavljeni rokovi ambiciozni, posebno kada se ima u vidu sa kojim poteškoćama se susreću Sjedinjene Države i Velika Britanija u izgradnji svojih novih nosača.

Mladen Tišma

Boeing otkrio detalje o letelici fantom swift za program VTOL X-Plane⁶



Američka Agencija za odbrambene napredne istraživačke projekte – DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) trebalo bi uskoro da uzme u razmatranje ponuđene koncepte za program budućeg eksperimentalnog aviona sa vertikalnim poletanjem i sletanjem – *VTOL X-Plane*. U razmatranje ulaze predlozi Boinga, Sikorskog, Aurore flaj sajensiz i Karema.

Program *VTOL X-Plane* pokrenut je početkom prošle godine radi razvoja demonstratora sposobnog za let velikom brzinom i efikasno lebdjenje. Postavljeni zahtevi podrazumevaju sposobnost letelice da leti održivom maksimalnom brzinom od 300 do 400 čvorova, odnosno 556 do 741 km/h, nosi koristan teret od najmanje 40% u odnosu na ukupnu masu letelice, koja prema projekcijama treba da se kreće između 4.500 i 5.450 kilograma, podizanje efikasnosti lebdjenja sa 60% na makar 75%, te povoljni odnos uzgona i čeonog otpora od najmanje 10, u odnosu na postojećih 5 do 6.

⁶ http://www.janes.com/article/39936/darpa-to-progress-vtol-x-plane-as-boeing-reveals-phantom-swift-details?utm_campaign=%5bPMP%5d_PC5308_Jane%27s%20360%20Newsletter%2030.06.14_DeploymentEmail_KV&utm_medium=email&utm_source=Eloqua [posećeno: 30.6.2014]

Od četiri firme koje se nadmeću, jedino je Boeing izgradio umanjeni model (17% stvarne veličine) pod nazivom *phantom swift* (*Phantom Swift*). Prema objavljenj fotografiji modela, radi se o letelici sa dva okomito postavljena ventilatora u trupu, strelastim krilima koja na krajevima nose po jedan zakrećući titl-rotor, te dva dijagonalna stabilizatora koji zamenjuju klasične horizontalne i vertikalne repne površine. U punoj veličini, *phantom swift* trebalo bi da ima dužinu od 15,2 m i masu od 5.450 kg. Korisni teret bio bi smešten u bombalucima unutar trupa na tri mesta – nosu, centralnom delu trupa i repu. Demonstrator bi trebalo da bude pogonjen motorom tipa CT7-8 firme Dženeral Elektrik. Dugoročno gledano, u planu je ugradnja potpuno električne pogonske grupe. U progresivnom letu trupni motori bili bi zatvoreni radi poboljšanja aerodinamičkih karakteristika letelice, dok bi motori na krilima obezbeđivali potreban potisak. Kako DARPA nije precizirala da li bi buduća letelica imala ljudsku posadu ili ne, u Boingu su pristupili projektu pod pretpostavkom da će to biti bespilotna letelica, mada ne isključuju mogućnost da model u punoj veličini bude izgrađen u vidu letelice sa posadom.

U okviru prve faze učesnici su dobili ugovore vredne 130 miliona američkih dolara, dok bi tokom druge faze trebalo da se izvrši izbor jednog koncepta, tako da bi u trećoj fazi usledila ispitivanja u letu, što se očekuje 2017. ili 2018. godine.

Mladen Tišma

IOMAX nudi koncept lakog aviona arkeindžel⁷



Američka kompanija IOMAX ponudila je Filipinima i Ujedinjenim Arapskim Emiratima koncept svog novog dvosedog aviona za nadzor granice, protivpobunjenička dejstva i izviđanje (tzv. ISR – *intelligence, surveillance, reconnaissance*) pod nazivom *arkeindžel* (*Archangel* – arhandel). Radi se o letelici razvijenoj iz lakih protivpobunjeničkih aviona AT-802 prve i druge serije, nastalih iz poljoprivrednog aviona *er traktor* (*Air Tractor*).

⁷ IHS Jane's Defence Weekly, Vol. 51(24), p. 13.

Prema objavljenim kataloškim podacima,⁸ avion ima dužinu od 11 m, visinu 3,7 m, a razmah krila iznosi 17,4 m. Maksimalna masa u poletanju iznosi 6.713 kg. Pogonjen je motorom PT-6A-67F. Letelica ima šest podvesnih i jednu podtrupnu podvesnu tačku za nošenje VUbS i dr. opreme. Vreme ostajanja u vazduhu iznosi preko deset časova u izviđačkoj varijanti. Stvarna krstareća brzina iznosi 333 km/h.

Avion je opremljen UHF/VHF sredstvima veze, VOR/ILS i DME navigacijskim radio-uređajem, autopilotom sa integrisanim FMS, inercijalnim navigacijskim sistemom, letnim računarom, radarskim visinomerom, višenamenskim prikazivačima u obe kabine, dok se kao opcije nude HOTAS rešenje komandi, prikazivač na vetrobranskom staklu (*HUD*), sistemi za samozaštitu, balistički zaštitni oklop trupa letelice, satelitska sredstva veze i dr.

Mladen Tišma

U planu „pojednostavljena” verzija transportnog helikoptera NH90⁹



Konzorcijum NH industriz (*NH Industries*), koji čine Erbas, Agusta-Vestland i Foker, planira da budućim kupcima ponudi pojednostavljenu verziju kao osnovni model svog helikoptera *HN90*. Naime, reč koja se može povezati uz program svakako jeste složenost. Pored toga što u proizvodnji učestvuju tri kompanije, proizvodni proces se, zapravo, obavlja na šest lokacija, a postoji 26 različitih verzija ovog helikoptera za trinaest dosadašnjih naručioca. S obzirom da je jedna od zemalja naručilaca u procesu radikalnog smanjenja narudžbine, a druga planira potpuno otkazivanje nabavke, te činjenicu da za postojećim modelima baš i

⁸ <http://www.iomax.net/archangel/specifications/> [posećeno: 1.7.2014]

⁹ <http://www.flightglobal.com/news/articles/nh-industries-plans-39simplified39-nh90-for-future-400745/> [posećeno: 1.7.2014]

ne vlada preveliko interesovanje, konzorcijum se odlučio da izađe u susret potencijalnim kupcima ovog helikoptera kroz razvoj pojednostavljene varijante koja bi se odlikovala fleksibilnijom konfiguracijom, otvorenom arhitekturom, a obezbedila bi se i bolja logistička podrška tokom operativne upotrebe.

Nova osnovna verzija trebalo bi da zadrži sve karakteristične sposobnosti postojećih verzija, pre svega oličene u letnim performansama i pogonskoj grupi, ali i da omogućiti jednostavniji i jeftiniji proces ugradnje opreme prema željama kupca, osavremenjavanje sistema veza, elektronskih i optičkih senzora, te novi data-link za prenos podataka. Pored toga, u saradnji sa postojećim korisnicima, proizvođač planira da utvrdi i druge pravce poboljšanja ukupnih karakteristika letelice.

U međuvremenu, za potrebe nemačke mornarice razvijana je posebna verzija *si lajon* (*Sea Lion*), namenjena baziranju na fregatama. Iako je za potrebe pet zemalja već razvijena verzija *NFH* (*NATO Frigate Helicopter*), novi derivat razvijen je zbog insistiranja na ugradnji nemačkih komponenti. Za sada je planirana nabavka 18 helikoptera ove verzije, a isporuka bi trebalo da bude završena do 2017. godine.¹⁰

Mladen Tišma

Prototip helikoptera S-97 rejder bliže prvom letu¹¹



Američki helikopterski gigant Sikorski (*Sikorsky*), u saradnji sa još nekoliko velikih američkih kompanija iz oblasti vazduhoplovne i namenske industrije, nastavlja sa radom na projektu helikoptera nove generacije *S-97 rejder* (*Sikorsky S-97 Raider*) za-

¹⁰ *IHS Jane's Defence Weekly*, Vol. 51(22), p. 9.

¹¹ <http://www.sikorsky.com/vgn-ext-templating-SIK/ctrndr?vcrid=28ec91bc074a6410VgnVCM1000004f62529fRCRD&siteName=Sikorsky> [posećeno: 1.7.2014]

snovanog na X2 tehnologiji. Sredinom juna na prvom od dva planirana prototipa izvršena je ugradnja električnih instalacija i avionike, da bi se zatim prešlo na ugradnju letnih komandi i druge opreme. Cilj proizvođača je da prvi prototip koji je sada na sredini procesa izgradnje poleti do kraja godine, dok bi demonstraciju sposobnosti Ratnom vazduhoplovstvu Sjedinjenih Država (USAF) trebalo da počne početkom sledeće.

Laki taktički helikopter *S-97 rejder* nastao je iz tehnološkog demonstratora X2 radi obezbeđivanja američkim oružanim snagama lakog taktičkog helikoptera višestruke namene koji bi se koristio za jurišne, izviđačke, kao i zadatke podrške specijalnim snagama. Naoružanje bi nosio na spoljašnjim nosačima, dok bi u kabini moglo da se smesti šest lica. Letelica je opremljena dvostrukim koaksijalnim rotorom koji obezbeđuje uzgon i horizontalni let, dok bi elisa na zadnjem delu trupa trebalo da obezbedi potisak za ubrzavanje (i usporavanje) velike brzine. Helikopter bi, prema postavljenim taktičko-tehničkim zahtevima, trebalo da predstavlja kvalitativni skok u odnosu na postojeće helikoptere u američkom naoružanju i to u pogledu brzine, pokretljivosti i vrhunca leta.

Mladen Tišma

Ruski T-50 PAK-FA u fazi letnih ispitivanja sa naoružanjem¹²



Rusija je započela letna ispitivanja integracije VUbS na novu generaciju višenamenskih borbenih aviona pete generacije koje razvija kroz program T-50, odnosno PAK-FA. U proces opitovanja uključeni su prototipovi 053 i 054.

Ispitivanje naoružanja podrazumeva testove sa VUbS podvešanim na krilnim nosačima, a, prema raspoloživim fotografijama, avioni su nosili IC-vođene rakete v-v kratkog dometa R-73, rakete v-v srednjeg dometa R-77 i protivbrodske rakete Kh-31.

¹² <http://theaviationist.com/2014/06/02/t-50-weapon-integration-flights/> [posećeno: 1.7.2014]

U međuvremenu, država je obrazovala i poseban odbor koji treba da nadgleda razvoj i proizvodnju motora Saturn izd. 30 za PAK-FA, a očekuje se da do 2016. godine bude okončana druga faza razvoja ove pogonske grupe, dok bi ugradnja na avione trebalo da počne 2020. godine. Inače, sredinom juna došlo je do manjeg incidenta kada je motor Saturn izd. 117 usled kvara izazvao manji požar na jednom od prototipova T-50. Ipak, avion se bezbedno vratio na aerodrom, a u kompaniji Suhoj tvrde da ovaj slučaj neće ugroziti tempo rada na programu novog aviona.

Mladen Tisma

Laki prenosni raketni sistem za PVD verba ušao u naoružanje ruskih padobranaca¹³



Ministarstvo odbrane Ruske Federacije saopštilo je da su vazdušnodesantne snage te zemlje dobile nove lake prenosne raketne sisteme za protivvazduhoplovna dejstva kratkog dometa 9K333 Verba.

Za ovaj sistem prvi put se javno čulo 2007. godine, kada je projekat bio u fazi konstruisanja, nakon čega su tokom 2009. godine sprovedena sva potrebna opitovanja, u okviru 726. centra za obuku KoV u oblasti Krasnodara. Veruje se da su prvi primerci novog sistema ušli u naoružanje kopnenih snaga po završetku opitovanja, tokom 2011. godine. Prva padobranska jedinica opremljena novim raketama zemlja-vazduh je Ivankovska vazdušnodesantna divizija.

¹³ IHS Jane's Defence Weekly, Vol. 51(24), p. 23.

Iako su tehnički podaci o novom raketnom sistemu i dalje nepoznati, pretpostavlja se da RS PVD *verba* koristi automatski sistem za kontrolu vatre za odabir cilja, čime se obezbeđuje dejstvo sa najbolje pozicioniranog vatrenog položaja. Pored toga, novi sistem koristi trokanalni tragač, za razliku od sistema *igla* i *igla-S* koji koriste dvokanalne tragače.

Mladen Tisma

Iran lansirao novu verziju rakete nazeat¹⁴



Tokom vežbe održane krajem maja, iranska vojska lansirala je novu verziju teške rakete *nazeat 10* (*Nazeat*).

Prema podacima koji su ranije obelodanjeni za raketu *nazeat 10-H*, raketa kalibra 455 mm ima domet od 140 km. Masa bojeve glave je 230 kg, a verovatnoća greške 5% od dometa. Nova verzija ima dodatni odsek između bojeve glave i motora na kojem se nalaze četiri bočne mlaznice, kakve su viđene na raketama većeg kalibra tipa *zelzal* (*Zelzal*). Mlazevi koji se izbacuju kroz bočne mlaznice izazivaju rotaciju rakete, čime se projektil stabilizuje, a time poboljšava i preciznost. Međutim, za razliku od rakete *zezal*, na kojoj se mlaznice aktiviraju skoro odmah po napuštanju lansirne šine, na objavljenim televizijskim snimcima *nazeata* nema znakova njihovog rada. Pored njih, na projektilu se vide i dve ili tri mlaznice usmerene unazad. Veruje se da služe lakšem odvajanju bojeve glave, nakon čega sledi aktiviranje usporavajućeg padobrana koji obezbeđuje da bojeva glava pogađa cilj pod skoro normalnim uglom, čime se postiže bolji efekat dejstva po njemu. Ovakav sistem koristi se na ruskim raketama kalibra 300 mm sistema *smerč*.

Mladen Tisma

¹⁴ IHS Jane's Defence Weekly, Vol. 51(23), p. 16.

Reno predstavio demonstrator vozila 6x6 pod oznakom BMX-01¹⁵



Renoova podružnica za proizvodnju vojnih teretnih vozila (*Renault Trucks Defence – RTD*) na izložbi NVO „Evrosatori“ (*Eurosatory 2014*) u Parizu prikazala je svoje novo oklopno vozilo u konfiguraciji 6x6 pod oznakom BMX-01. Vozilo je konstruisano kao demonstrator za budući program francuske Kopnene vojske (*Armée de Terre*) VBMR, odnosno višenamensko oklopno vozilo smanjenog rizika.

Vozilo BMX-01 ima masu od 22 tona, s tim da maksimalna masa vozila iznosi 24 tona. Prema tvrdnjama konstruktora, vozilo ima visok stepen balističke zaštite i sposobnost kretanja van puteva. Modularni oklop ispunjava kriterijume 4. nivoa NATO standarda STANAG 4569. U konfiguraciji oklopnog transportera vozilo može da prevozi tri člana posade i osam vojnika. Naoružano je mitraljezom kalibra 12,7 mm i automatskim bacačem granata kalibra 40 mm. Demonstrator je pogonjen komercijalnim Renault-Volvo dizel motorom od 400 konjskih snaga.

Mladen Tisma

Izraelski IWI nudi novu snajpersku pušku dan .338¹⁶

Izraelska industrija oružja (*Israel Weapons Industries – IWI*) odnedavno u svom arsenalu ima i novi tip snajperske puške pod oznakom *dan .338* (*Dan .338*). Novi model predstavljen je na sajmu naoružanja i vojne opreme u Parizu.

¹⁵ *IHS Jane's Defence Weekly*, Vol. 51(26), p. 6.

¹⁶ *IHS Jane's Defence Weekly*, Vol. 51(26), p. 6.



Puška je razvijana od 2010. godine u saradnji sa jedinicama specijalne namene Izraelskih samoodbrambenih snaga (*Israel Defence Force*) i predstavlja prvu repetirku koja je konstruisana u izraelskoj firmi, prekidajući na taj način tradiciju proizvodnje preciznih poluautomatskih snajperskih pušaka, a kao razlog se navodi i zahtev da novi model, pored preciznosti, karakteriše i izdržljivost i kvalitetna izrada. Za sada se puška nudi u kalibru *.338 Lapua Magnum*, mada je prema željama kupca teoretski raspoloživa i u drugim kalibrima.

Mladen Tišma

Kolt prikazao jurišnu pušku CK901¹⁷



Poznati američki proizvođač vatrenog oružja Kolt (*Colt Defence*) javnosti je prikazao svoju novu jurišnu pušku pod oznakom *CK901* koja koristi municiju ruskog kalibra 7,62x39 mm. Puška je razvijena po zahtevu Republikanske garde Jemena sa ciljem zamene postojećih pušaka *kalasnikov AK-47*.

¹⁷ *IHS Jane's Defence Weekly*, Vol. 51(26), p. 8.

Puška je namenjena vojnim korisnicima širom sveta koji su koristili ili još uvek koriste čuveni *kalasnjikov AK-47* i njegove derivate i kopije, pa time i raspolazu velikim zalihama municije u kalibru 7,62x39 mm ili je čak i proizvode. Inače, puška *CK901* može da koristi i sve tipove magacina koje koriste puške *kalasnjikov*, bez obzira da li su izrađeni od metala ili polimera. U ponudi proizvođača su i američki okviri kapaciteta 30 metaka.

Puška *CK901* zasnovana je na sistemu povratnih gasova, a razvijena je iz postojećeg modela višekalibarske porodice pušaka *CM901* koje koriste NATO-ove kalibre 5,56 i 7,62 mm. Dužina cevi *CK901* iznosi 406 mm, što znači da je 9 mm kraća u odnosu na izvorni AK-47, a u ponudi je i kraća verzija kod koje dužina cevi iznosi 330 mm. Masa puške je 4,5 kilograma.

Mladen Tišma

*Nosač aviona „Vikramaditya” uveden u naoružanje indijske mornarice*¹⁸



Posle višegodišnjeg odlaganja, nosač aviona „Vikramaditya” (*INS Vikramaditya*) stigao je u novu domovinu i pridružio se Indijskoj ratnoj mornarici (*Indian Navy*), čime su značajno podignute njene borbene sposobnosti za operacije na okeanima i u daljem susedstvu indijskog potkontinenta.

¹⁸ IHS Jane's Fighting Ships: Platform profile – Vikramaditya (Modified Kiev Class) aircraft carrier, preuzeto sa: www.janes.com

Nosač aviona „Vikramaditja“, nekadašnji „Admiral Gorškov“ predstavlja poslednji od četiri nosača aviona izgrađenih za potrebe nekadašnje sovjetske ratne mornarice. Iako je Rusija brod ponudila Indiji još 1994. godine, vlade dve zemlje su tek deset godina kasnije potpisale ugovor koji je obuhvatao i temeljnu modernizaciju i adaptiranje broda u roku od pet godina, a procena vrednosti radova tada je iznosila 625 miliona američkih dolara. Međutim, zbog niza razloga, uključujući i probleme sa pogonskom grupom, rokovi su više puta probijani, sve dok posao konačno nije završen krajem prošle godine.

Paket modernizacije obuhvatio je novi pogon i izvore energije, kao i klimouređaje, zatim uklanjanje ruskih sistema naoružanja, te prepravku poletno-sletne palube u konfiguraciju STOBAR sa skakaonicom pod uglom od 14,3 stepena. Nova poletno-sletna paluba ima dužinu od 198 metara. Opremljena je sa tri čelična užeta za zaustavljanje aviona, a na njoj se nalaze i tri lifta za avione i helikoptere dimenzija 19,2x10,3 m i 18,5x4,7 m, nosivosti 30, odnosno 20 tona. Dimenzije hangara za letelice su 130x22,5 m. Posadu sačinjava 1.326 ljudi različitih specijalnosti.

Brod ima maksimalnu brzinu od 29 čvorova (52,7 km/h) i standardni radijus od 25.557,6 km pri brzini od 18 čvorova. Deplasman broda 46129 metričkih tona. Plovilo je dugo 283 m, odnosno 249,5 m na vodenoj liniji. Ukupna širina broda je 51 m, a gaz 10 m. Pogon čini osam bojlera tipa KWG4, četiri turbine GTZA 674 koji daju 200.000 konjskih snaga, kao i četiri propelera.

Za samozaštitu brod je opremljen sa dva bacača mamaca PK2 i dva vučna mamca torpeda, kao i protivelektronskim ometačima tipa *Bharat*. Na brodu se nalaze i radari za praćenje situacije u vazдушnom prostoru i na površini, kao i za navigaciju, i to: *Podberozovik-ET2*, *Fregat MAE-3*, *Strut Pair*, *Sperry Bridgemaster E*. Sonar je *Horse Jaw MG 355*. Sistem za obradu borbenih podataka je *Lesorub E*. Radar *Podberozovik-ET2* namenjen je za praćenje situacije u VaP-u. Radi se o 3D radaru koji funkcioniše u E/F opsegu. *Fregat MAE-3* takođe je 3D radar koji radi u E/F opsegu i služi za pretraživanje kako vazduha, tako i površine, dok su radari *Strut Pair* namenjeni za praćenje situacije rade u F opsegu. *Sperry Bridgemaster E* služi za navigaciju i radi u E/F/I opsezima.

Vazduhoplovni „puk“ nosača čini 12 višenamenskih palubnih lovaca *MiG-29K* (ili njegovog dvosedog derivata *MiG-29KUB*) i 6 helikoptera iz familije *Kamov* (*Ka-27/28/31*).

