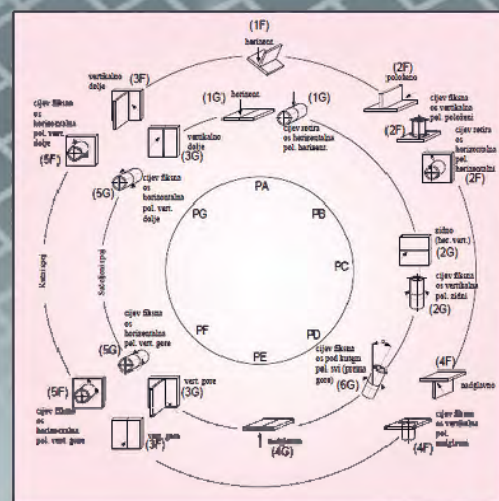
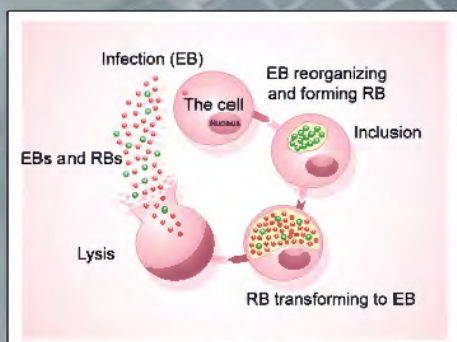
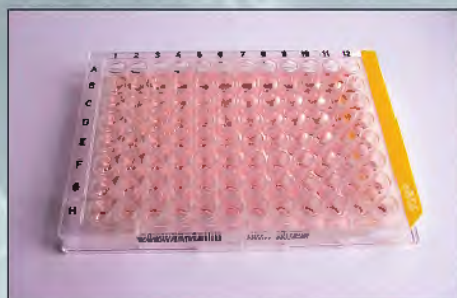


# Tehnički Glasnik

## Technical Journal



Primjena TIG postupka zavarivanja u spajanju pozicija



Tehnički aspekti testiranja antimikrobne osjetljivosti bakterije *Chlamydia trachomatis* u staničnoj kulturi

ISSN 1846-6168 (Print)  
ISSN 1848-5588 (Online)  
Godište (Volume) 9  
Broj (Number) 2  
Stranica (Pages) 121-234  
Varaždin, lipanj (June) 2015.

# TEHNIČKI GLASNIK TECHNICAL JOURNAL

Znanstveno-stručni časopis Sveučilišta Sjever  
Scientific professional journal of University North

Godište (Volume) 9  
Varaždin, lipanj (June) 2015.

Broj (Number) 2  
Stranica (Pages) 121–234

**Adresa uredništva (Address of Editorial Office):**

Sveučilište Sjever – Tehnički glasnik  
Sveučilišni centar Varaždin  
104. brigade 3, 42000 Varaždin, Hrvatska;  
Tel. ++385/ 42/ 493 328, Fax. ++385/ 42/ 493 333  
e-mail: casopis@unin.hr  
<http://www.unin.hr/sveucilisna-knjiznica/izdavastvo/tehnicki-glasnik/>

**Osnivač i izdavač (Founder and Publisher):**

Sveučilište Sjever

**Savjet časopisa (Council of Journal):**

Predsjednik Marin MILKOVIĆ (UNIN Varaždin), član Milan KLJAJIN (SF Slavonski Brod), član Ante ČIKIĆ (VTŠ Bjelovar), član Krešimir BUNTAK, član Živko KONDIĆ (UNIN Varaždin)