Mladen Tisma

Patrolni brod Mornarice Vojske Crne Gore „Kotor“ ponovo plovi¹⁹

Nekadašnja raketna fregata jugoslovenske, odnosno srpskokrnogorske ratne mornarice, a danas patrolni brod Mornarice Vojske Crne Gore (MVCG) P-33 „Kotor“ nakon skoro pet godina isplovila je iz ratne luke u Baru na Jadran.

Prvo isplovljavanje broda predstavlja, zapravo, probnu vožnju, nakon što su proteklih meseci pripadnici (mornaričko)tehničke službe MVCG, zajedno sa

¹⁹ <http://www.vijesti.me/vijesti/najmocniji-brod-bivse-jrm-ponovo-zaplovio-clanak-785504> [posećeno: 1.7.2014]

stručnjacima iz Srbije na njemu zamenili sva tri pomoćna motora M-845 koji su bili neispravni čitavu deceniju. Umesto njih ugrađena su dva polovna, ali malo korišćena pomoćna motora MTU koji su prošle godine skinuti sa rashodovane jugoslovenske raketne fregate 31 „Split” pre nego što je brod oteglen na rezanje u Albaniju.



Iako je Strategijskim pregledom odbrane iz juna 2013. godine bilo planirano da patrolni brodovi „Kotor” i „Pula” budu povučeni iz operativne upotrebe, ove godine je, ipak, odlučeno, da dva najmlađa i nekada najmoćnija ratna broda budu vraćena u službu MVCG.

Brodovi P-33 „Kotor” i P-34 „Pula” sagrađeni su 1987, odnosno 1988. godine kao raketne fregate, odnosno veliki patrolni brodovi u brodogradilištu Kraljevica za potrebe Jugoslovenske ratne mornarice. Nakon istupanja Crne Gore iz savezne države sa Srbijom većina plovila Ratne mornarice Srbije i Crne Gore, izuzimajući efektivne Rečne flotile, pripala je novoj Vojsci Crne Gore. Brodovi ovog tipa imaju dužinu od 91,8 m, širinu od 11,7 m i visinu od 18,3 m. Imaju gaz na pramcu 2,8 m, a na krmu 3,4 m. Pogonsku grupu čine dva dizel motora po 3.883 kW i gasna turbina snage 14.720 kW. Maksimalna brzina iznosi 34 čvora, a ekonomska 23. Ranije su bili naoružani sa po jednim pramčanim dvocevnom topom AK-726 kalibra 76 mm, dva topa AK-230 kalibra 30 mm, četiri lansera raketa brod-brod P-21 ili P-22, dva četvorostruka lansera MTU-4 koji koriste rakete za PVD strela 2M, dva RBU 6000, 2 dva dvostruka lansera osvetljavajućih raketa svitac kalibra 128 mm, te dva raketna bacača mamaca *Baricade*.

Mladen Tišma

Najnovija kineska podmornica klase Yuan i maketa novog broda²⁰

Kineski izvori potvrđuju da momarica Narodnooslobodilačke vojske Kine nastavlja sa modifikacijom konvencionalne podmornice klase 041 *Yuan*, ali da je u toku i rad na projektovanju novog velikog razarača ili krstarice.

Desetog i 11. decembra 2013. pojavile su se prve slike nove varijante podmornice klase *Type 041* koja se negde označava i kao *Type 039A*, *Type 039C* ili *Type 039 X*. Podmornica je upravo porinuta iz brodogradilišta „Wuhan Shipyard kompanije China State Shipbuilding Corporation“ (CSSC), glavnog proizvođača kineskih konvencionalnih podmornica. Na slici koja se pojavila 6. aprila prikazana je nova podmornica *Type 041* sa kosim tornjem, sličnom nemačkim podmorničkim projektima.

Ovakav dizajn tornja možda ukazuje na postojanje dodatnog visokofrekventnog sonara u podnožju tornja kao što je slučaj sa drugim podmornicama sličnog dizajna. Podmornica *Type 041* je nešto duža nego prethodne verzije.

Nezvanični izvori govore da nova varijanta podmornice ima deplasman od oko 3.500 tona umesto 3.000 tona koliko su imale prethodne verzije *Type 041*, što bi moglo ukazivati na to da nova verzija nosi više naoružanja. „IHS Jane's Fighting Ships“ navodi da su postojeće verzije ove podmornice naoružane protivbrodskim raketama *YJ-2 (YJ-82)* i kombinacijom pasivno navodećih (*Yu-4 SA-ET-50*) torpeda i *Yu-3 SET-65E* aktivno/pasivno navodećim torpedima. Podmornica je naoružana i torpedima *Yu-6*. Osnovna izvozna verzija je *S20*, deplasma-na oko 2.300 tona, a prikazana je u februaru 2013. godine.



Nova verzija podmornice Type 039C/type 041 Yuan

Pretpostavlja se da je od 2004. godine porinuto 12 podmornica *Type 041*, dok američki izvori navode da se radi o čak 20 plovila.

²⁰ Jane's Defence Weekly 16 April 2014.



Maketa novog borbenog broda mornarice Kineske narodnooslobodilačke vojske u prirodnoj veličini

Pojavile su se i nove slike makete u prirodnoj veličini novog površinskog ratnog broda koji gradi „China Ship Design and Research Center” ili Institut 701 korporacije „China Shipbuilding Industry”. Model broda je dimenzija sličnih nosaču aviona *Liaoning* koji je izgrađen tokom 2008. i 2009. godine.

Kao i replika nosača aviona, ova maketa će verovatno biti opremljena radarom i drugom defanzivnom i ofanzivnom elektronskom opremom. To će omogućiti i obuku budućih korisnika broda.

Ako je suditi po sadašnjim dimenzijama makete, budući brod biće dugačak 187 m i širok 23 m. S obzirom na ovakve dimenzije očekuje se da će brod biti opremljen vertikalnim lanserom sa 64 ćelije na prednjem i zadnjem delu broda. Takođe se očekuje da će brod posedovati i radar talasne dužine L.

Dragan Vučković

U toku je testiranje ruskog tenka Armata²¹

Rusija je počela testiranje prvog prototipa/pretproizvodnog modela novog tenka *Armata* (Armada) krajem 2013. godine, što bi moglo dovesti do ograničene operativne upotrebe tenka u Ruskoj vojsci tokom 2016. godine.

²¹ Jane's Defence Weekly 5 February 2014.

Glavni ugovarač za tenk *Armata* je korporacija za istraživanje i proizvodnju „UralVagonZavod“, a još 20 velikih ruskih firmi biće uključeno u dizajn, razvoj i proizvodnju ovih vozila.

Tenk *Armata* biće naoružan eksternim topom 125 mm sa 32 granate. Pored konvencionalne municije, top 125 mm moći će da ispaljuje i laserski navođene rakete sa visokoeksplozivnom tandem bojevom glavom na daljinama do 5.000 m. Sporedno naoružanje tenka sastojće se od topa 30 mm i mitraljeza 12.7 mm.

Komandir, nišandžija i vozač sedeće u prednjem delu tenka, u dobro zaštićenom trupu. Top 125 mm i sistem za napajanje municijom nalaziće se u sredini vozila, a dizel agregat visokih performansi na zadnjem delu vozila.



Budući izgled ruskog tenka Armata

Naziv *Armata* takođe se odnosi na univerzalnu borbenu platformu (BMP-T-15) čiji će trup sačinjavati osnovu za celu seriju borbenih vozila guseničara.

Rusija i dalje nudi modernizovane verzije tenka *T-72*. Ova verzija opremljena je odbrambenim sistemom *Arena-E*.



Teško borbena vozila pešadije (BVP) pod nazivom *Obyekt 148* biće opremljeno daljinski upravljanim oružnom stanicom kompanije „Design Bureau Epoch Almary” koja je naoružana topom 30 mm 2A42, koaksijalnim mitraljezom 7.62 mm i nosačima za dve laserski navođene rakete *Kornet-EM* sa obe strane kupole. Oružna stanica takođe će biti montirana na novi BVP *Kurganets*, kao i na BVP *Bumerang* 8X8 koji će zameniti oklopni transporter BTR-80A.

U međuvremenu, teški oklopni transporter BMO-2 NBC imaće posadu od dva člana i šest ukrcajnih vojnika, a biće opremljen nosačima na kojima će se nalaziti RPO *Shmel*, ručni raketni lanseri. BMO-2 biće opremljen i daljinski upravljanim oružnom stanicom naoružanom topom 30 mm i koaksijalnim mitraljezom, a zameniće stariji BMO-T – teško oklopno borbena vozila zasnovano na trupu tenka T-72.

Planirani tenk nosač mosta nosi naziv MT-A. Biće opremljen mostom iz tri dela koji se spušta sa prednje strane vozila. MYM-A verzija biće inženjerska verzija opremljena dozerom sa prednje strane i sistemom za kopanje rovova sa zadnje strane.

Takođe, predviđeno je i vozilo USM-1 – univerzalni minopolagač koji će imati devet modula sa zadnje strane za polaganje mina.

Pored toga, postojeći raketni sistemi TOS-1 220 mm (30 raketa) i TOS-1A 122 mm (24 rakete) koji su montirani na trup tenka T-72 biće zamenjeni sličnim sistemima zasnovanim na trupu *Armata* pod nazivom BM-2.

Sa druge strane, iako je Rusija razvila samohodni artiljerijski sistem sa paralelnim topovima 152 mm/2S35 *Koalitsya* montiran na modifikovanom tenkovskom trupu, taj sistem nije nikada ušao u operativnu upotrebu. Umesto toga, Rusija sada razvija novi samohodni artiljerijski sistem baziran na trupu *Armata*, koji će zameniti sisteme u operativnoj upotrebi 2S19 koji takođe nose oznaku MSTA-S.

Novi samohodni artiljerijski sistem biće naoružan novim oruđem kompanije „UralVagonZavod”, artiljerijski pogon broj 9. Ova kompanija takođe proizvodi i osnovno naoružanje tenkova T-72 i T-90. Pretpostavlja se da će novi samohodni sistem biti i dalje zasnovan na ruskom kalibru 152 mm umesto NATO kalibru 155 mm. Projektovana je eksportna verzija samohodnog artiljerijskog sistema 155mm/52, pod nazivom 2S19M1, ali nije poznato da li je ovaj sistem ušao u serijsku proizvodnju.

Postoji i verzija tenka *Armata* – oklopno vozilo za izvlačenje i popravku pod nazivom *Obyekt 152*, dok je verzija za razminiravanje vode pod nazivom *Obyekt 145* zasnovana na trupu tenka T-90, a verzija *Obyekt 195* na trupu napuštenog projekta tenka T-95.

Projekat, razvoj i proizvodnja u okviru kompanije „UralVagonZavod” biće sprovedeni u pogonima „Nizhny Tagil” gde se i dalje proizvode tenkovi T-90 za izvoz. Sa druge strane, u Omsku, gde se proizvodio T-80, biće projektovane i razvijane specijalizovane verzije.

Danas je „Nizhny Tagil” jedini pogon za proizvodnju tenkova u Rusiji. Osim za potrebe ruske vojske, isporučuje tenkove T-90 u Alžir, Indiju (uključujući licenciranu proizvodnju) i Turkmenistan. Libija je takođe sklopila ugovor radi modernizovanja jednog dela svojih tenkova T-72, ali i nabavku T-90. Iako je ugovor iz nekih razloga pod znakom pitanja, nešto je već isporučeno, a to su razarači tenkova *Khrizantema-S*.

Radi nastavka proizvodnje tenkova T-90, „UralVagonZavod” je razvio eksportnu verziju T-90MS koja sadrži poboljšane elemente, ali i modernizovane verzije tenka T-72 opremljene najnovijim sistemom aktivne zaštite *Arena-E*, predviđenog za upotrebu u gradskim borbama i vozila za podršku BMPT-72.

Dragan Vučković

Indija prikazuje modernizovanu verziju tenka Arjun Mk II²²

Indija je prikazala najnoviju verziju domaćeg tenka *Arjun Mk II* na paradi povodom dana državnosti 26. januara 2014. godine u Nju Delhiju.

Ova verzija poseduje niz elemenata koji nisu viđeni na modelu koji je započeo poslednju etapu testiranja tokom avgusta 2013. u pustinji Rajasthan.



Arjun Mk II na paradi u Nju Delhiju

Integrirani eksplozivno-reaktivni oklop montiran je na prednjem delu tenka, kao i na prednjem delu kupole.

Otpornost tenka je dodatno poboljšana instalacijom onoga što izgleda kao sistem za upozoravanje na lasersko ozračivanje sa protivmerama koji razvija izraelska kompanija „Elbit“. Četiri elementa sistema montirana su na svakom uglu kupole radi pokrivanja od 360 stepeni. Međutim, na taj način postaju osetljivi na pogotke iz pešadijskog naoružanja i na parčad granata.

Postavljena je daljinski kontrolisana oružna stanica naoružana mitraljezom 12.7 mm.

Vozilo je, takođe, opremljeno sa po osam bacača granata 81 mm sa svake strane kupole koje liče na one postavljene na ruski T-72M1 i indijski T-90.

²² Jane's Defence Weekly 5 February 2014.

Olučeni top 120 mm je zadržan, a mitraljez 7.62 mm postavljen je koaksijalno. Top 120 mm opremljen je termalnom zaštitom, ekstraktorom dima i referentnim sistemom na ustima cevi, što omogućava posadi nameštanje nišanske linije bez napuštanja vozila.

Kako navodi kompanija „Defence Research and Development Organization“ (DRDO), koja je projektovala tenka *Arjun*, top pored konvencionalne municije ispaljuje i termobarične granate 120 mm, kao i laserski vođene rakete. Kada su u pitanju rakete, izgleda da se radi o projektilu izraelske kompanije „Israeli Aerospace Industries, LAser Homing Anti-Tank“ (*LAHAT*). Raketa je snabdevena visokoeksplozivnim punjenjem sa tandem-bojevom glavom za uništavanje ciljeva opremljenih eksplozivno-reaktivnim oklopom.

Mogućnost ispaljivanja projektila LAHAT omogućiće tenku *Arjun Mk II* angažovanje meta daleko van efektivnog radijusa konvencionalnih granata 120 mm. Maksimalni radijus dejstva sistema LAHAT iznosi preko 8 km.

Tenk je snabdeven kompjuterizovanim dnevnim/termalnim sistemom za upravljanje vatrom i panoramskim sistemom za osmatranje na desnoj strani kupole. Kako sistem ima nekoliko otvora, to govori da tenk ima dnevno/noćnu, kao i sposobnost merenja laserskim daljinomerom, što znači da može da radi u režimu lovac-ubica.

DRDO je predvidela naručivanje oko 250 tenkova *Arjun Mk II* po ceni od oko 6 miliona dolara po vozilu. Kompanija je, takođe, izjavila da *Arjun Mk II* ima mogućnost automatskog praćenja ciljeva i kopneni navigacijski sistem. Tenk poseduje i izduvne panele na zadnjem delu krova kupole.

Dragan Vučković

Podmornica klase Andrasta za obalne vode Južne Azije²³

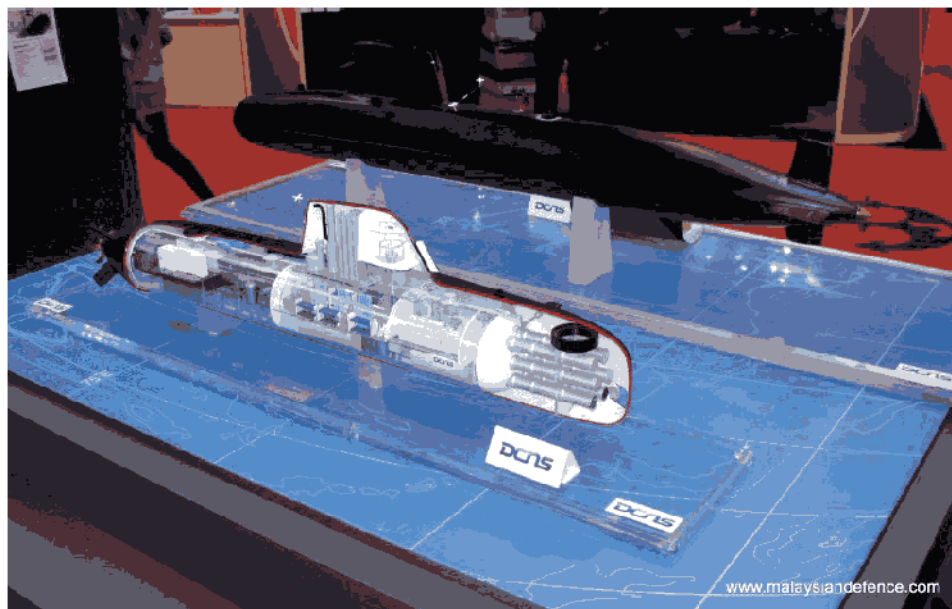
Francuska kompanija DCNS nudi svoj koncept kompaktne podmornice *Andrasta* mornaricama Južne Azije za upotrebu u plitkim obalnim vodama.

Koncept podmornica prikazan je 15. aprila 2014. godine na izložbi naoružanja u Kuala Lumpuru.

Andrasta je predviđena za upotrebu u plitkim vodama kao patrolna podmornica. Podmornica je visokoautomatizovana radi smanjenja deplasmata i umanjenja troškova održavanja. Naoružana je sa šest torpednih cevi koje se pune torpedima ili protivbrodskim raketama. Opslužuje je posada od 19 ljudi, ima maksimalni radijus dejstva preko 3.000 milja i može ostati pod vodom pet dana.

Podmornica je relativno slabo naoružana, jer je predviđena za podršku specijalnim snagama, prikupljanje informacija i kao sredstvo odvratanja protiv pomorskih upada.

²³ Jane's Defence Weekly 23 April 2014.



Podmornica Andrasta

Kompanija je navela da trenutno radi na predlogu Indonežanskoj momarici, ali da postoji interesovanje još nekoliko južnoazijskih, kao i zemalja srednjeg istoka za nabavku podmornice *Andrasta*.

Dragan Vučković

Indija je uspešno testirala domaću raketu vazduh-vazduh *Astra*²⁴

Indija je 4. maja 2014. godine uspešno testirala domaću raketu vazduh-vazduh *Astra* van vizuelnog dometa koja je lansirana sa lovca SU-30MKI indijskog ratnog vazduhoplovstva.

Odbrambena organizacija za istraživanje i razvoj (*DRDO Defence Research and Development Organisation*) izdala je saopštenje da je raketa ispunila misiju uspešnim odvajanjem sa lovca SU-30. Test je takođe dokazao pravilno funkcionisanje domaćeg data-linka, kompjutera, inercijalnog navigacionog sistema i fiber-optičkog žiroskopa.

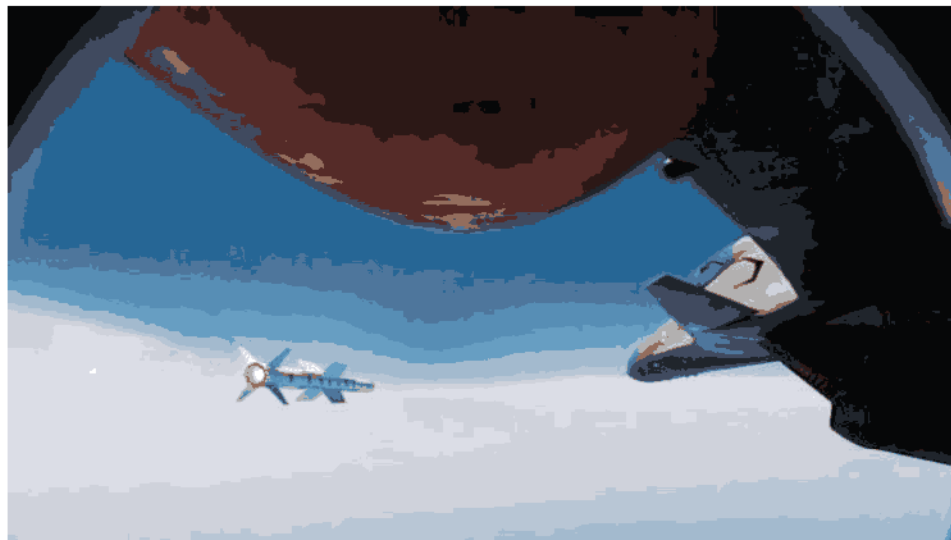
Nakon što je raketa isprobana u letu uskoro sledi lansiranje protiv prave mete.

DRDO je započela razvoj rakete *Astra* kao rakete upotrebljive u svim vremenskim prilikama koja spada u istu klasu kao što su *Denel R-Darter*, kineska

²⁴ Jane's Defence Weekly 14 May 2014.

LY-60/PL-11 i MBDA IRIS-T. Raketa prikazuje elemente dizajna francuske Ma-tra R 530D i ruske rakete AE/R-77 (AA-12 Adder).

Prvo razvojno testiranje rakete izvršeno je još u maju 2003. godine, ali je nakon toga usledila decenija puna tehničkih problema.



DRDO je uspešno testirala integraciju rakete sa odgovarajućim instrumentima na lovcu SU-30, kao i letno testiranje propulzivnog sistema, aerodinamičkih performansi i osnovnih letnih sistema koji su izmenjeni u januaru 2014. godine.

Zvaničnici kompanije sada su uvereni da će završiti projekat *Astra* do decembra 2016. godine.

Astra je jednostepena raketa sa čvrstim gorivom, 3,57 metara dužine i prečnika 178 mm, sa lansirnom masom od 154 kg i konvencionalnom bojevom glavom od 15 kg. Raketa poseduje aktivno radarsko navođenje u završnoj putanji, elektronske protivmere i bezdimni raketni motor.

Raketa je projektovana za zahvat ciljeva velike brzine na kratkim razdaljinama (do 20 km u lovačkom režimu, lansirana prema repu cilja) i ciljeva na velikim razdaljinama (do 80 km kada je lansirana na čeonu odraz cilja). Na nivou mora raketa može imati domet do 44 km kada je lansirana sa visine od 8.000 m i 80 km kada je lansirana sa visine od 15.000 m).

Raketom *Astra* biće opremljeni ne samo lovci SU-30 već i avioni *Mirage 2000H*, *MiG-29 Fulcrum* i *HAL Tejas LCA*.

Do kraja godine predviđeno je i testiranje verzije Mk II rakete *Astra* koja će imati domet od 100 km.

Dragan Vučković

Ruska mobilna robotika i automatika*MRK – ruski mobilni robotski sistem*

Foto: IA „Rusko oružje“, Aleksej Kitajev

MRK je skraćenica za seriju „mobilnih robotskih sistema“ (MPK – Мобильный робототехнический комплекс),²⁵ koji predstavljaju još jednu novinu u osavremenjavanju ruskih oružanih snaga. Reč je o višenamenskoj modularnoj robotizovanoj guseničnoj platformi na koju može da se postavi naoružanje, oprema za rad sa eksplozivnim sredstvima i municijom, kompleksni vatrogasni sistemi ili protivpožarni uređaji, inženjerski dodaci, protivminska i druga oprema opšte vojne, policijske i protivpožarne namene.

Takva platforma, sa automatski spregnutim naoružanjem, u ruskoj vojnoj terminologiji predstavlja daljinski upravljaju borbenu jedinicu. Platforma je osposobljena da se kreće različitim vrstama terena, a sistemi koje poseduje u stanju su da uočavaju protivničke pokretne i nepokretne ciljeve i dejstvuju po njima vatrenim oružjem. Ovakva borbena jedinica može da se upotrebi za izviđanje protivničkih položaja, za vatrenu podršku pešadije tokom njenog nastupanja u jurišnim dejstvima ili da obezbeđuje povlačenje. Robotska borbena jedinica kontroliše se radio-vezom sa udaljenosti do 5 kilometara. Veza je zaštićena od protivničkih elektronskih dejstava.

Na robotizovanoj pokretnoj platformi načinjeno je univerzalno ležište u koje se mogu postaviti teški mitraljez „kord“ kalibra 12.7 mm, tenkovski mitraljez „ka-

²⁵ ИА „Оружие России“, Новости, Вооруженные силы, 11 Июня 2014 (Среда); http://www.arms-expo.ru/news/armed_forces/

lašnjikov" (PKT) kalibra 7.62 mm, odnosno automatski bacači granata AH-17A 30 mm ili AG-30/29. Pored toga, opremu robotske borbene jedinice sačinjavaju i laserski daljinomer, žiroskopski stabilizator platforme, senzori koji mere uticaj meteoroloških činilaca na preciznost dejstva i balistički računar. Računar obezbeđuje preciznost dejstva. Projektovan je tako da funkcioniše u složenim topografskim i meteorološkim uslovima.

Robotski sistem za nišanje ima kameru koja automatski snima teren ispred vozila. Snimke analizira složeni kompjuterski program. Na osnovu predefinisanih algoritama računar, u slici, uočava do deset protivničkih ciljeva u pokretu. Ciljevi mogu da se prate u krugu 360 stepeni. Korak pokretanja oružanih i optoelektričnih komponenti je 60 stepeni u sekundi. Električni motor i ostali sistemi napajaju se akumulatorom koji omogućava samostalan rad do 10 sati, a u „sleep modu" (pasivno osmatranje i detekcija pokreta) do sedam dana. Opseg kretanja je zaista imponzantan – ova borbena jedinica može da pređe, s jednim punjenjem, do 250 km. Radna temperatura uređaja i sistema je od -40 do +40°C.²⁶

Noviji model borbene robotizovane stanice MRK-25 predstavljen je na sajmu naoružanja ADEX-2014 u Azerbejdžanu (Азербайджанская республика, г. Баку, „Баку Экспо Центр"), dok je prethodni (osnovni) model MRK-002-BG-57 (MPK-002-БГ-57) prikazan na izložbi 2013 RAE (Выставке вооружений Russia ArmExpo 2013).

Robotizovana platforma razvijena u kompaniji „Naučno-istraživačka proizvodna korporacija Uralski zavod za vozila" (ОАО Научно-производственная корпорация Уралвагонзавод), a sistem za upravljanje konstruisan je u kompaniji „Mobilna robotika AD Iževski radiozavod" (ОАО Ижевский радио-завод). Razvoj tog robotskog sistema podržalo je, najpre, rusko Ministarstvo za vanredne situacije, zahtevajući višenamensku platformu za protivpožarnu opremu, koja bi pomogla u ga-

Naziv dela sistema, karakteristika	Vrednost
Maksimalna udaljenost kontrole i upravljanja, m	5000
Kontrolni i optoelektrični sistemi	Zaštita daljinskog kontrolnog signala od neprijateljske ED Laserski daljinomer, termovizijska kamera, balistički računar Automatsko praćenje ciljeva i upravljanja oružjem u pokretu
Brzina okretanja postolja za oružje i optoelektronske sisteme, stepen/s	60° (57°)
Sistem za kontrolu stabilnosti	Žiroskopska kontrola platforme za oružje
Vrsta oružja/municije:	Mitraljez „kalašnjikov" (PKT) sa 500 metaka 7,62 mm 12,7 mm mitraljez „kord" (ili The Rock) sa 300 metaka Automatski bacač granata AG-17A 30 mm ili AH-30/29
Brzina na terenu, km/h	35
Trajanje baterije u pokretu, sat	10
Domet kretanja, km	250
Radna temperatura, °C	-40 ... +40
Ukupne dimenzije, mm	3000X1800X1260
Masa, kg	1100

²⁶ MPK-BT-1 — новый робот Ижевского радиозавода, 15 мая 2014, На Международном салоне „Комплексная безопасность" (20—23 мая 2014г.) Ижевский радиозавод представит новый роботизированный комплекс для взрывотехнических работ. <http://www.irz.ru/products/14/389.htm>

šenju vatre na mestima gde ljudskom činiocu nije moguć pristup, kao i platformu za rad sa improvizovanim eksplozivnim predmetima. Platforma je bila namenjena i za pretragu terena i otkrivanje minsko-eksplozivnih sredstava, njihov transport i odlaganje, kao i za izviđanje, osmatranje i otkrivanje opasnosti za potrebe policije i snaga za dejstva u slučaju vanrednih situacija.

Međutim, nakon što je platforma razvijena, vojni stručnjaci su uočili njen potencijal za nošenje vatrenog naoružanja i upotrebu u borbenim dejstvima. Tako je ova platforma postala i robotizovana mobilna borbeno stanica sa mnogo više mogućnosti. Za razliku od prethodnog modela MRK-002-BG-57, nova verzija ovog robotskog vozila tipa MRK-25 teži 189 kg, može da postigne brzinu do 35 km/h (u radnim i borbenim uslovima brzina je 0,7 m/h), a kontroliše se radio-vezom do 5 km. Ukoliko se upotrebljava za otklanjanje eksploziva, na platformu se postavlja manipulativna ruka, a pomoću kabla, dugog 100 m, priključuje se prenosni računar ili vojni tablet sa programom za upravljanje (Мобильный робот для обезвреживания взрывоопасных объектов). Takav robot poseduje tri monohromatske kamere, a osposobljen je da ponese 15–25 kg tereta. Inače, za sve modele vreme operativnog korišćenja, bez zamene punjivih baterija, iznosi 2 časa. Dužina vozila je 950 mm, širina 650, a visina 900 mm.

Tokom razvoja izrađeno je više prototipova različitih dimenzija. Šasija sa pogonom ima promenjivu geometriju i elektromehaničke transmisije za (p)okretanje točkova koji nose gusenice. Pokušalo se koristiti pogon sa benzinskim motorom, ali se električni pokazao pogodniji. Pogonski sistem i konstrukcija gusenica omogućava kretanje u urbanim sredinama, odnosno objektima sa tlom od betona, asfalta, mermera, drveta, kao i po gusto pošumljenom zemljištu i peskovitim terenima. Mali pritisak na tlo (oko 3,5 kPa), težinski odnos snage motora i šasije obezbeđuju visoku pokretljivost i na terenu prekrivenom snegom. Vodio se računa da se platforma može kretati po tlu različite čvrstoće, bilo da je pokriveno opalim lišćem, travom i šibljem do 2 m visine, kroz sneg dubine do 500 mm, na tlu raskvašenom od kiše, kao i po poplavljenim terenima gde voda ne prelazi 500 mm dubine. Naravno, podrazumeva se i pokretljivost na ledu.

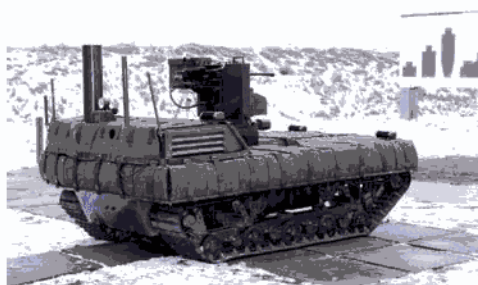
MRK-27 BT

U seriju modela robota sa oznakom MRK spada i model MRK-27 BT (Мобильный робототехнический комплекс МРК-27 БТ), robustno naoružano robotizovano gusenično vozilo sa daljinskim upravljanjem (*opisano u VTG 2/2013 str 334-337*). Ovaj robot može istovremeno da dejstvuje iz tri različita oružja, odnosno da se koristi u protivpešadijskim dejstvima, za uništenje bunkera i utvrđenih vatrenih tačaka, ili u borbi protiv tenkova i oklopljenih borbenih vozila. Koncipiran je za borbu umesto vojnika, u situacijama kada su ugroženi njihovi životi, pa je nazvan „robotski vojnik“. Vatrene snaga robota MRK-27 BT uporediva je sa borbenim sposobnostima lakog tenka. Može da bude naoružan sa dva bacača plamena „šmelj“, dva raketna bacača granata RShG-2, mitraljezom „pečeneg“ i 6 bacača sa po 100 patrona dimnih bombi. Oružje ne treba da se podešava prema robotu, pošto postoji unificirano postolje, na koje se svako oružje može lako postaviti. Postolje se može okretati više od 100 stepeni po horizontali i pokretati po visini oko 45 stepeni.

Uređaj za kočenje automatski menja i potisak motora po klizavim ili površinama sa različitim slojevima opalog materijala na tlu. Za automatsku kontrolu kretanja u šasiju je ugrađen sistem upravljanja SUD MRTK (Система управления движением МРТК). Postavljena je i termovizijska kamera za noćno osmatranje i nišanje. Pored elektrooptičkih, ova robotska borbeni stanica ima i audio senzore.

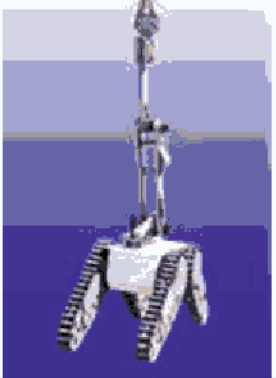
Modularna konstrukcija omogućava kompletnu promenu tehnološke opreme ili naoružanja, u zavisnosti od primene. Tako se na platformu, umesto oružja, može postaviti i robotska ruka sa petostepenim manipulantskim položajima, sistem za gašenje požara ili osmatračka i izviđačka oprema. Posедуje i sistem za osvetljavanje.

U izviđačkim i borbenim okolnostima, platformom i sistemima upravlja se najčešće „integriranim digitalnim sistemom za daljinsko upravljanje i prenos podataka” (Бортовая цифровая система дистанционного управления и передачи информации). Daljinski se kontrolišu pogonski sistem i senzori, kao i moduli sa naoružanjem. U sistemu daljinskog upravljanja je inteligentni interfejs, koji automatski kontroliše sve opcije agregata, nivo temperature i pritiska ulja, radnu brzinu u zavisnosti od opterećenja i komplet za aktivno hlađenje.



Model robotske mobilne naoružane jedinice MRK VN (Робототехнический комплекс МРК ВН)

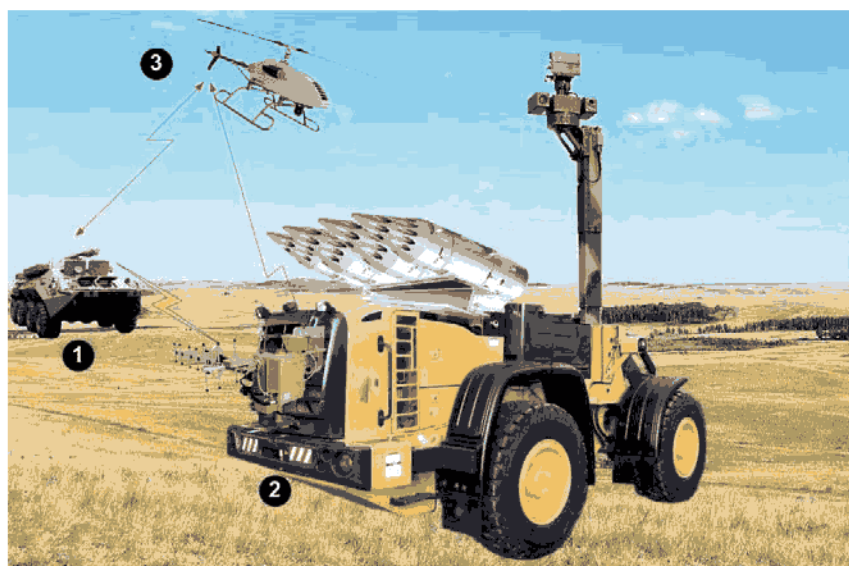
	Na osnovu robotizovane platforme MRK razvijeno je više različitih modela i tipova borbenih i neborbenih vozila. Model „Mobilna robotika” MRK-01 namenjen je za potragu i otkrivanje eksplozivnih ubojnih sredstava i njihovo uništavanje.
	Vozilo model „Mobilna robotika” MRK-02 takođe ima istu namenu u razminiranju minskih polja i potrazi za improvizovanim eksplozivnim napravama u urbanim sredinama.
	Model MRK-15 projektovan je za vizuelno izviđanje, potragu, odnošenje ili uništavanje eksplozivnih sredstava. Daljinski se upravlja TV kamerom i mehaničkom rukom.

	Model MRK-25 poseduje opremu za vizuelno izviđanje, EOD komplet za prenošenje i uništavanje eksplozivnih naprava. Projektovan je da se može kretati stepenicama i preko neravnog terena.
	Model MRK-26 namenjen je za proveru tereta koji se priprema za transport ili skladištenja, a za koje se pretpostavi da mogu predstavljati eksplozivnu napravu ili ona može biti skrivena u pakovanju.
	Model MRK-27 koristi se za inspekciju, potragu i neutralizaciju eksplozivnih naprava, u uslovima hemijske kontaminacije i u oblastima visoke radioaktivnosti.
	Robot MRK-35 modifikovan je za rukovanje teretom prilikom transporta predmeta u mekim i tvrdim pakovanjima, detekciju eksploziva u robi na carini.
	MRK-61 je namenjen za otkrivanje zračenja, kontrolu radijacije, određivanje granica kontaminiranog područja i eliminaciju izvora zračenja prilikom utovara i istovara raznih tereta.
<i>Više modela robotskih vozila na šasiji MRK (Mobilna robotika)</i> Foto: Ministarstvo odbrane Rusije	

Za napajanje se koriste punjive baterije sa konvertorom napona od 12 V, 24 V, 48 V – u zavisnosti od vrste upotrebe. Automatski se kontroliše i nivo pražnjenja baterija, jačina struje, stabilnost napona i temperatura energetskih izvora.

Ruski stručnjaci za robotiku nameravaju da u narednom periodu, u skladu sa napretkom informatičko-komunikacione i druge tehnologije unaprede i modernizuju modul MRTK, pa je narednim planom „Vuk 2” (План развития и модернизации МРТК „Вук-2”) obuhvaćeno razvijanje brojnih dodatnih sistema koji poboljšavaju njegove performanse, manevarske i borbene karakteristike. Posebna pažnja posvećena je usavršavanju „inteligentnog sistema za detekciju nepravilnosti terena i uočavanju objekata” (Интеллектуальная система обнаружения локальных неровностей и объектов на местности). Taj sistem omogućava uočavanje prepreka koje ometaju slobodno kretanje i planiranje njihovog zaobilazka ili prelazak preko prepreke u nepoznatom okruženju. U šasiju je ugrađen i automatski sistem stabilizacije MRTK. On obezbeđuje kontrolu kretanja platforme po različitom nepravilno ispresecanom terenu, posebno kada se prelazi na glatke površine, uzimajući u obzir uticaje koji nastaju kada se gusenica približava prepreci. U vanrednim situacijama može da blokira sistem za kretanje ili da obezbedi ravnomernu silu gusenica na podlogu, kako bi se sprečilo proklizavanje.

Robotska udarna snaga



Ilustracija prototipa konfiguracije mobilnog sistema robotskih višelansirnih raketnih kompleta sa četiri lansera B8M-1.

- Legenda: (1) pokretni kontrolno-upravljački modul smešten u oklopnom vozilu BTR,
(2) platforma MRK-MRL-2 sa raketnim lanserima,
(3) bespilotna letelica artiljerijskog sistema za izviđanje i navođenje vatre

Autor: NPO „Progres”

U okviru osavremenjavanja vojne taktike u ruskoj kopненоj vojsci razvija se koncept robotskih sistema koji će sačinjavati udarnu snagu jedinice. Tu svoju funkciju realizovaće robotizovanim sistemima za preciznije dejstvo po protivničkim ciljevima. To se, pre svega, odnosi na robote naoružane bacačima granata i mitraljezima, vodnog sastava u mehanizovanim pešadijskim (motorizovanim streljačkim) bataljonima MSB (гранатометных взводов мотострелковых батальонов)²⁷, koji dejstvuju na izdvojenim pravcima, gde je otežana vatrena podrška brigadnom artiljerijom. U brigadi kopnene vojske postojalo bi nekoliko takvih jedinica (ОМСБР – отдельных мотострелковых бригад Сухопутных войск). Moguću opciju predstavljale bi jedinice sa robotizovanim raketnim lanserima (РСЗО – реактивной системы залпового огня), čiju robotsku platformu bi predstavljao sistem MRK (МРК – мобильни робототехнически комплекс).

Ideja je razvijena na nekoliko realnih osnova, a sagledana je analizom borbenih dejstava u savremenim ratovima i lokalnim oružanim sukobima širom sveta. Pored ostalih činilaca, analiza vatrene dejstava u oružanoj borbi (reč je o kopnenim dejstvima), pokazuje da artiljerijska vatra obuhvata do 70% dejstava, u raznim fazama borbenih aktivnosti. Zbog toga, u većini armija sveta postoje formacijski sastavi artiljerijskih jedinica kopnene vojske sa takvim vatrene sistemima koji mogu da obezbede, najpre, potrebnu dubinu vatrene dejstva po protivniku. Sledeća karakteristika savremenog artiljerijskog dejstva je mogućnost brzog prenosa vatre u dubinu protivničkog borbenog rasporeda, radi sprečavanja manevrisanja njegovih jedinica. Ovakva dejstva su dominantna, kako u odbrani, tako i u napadu. Artiljerija kopnene vojske, kao što je poznato, koristi topove, haubice, minobacače i raketne artiljerijske sisteme sa proračunatom vatrene moći. Artiljerijskim oružjima i oruđima dejstvuje se po pešadiji, oklopnim i mehanizovanim snagama protivnika, utvrđenim objektima i značajnim vatrene ciljevima radi njihovog neutralisanja ili uništenja. U ruskoj kopненоj vojsci postoje i taktički raketni sistemi, kao i raketni sistemi protivvazdušne odbrane.

Vojni stručnjaci Penzenskog artiljerijskog inženjerijskog instituta PAII (Пензенский артиллерийский инженерный институт – ПАИИ), od 2010. godine, sa Vojno-naučnim i istraživačkim centrom kopnene vojske i Opštevojnom akademijom oružanih snaga Ruske Federacije (Военный учебно-научный центр Сухопутных Войск, Общевойсковая академия Вооружённых Сил Российской Федерации), istraživali su različite aspekte artiljerijskih dejstava u kopненоj vojsci. U svojim studijama, simulacionim modelima i virtuelnim eksperimentima sa više vrsta artiljerijskih oružja, ukazuju da povećanje mogućnosti artiljerije dugog dometa za 2,1 puta, savremenim tehničkim unapređenjima, omogućava artiljerijskim jedinicama da protivničkoj strani nanesu gubitke za 40–45% više nego sa oruđima koja nisu unapređena.