**Urednički odbor (Editorial Board):**

Marin MILKOVIĆ, Živko KONDIĆ, Damir VUSIĆ, Ivan ŠUMIGA, Marko STOJIĆ, Goran KOZINA, Marko HORVAT, Krešimir BUNTAK, Božo SOLDO (UNIN Varaždin);  
Duško PAVLETIĆ i Branimir PAVKOVIĆ (TF Rijeka); Nikola MRVAC i Igor ZJAKIĆ (GF Zagreb); Biserka RUNJE i Krešimir GRILEC (SF Zagreb); Ivan SAMARDŽIĆ, Dražan KOZAK, Leon MAGLIĆ, Roberto LUJIĆ, Ante STOJIĆ i Katica ŠIMUNOVIĆ (SF Slavonski Brod); Ante ČIKIĆ (VTŠ Bjelovar); Darko DUKIĆ (Sveučilište u Osijeku, Odjel za fiziku); Gordana DUKIĆ (Filozofski fakultet u Osijeku); Srđan MEDIĆ (VELK Karlovac); Sanja KALAMBURA (Veleučilište Velika Gorica); Marko DUĐER (FF Rijeka, Odsjek za politehniku)

**Međunarodni urednički savjet (International Editorial Council):**

Boris TOVORNIK (UM FERI Maribor); Milan KUHTA (University of Maribor, Faculty of Civil Engineering); Nenad INJAC (KPH Wien/Krems); Džafer KUDUMOVIĆ (MF Tuzla); Marin PETROVIĆ (MF Sarajevo); Salim IBRAHIMEFENDIĆ (KF Kiseljak); Zoran LOVREKOVIĆ (VTŠ Novi Sad); Igor BUDAK (Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu); Darko BAJIĆ (Mašinski fakultet Univerziteta Crne Gore); Tomáš HANÁK (Brno University of Technology, Czech Republic); Aleksandr Viktorovich SHKOLA, Klimentko Evgenij VLADIMIROVIĆ, Oleg Aleksandrovich POPOV (Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine)

**Glavni urednici (Editors-in-Chief):**

Živko KONDIĆ, Marin MILKOVIĆ

**Tehnički urednici (Technical Editor):**

Milan KLJAJIN, Goran KOZINA

**Grafički urednik (Graphics Editor):**

Dean VALDEC

**Tajništvo (Secretary Office):**

Domagoj TROJKO

**Lektori i prevoditelji (Linguistic Advisers and Translators):**

Ivana GRABAR, Ivana JURKOVIĆ (za engleski jezik)  
Ljiljana ŠARAC (za hrvatski jezik)

**Informatička podrška (IT support):**

Davor LEVANIĆ

Svi objavljeni članci u časopisu su recenzirani (All papers published in journal have been reviewed)

Časopis je besplatan i izlazi u četiri broja godišnje (The journal is free and published four issues per year)

Naklada (Circulation): 100 primjeraka (issues)

Časopis je referiran u (Journal is referred in):

EBSCOhost Academic Search Complete



Hrčak - Portal znanstvenih časopisa RH

Rukopisi se ne vraćaju (Manuscripts are not returned)

Registracija časopisa (Registration of journal):

Časopis "Tehnički glasnik" upisan je u Upisnik HGK o izdavanju i distribuciji tiska 18. listopada 2007. godine pod rednim brojem 825.

Uređenje zaključeno (Preparation ended):

Lipanj (June) 2015.