Izučavajući oružanu borbu, a posebno dejstva artiljerijskih raketnih oružja, ruski istraživači i vojni stručnjaci sa instituta PAII koncipirali su robotizovani sistem od tri komponente: upravljačkog modula na oklopnom transporteru, bespilotnom letelicom za osmatranje, otkrivanje ciljeva i navođenje artiljerijske vatre, kao i sa vozilom na

²⁷ Мобильный робототехнический комплекс гранатометного взвода мотострелкового батальона, Информационное агентство Оружие России 19.05.14, <http://www.arms-expo.ru/analytics/perspektivnye-razrabotki/mobilnyy-robototekhnicheskii-kompleks-granatometnogo-vzvoda-motostrelkovogo-batalona/>

kojem se nalaze raketni lanseri granata 30 mm,²⁸ ili nekim drugi vatreni sistemi. Taj robotizovani sistem, takođe je modularan, pa je na njega moguće namestiti i avionske, odnosno helikopterske lansere raketa vazduh-zemlja B8M-1.



Pretpostavljena konfiguracije samohodnog borbenog vozila sa 22 cevi bacača granata, pri čemu se upravljačka stanica nalazi u oklopnom transporteru (1), lansirni sistem na MRK platformi (2), a osmatranje i navođenje obavlja se bespilotnom letelicom (3)

Ideja je poznata. Međutim, stručni tim je veoma detaljno i u celosti razradio sve detalje, što bi moglo predstavljati osnovu za dalje usavršavanje ovakvih vrsta robotizovanih oružja. Praksa govori da su, u mnogim lokalnim oružanim sukobima na Bliskom i Dalekom istoku, severnoj Africi i posebno u Libiji (2011. godine), pobunjenici na mala transportna vozila, nazivana i pikap, na karoseriju postavljali mitraljeze, bestrajna oruđa i avionske, odnosno helikopterske lansere raketa. Ruski stručnjaci su ova iskustva temeljito analizirali i izvukli saznanja koja ukazuju na prednosti takvih oružanih sistema, posebno u brzim dejstvima kojima je moguće ostvariti snažnu artiljerijsko-raketnu vatru po protivniku.

Inače, to su prve studije ovakve vrste borbenih dejstava u savremenim oružanim sukobima poslednjih godina.

S obzirom na to da jedan robotski borbeni sistem sa raketnim oružjem, mitraljezima i bacačima bombi predstavlja ekvivalent jednog lakog tenka, jasno je da je njegova borbeno sposobnost značajna u procenama borbenih efekata artiljerijskim oružjem. Robotizovana borbeno jedinica, naoružana pešadijskim, pro-

²⁸ С. А. Мосиенко, Мобильны й робототехнически й комплекс гранатометного взвода мотострелкового батальона, ООО НПО „ПРОГРЕСС“, 11. 03. 2014. г. Москва, http://www.mriprogress.ru/_files/M5.pdf

tivtenkovskim, artiljerijskim i drugim oružjima predstavljala bi, prema stavovima stručnjaka u studiji Penzenskog artiljerijskog inženjerijskog instituta, snažnu udarnu snagu bataljona ali i većih jedinica. Vod daljinski upravljanih „mehaničkih vojnika“, na samohodnim brzim, senzorski opremljenim i daljinski vođenim robotizovanim platformama, posedovao bi veoma snažnu vatrenu snagu za podršku pešadije. Posebno bi bio efikasan u dejstvu na jedinice koje se nalaze izvan skloništa, u rovovima i na otvorenom terenu. Proračuni pokazuju da bi, u punoj snazi robotizovana jedinica mogla da podrži mehanizovani pešadijski bataljon, omogućujući koncentracije vatre na glavnom ili pomoćnom pravcu dejstava.

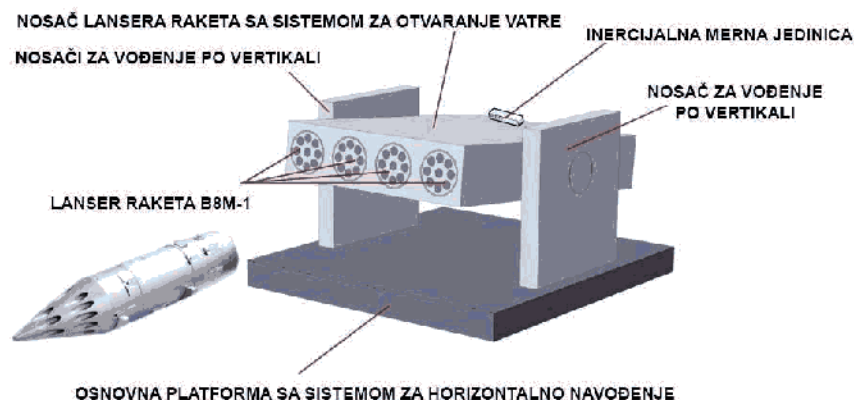
Pri tome su načinjeni proračuni koji kazuju da bi najefikasnija bila organizaciona struktura (организационно-штатную структура - ОШС), koja bi se sastojala od vodova (baterija) lansera raketa na mobilnom robotskom sistemu MRK-RSZO-2 (гранатометного взвода МСБ батареи мобильных робототехнических комплексов реактивной системой залпового огня МРК-РСЗО-2), sa lanserima B8M-1 kalibra 80 mm, koji dejstvuje nevođenim raketama S-8. Njima bi se ostvarivalo efikasno dejstvo na daljinama do 4000 m. Reč je, dakako, o lanserima nevođenih raketa koji se koriste u ruskom vazduhoplovstvu, a videli smo ih i u ratu u Libiji, kada su ih pobunjenici koristili nameštene na vozila tipa pikap (pick-up).



Improvizovana upotreba raketnog lansera B8M-1 sa pikap vozila tokom rata u Libiji 2011. g.

Početkom 2014. godine koncipirana su i četiri prototipa kompleta robotizovanog automatskog vozila sa bacačem granata AGS-17 „plamja“ (автоматический гранатомет Пламя) kalibra 30 mm, dometa 1700 m. Proračunato je da se borbene sposobnosti ovakve jedinice povećavaju dvostruko, odnosno ovakvi sistemi mogu ispaliti duplo veću količinu eksplozivne municije, čime i vod robotizovanih bacača granata postaje jedinica sposobna da ostvari osnovnu zamisao komandanta na glavnom ili pomoćnom pravcu dejstva.

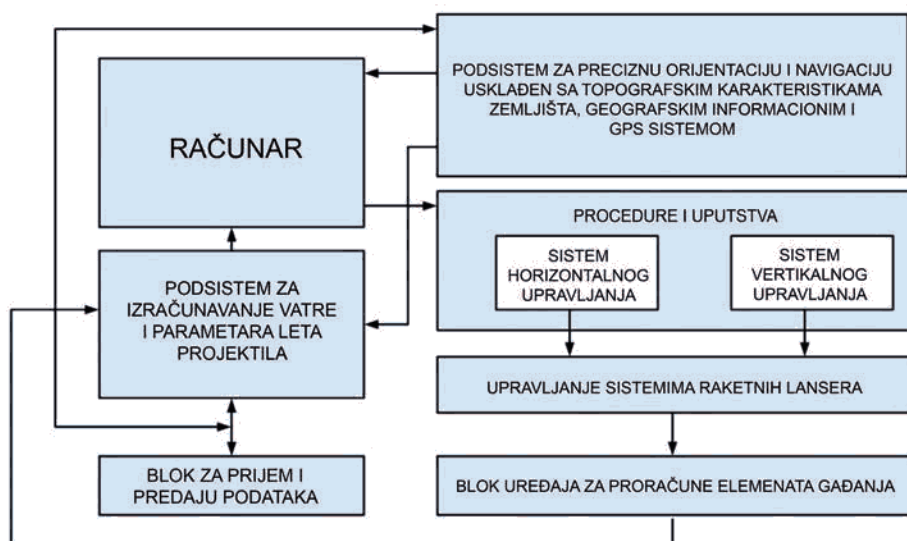
Pored robotizovanog raketnog sistema „plamja“, na osnovu analogije sa sistemima oružja na platformi MRK (daljinski upravljane borbene jedinice), naoružanih lakim pešadijskim i protivoklopnim oružjem, ruski vojni stručnjaci zamislili su složeniju konfiguraciju, čija osnovna platforma poseduje sve specifičnosti robotizovanog borbenog sistema. Konfiguracija borbene jedinice robotizovanih raketnih sistema pokazuje da bi se u sastavu robotskog voda uspešno mogli koristiti i sistemi zasnovani na osnovu nadograđene robotske platforme sa sistemom raketnih lansera PU B8M-1.



Varijanta načelnog sistema raketnih lanseera PU B8M-1 za nadogradnju na robotsku platformu

Izvor ilustracije NVO „Napredak”/Rajs

Da bi ove platforme učinili efikasnijim, vojni inženjeri i praktičari instituta PAI pozabavili su se i problemom poznatim kao „osciliranje projektila po visinu i pravcu nakon ispaljivanja”, što značajno utiče na preciznost dejstva. U tu svrhu razvijen je nov tip amortizera koji, takođe, koriste višecjevni bacači raketa raznih kalibara.



Automatizovani sistem za nišanje i kontrolu vatre ASUNO PU B8M-1

Autor: NVO „Napredak”/Rajs

Kao što je već rečeno, robotska borbena jedinica poseduje laserski daljinomer, žiroskopski stabilizator platforme, senzore koji mere uticaj meteoroloških činilaca na preciznost dejstva i balistički računar. Koristeći sistem za kontrolu vatrenog dejstva razvijen za sistem „smerč“ (боевой машине БМ 9А52-2 РСЗО „Смерч“), ruski vojni stručnjaci su za MRK-RSZO-2 razvili automatizovani sistem za nišanje i kontrolu vatrenog dejstva ASUNO (автоматизированную систему управления наведением и огнем - АСУНО). Pri tome se posebno vodilo računa da implementacija kontrolnog i upravljačkog sistema ASUNO ne narušava procese u komandovanju i kontroli u motorizovanom pešadijskom bataljonu. Komanda i kontrola sa MRK-RSZO-2 usaglašena je automatizovanim kontrolnim stanicama ARM (автоматизированных рабочих мест - АРМ) i preko operatora na mobilnim kontrolnim tačkama MPU (операторов мобильного пункта управления - МПУ). Ova usaglašenost omogućava da svaki operater mobilne radne stanice na svom kontrolnom mestu može da upravlja sa dve do 10 robotizovanih mobilnih borbenih jedinica MRK-RSZO-2.

Za efikasnu upotrebu platforme MRK-MRL-2 svi uređaji i oružja spregnuti su sa nekoliko kompleta koji omogućavaju njenu preciznu upotrebu u borbenim dejstvima. Tako topografske koordinate i udaljenost do cilja izračunava „Precizni navigacijski i topografsko-geodetski sistem“ (Высокоточная навигационно-топогеодезическая система). On, ujedno, sinhronizuje upravljanje platformom i proračunava pravac dejstva oružja (oruđa) po azimutu i topografsko-geografskim podacima. Naime, složeni računarski algoritmi definišu parametre za navigaciju i orijentisu celokupnu platformu u pravcu cilja, proračunavaju ugao elevacije i balističke podatke u trodimenzionalnom prostoru. Ujedno uzimaju u obzir i brzinu rotacije oko tri ose, brzinu i ubrzanje kretanja u tri pravca, što omogućuje korektivnu preciznost navigacionih podataka.

Sastav kompleta za razmenu informacija MRK-MRL-2 obuhvata:

- precizni navigacioni i topografsko-geodetski sistem,
- sistem za predstavljanje grafičkih i video prikaza,
- sistem za preciznu autonomnu orijentaciju,
- precizni merni sistem brzina,
- sistem za udaljenu kontrolu,
- koherentan navigacioni sistem,
- centralni računarski sistem,
- senzore u sistemu osmatranja i za izviđanje,
- stanicu daljinski kontrolisanog oružja,
- sistem za daljinsko upravljanje platformom oružja.

Monitor, elektronska planšeta ili virtuelni displej, odnosno „sistem za predstavljanje grafičkih i video prikaza“ (Система машинного зрения) automatski detektuje i klasifikuje ciljeve (tenkove i oklopne transportere, neborbena vozila, grupu boraca itd.) i predstavlja borbenu situaciju. Pri tome, u realnom vremenu, utvrđuje i otvaranje protivničke vatre, kao i eksplozije sopstvenih projektila. Koristi „video server baze podataka MRK“ (видеоинформации серверу баз данных МРК) i podatke operatora u mobilnoj kontrolnoj stanici MPU (мобильные пункт управления - МПУ), gde se stiču i snimci sa bespilotnih letelica i podaci drugih senzora u zoni dejstva.

Komponenta za „visokopreciznu autonomnu orijentaciju“ (Высокоточ-

ная система автономной ориентации) jeste uređaj koji grafički i vizuelno predstavlja trodimenzionalno okruženje i omogućava unos podataka o okolnim objektima, te prikazuje rastojanje do ciljeva, eventualnih prepreka, zatim određuje prioritet ciljeva i naknadnu obradu primljenih podataka, sa proračunom udaljenosti. Za to koristi bazu trodimenzionalnih slika i video snimaka. Ova komponenta spregnuta je sa centralnom kompjuterskom jedinicom, koja obezbeđuje prijem i prenos informacija i generiše komandu za planiranje putanje robotskog vozila, kako bi se uskladili pokreti i najpovoljniji položaj oružja (oruđa) za otvaranje vatre.

Žiroskopski uređaj „GKU-500” (Гирокурсоуказатель Индекс ГКУ-500²⁹) deo je inercijalnog navigacionog sistema, a sastoji se od tri optička žiroskopa sa tri nivoa ubrzanja, prijemnikom GPS koordinata i centralnim blokom za upravljanje orijentacijom i navigacijom. Ovaj sistem radio-vezom obezbeđuje prenos podataka, kroz širokopojasnu informacionu mrežu. To je mreža za prenos telemetrijskih podataka, komandi i multimedijalnih sadržaja, preko TCP/IP protokola između MRK-MDK-2 i udaljene mobilne kontrolne stanice.

Razmena podataka odvija se, dakle, u kompjuterskoj mreži koju uspostavljaju mobilni borbeni sistemi sa svojom mobilnom kontrolnom stanicom. S obzirom na to da se ovakav mrežni sistem koristi i u drugim jedinicama kopnene vojske, posebno između jedinica u prvoj borbenoj liniji i jedinica artiljerijske i raketne podrške, obezbeđena je preciznost i tačnost prenosa navigacionih i drugih podataka do svih mobilnih robotskih vatrenih stanica u zoni borbenih dejstava.

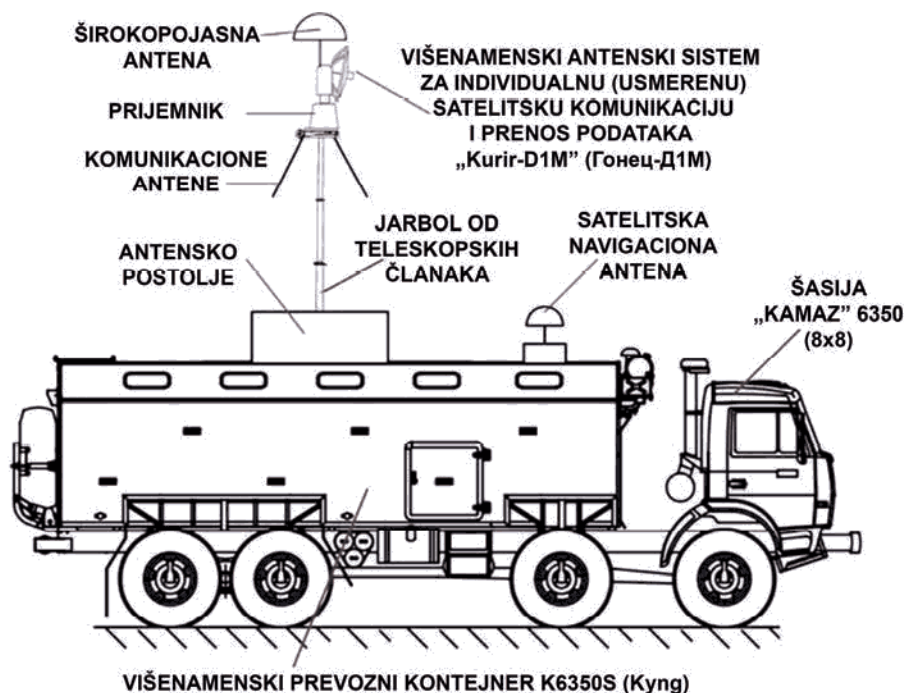
U pomenutom projektu Penzenskog artiljerijskog inženjerijskog instituta PAIl, za mobilne robotske sisteme u taktičkim jedinicama kopnene vojske koji učestvuju u vatrenom dejstvu po protivniku (razmatra se varijanta u motostreljačkim bataljonima samostalne mehanizovane pešadijske brigade), namenjena je biaksijalna šasija sa četiri točka. Šasija robotskog sistema prilagođena je za kretanje u različitim terenskim uslovima i razvila bi se po uzoru na vozila koja se koriste u pešadijskim jedinicama. Ono što tu šasiju razlikuje od ostalih motornih vozila je potpuna automatizacija svih procesa upravljanja pomoću daljinski kontrolisanog računara, uključujući i napajanje, prijem i prenos podataka za upravljanje borbenom platformom i oružanim sistemima ugrađenih na šasiju. U ovom projektu autori studije predlažu da se razmotri mogućnost razvoja platforme za mobilne robotske sisteme sa točkovima. Za podvoz predlažu modifikovanu šasiju HL-740-9S „hjundai” (Hyundai).



Žiroskopski uređaj u kompleksu za orijentaciju i navigaciju „GKU-500”

²⁹ Научно-производственное объединение „ПРОГРЕСС” (Россия, Москва): Гирокурсоуказатель (индекс ГКУ-500), 2013. Версия документа № 07 от 05.12.2013.

Autori studije smatraju da je ruska domaća industrija u stanju da uradi potpunu verziju celokupnog kućišta za smeštaj pogonskog, komunikacionog i vatrenog dela mobilne robotizovane platforme MRK. Platforma bi ležala na četiri točka, sa pogonskom osovnom na svakom točku. Ovakva modifikacija obezbedila bi visoku pokretljivost, dovoljnu brzinu za kretanje na putevima i neravnom terenu, rezervnu snagu i dug radni vek pod visokim kapacitetom opterećenja (više od 5 tona). Pored toga, predloženo rešenje obezbeđuje veći stepen automatizacije i kontrolu rada motora MRK-MRL-2. Izbor šasija HL-740-9S je, po mišljenju autora studije, najbolja opcija za robotizovane sisteme naoružanja sa višecevnim lanserima raketa srednjih kalibara, u odnosu na šasiju sa guseničnim pogonom. Šasija HL-740-9S ima veoma dobre vozne osobine i na nju je moguće postaviti već postojeći motorni pogon. Takva šasija koristi se kao osnova više inženjerskih masina u civilstvu i vojsci (na primer osnova je za bager MV-10). Sa odgovarajućim dizel motorom platforma poseduje potrebnu snagu za pogon sva četiri točka, stabilnost pri manevrisanju i mogućnost kontrolisanja svih mehaničkih komponenti. Ujedno, dobro izabran motor omogućuje pokretanje agregata za električnu struju kojom se napajaju sve elektronske i računarske komponente. Veličina platforme, ujedno, obezbeđuje dovoljan koristan prostor za smeštaj svih komponenti sistema za upravljanje i kontrolu, kao i za više vrsta oružja. Šasija HL-740-9S poseduje ležište za rotirajuću platformu sa naoružanjem i optoelektronskim sistemima, koja se može okretati za 40 stepeni od duže ose. Maksimalna brzina kretanja je 40 km/h, klirens 417 mm, manevarski opseg 350 km, a kapacitet nošenja tereta je veći od 5 tona.



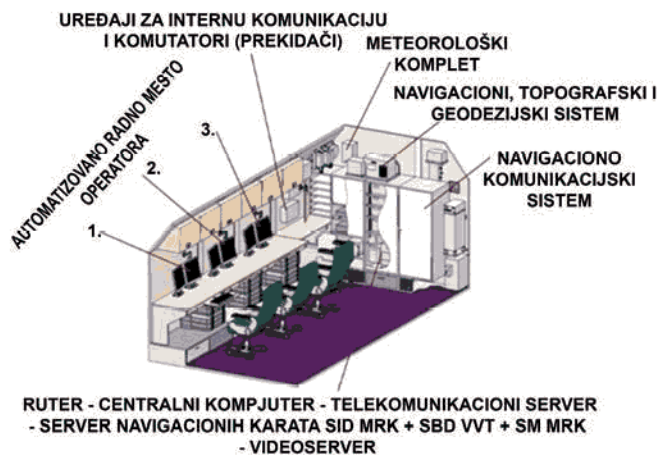
Mobilni kontrolni centar MPU, sa kontejnerom na karoseriji u kojem je smeštena informatičko-komunikaciona i ostala oprema

Pomenutom studijom predloženo je, dakle, da se usavrši univerzalna šasija za mobilne robotske sisteme sa višecevnim raketnim lanserima za artiljerijsku podršku taktičkih jedinica, odnosno ona bi bila sastavni deo borbene strukture mehanizovanih pešadijskih bataljona kopnene vojske. Svestranost šasija HL-740-9S ogleda se u tome što je ona samohodna, sa daljinskim ili autonomnim sistemom kontrole kretanja i mogućnostima da se na nju postavi više vrsta naoružanja – višecevni lanseri raketa (реактивная система залпового огня), protivtenkovski raketni sistemi (противотанковый ракетный комплекс) i drugo oružje različitih veličina i oblika.

Verovatno se može očekivati i postavljanje kontejnerskih raketnih sistema sa projektilima koji imaju osobine bespilotnih letelica za jednokratnu upotrebu, odnosno mogu u vazduhu da se zadrže više desetina minuta³⁰. Takvi borbeni sistemi sami nalaze cilj po kom dejstvuju, utvrđen po predefinisanoj šablonu, a koji se emituje u taktičkoj mreži komandovanja ili nalazi snimljen u memoriji rakete. Upoređivanjem snimaka sa kamere, koja se nalazi na projektilu, sa šablonom omogućava definisanje vrste i kategorije cilja. Dejstvo može da odobri starešina jedinice ili ono može biti automatsko. Oblik i vrsta oružja može da varira u zavisnosti od zadataka.

Mobilni kontrolni centar

Za upravljanje mobilnim robotskim borbenim sistemima, radna grupa koja je pripremala studiju predložila je posebno motorno vozilo sa sredstvima veze i uređajima za upravljanje robotskim borbenim vozilima, zasnovanim na savremenoj informatičko-komunikacionoj tehnologiji. Vozilo je nazvano „mobilni kontrolni centar” MPU (Мобильный пункт управления - МПУ). Sistemi koje poseduje omogućavaju organizacionu, taktičku i tehničku kontrolu robotskih vozila i preglednost terena.



Unutrašnjost „mobilnog komandnog centra” MPU

³⁰ U američkim oružanim snagama su od 2002. godine razvijali projekat XM501 Non-Line-of-Sight Launch Missile System, kontejnera sa projektilima LAM i PAM (Loitering Attack Missile and Precision Attack Missile) za dejstvo po ciljevima iza linije horizonta (van linije nišanja). Projekat je 2011. godine obustavljen za kopnenu vojsku, a nastavljen je da se razvija u ratnoj mornarici za upotrebu na brodovima obalne straže.

U „mobilnoj kontrolnoj jedinici“ primaju se informacije o ciljevima (koordinata) sa radara i elektrooptičkih izviđačkih uređaja na robotskim vozilima MRK, podaci iz satelitskog navigacionog sistema GLONASS, sa bespilotnih letelica, kao i drugih preciznih uređaja za orijentaciju u borbenom prostoru. One se automatski, bezbednom vezom, prosleđuju do MRK, gde se već nalaze podaci o lokalnim meteorološkim uslovima neophodni za precizno dejstvo i o značajnim vojnim i civilnim objektima, sa izmerenim koordinatama. Svi ovi podaci primaju se, dakle, automatizovano i memorišu u centralnoj kontrolnoj jedinici. Tu su uskladištene i druge informacije, kao na primer „identitet“ objekata u taktičkom okruženju, elektronske geografske (digitalne) karte, protokoli za komunikaciju sa MPU i upravljanje vatrom oružjima na MRK. Savremena informaciono-komunikaciona oprema omogućava pripremu oružja (oruđa), a algoritmi obezbeđuju automatizovano upravljanje tokom borbenih dejstava.

Zaključak radne grupe

U svom zaključku, radna grupa smatra da će komplet robotizovanog oružja MRK-RS302 posedovati:

- visoke performanse u pogledu autonomije dejstvovanja,
- mobilnost na različitom terenu,
- tačnost i preciznost vezivanja topografskih i geodezijskih podataka sa digitalnim kartama,
- visoku preciznost navođenja raketa na ciljeve,
- multifunkcionalnost,
- visok opstanak u borbenim uslovima (preživljavanje).

Eksperimentisanje sa modelima i varijantama

Nesumljivo je da su se ruski vojni stručnjaci opredelili za eksperimentisanje sa više modela i varijanti robotskih borbenih vozila, nastojeći da osavreme svoja borbena sredstva u skladu sa svetskim trendovima u razvoju svih vrsta tehnologija koje se koriste za usavršavanje vojne tehnike i oružanih sistema. Uočljivo je da su izučili iskustva iz više perspektivnih programa u stranim armijama. Pri tome treba pomenuti da Agencija za istraživanje i razvoj odbrambenih tehnologija (DARPA) iz SAD sprovodi svoje projekte robotizacije u nekoliko značajnih oblasti, koristeći najsavremenije informatičko-komunikacione i druge tehnologije. Projekti su obuhvaćeni širokim programom „robotski izazov“ (Robotic Challenge), koji obuhvata stimulisanje pronalazača i inovatora kroz međunarodna i nacionalna robotska takmičenja, do razvoja savremenih borbenih i logističkih robota tipa LG3, daljinski upravljanih kopnenih vozila UGVs (Unmanned ground vehicles) i drugih. Projekat agencije DARPA, pod nazivom LS3 (Legged Squad Support System), obuhvata seriju robotskih vozila sa točkovima, kao i četvoronožnog robota za nošenje vojničke opreme. Robotizovana platforma LG3 razvijena je iz nekadašnjeg projekta MULE – višenamenske platforme sa alatima i za logističku podršku (Multifunction Utility/Logistics and Equipment). Poznati roboti „ta-

lon" za specijalne aktivnosti, sa zajedničkim imenom SWORDS (Special Weapons Observation Reconnaissance Detection System) već se koriste u Avganistanu i Iraku. Robot „ratnik“ (model Warrior X700) takođe je višenamenska gusenična platforma, na koju se može učvrstiti daljinski kontrolisano naoružanje, inženjerska oprema ili oprema za razminiranje. MAARS (Modularni napredni oružani robotski sistem – Modular Advanced Armed Robotic System) još je jedna gusenična platforma sa više izvedbi. Može, takođe, da nosi naoružanje, EOD opremu, osmatračke i izviđačke kamere, inženjerske alate i druge borbene i neborbene sisteme (poput bacača granata, opremu za gašenje požara i sl.). Usavršeno je i više modela tipa „pakbot“ (PackBot – sklopivi nosivi roboti), a dalji razvoj usmeren je na usavršavanje mini i nano-robota. U robotske projekte spada i razvoj bespilotnih letelica različitih namena, kao i unapređenje robotskog učenja.

Koncept primene robotizovanih platformi, u američkoj vojsci, shvaćen je veoma opširno. Pored borbenih robotizovanih platformi razvijaju se i transportna automatizovana vozila. Tako je, januara 2014. godine, iz komande za obuku i doktrinu TRADOC (Army's Training and Doctrine Command) najavljeno da će vojnike u Avganistanu i Iraku, do 2020. godine (kada treba da budu povučene međunarodne snage), zameniti sofisticirani roboti koji će obavljati vojničke i borbene poslove, a njima će upravljati oko 4000 operatera³¹. Takođe i iz Instituta za kopneno ratovanje ILW (Institute of Land Warfare) najavljuju brojne programe robotizacije u kopnenoj vojsci SAD, do 2020. godine. Kada je pokrenut program automatizacije i robotizacije saobraćajnih i drugih motornih vozila u civilnom sektoru, pri čemu je kompanija „Gugle“ najdalje otišla u razvoju saobraćajnog vozila bez vozača, ideje su odmah primenjivane i u vojnom transportu. Dva projekta su u fazi ispitivanja 2014. godine. Jedan je „aplikativni sistem za autonomnu mobilnost“ AMAS (Autonomous Mobility Applique System), koji razvija „Centar američke vojske za istraživanje, razvoj i inženjering“ TARDEC, odeljenje zaduženo za prevozna i kopnena borbena vozila (U. S. Army Tank-Automotive Research, Development and Engineering Center), zajedno sa kompanijom „Lokid Martin“. Drugi program razvija se u korpusu mornaričke pešadije uz pomoć tehnologije kompanije „Oškoš odbrana“ (iz Viskonsiona). Projekat nosi naziv „zemaljska vozila 'TeraMaks' bez vozača“.



Korejski robot graničar sa nezgrapnom nadgradnjom robotizovanog mitraljeza i senzorima

Izraelska armija je 2008. godine razvila polua autonomno terensko vozilo, bez vozača, „gadium“ UGV (Unmanned Ground Vehicle Gadium), koje noću i danju patrolira duž granice sa Gazom. Ono ima futuristički izgled, više dnevno-noćnih kamera sa opsegom osmatranja 360 stepeni, brojne senzore i snažne zvučnike. Ujedno, poseduje i autonomno oružje spregnuto sa sistemima za dnevno-noćno

³¹ The U.S. Army is seriously considering replacing soldiers with robots, By John Aziz, January 24, 2014, THE WEEK Publications, Inc. <http://theweek.com/article/index/255526/the-us-army-is-seriously-considering-replacing-soldiers-with-robots>

nišanje. Programirano je da izviđa i kontroliše taktičku situaciju u zoni perimetra granične bezbednosti. Njime upravljaju dva operatera, iako je u stanju da samostalno patrolira, na osnovu projektovane putanje i definisanih zadataka. Kompjuter uči na osnovu iskustva, što obezbeđuje visok nivo autonomnosti. Međutim, tuneli koje su iskopali pripadnici Hamasa ispod granice Gaze i Izraela, zahtevaju i novu vrstu robotskih sistema za njihovu detekciju i mapiranje.

Južna Koreja još od 2010. godine koristi za obezbeđivanje granice prema Severnoj Koreji dva naoružana robota tipa SGR-A1 „senti” (Sentry). Oni poseduju naoružanje, senzore kretanja i dnevno-noćne kamere, a ugrađen im je i sistem za reprodukciju glasa, kojim obaveštava ljude u demilitarizovanoj zoni kako da se ponašaju u slučaju zaustavljanja. Pomoću IC kamere robot detektuje toplotu ljudskog tela, a senzori pokreta prate kretanje ljudi. U slučaju moguće pretnje robot može samostalno ili po komandi upotrebiti naoružanje, puškomitraljez ili bacač granata kalibra 40 mm. Čini se da, na osnovu informacije o postavljanju makro-softovog „kinekt” senzora u demilitarizovanoj zoni između dve Koreje, vojni stručnjaci žele da usavrše svog „nezgrapnog robota graničara”, što bi umanjilo sisteme za osmatranje i vatreno dejstvo, učinilo ga pokretljivijim i manje primetnim u situacijama koje zahtevaju iznenadno, brzo i precizno reagovanje. Težište u razvoju tog robota bilo je na vatrenom sistemu, koji je unapređen novom verzijom „Athena – autonomna naoružana platforma ‘Super Idžis II’ sa automatizovanim mitraljezom” (Athena Autonomous Gun Platform Super aEgis II with Automated Gun Turret).



Britanski projekat „buduća zaštićena vozila” sa osnovnim oklopjenim borbenim transporterom naoružanim raketama i topom, u pratnji malih borbenih robota

Složeni projekat Ministarstva odbrane Velike Britanije „buduća zaštićena vozila” FPVs (Future Protected Vehicles) iz 2010. godine ima i deo koji govori o razvoju robotizovanih borbenih vozila.³² Projekat predviđa više robotskih platfor-

³² BAE Systems looks to the future for ground warfare, 16. децембар 2010, <http://www.theengineer.co.uk/news/bae-systems-looks-to-the-future-for-ground-warfare/1006598.article>

mi, sa nekoliko borbenih vozila. Pojedina borbena vozila bila bi daljinski kontrolisana, a druga bi bila dobro oklopljena, pri čemu bi, u obe verzije, bila ugrađena „visoka tehnologija“. Oklopljen bi bio „buldožer“ sa kontejnerom precizno navođenih raketa. Predstavljen je u varijanti električnog, 30 tona teškog oklopnog borbenog vozila, koji bi predstavljao glavnu udarnu snagu taktičkih jedinica (Electric 30 tonne Armoured Fighting Vehicle with the 'punch' of a current Main Battle Tank). Pratili bi ga manji robotski naoružani sistemi, radi zaštite od neposrednog napada sa taktičke daljine. Bilo je predviđeno da se projekat realizuje za narednih deset godina.

Sudeći po konceptu i ilustracijama borbenih vozila na neravnom terenu, poput planinskih masiva u Avganistanu, verovatno je namera projektanata bila da predstave sistem koji će koristiti jedinice u „mirovnim operacijama“.



U britanskoj verziji borbenih sistema, robot stražar (Pointer) neprekidno će i precizno „dopunjavati“ vojnika na dužnosti

Ova varijanta je aktuelizovana 2012. godine, kada je u vojnim krugovima pokrenuta opširnija debata o realizaciji projekta. U žiži je bila savremena verzija oklopnog transportera za prevoz vojnika, koji bi bio u pratnji pomenutog osnovnog borbenog vozila, naoružanog raketama i podržanog (zaštićenog) manjim robotima sa pešadijskim naoružanjem. Dakle, koncept je prilagođen taktičkoj upotrebi u osnovnim jedinicama. Same postavke koncepta navode na zaključak da su u Ministarstvu odbrane razrađivali verzije koje bi vojnike na dužnostima gde je neophodna preciznost u izboru ciljeva, vremenska i prostorna tačnost i eliminisanje subjektivnosti, zamenjivali ili nadoknađivali robotskim sistemima. Nadoknađivanje predstavlja okolnosti u kojima robot, na primer stražar (prema modelu nazvanom „Pointer“, nije podložan umoru, neće „zaspati“ na kontrolnom punktu i neprekidno, a bezbedno će pratiti sva zbivanja u okruženju. U slučaju narušavanja režima bezbednosti alarmiraće jedinicu za obezbeđenje.

Iako se u Velikoj Britaniji do 2014. godine mnogo govorilo o borbenim robotima, u načelnim opredeljenjima razmatrani su projekti robotizacije vojnog saobraćaja u saradnji sa kompanijom „Oskoš odbrana“, koja eksperimentiše sa američke oružane snage sa sistemom „TeraMax“.

U tim razmatranjima, situacija u Avganistanu gde i Velika Britanija ima svoj vojni kontingent, aktuelizira projekat automatizacije i robotizacije transportnih i prevoznih oklopljenih taktičkih vozila (Future UK Armored Vehicle Programs Emerge). Projektom je predviđeno da se postojeća vozila opreme „operativnim sistemom za transportna vozila“ OUVS (Operational Utility Vehicle System). Britansko ministarstvo odbrane saopštilo je da je odobrena nabavka opreme te vrste, koja će se trajno ugraditi u 2.000 oklopljenih vozila u Avganistanu. To će predstavljati „jezgro programa opremanja celokupne britanske vojske, nakon što oprema prođe praktičnu (taktičku) proveru“.³³ O kontinuitetu razvoja i stepenu realizacije projekta „buduća zaštićena vozila“ ima malo neposrednih informacija.

Ne ulazeći u druge detalje britanskog vojnog robotskog programa, kao i činjenicu da engleski kontingent u Avganistanu koristi istu tehnologiju koju poseduju i američke snage, da su njihovi vojni naučnici usko povezani sa američkim i „odbrambenom agencijom na napredna istraživanja i projekte“ DARPA, uočljivo je da je težište do 2020. godine na opremi i robotima za razminiranje. To se može shvatiti i kao priprema za obezbeđivanje konvoja kojima bi se međunarodne snage povlačile iz te zemlje. Reč je o konfiguraciji napredne robotske i senzorske tehnologije koja bi se ugradila u postojeće prevozne sisteme. Tako aktuelni projekti obuhvataju dalje unapređenje autonomnih mogućnosti razvijenih za ranije robote „gardijum“ (Guardium UGV drone sistema), kao i povećavanje sposobnosti manevrisanja po složenom terenu, sa namenom da daljinski upravljana vozila obuhvate i deo programa protivminske, protivpobunjeničke i protivterorističke CIED zaštite (Counter IED), što im omogućuje primenu u neposrednim borbenim okolnostima. Po projektu za 2016. godinu u svakom pešadijskom bataljonu treba da se formira „četa dronova“ sa 3 ili 4 „avantguard“ robota sa jednom do dve bespilotne letelice za osmatranje i izviđanje zemljišta, uz nekoliko transportnih robotizovanih vozila (koji uključuju i helikoptere bez pilota) za prenos zaliha i borbenog materijala.

Japanske oružane snage, kao i druge bezbednosne strukture, odavno koriste veoma sofisticirane robotske sisteme, uključujući i samohodna vozila za prevoz tereta i ljudi. Od savremenih projekata među složenijima je zamisao da se u robotu objedini tehnologija egzoskeleta i borbenih mašina. Tako je još 2012. godine predstavljen i robot „kuratao“. To je robot 13 metara visok, težak 4 tone i opremljen oružjem.

Pored toga, pri saniranju posledica od katastrofalnih poplava, oštećenja nuklearne centrale i cunamija protekle i ove godine korišćeni su brojni manipulativni roboti. Japanski robotski istraživači ulažu mnogo naučnog znanja u inteligentne robote, pa je „Asimo“, koji je predstavljen i kod nas, dokaz da su znatno unapredili mehaničke i potencijale veštačke inteligencije u savremenim robotima.

³³ Future UK Armored Vehicle Programs Emerge, Defense News, Jan 12, 2014, <http://www.defensenews.com/article/20140112/DEFREG01/301120019/Future-UK-Armored-Vehicle-Programs-Emerge>

Kojim pravcem svetska robotska misao napreduje teško je reći. Ako bi se držali zamisli futurologa, budućnost će predstavljati robotski pomoćnici, a savremene ratove vodiće mehaničke borbene inteligentne mašine. Jedna od takvih ideja je i projekat „robotski roj“ (Swarm Robots). Koncept „roja“ podrazumeva mnoštvo mikro i nano-robota, od kojih je svaki opremljen sopstvenom inteligencijom, a poseduje specifične osobine i mikroalate. Karakteristika roja jeste da su svi roboti međusobno uvezani u digitalnu komunikacionu mrežu, odnosno svaki od njih je povezan sa ostalim robotima, ali može samostalno da obavlja različite poslove u okviru definisanog zadatka.

Inspirisani kolonijama insekata, kao što su mravi i pčele, istraživači su načinili simulacioni virtuelni model hiljada sićušnih jednostavnih robota koji zajedno obavljaju korisni zadatak. Pri tome su, kroz brojne varijante simulacija i modelovanja, kao što su pronalaženje skrivenih predmeta, čišćenje, ili nadgledanje, izučavali ponašanja rojeva. Iako je svaki robot prilično jednostavan, ustanovili su da je fenomenologija ponašanja robotskog roja veoma složena. Utvrdili su i to da se čitav skup robota može smatrati jednim distribuiranim sistemom, odnosno može se posmatrati kao superorganizam. Pri simulacijama su uočili još dva fenomena – jedan je individualna, a drugi inteligencija roja. Treća osobina koju su uočili jeste da su rojevi otporniji na neuspehe. To znači, zaključuju stručnjaci i istraživači ovih pojava, da jedan veliki robot može uspeti ili nastradati u izvršavanju zadatka, a roj može nastaviti čak i ako više nema dovoljno robota. To bi, po njihovim zaključcima, moglo da posluži za njihovo korišćenje u kritičnim i rizičnim aktivnostima, kao što je oružana borba.

Najveći rojevi stvoreni do sada uključuju iRobot roj, projekat „mobilni nanoboti“ (MobileRobots nanobots), open-source program mikro-robota „projekat roj“ (Swarmrobot), „svarmanoid“ projekat (Swarmanoid project) i brojne druge. Eksperimentisanja na simulatorima i modelovanje grupnog ponašanja roja robota se nastavljaju. „Svarm-bots“, program za izučavanje ponašanja artefakata, sponzorisan je od Evropske komisije za budućnost i nove tehnologije (IST-2000-31010). Svrha je proučavanje novih pristupa dizajnu i imple-



Jedan od eksperimentalnih „robota iz roja“, koji se razvija u Institutu za robotsku tehnologiju u Džordžiji (USA)

mentaciji samoorganizacije robotizovanih artefakata. Projekat, koji je trajao 42 meseca, uspešno je završen 31. marta 2005. godine, a od 1. oktobra 2006. istraživači nastavljaju da u programu „svarmanoid” izučavaju ponašanje roja robota u trodimenzionalnom okruženju. Pri tome se izučava i komunikacija među članovima roja, ustrojstvo rukovođenja i prioriteti u slučajevima ugroženosti pojedinog člana ili cele kolonije.

Danas više od 76 zemalja (pored SAD, GB, Japana i Rusije) razvija polua-autonomne i autonomne naoružane robote. Sve su to istraživanja koja uveliko mogu da pomognu vojnim stručnjacima u stvaranju robotske vojske. Nju bi mogli da sačinjavaju rojevi nanobotova i složenih usavršenih mehaničkih automatizovanih borbenih mašina, koje mogu dejstvovati u borbenom prostoru, uključujući sve dimenzije – kopno i podzemlje, more, vazduh i kosmos. S obzirom na to da i virtuelni prostor postaje borbeni medij, modelovanje i simulacije robotskog roja ukazuju i na mogućnosti korišćenja softverske tehnologije rojeva za ratovanje u mrežnom prostoru.



BAE mikroautonomni sistem i tehnologije za savremeno bojište ponašaju se po zakonitostima robotskog roja

nomnosti³⁴. Ovaj napredni program okupiće američke vojne, akademske i industrijske tehnološke potencijale da unaprede istraživanje, razvoj i integraciju nekoliko ključnih oblasti, uključujući mikroaeromehaniku, pogon, očitavanje podataka u okruženju, autonomiju, komunikaciju, navigaciju i kontrolu. Najznačajniji deo projekta je integracija mikrorobota u procesu daljinskog prikupljanje podataka. Namereni su za svakog vojnika pojedinačno. Eksperimentiše se i sa robotima u obliku buba (OctoRoach).

Stiče se utisak da je sadašnji nivo teorijskih i praktičnih istraživanja, kao i naučnih saznanja vojnih stručnjaka, na putu od individualnog borbenog kompleta do borbene robotske jedinice, došao do nivoa koji ukazuje na složenost upravljanja kolaborativnom veštačkom inteligencijom, osposobljenom za ratovanje.

³⁴ BAE Systems Get \$43 Million for Developing Micro Bots for the Army Research Lab, Defence Update, Mar 5, 2013, http://defense-update.com/20130305_mast_bae.html#.U7ZID0A_h2E

Konstruktivna jednoobraznost sa mnoštvom „dizajnerskih“ specifičnosti

Pri pregledu modela i koncepata razvoja borbenih robotizovanih sistema sa autonomnom, poluautonomnom ili upravljačkom funkcijom, uočava se konstruktivna jednoobraznost sa mnoštvom „dizajnerskih“ specifičnosti u obliku, odnosno formi. Ponekad su to grubi rogobatni prototipovi, bez finesa u dizajnu koji zahtevaju rešavanje mnogih konstruktorskih problema – od modela pogona do smeštaja motora, električnog napajanja, načina komuniciranja. Finalni odgovor je u odnosu čoveka i borbene mašine, u odnosu komandovanja i upravljanja veštačkom inteligencijom, sposobnom da donese precizne i nepovratne destruktivne odluke, bez emocija i ljudskog promišljanja o svrsishodnosti. Pri tome se ukazuje na to da treba imati u vidu shvatanja pojedinih filozofa i robotskih teoretičara. Oni, pre svega, smatraju da puko zamenjivanje vojnika robotskim borbenim inteligentnim sistemom ima svoj nivo od kojeg se neće moći ići dalje. Naime, tvrde da postoji mogućnost da veštačka inteligencija dođe do samospoznaje i da se zaštiti od fizičkog uništavanja. Da li će tada roboti moći da zamene vojnike na bojištu? Međutim, danas na početku razvoja veštačke inteligencije to su teoretska pitanja.

Vojni stručnjaci za robotiku bave se složenijim i tehničko-praktičnim pitanjima. Smatraju da im može pomoći informatička tehnologija koja je omogućila da roboti uče na praktičnim ili teorijskim problemima. Zato su razmišljanja savremenih vojnih naučnika, inženjera i tehničara usmereni na pronalaženju sistema koji će zadovoljiti kriterijume današnje vizije savremenog ratovanja. To je i osnovna nit kojom se, najverovatnije, rukovode i ruski robotičari.

Uzmimo za primer napredak ruskih naučnika, istraživača, inženjera i ostalih učesnika u više robotskih borbenih projekata. Kada je koncipiran samostalni izviđačko-udarni robotski kompleks „jahač 2012“ (Всадник-2012), stručnjaci državnog tehničkog univerziteta „Baum“ u Moskvi razmatrali su njegovu višenamensku ulogu. Zadatak je bio da obezbedi vatrenu podršku operativnih taktičkih jedinica i podršku za specijalne izviđačke zadatke radi otkrivanja protivničkih vatrene položaja.

Za razliku od većine sličnih sistema, „jahač 2012“ ima zaštitni oklop, što mu poboljšava izdržljivost u borbi i znatno širi prostor za obaveštajne i borbene zadatke. Ovo borbeno vozilo u standardnoj verziji može biti naoružano lakim mitraljezom ili bacačem granata AGS-17. Vozni deo zasniva se na šasiji bagera sa dizel motorom. Baterije za napajanje imaju kapacitet za 24 sata rada. Ideja je dala podstrek za nastavak razvoja savremenije robotske platforme. Usledio je novi robotski sistem za rad sa eksplozivnim napravama MRK-BT-1 koji je našao



Izviđačko – udarni robotski kompleks „jahač 2012“

Izvor: Vitaly V. Kuzmin

višestruku primenu. Najznačajnija je namena da se koristi za sprečavanje i eliminisanje vanrednih situacija, zbog toga što takva modularna platforma uključuje različite konfiguracije u zavisnosti od zadatka.

Nakon predstavljanja ove robotske platforme usledilo je objašnjenje Ministarstva odbrane da ruski odbrambeni projekti ne zaostaju za svetskim tendencijama razvoja naoružanja zasnovanim na širokoj primeni borbenih robotskih i tehničkih sistema. U perspektivi je da najmanje 30% vojne tehnike i naoružanja jedinica RF treba da čine roboti, saopšteno je iz najviših vojnih krugova.³⁵ Time su pokriveni razvojni projekti i uvođenje te vrste tehnike u borbene jedinice. Počele su i demonstracije borbenih robotizovanih vozila na izložbama naoružanja, kao i njihova primena na vežbama i u drugim okolnostima.

Usledile su informacije da je usavršen i robotsko-tehnički kompleks radiološkog i tehničkog izviđanja (na daljinsko upravljanje), koji je sposoban da uoči izvor gama-zračenja na teško dostupnom terenu. Ministarstvo je obavestilo javnost da su usavršena i dva izviđačka aparata: „Zrnce“ (Zerniško) i „Čigra“ („Jula“). Prvi je namenjen za audio-vizuelno izviđanje, ispitivanje prostorija, podruma, pećina, unutrašnjosti automobila ili slepera, pa čak i za pregledanje potencijalno eksplozivnih predmeta. Robotsko-tehnički kompleks malih razmera „Jula“ namenjen je za dobijanje video informacija na otvorenom terenu i u naseljenim mestima, kao i industrijskim objektima.

Informacije o ruskoj robotskoj tehnici češće su objavljivane u nekoliko poslednjih godina, što ima, najverovatnije, i svoju aktuelnu vojno-političku konotaciju. Saopšteno je, takođe, da se unificira informaciono-upravljački kompleks za autonomnu navigaciju mini-robota na osnovi inercijalnih, ultrazvučnih i optičkih senzora, koji će obezbediti grafičko predstavljanje ciljeva u video materijalu i na digitalnoj karti. Naučnici rade i na unificiranom sistemu grupne navigacije robota i manjih modula za obradu podataka radi omogućavanja upravljanja autonomnim robotsko-tehničkim kompleksom. Pošto su za vojne robote zainteresovane i specijalne službe, 2014. godine u naoružanju FSB-a pojavili su se informacioni kompleksi za izviđanje „plastun“ (plastun – kozački pešak, vojnik). Namenjeni su za patroliranje i brzo uočavanje sumnjivih objekata i ljudi. Korišćeni su na Olimpijskim igrama u Sočiju 2014 u sklopu mera bezbednosti. „Olimpijski robot“ razvijen je još 2012. godine, ali je usavršavan tokom eksperimentisanja. Njegova verzija iz 2014. godine poseduje sistem automatizovanog kretanja i daljinomer.

Olimpijski robot“ opremljen je, dakle, sistemom automatizovanog kretanja i daljinomerom. Princip njegovog rada je isti kao kod automobilskih sistema bez vozača kompanije Google: radari i analizatori mere rastojanje između predmeta u zoni vidljivosti, a pokretni „plastun“ prikazuje informacije u jednodimenzionalnom i 3D prikazu, koje su kompatibilne sa bilo kojom drugom mapom. Na ulici se robot orijentiše pomoću GPS-prijemnika, a za teren se tačno i precizno „vezuje“ pomoću skenera.

U naoružanje i opremu jedinica FSB tokom 2015. godine biće formacijski ugrađeno i 100 ovakvih robota za izviđanje i prikupljanje podataka.

³⁵ Треть сухопутных войск РФ планируется заменить роботами, 21.07.2012, Иван Терехов, 3Dnews; <http://www.3dnews.ru/632623>

Pored saopštenih informacija dodato je i to da, opremanje oružanih snaga RF robotskom tehnikom ipak još uvek nije na zahtevanom nivou. Sami čelnici ruske vojske kažu da se oseća deficit u robotizovanim borbenim sistemima, a većina proizvoda su eksperimentalni primerci. Ubrzani razvoj te tehnologije ima prioritet i u naredenim godinama možemo očekivati složenije i sofisticirane borbene sisteme sposobne da pariraju protivniku koji pretenduje da ostvari visokotehnološku prednost na bojištu budućnosti. To potvrđuje činjenica da je radi intenziviranja razvoja robotizovane borbene i neborbene tehnike u ruskim oružanim snagama, 2012. godine, u okviru Ministarstva odbrane, formirana ustanova nazvana „Fond za perspektivna istraživanja i inicijative“ (Фонд Перспективных исследований и инициатив), pandan američkoj agenciji DARPA. Ta naučnoistraživačka razvojna ustanova baviće se projektovanjem, istraživanjem i razvojem tehnologija visokog rizika u oblasti odbrane i tehnologija dvostruke namene. Tu će biti ispitivana i proveravana (opitovana) domaća bojeva robotska tehnika, pre uvođenje u naoružanje ruskih oružanih snaga. Pored toga, 2013. godine otvorena je i laboratorija borbenih robota X-42 u Kovrovu (Vladimirska Oblast). Tu se nalazi fabrika „Degtjarev“, koja sarađuje sa mnogim drugim preduzećima u kojima se razvija rusko oružje i vojna oprema. Planirano je da se u laboratoriji konstruišu savremeni prototipovi autonomnih borbenih robota za potrebe oružanih snaga Rusije.

Strateške objekte čuvaju i roboti

Od marta 2014. godine Rusija svoje objekte strateških raketnih snaga štiti i mobilnim robotskim sistemima. Roboti su angažovani, takođe, u zaštiti i odbrani drugih strateških objekata. Pored optoelektronskih osmatračkih kompleta i radara za nadzor i izviđanje, koriste se mobilni robotski sistemi sa uređajima i senzorima za osmatranje, otkrivanje i dejstvo po pokretnim ciljevima. Oni će, takođe, biti korišćeni za vatrenu podršku u interventnim jedinicama i patrolama pri zaštiti važnih objekata u okviru automatizovanog sistema bezbednosti, kao i za izvlačenje ranjenika iz zone vatrenih dejstava. Korišće se i u poluautomatskom režimu kontrole vojnih objekata od posebnog značaja, baza, skladišta municije, opreme i goriva, kao i za obezbeđivanje visokih vojnih komandi na terenu tokom vežbovnih i borbenih aktivnosti. Primena robotskih sistema na zemlji i u vazduhu, tokom održavanja Olimpijskih igara u Sočiju 2014. godine, označila je i novu taktiku obezbeđivanja značajnih masovnih skupova.

Rusko vojno rukovodstvo tom porukom saopštava terorističkim i drugim snagama da će im se suprotstaviti, pored specijalnih vojnih i policijskih snaga, savremeni sofisticirani naoružani robotski sistemi.

Ruski vojni borbeni roboti na vežbama³⁶

Daljinski kontrolisana borbena amfibijska stanica na manifestaciji „Bitka robotskih kompleksa RBTK”

Po uzoru na američku agenciju DARPA, i ruski „Fond za perspektivna istraživanja” počeo je sa organizovanjem međunarodnih robotskih takmičenja, pa je već 2014. godine u Moskvi održan „Robotski bal”. Pored domaćih robotičara, učestvovali su izlagači iz Velike Britanije, Kanade, Japana i drugih zemalja. Predstavljeno je više od 20 robota, a održan je niz radionica i majstorskih kurseva iz robotike.

O aktuelizaciji robotike u ruskim oružanim snagama, i aktivnostima koje se odvijaju u saradnji sa Ministarstvom odbrane i privrednim kompanijama, pod posebnom pažnjom „Državnog razvojnog naučnog centra” i „Centralnog instituta za istraživanje i razvoj robotike i tehničke kibernetike”, govori i manifestacija „Bitka robotskih kompleksa RBTK”, izvedena decembra 2013. godine. Pripremljen je veoma kompleksan teren za vođenje daljinski kontrolisanih robota. Svaki robot ima opremu za osmatranje i izviđanje, vatreno naoružanje, sisteme za vezu, kao i drugu specijalnu opremu. Specifičnost je bilo predstavljanje amfibijskih robota koji djeluju sa vodene površine. Takva borbena platforma može da pruži vatreanu podršku amfibijskim jurišnim grupama da sprovede izviđanje na obali, kao i da snabdeva jedinice koje su zauzele mostobran i realizuje druge zadatke.

³⁶ В учениях российской армии задействованы боевые роботы, Военное обозрение (Russia), 20 июня 2014, <http://topwar.ru/52540-v-ucheniyah-rossiyskoy-armii-zadeystvovany-boevye-roboty.html>



Ruski borbeni robot „platforma M”, na vežbama početkom juna 2014.

Juna 2014. godine održana je i vežba u Kaliningradskom regionu. Tom prilikom predstavljen je borbeni robot „platforma-M”, opremljen mitraljezom i bacačem granata. Vežba je zamišljena kao protiteroristička akcija u kojoj učestvuju, pored borbenih robota, još i padobranc i snage pomorske pešadije, u okviru zajedničke vežbe Baltičke flote, avijacije i ruskih snaga za brze intervencije.

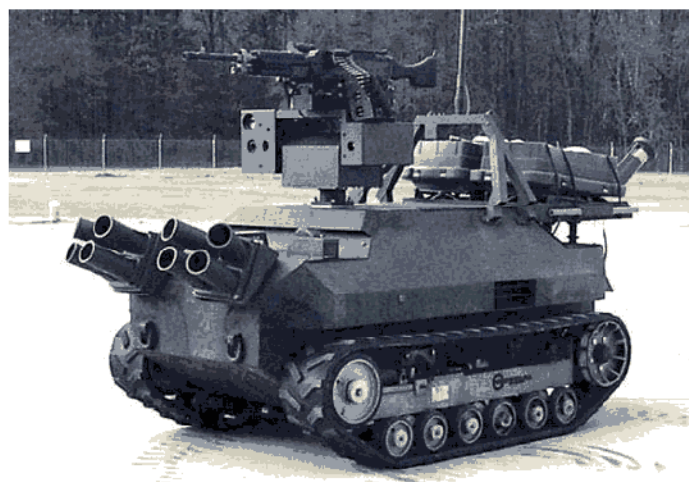
„Platforma-M” je daljinski kontrolisan guseničar sa mnoštvom robotizovanih funkcija. Od naoružanja ta borbeno robotizovana platforma može da nosi i raketne lansere sa četiri projektila uz mitraljez „kalašnjikov”. Robot se, takođe, može koristiti i za eliminaciju ilegalnih oružanih grupa u gradskim uslovima i za dejstvo po stacionarnim i pokretnim ciljevima. Može se koristiti i za otkrivanje minskih polja.

Tradicija robotske tehnike u Rusiji

Tradicija robotske tehnike u Rusiji postoji od šezdesetih godina prošlog milenijuma, kada su ruski robotičari načinili daljinski kontrolisano i automatizovano kosmičko vozilo „lunohod”. S druge strane, industrijski roboti u Rusiji deo su privrednog razvoja i postoji više kompanija koje proizvode tu vrstu inteligentnih mašina. Prema statističkim podacima, ruski industrijski roboti su cenjeni u svetu, i nalaze se na trećem mestu po prodaji, posle Japana i SAD. Tokom 1973. godine pokrenut je program Državnog komiteta za nauku i tehniku kojim je podstaknut program konstruisanja i uvođenja industrijskih robota u privredu. Podaci kazuju da je 1985. godine SSSR posedovao 40% od čitavog svetskog kontingenta industrijskih robota, i po njihovom broju bio je ispred SAD. Već tih godina razrađen je princip mrežnocentričnog upravljanja, a veštačka inteligencija je uvođena i u vojnu sferu. Zabeleženo je da su, još 1964. godine, vazduhoplovne snage Rusije, za bespilotno fotografsko i radio-tehničko izviđanje većih dometa, koristile automatizovani sistem DBR-1 iznad Centralne i Zapadne Evrope. Godine 1983. u naoružanje ratne mornarice SSSR-a bio je uveden protivbrodski sistem P-700 „granit”, kod kojeg je primenjen robotski sistem. Njime su, pri ispaljivanju raketa samostalno usmeravani nišanski sistemi, omogućena razmenu podataka i ras-

pored raketa po ciljevima. Pored toga, taj sistem je određivao jednu raketu kao vodeću kada su ispaljivani plotuni iz više raketnih sistema.

To, kao i mnogi drugi podaci, ukazuje da Rusija ima ozbiljna iskustva i robotsku tradiciju iza sebe, uključujući i one koji nemaju ekvivalente u inostranstvu. Međutim, u periodu od 20 godina pauze tokom „perestrojke“, u toj sferi delatnosti ruski naučnici su zaostajali za svetskim trendovima i, kako kažu čelni ljudi u naučnim krugovima, za sada nastoje da sustignu industrijski razvijene zemlje u robotskoj i informatičko-tehnološkoj trci.



U Rusiji su na vidiku ozbiljni i veoma savremeni projekti robotizacije

Da su na vidiku ozbiljni i veoma savremeni projekti u procesu robotizacije u Rusiji, i njihovoj vojsci, ukazuju ne samo brojne izložbe, sajmovi, robotska takmičenja i vojno-industrijski marketing, već i vežbe jedinica sa robotskim sistemima. Među najnovijim informacijama jeste i ta da će se upravljanje oružjem i jedinicama u ruskoj vojsci delimično poveriti veštačkoj inteligenciji.³⁷ U te svrhe razvije se „robotizovani tehnički sistem upravljanja vojskom i oružjem jedinica“ RSUViOTJ (Роботизированная система боевого оружия и технических подразделений), koji će funkcionisati u svim domenima taktike – od prikupljanja obaveštajnih, izviđačkih i drugih informacija o protivniku, preko obaveštavanja u mreži komandovanja, do uništenja protivnika. Svoju funkciju obavljao će uz pomoć neuronske mreže superkompjutera. Taj sistem upravljanja biće sastavni deo sveukupnog kompleksnog „borbenog sistema“. U okviru „borbenog sistema“, pored komandno-upravljačkog segmenta, funkcionisaće robotizovani (inteligentni) tehnički sistem za procenu situacije, donošenje odluka i za upravljanje vatrom. Osnove za razvoj takvog sistema objavljene su u više studija. U jednoj od njih, pod naslovom „Stanje i perspektive razvoja osnovnih objekata vojne robotike za kopnene trupe“ (Состояние и перспективы развития наземных средств военной робототехники сухопутных во-

³⁷ Rusija će upravljanje oružjem i jedinicama delimično poveriti veštačkoj inteligenciji, 21.10.2013.; Ruski kalibar, <http://fakti.org/oruzje/ruski-kalibar/rusija-ce-upravljanje-oruzjem-i-jedinicama-delimicno-poveriti-vesta%C4%8Dkoj-inteligenciji>

йск),³⁸ navedeno je da je za Rusiju savremeni imperativ razvoj robotizovanih oružja i borbenih sistema. Takvi sistemi poseduju novi kvalitet i viši nivo funkcionalnosti, poboljšana je njihova pouzdanost, omogućena preciznija kontrola oružja, a u složenim borbenim okolnostima obezbeđena im je autonomnost. Uz to, robotizovani sistemi znatno povećavaju kapacitete i resurse snabdevanja. Značajno je i to što doprinose promeni psihološke percepcije kod starijih u vojnim komandama, kao i u osnovnim jedinicama gde se roboti koriste. Znatno povećavaju i interes za vojnu službu kod mladih generacija koje su odrastale uz računare i „borbene kompjuterske igre“, a koji su veoma dobri operateri na robotizovanim borbenim sistemima. U studiji se napominje da je u opremu i naoružanje američkih oružanih snaga, u poslednjih nekoliko godina, uvedeno čak 170 tipova robota. Analizirana su i druga iskustva i okolnosti koje nameću potrebu za osavremenjavanjem ruskih oružanih snaga tom vrstom tehnologije. Impozantan je i broj naučnih, istraživačkih i razvojnih projekata u kopnenoj vojsci. Sve to doprinosi da se ta vrsta tehnologije brže i efikasnije uvede u naoružanje i počne efikasnije da koristi. U radovima su definisane i kategorije, principi funkcionisanja i načela upotrebe robotizovane borbene, upravljačke i komandne tehnologije.

Automatizovano bojište i precizno ratovanje

Svakako, treba imati u vidu da je zapad „automatizovao“ bojište i razvio teoriju o preciznom ratovanju. Mnogo je studija kojima je ovaj proces teorijski potpomognut ali i detaljno razjašnjen. U jednoj od studija koju je izradio SIPRI (Nezavisan međunarodni stokholmski institut za izučavanje mira), još 1976. godine, pod nazivom „Naoružanje i razoružanje u nuklearnom dobu“, teoretski je razrađena primena automatizovanih borbenih sistema oružja. Ta ideja povezuje se sa napretkom automatizacije bojišta, elektronike, telekomunikacije, digitalne tehnologije, hemije i drugih područja ljudske znanosti. U istoj studiji navedeno je da oko pola miliona naučnika i tehničara u svetu svakodnevno usavršava oružja za precizno ratovanje i razvija nove borbene sisteme. U NATO se godišnje u proseku uvede u naoružanje oko 10 novih borbenih sistema. Nova dostignuća u usavršavanju tehnologije preciznog vođenja borbenih dejstava već su revolucionisala savremeno ratovanje, pogotovo ako se koriste u kombinaciji sa automatizovanim i robotizovanim sistemima za oružanu borbu. Najnovija razmatranja teorije ratovanja ukazuju na promene u karakteru borbenog prostora. U skladu sa opštim konceptom „robotskog izazova“, moguće je pojedine stavove uopštavati na celokupan borbeni prostor. Tako i autori studije „20YY: Priprema za ratove u robotskom vremenu“ postavljaju standarde za savremenu buduću vojnu opremu i naoružanje. Oni konstatuju da će budućim borbenim prostorom, tačnije u celokupnom operativnom okruženju, dominirati pametni senzori, energetska i električna oružja, kao i sveprisutan trend bespilotnih i autonomnih sistema. Ovakvo razumevanje savremenog sofisticiranog ratovanja obuhvata sve dimenzije (kosmos, vazduh, kopno i podzemlje, akvatoriju i sajber prostor). U takvom okruženju postojeći ratni koncepti postaću zastareli i zahtevaće novi pristup shvatanju rata i korišćenju oružane sile. Biće to nova vojno-tehnička revolucija. Ona treba da omogući nadmoćnost nad potencijalnim protivnicima. Autori pomenute studije konstatuju da su automatizacija, robotizacija i veštačka inteligencija dominantni trendovi koji će u budućem ratu odigrati najznačajniju ulogu.

³⁸ Autor: Владимир Валентинович Чиркин, Главнокомандующий сухопутными войсками, генерал-полковник, 21. 05. 2013. <http://federalbook.ru/files/OPK/Soderzanie/OPK-9/11/Chirkin.pdf>

Tako je u studiji „Konceptija automatizovanih sistema za upravljanje borbemnim dejstvima”³⁹ predstavljen taktičko-tehnički segment kompleta za komandovanje u kopненоj vojsci ASBU,⁴⁰ koji, pored sredstava za vezu, obuhvata radarske sisteme, seizmičke, optičke i akustičke senzore, protivavionske raketne sisteme, reaktivne sisteme plotunske vatre, haubice i minobacače, kao i pomoćna sredstva medicinske i inženjerske podrške, uvezanih u jedinstvenu informaciono-komunikacionu mrežu. Pomoću sistema ASBU, kontrolišu se, primerice, bespilotne letelice, automatski minobacači i artiljerijski sistemi protivvazdušne odbrane. Taj sistem za upravljanje, podržan sofisticiranom informatičko-komunikacionom tehnologijom, omogućuje da se primena borbenih efekata u borbi planira za 40 do 60 minuta na nivou brigade ili puka, ili 20 do 30 minuta na nivou bataljona ili čete. Uz to, u mreži upravljanja i komandovanja sistem će svakih 5 minuta precizirati informacije o snagama i objektima protivnika. Obezbediće i izvršavanje komandi za 5 sekundi, a priprema za neplaniranu vatru trajaće najviše 3,5 minuta. Domet mrežnog (komunikacionog) pokrivanja sistema za upravljanje iznosiće 300 km, a vreme neprekidnog rada u režimu dežurstva 36 sati.



Operativni centar jedne od kopnenih jedinica za automatizovano komandovanje, upravljanje i kontrolu

³⁹ Концепция автоматизированной системы управления боевыми действиями, 21 сентября 2013, Автор Андрей Васильев, Военное обозрение, <http://topwar.ru/33550-koncepciy-avtomatizirovannoy-sistemy-upravleniya-boevymi-deystviyami.html>

⁴⁰ Автоматизированная система боевого управления (АСБУ), Ковалёв В.Ш., Хохлачев Е.Н, Министерство обороны Российской Федерации (Минобороны России), Энциклопедия, http://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary/details_rvsn.htm?id=12530@morfDictionary

Usavršavanje i dalji razvoj ruskog automatizovanih sistema za upravljanje borbenim dejstvima, u odnosu na savremene trendove, treba da smanji zaostajanje robotizacije ruske armije u odnosu na zemlje zapadne hemisfere. Sistem treba da bude završen i razvijen u potpunosti do 2015. godine, kada će početi njegovo opitovanje. Koncept modela za borbeno komandovanje zasnivaće se, kako je to već naglašeno, na primeni neuronske mreže superkompjutera, koji će pre donošenje odluke o vođenju borbenih dejstava, omogućiti analize velikih baza podataka, modelovanje situacije i simulacije.

Planirano je da se otvore i nova formacijska mesta operatera na punktovima za upravljanja tehničkim borbenim sistemima, kao i da se starešine komandi obuču u rukovanju sistemima za procenu situacije, analizu obaveštajno-izviđačkih podataka, odabir ciljeva, navođenje vatre na ciljeve i vođenje borbenih dejstava uz pomoć sistema za modelovanje i simulaciju. Iz toga se može zaključiti da je reč o obimnom i pretencioznom studijskom radu na strukturnoj robotizaciji, koja treba značajno da unapredi funkcionalnost ruske kopnene vojske.

Automatizovani sistem za komandovanje i kontrolu (ASBU)

Za komandovanje strateškim snagama u ruskoj vojsci razrađen je sistem za „automatsku kontrolu trupa i oružja“ ASBU (Автоматизированная система боевого управления - АСБУ). Osposobljen je da funkcioniše u tzv. stendbaj modu (spremnost za dejstvo) ili aktivnom modu koji obezbeđuje neprekidno funkcionisanje na svim nivoima, tokom oružane borbe. Sadrži sve komponente neophodne da prenese naređenja i obaveštenja, elektronske (digitalizovane) signale i druge podatke od centralnog komandnog centra na komandno mesto potčinjenih snaga, prilagođene formaciji jedinica. Sistem omogućava da se komanduje operativnim jedinicama, ali i prenošenje pojedinačnih naređenja, na primer za otvaranje raketne, artiljerijske vatre ili dejstvo neke druge jedinice. Kao i svi sistemi za rukovođenje i upravljanje vojnim snagama i ovaj sadrži obaveštajno-izviđačke funkcije i prilagođenu tehnologiju za prikupljanje podataka, kao i za njihovu distribuciju u sistemu centralizovanog komandovanja i kontrole. U tehničkom pogledu sastoji se od tri nezavisna elementa – globalnog i lokalnih sistema i kompleksa sredstava za komandovanje i upravljanje jedinicama. Svi sistemi funkcionišu u manuelnom, automatskom ili kombinovanom režimu rada, čime je obezbeđena sigurnost komandovanja i rukovođenje jedinicama u borbenim dejstvima.

U vojnonaučnom sektoru Glavne komande kopnenih snaga saopšteno je da svi subjekti i činioci rukovođenja i komandovanja još nisu ovladali inteligentnim sistemima za upravljanje borbenom tehnikom. Oni se obučavaju tokom vežbi, kada se eksperimentiše sa sistemom, kako bi se pronašli načini da se prevaziđu složeni problemi koje nameće nepredvidivost borbenih dejstava. Prema

procenama vojnih stručnjaka, od kada je 2010. godine počeo period šeste generacije savremene tehnologije, koji karakteriše veštačka inteligencija, bilo je neophodno preći na nov način razmišljanja i koncipiranja savremenih borbenih uslova. Za nove, još uvek neistražene forme ratovanja u vremenu koje predstoji, neophodno je ubrzano napredovanje i angažovanje nove generacije obrazovanih naučnika i istraživača. Rusija je na putu da uhvati korak sa savremenim trendovima robotizacije, automatizacije i veštačke inteligencije u „vojnim poslovima“.

U Rusiji se procenjuje da vojska koristi više do 27 hiljada različitih robotskih sistema. Da bi održali korak sa svetom, Rusija razvija kompleksan ciljni program za kreiranje robotike posebne namene. Njegova puna upotrebna funkcija treba da zaživi do 2025. godine.

Masovna proizvodnja robotike postaje prioritet nauke Ruske Federacije i ključni element u modernizaciji ruske ekonomije. Prioritet u razvoju robotike i masovnom uvođenju industrijskih robota u Rusiji omogućava ostvarivanje dva ključna zadatka. Prvi je razvoj konkurentne industrije u poređenju sa mnogim drugim zemljama, a drugim se smanjuje zavisnost od stranih tehnoloških rešenja. Ključne potrebe zahtevaju samostalan razvoj civilne i vojne robotike u skladu sa svetskim trendovima u razvoju informatičko-komunikacione tehnologije (ICT), mikroelektronici i softverskim sistemima za upravljanje.⁴¹

Za rusko vojno rukovodstvo veštački ratnik više nije fantazija već realnost. Međutim, oni streme mnogo dalje. Zacrtan je plan automatizacije upravljanja borbenim sistemima i jedinicama, na svim nivoima komandovanja. U pomoć će im priteći veštačka inteligencija zasnovana na neuronskim mrežama. Šta to kazuje?

Činjenica da državni i vojni čelnici naglašavaju da će se sektor odbrane, odnosno upravljanje i komandovanje vojnim resursima značajnije osloniti na veštačku inteligenciju i neuronske mreže ukazuje, pre svega, na to da su i ruski naučnici daleko odmakli u izučavanju ove naučne discipline. Ukazuje i na to da se formira velika baza podataka o svim aspektima automatizacije i robotizacije borbene i neborbene tehnike. S druge strane, više ruskih instituta, danas razvija, a korporacije plasiraju na tržište mnoštvo proizvoda koji sadrže karakteristike veštačke inteligencije, odnosno sisteme koji su, pored ostalog, sposobni da uče. Oni su daleko odmakli od ekspertskih sistema, proizveli su inteligentni interfejs i razvili softverska rešenja koja omogućavaju korišćenje neuronskih mreža u rešavanju ne samo problema na tržištu, već su usavršili integrisane module koji automatski konfigurišu sisteme za rešavanje određenih problema.⁴²

I ruski naučnici su intenzivirali svoja istraživanja o psihološko-sociološkim uticajima informatičkih procesa na ljude. Uključeni su i u projekat mapi-

⁴¹ В России создана лаборатория боевой робототехники, 01.06.2014, Журнал „ИнфоКи-борг“, <http://infokiborg.ru/news/89/>

⁴² Искусственный интеллект. Нейронные сети. Будущее наступило, Хахулин Сергей, 2014 Ambler Soft, http://www.ambler-soft.ru/zametki/Iskusstvennyy_intellekt_Neyronnye_seti_Budushchee_nastupilo.html

ranja ljudskog mozga. I filozofski pokušavaju sagledavati budući dugoročni uticaj informatičko-komunikacione tehnologije na razvoj društva i vojske. To, kao i celokupna lepeza naučno-istraživačkih aktivnosti i privrednih delatnosti na unapređivanju automatizacije i robotizacije, jasno ukazuju da sveukupno sagledavanje odnosa čoveka prema tim procesima i oslanjanje na veštačku inteligenciju, predstavlja ozbiljan dugoročan intelektualni i praktičan izazov za ruske naučnike i stratege.

Nikola Ostojić

POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA CALL FOR PAPERS

POZIV I UPUTSTVO AUTORIMA O NAČINU PRIPREME ČLANKA

Uputstvo autorima o načinu pripreme članka za objavljivanje u *Vojnotehničkom glasniku* urađeno je na osnovu Akta o uređivanju naučnih časopisa, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, evidencioni broj 110-00-17/2009-01, od 09. 07. 2009. godine. Primena ovog Akta prvenstveno služi unapređenju kvaliteta domaćih časopisa i njihovog potpunijeg uključivanja u međunarodni sistem razmene naučnih informacija. Zasnovano je na međunarodnim standardima ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 i ISO 5122, odnosno odgovarajućim domaćim standardima.

VOJNOTEHNIČKI GLASNIK/ MILITARY TECHNICAL COURIER (www.vtg.mod.gov.rs, ISSN 0042-8469 – štampano izdanje, ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) jeste multidisciplinarni naučni časopis Ministarstva odbrane Republike Srbije, koji objavljuje naučne i stručne članke, kao i tehničke informacije o savremenim sistemima naoružanja i savremenim vojnim tehnologijama. Časopis prati jedinstvenu intervidovsku tehničku podršku Vojske na principu logističke systemske podrške, oblasti osnovnih, primenjenih i razvojnih istraživanja, kao i proizvodnju i upotrebu sredstava naoružanja i vojne opreme, i ostala teorijska i praktična dostignuća koja doprinose usavršavanju pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije.

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, saglasno odluci iz člana 27. stav 1. tačka 4), a po pribavljenom mišljenju iz člana 25. stav 1. tačka 5) Zakona o naučnoistraživačkoj delatnosti („Službeni glasnik RS”, br. 110/05, 50/06-ispr. i 18/10), utvrdilo je kategorizaciju Vojnotehničkog glasnika, za 2013. godinu:

za oblast tehnološki razvoj:

– na listi časopisa za materijale i hemijske tehnologije:

kategorija vodeći naučni časopis nacionalnog značaja (M51),

– na listi časopisa za elektroniku, telekomunikacije i informacione tehnologije:

kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M52),

– na listi časopisa za mašinstvo:

kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M52),

za oblast osnovna istraživanja:

– na listi časopisa za matematiku, računarske nauke i mehaniku:

kategorija naučni časopis nacionalnog značaja (M52).

Usvojene liste domaćih časopisa za 2013. godinu mogu se videti na sajtu Vojnotehničkog glasnika, stranica Kategorizacija časopisa.

Detaljnije informacije mogu se pronaći i na sajtu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Podaci o kategorizaciji mogu se pratiti i na sajtu KOBSON-a (Konzorcijum biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku).

Kategorizacija časopisa izvršena je prema Pravilniku o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, koji je propisao Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj (Službeni glasnik RS, broj 38/2008).

U skladu sa ovim pravilnikom i tabelom o vrsti i kvantifikaciji individualnih naučnoistraživačkih rezultata (u sastavu Pravilnika), objavljeni rad u Vojnotehničkom glasniku vrednuje se sa 2 boda (kategorija M51) i 1,5 bod (kategorija M52).

Časopis se prati u kontekstu Srpskog citatnog indeksa – SCindeks (baza podataka domaćih naučnih časopisa – detalji dostupni na sajtu <http://scindeks.nb.rs>) i podvrgnut je stalnom vrednovanju (monitoringu) u zavisnosti od uticajnosti (impakta) u samoj bazi i, dopunski, u međunarodnim (Thompson-ISI) citatnim indeksima. Detalji o indeksiranju mogu se videti na sajtu Vojnotehničkog glasnika, stranica Indeksiranje časopisa.

Radovi se predaju putem onlajn sistema za elektronsko uređivanje ASEESTANT, koji je razvio Centar za evaluaciju u obrazovanju i nauci (CEON).

Pristup i registracija za servis vrše se na sajtu www.vtg.mod.gov.rs, preko stranice ASEESTANT ili SCINDEKS, odnosno direktno na linku aseestant.ceon.rs/index.php/vtg

Detaljno uputstvo o registraciji i prijavi za servis nalazi se na sajtu www.vtg.mod.gov.rs, stranica Uputstvo za e-Ur: Elektronsko uređivanje – ASEESTANT.

Vojnotehnički glasnik objavljuje članke na srpskom, engleskom, ruskom, nemačkom ili francuskom jeziku (arial, srpska latinica, veličina slova 11 pt, prored Single).

Članak treba da sadrži sažetak sa ključnim rečima, uvod, razradu, zaključak, literaturu i rezime sa ključnim rečima na engleskom jeziku (bez numeracije naslova i podnaslova). Obim članka treba da bude oko jednog autorskog tabaka (16 stranica formata A4 sa preredom Single), a najviše 24 stranice.

Članak treba da bude napisan na obrascu za pisanje članka, koji se u elektronskoj formi može preuzeti sa sajta na stranici Obrazac za pisanje članka.

Naslov

Naslov treba da odražava temu članka. U interesu je časopisa i autora da se koriste reči prikladne za indeksiranje i pretraživanje. Ako takvih reči nema u naslovu, poželjno je da se pridoda i podnaslov. Naslov treba da bude preveden i na engleski jezik.

Ovi naslovi ispisuju se ispred sažetka na odgovarajućem jeziku.

Tekući naslov

Tekući naslov se ispisuje sa strane svake stranice članka radi lakše identifikacije, posebno kopija članaka u elektronskom obliku. Sadrži prezime i inicijal imena autora (ako autora ima više, preostali se označavaju sa „et al.“ ili „i dr.“), naslove rada i časopisa i koliciju (godina, volumen, sveska, početna i završna stranica). Naslovi časopisa i članka mogu se dati u skraćenom obliku.

Ime autora

Navodi se puno ime i prezime (svih) autora. Veoma je poželjno da se navedu i srednja slova autora. Imena i prezimena domaćih autora uvek se ispisuju u originalnom obliku (sa srpskim dijakritičkim znakovima), nezavisno od jezika na kojem je napisan rad.

Naziv ustanove autora (afilijacija)

Navodi se pun (zvanični) naziv i sedište ustanove u kojoj je autor zaposlen, a eventualno i naziv ustanove u kojoj je autor obavio istraživanje. U složenim organizacijama navodi se ukupna hijerarhija (na primer, Univerzitet u Beogradu, Vojna akademija, Katedra prirodno-matematičkih nauka, Beograd). Bar jedna organizacija u hijerarhiji mora biti pravno lice. Ako autora ima više, a neki potiču iz iste ustanove, mora se, posebnim oznakama ili na drugi način, naznačiti iz koje od navedenih ustanova potiče svaki od navedenih autora. Afilijacija se ispisuje neposredno nakon imena autora. Funkcija i zvanje autora se ne navode.

Kontakt podaci

Adresa ili e-adresa autora daje se u napomeni pri dnu prve stranice članka. Ako autora ima više, daje se samo adresa jednog, obično prvog autora.

Kategorija (tip) članka

Kategorizacija članaka obaveza je uredništva i od posebne je važnosti. Kategoriju članka mogu predlagati recenzenti i članovi uredništva, odnosno urednici rubrika, ali odgovornost za kategorizaciju snosi isključivo glavni urednik.

Članci u časopisima se razvrstavaju u sledeće kategorije:

Naučni članci:

1. originalan naučni rad (rad u kojem se iznose prethodno neobjavljivani rezultati sopstvenih istraživanja naučnim metodom);
2. pregledni rad (rad koji sadrži originalan, detaljan i kritički prikaz istraživačkog problema ili područja u kojem je autor ostvario određeni doprinos, vidljiv na osnovu autocitata);
3. kratko ili prethodno saopštenje (originalni naučni rad punog formata, ali manjeg obima ili preliminarog karaktera);
4. naučna kritika, odnosno polemika (rasprava na određenu naučnu temu, zasnovana isključivo na naučnoj argumentaciji) i osvrti.

Izuzetno, u nekim oblastima, naučni rad u časopisu može imati oblik monografske studije, kao i kritičkog izdanja naučne građe (istorijsko-arhivske, leksikografske, bibliografske, pregleda podataka i sl.) – dotad nepoznate ili nedovoljno pristupačne za naučna istraživanja.

Radovi klasifikovani kao naučni moraju imati bar dve pozitivne recenzije. Spisak recenzenata Vojnotehničkog glasnika može se videti na stranici sajta Spisak recenzenata.

Ako se u časopisu objavljuju i prilozi vannaučnog karaktera, naučni članci treba da budu grupisani i jasno izdvojeni u prvom delu sveske.

Stručni članci:

1. stručni rad (prilog u kojem se nude iskustva korisna za unapređenje profesionalne prakse, ali koja nisu nužno zasnovana na naučnom metodu);
2. informativni prilog (uvodnik, komentar i sl.);
3. prikaz (knjige, računarskog programa, slučaja, naučnog događaja, i sl.).

Jezik rada

Jezik rada može biti srpski, engleski ili drugi jezik koji se koristi u međunarodnoj komunikaciji u određenoj naučnoj oblasti (ruski, nemački ili francuski).

Tekst mora biti jezički i stilski doteran, sistematizovan, bez skraćenica (osim standardnih). Sve fizičke veličine moraju biti izražene u Međunarodnom sistemu mernih jedinica – SI. Redosled obrazaca (formula) označava se rednim brojevima, sa desne strane u okruglim zagradama.

Sažetak (apstrakt) i rezime

Sažetak (apstrakt) jeste kratak informativan prikaz sadržaja članka koji čitaocu omogućava da brzo i tačno oceni njegovu relevantnost. U interesu je uredništava i autora da sažetak sadrži termine koji se često koriste za indeksiranje i pretragu članaka. Sastavni delovi sažetka su cilj istraživanja, metodi, rezultati i zaključak. Sažetak treba da ima od 100 do 250 reči i treba da se nalazi između zaglavlja (naslov, imena autora i dr.) i ključnih reči, nakon kojih sledi tekst članka. Ako je rad napisan na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom) jeziku poželjno je da se, pored sažetka na srpskom (ruskom, nemačkom ili francuskom), daje i sažetak u proširenom obliku na engleskom jeziku – kao tzv. rezime (summary). Ovakav rezime treba da bude na kraju članka, nakon odeljka Literatura. Važno je da rezime bude u strukturiranom obliku, a njegova dužina može biti do 1/10 dužine članka (opširniji je od sažetka sa početka članka). Početak ovog rezimea može biti prevedeni sažetak (sa početka članka), a zatim treba da slede prevedeni glavni naslovi, podnaslovi i osnove zaključka članka (literatura se ne prevodi). Potrebno je da se u strukturiranom rezimeu prevede i deo teksta ispod naslova i podnaslova, vodeći računa da on bude proporcionalan njihovoj veličini, a da odražava suštinu. Nakon rezimea na engleskom jeziku (proširenog sažetka) dodaje se njegov prevod na srpskom, da bi redakcija izvršila proveru i lekturu.

Ključne reči

Ključne reči su termini ili fraze koje adekvatno predstavljaju sadržaj članka za potrebe indeksiranja i pretraživanja. Treba ih dodeljivati oslanjajući se na neki međunarodni izvor (popis, rečnik ili tezaurus) koji je najšire prihvaćen ili unutar date naučne oblasti. Za npr. nauku uopšte, to je lista ključnih reči Web of Science. Broj ključnih reči ne može biti veći od 10, a u interesu je uredništva i autora da učestalost njihove upotrebe bude što veća. Ključne reči daju se na jeziku na kojem je napisan članak (sažetak) i na engleskom jeziku. U članku se pišu neposredno nakon sažetka, odnosno nakon rezimea.

Sistem ASEESTANT u tu svrhu koristi specijalnu alatku KWASS: automatsko ekstrahovanje ključnih reči iz disciplinarnih tezaurusa/rečnika po izboru i rutine za njihov odabir, tj. prihvatanje odnosno odbacivanje od strane autora i/ili urednika.

Datum prihvatanja članka

Datum kada je uredništvo primilo članak, datum kada je uredništvo konačno prihvatilo članak za objavljivanje, kao i datumi kada su u međuvremenu dostavljene eventualne ispravke rukopisa navode se hronološkim redosledom, na stalnom mestu, po pravilu na kraju članka.

Zahvalnica

Naziv i broj projekta, odnosno naziv programa u okviru kojeg je članak nastao, kao i naziv institucije koja je finansirala projekat ili program, navodi se u posebnoj napomeni na stalnom mestu, po pravilu pri dnu prve strane članka.

Prethodne verzije rada

Ako je članak u prethodnoj verziji bio izložen na skupu u vidu usmenog saopštenja (pod istim ili sličnim naslovom), podatak o tome treba da bude naveden u posebnoj napomeni, po pravilu pri dnu prve strane članka. Rad koji je već objavljen u nekom časopisu ne može se objaviti u Vojnotehničkom glasniku (preštampati), ni pod sličnim naslovom i izmenjenom obliku.

Tabelarni i grafički prikazi

Poželjno je da naslovi svih prikaza, a po mogućstvu i tekstualni sadržaj, budu dati dvojezično, na jeziku rada i na engleskom jeziku.

Tabele se pišu na isti način kao i tekst, a označavaju se rednim brojevima sa gornje strane. Fotografije i crteži treba da budu jasni, pregledni i pogodni za reprodukciju. Crteže treba raditi u programu word ili corel. Fotografije i crteže treba postaviti na željeno mesto u tekstu.

Navođenje (citiranje) u tekstu

Način pozivanja na izvore u okviru članka mora biti jednoobrazan.

Vojnotehnički glasnik za referenciranje (citiranje i navođenje literature) primenjuje Harvardski sistem referenci, odnosno Harvardski priručnik za stil (Harvard Referencing System, Harvard Style Manual). U samom tekstu, u običnim zagradama, na mestu na kojem se vrši pozivanje, odnosno citiranje literature nabrojane na kraju članka, obavezno u običnoj zagradi napisati prezime citiranog autora, godinu izdanja publikacije iz koje citirate i, eventualno, broj stranica. Npr. (Petrović, 2012, pp.10–12).

Detaljno uputstvo o načinu citiranja, sa primerima, dato je na stranici sajta Uputstvo za Harvardski priručnik za stil. Potrebno je da se pozivanje na literaturu u tekstu uradi u skladu sa pomenutim uputstvom.

Sistem ASEESTANT u svrhu kontrole navođenja (citiranja) u tekstu koristi specijalnu alatku CiteMatcher: otkrivanje izostavljenih citata u tekstu rada i u popisu referenci.

Napomene (fusnote)

Napomene se daju pri dnu strane na kojoj se nalazi tekst na koji se odnose. Mogu sadržati manje važne detalje, dopunska objašnjenja, naznake o korišćenim izvorima (na primer, naučnoj građi, priručnicima), ali ne mogu biti zamena za citiranu literaturu.

Lista referenci (literatura)

Citirana literatura obuhvata, po pravilu, bibliografske izvore (članke, monografije i sl.) i daje se isključivo u zasebnom odeljku članka, u vidu liste referenci. Reference se ne prevode na jezik rada i nabrajaju se u posebnom odeljku na kraju članka.

Vojnotehnički glasnik, kao način ispisa literature, primenjuje Harvardski sistem referenci, odnosno Harvardski priručnik za stil (Harvard Referencing System, Harvard Style Manual).

Literatura se nabraja po abecednom redosledu, navodeći najpre prezimena autora, bez numeracije.

Detaljno uputstvo o načinu popisa referenci, sa primerima, dato je na stranici sajta Uputstvo za Harvardski priručnik za stil. Potrebno je da se popis literature na kraju članka uradi u skladu sa pomenutim uputstvom.

Nestandardno, nepotpuno ili nedosledno navođenje literature u sistemima vrednovanja - časopisa smatra se dovoljnim razlogom za osporavanje naučnog statusa časopisa.

Sistem ASEESTANT u svrhu kontrole pravilnog ispisa liste referenci koristi specijalnu alatku RefFormatter: kontrola oblikovanja referenci u skladu sa Harvardskim priručnikom za stil.

Propratno pismo

Pored članka dostavlja se propratno pismo u kojem treba istaći o kojoj vrsti članka se radi, koji su grafički prilozi (fotografije i crteži) originalni, a koji pozajmljeni.

U propratnom pismu navode se i podaci autora: ime, srednje slovo, prezime, čin, zvanje, e-mail, adresa poslodavca (VP), kućna adresa, telefon na radnom mestu i kućni (mobilni) telefon, račun i naziv banke, SO mesta stanovanja, broj lične karte i JMB građana.

Ako je više autora članka, u propratnom pismu se navodi pojedinačni procentualni udeo radi obračuna honorara.

Svi radovi podležu stručnoj recenziji, a objavljeni radovi i stručne recenzije honorišu se prema važećim propisima.

Adresa redakcije:
Vojnotehnički glasnik,
Braće Jugovića 19, Dom Vojske Srbije,
11000 Beograd.
E-mail: vojnotehnicki.glasnik@mod.gov.rs.

Urednik
Nebojša Gaćesa
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: 011/3349-497, 064/8080-118

CALL FOR PAPERS AND ARTICLE FORMATTING INSTRUCTIONS

The instructions to authors about the article preparation for publication in the *Military Technical Courier* are based on the Act on scientific journal editing of the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia, No 110-00-17/2009-01 of 9th July 2009. This Act aims at improving the quality of national journals and raising the level of their compliance with the international system of scientific information exchange. It is based on international standards ISO 4, ISO 8, ISO 18, ISO 215, ISO 214, ISO 18, ISO 690, ISO 690-2, ISO 999 and ISO 5122 and their national equivalents.

THE MILITARY TECHNICAL COURIER/VOJNOTEHNIČKI GLASNIK (www.vtg.mod.gov.rs, ISSN 0042-8469 – print issue, ISSN 2217-4753 – online, UDC 623+355/359) is a multidisciplinary scientific journal of the Ministry of Defence of the Republic of Serbia. It publishes scientific and professional papers as well as technical data about contemporary weapon systems and modern military technologies. Offering a logistic system support, the *Courier* is a part of a unique technical support to the Army services in the field of fundamental, applied and development research. It also deals with production and use of weapons and military equipment as well as with theoretical and practical achievements leading to professional development of the personnel of the Ministry of Defence and the Army of the Republic of Serbia.

Pursuant to the decision given in Article 27, paragraph 1, point 4, and in accordance with the acquired opinion given in Article 25, paragraph 1, point 5 of the Act on Scientific and Research Activities (Official Gazette of the Republic of Serbia, No 110/05, 50/06-cor and 18/10), the Ministry of Education, 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 – details available at <http://scindeks.nb.rs>) and is constantly monitored depending on the impact within the base itself and on the international (Thompson-ISI) citation indexes. 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 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 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, Military Academy, Department for Military Electronic Systems, Belgrade). At least one organization in the hierarchy must be a legal entity. When some of multiple authors have the same affiliation, it must be clearly stated, by special signs or in other way, which department exactly they are affiliated with. The affiliation follows the author's name. The function and title are not given.

Contact details

The postal address or the e-mail address of the author (usually of the first one if there are more authors) is given in the footnote at the bottom of the first page.

Type of articles

Classification of articles is a duty of the editorial staff and is of special importance. Referees and the members of the editorial staff, or section editors, can propose a category, but the editor-in-chief has the sole responsibility for their classification.

Journal articles are classified as follows:

Scientific articles:

1. Original scientific paper (giving the previously unpublished results of the author's own research based on scientific methods);
2. Survey paper (giving an original, detailed and critical view of a research problem or an area to which the author has made a contribution visible through his self-citation);
3. Short or preliminary communication (original scientific paper of full format but of a smaller extent or of a preliminary character);
4. Scientific critique or forum (discussion on a particular scientific topic, based exclusively on scientific argumentation) and commentaries.

Exceptionally, in particular areas, a scientific paper in the Journal can be in a form of a monograph or a critical edition of scientific data (historical, archival, lexicographic, bibliographic, data survey, etc.) which were unknown or hardly accessible for scientific research.

Papers classified as scientific must have at least two positive reviews.

The list of referees of the Military Technical Courier can be viewed at 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 Gaćesa
nebojsa.gacesa@mod.gov.rs
tel.: +381 11 3349 497, +381 64 80 80 118

OBAVEŠTENJA SARADNICIMA I ČITAOCIMA INFORMATIONS FOR CONTRIBUTORS AND READERS

Vojnotehnički glasnik indeksiran u bazama DOAJ, ROAD i EBSCO Academic Search Complete

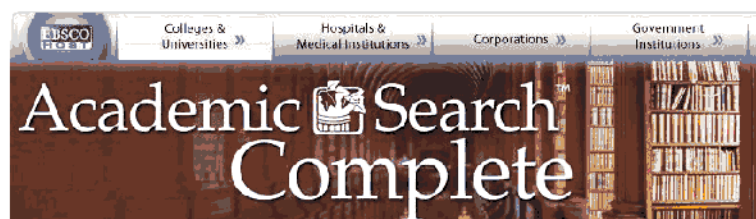
Vojnotehnički glasnik je od 23. jula 2014. godine indeksiran, referisan i dostupan u direktoriju časopisa otvorenog pristupa *DOAJ (Directory of Open Access Journals)*. *DOAJ* je onlajn direktorij koji indeksira i obezbeđuje pristup kvalitetnim i recenziranim naučnim časopisima otvorenog pristupa.



Časopis je od 7. jula 2014. godine indeksiran i vidljiv i u direktoriju naučnih resursa sa otvorenim pristupom *ROAD (Directory of Open Access scholarly Resources)*. Servis *ROAD* održava ISSN međunarodni centar uz podršku Sektora za komunikacije i informisanje UNESCO.

ROAD Directory of Open Access scholarly Resources

Nakon licenciranja kod EBSCO Publishing-a, najvećeg svetskog agregatora časopisa, periodike i ostalih izvora u punom tekstu, od 2011. godine (u bazi EBSCO International Security & Counter-Terrorism Reference Center), *Vojnotehnički glasnik* je od ove godine referisan i u prestižnoj bazi *EBSCO Academic Search Complete*.



Detalji o indeksiranju dostupni su na sajtu *Vojnotehničkog glasnika*, stranica Indeksiranje časopisa.

The *Military Technical Courier* is indexed in *DOAJ*,
ROAD and *EBSCO Academic Search*
Complete databases

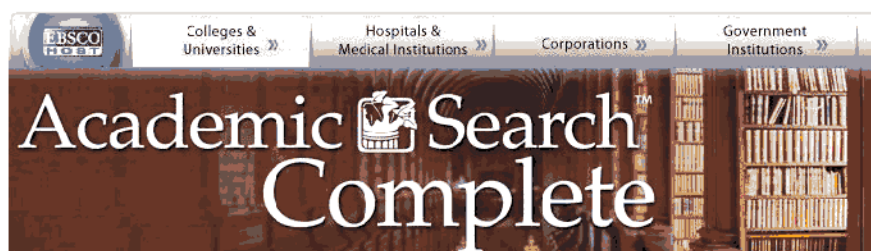
Since 23rd July 2014, the *Military Technical Courier* is indexed, referred to and available in the *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*. *DOAJ* is an online directory that indexes and provides access to quality open access, peer-reviewed journals.



Since 7th July 2014, the journal has been indexed and visible in the *ROAD*. *ROAD*, the *Directory of Open Access scholarly Resources*, is a service offered by the ISSN International Centre with the support of the Communication and Information Sector of UNESCO.

ROAD Directory of Open Access scholarly Resources

After being licensed at EBSCO Publishing, world's largest aggregator of magazines, periodicals and other sources in full text, since 2011, (at the EBSCO International Security & Counter-Terrorism Reference Center Base), as of this year, the *Military Technical Courier* is also referred to at the prestigious base EBSCO Academic Search Complete.



Details of indexing are available on the *Military Technical Courier* website, page Journal indexing.

Prilog *Vojnoekonomski pregled* biće objavljivan u *Vojnom delu*

Redakcija *Vojnotehničkog glasnika* najavila je u broju 1/2014 ponovno pokretanje posebnog priloga *Vojnoekonomski pregled*, koji je od 1953. do 1956. godine priređivan u okviru *Vojnotehničkog glasnika*. Ovaj prilog trebalo je da čine radovi iz oblasti ekonomije, odnosno intendantske i finansijske službe, čime bi bila upotpunjena logistička sistemska podrška koju *Vojnotehnički glasnik* pruža radi usavršavanja pripadnika svih rodova i službi Ministarstva odbrane i Vojске Srbije.

Na inicijativu Uprave za budžet i saglasnosti Uprave za odnose sa javnošću i Uređivačkog odbora *Vojnotehničkog glasnika*, prilog *Vojnoekonomski pregled* biće publikovan u naučnom časopisu *Vojno delo*.

Supplement-section *Military Economy Survey* will be published in *the Vojno delo*

The editorial board of the *Military Technical Courier* announced in No1/2014 a re-issuing of special supplement-section *Military Economy Survey*, which was published as a part of the *Military Technical Courier* from 1953 to 1956. This supplement-section was intended to be comprised of professional papers from the fields of economy, namely quartermaster and financial service, which would add value to the logistics system support offered by the *Military Technical Courier* for further professional training of members of all branches and services of the Ministry of Defence and the Army of Serbia. Upon the initiative of the Budget Department and the agreement of the Public Relations Department and the Editing Board of the *Military Technical Courier*, the supplement-section *Military Economy Survey* will be published in the *Vojno delo* scientific journal.

ЧЕСТИТКА ПОЗДРАВЛЕНИЕ GREETINGS

Редакција *Војнотехничког гласника* честита својим читаоцима и сарадницима 70. годишницу ослобођења Београда у Другом светском рату.

Поводом јубилеја, у Београду је 16. октобра 2014. године испред Палате Србија одржана војна парада „Корак победника“ уз присуство председника Републике Србије Томислава Николића, председника Руске Федерације Владимира Путина, председника Републике Српске Милорада Додика, председника Владе Републике Србије Александра Вучића, министара Владе, ветерана, као и бројних гостију и грађана.

На паради је приказано најсавременије наоружање и бројна средства војне опреме Војске Србије.

Редколлегија журнала «Военно-технический вестник» поздравляет своих читателей и сотрудников с 70-летней годовщиной освобождения Белграда от немецко-фашистских захватчиков.

К юбилею освобождения Белграда 16 октября 2014 г. в столице Сербии перед комплексом Палата Сербии приурочен военный парад под названием «Шаг победителя». На параде присутствовали президент Республики Сербия Томислав Николич, президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин, президент Республики Сербской Милорад Додик, председатель правительства Республики Сербия Александр Вучич, члены правительства, ветераны, многочисленные иностранные гости и огромное количество местных жителей.

На параде продемонстрированы самые современные образцы военной техники, стоящей на вооружении Сербской армии.

The Military Technical Courier sends greetings to its readers and contributors, commemorating the 70th anniversary of the liberation of Belgrade in World War II.

To mark the jubilee, the "March of the Victorious" military parade was held in Belgrade, in front of the Palace of Serbia, on 16th October 2014. It was attended by President of the Republic of Serbia Tomislav Nikolić, President of the Russian Federation Vladimir Putin, President of the Republic of Srpska Milorad Dodik, Prime Minister of the Republic of Serbia Aleksandar Vučić, government ministers, veterans and numerous guests and citizens.

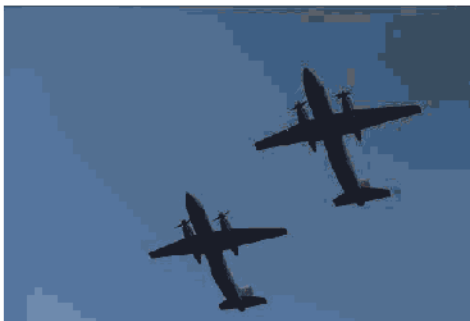
The parade showcased Serbia's most modern armament and a large amount of weapon equipment.

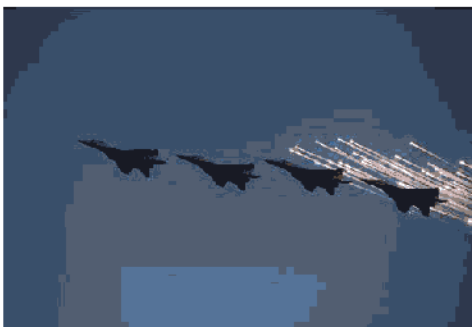












MEDIJA CENTAR „ODBRANA“

- Braće Jugovića 19, 11000 Beograd •
- Telefoni: (011) 3201-995 i 23-995 •
- Telefaks: (011) 3241-009 •
- Tekući račun: 840-312849-56 • PIB: 102116082 •
- Broj potvrde o evidentiranju za PDV: 135328814 •

POZIV NA PRETPLATU ZA ŠTAMPANO IZDANJE ZA 2014. GODINU

Pretplaćujemo se za štampano izdanje časopisa:

br. primeraka

1. „Vojnotehnički glasnik“

Godišnja pretplata 1.200,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 54

.....

2. „Novi glasnik“

Godišnja pretplata 1.800,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 53

.....

3. „Vojno delo“

Godišnja pretplata 1.400,00 dinara

Prilikom uplate pozvati se na broj: 51

.....

Pretplatne cene važe do 31. 12. 2014. godine.

Broj primeraka izdanja koja se naručuju upisati u narudžbenicu, a primerak narudžbenice sa dokazom o izvršenoj uplati na gore navedeni tekući račun poslati na gore navedenu adresu.

Kupac

tel.:

Mesto

Ulica

br.

Potpis naručioca

M. P.

.....

Likovno-grafički urednik
mr *Nebojša Kujundžić*
e-mail: nebojsa.kujundzic@mod.gov.rs

Tehničko uređenje
Zvezda Jovanović

Lektor
Dobriša Miletić, profesor
e-mail: dobriša.miletic@mod.gov.rs

Prevod na engleski
Jasna Višnjić, profesor
e-mail: jasnavisnjic@yahoo.com

Prevod na ruski
Karina Avagjan, profesor
e-mail: karinka@sezampro.rs
Olivera Hajduković, profesor
e-mail: oliverahajdukovic@lukoil.rs

Prevod na nemački
Gordana Bogdanović, profesor
e-mail: gordana.bogdanovic@yahoo.com

Prevod na francuski
Dragan Vučković
e-mail: draganvuckovic@kbcnet.rs

CIP – Каталогизacija у публикацији:
Народна библиотека Србије, Београд

623+355 / 359
355 / 359

ВОЈНОТЕХНИЧКИ гласник : научни часопис
Министарства одбране Републике Србије =
Military technical courier : scientific
periodical of the Ministry of Defence of the
Republic of Serbia / одговорни уредник
Небојша Гаћеша. - Год. 1, бр. 1 (1953) -
- Београд (Браће Југовића 19) : Министарство
одбране Републике Србије, 1953- (Београд :
Војна штампарија). - 24 cm

Доступно и на:
<http://www.vtg.mod.gov.rs>
Тромесечно. - Друго издање на другом медијуму:
Vojnotehnički glasnik (Online) = ISSN
2217-4753
ISSN 0042-8469 = Војнотехнички гласник
COBISS.SR-ID 4423938

Cena: 350,00 dinara
Tiraž: 500 primeraka

Na osnovu mišljenja Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije,
broj 413-00-1201/2001-01 od 12. 9. 2001. godine,
časopis „Vojnotehnički glasnik“ je publikacija od posebnog interesa za nauku.
UDK: Narodna biblioteka Srbije, Beograd

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