**SADRŽAJ**  
 CONTENT

<i>Akanab O. G., Ismaila S. O., Awodol J. G.</i> <b>KVANTITATIVNE METODE U ORGANIZACIJSKOM DIZAJNU: MODEL I PRIMJENA U STVARNOM SVIJETU</b> QUANTITATIVE METHODS IN THE DESIGNS OF ORGANIZATIONS: A MODEL AND A REAL WORLD APPLICATION	121
<i>Umihanić M., Čehajić N., Salihović N.</i> <b>USPOREDNA ANALIZA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE FIKSNIH FOTONAPONSKIH SUSTAVA U RAZLIČITIM DIJELOVIMA BIH</b> COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTRICITY PRODUCTION FIXED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN DIFFERENT PARTS OF BIH	128
<i>Meštrović T., Ljubin-Sternak S., Bedenić B.</i> <b>TEHNIČKI ASPEKTI TESTIRANJA ANTIMIKROBNE OSJETLJIVOSTI BAKTERIJE CHLAMYDIA TRACHOMATIS U STANIČNOJ KULTURI</b> TECHNICAL ASPECTS OF CHLAMYDIA TRACHOMATIS ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY TESTING IN CELL CULTURE SYSTEM	136
<i>Dukić D., Bertović N.</i> <b>KAKO VLADINI ZAPOSLENICI KORISTE INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE?</b> HOW DO GOVERNMENT EMPLOYEES USE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES?	142
<i>Hižak J.</i> <b>EVOLUCIJA SURADNJE U NOWAK-SIGMUNDOVOM MODELU ITERIRANE ZATVORENIKOVE DILEME</b> EVOLUTION OF COOPERATION IN NOWEG-SIGMUNDS ITERATED PRISONER'S DILEMMA	147
<i>Novskiy A., Novskiy V., Vivcharuk V.</i> <b>ISTRAŽIVANJE ANIZOTROPNIH SVOJSTAVA BOKLASTIČNOG VAPNENCA NA MODELIMA PILOTA U LABORATORIJSKIM UVJETIMA</b> INVESTIGATION OF ANISOTROPIC PROPERTIES OF SHELL LIMESTONE BY MODELS OF BORED PILE IN LABORATORY-LIKE ENVIRONMENTS	151
<i>Kondi V., Bojanić B., Kondić Ž.</i> <b>IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE KONTROLE KVALITETE REZULTATA PROCESA</b> THE CHOICE OF THE OPTIMUM ALTERNATIVE OF THE PROCESS RESULTS QUALITY CONTROL	153
<i>Petrović I., Herček R., Kos S.</i> <b>MJERNA STANICA ZA MODELIRANJE PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE FOTONAPONSKOM TEHNOLOGIJOM</b> THE MEASURING STATION FOR ELECTRICAL ENERGY PRODUCTION MODELING USING PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY	159
<i>Barešić D., Hederić Ž., Barukčić M.</i> <b>MODERNIZACIJA MOBILNIH ELEKTROAGREGATA</b> MODERNISATION OF MOBILE GENSETS	164
<i>Kondić Ž., Višnjik V., Maderić D.</i> <b>OSIGURAVANJA KVALITETE VISOKOG OBRAZOVANJA NA PRIMJERU SVEUČILIŠTA SJEVER</b> IMPLEMENTATION METHODOLOGY OF INTERNAL AUDITS OF QUALITY ASSURANCE SYSTEM IN HIGHER EDUCATION	172
<i>Barchukova T.N., Zavrak N.V.</i> <b>PRORAČUN KRATKOG PILOTA S PROŠIRENJE UZ POMOĆ SUVREMENIH RAČUNALA</b> CALCULATION OF SHORT LENGTH PILE WITH WIDENING USING MODERN COMPUTERS	177
<i>Tuganenko Y., Tkalič A., Marchenko M., Loginova L.</i> <b>DIFERENCIJALNA METODA OCJENJIVANJA KARAKTERISTIKA TLA PREMA REZULTATIMA ISPITIVANJA PILOTA</b> DIFFERENTIAL METHOD OF ESTIMATION OF SOIL RESISTANCE CHARACTERISTIC ACCORDING TO THE RESULTS OF THE PILE TESTS	180
<i>Tomić J.</i> <b>LEGALIZACIJA NEZAKONITO IZGRAĐENIH ZGRADA</b> LEGALIZATION OF ILLEGALLY CONSTRUCTED BUILDINGS	186
<i>Mihevc Z.</i> <b>BRENDIRANJE GRADOVA KAO EKONOMSKA NUŽNOST</b> CITY BRANDING AS ECONOMIC NECESSITY	198
<i>Samardžić I., Bogovac D., Jorgić T., Kovačić K.</i> <b>PRIMJENA TIG POSTUPKA ZAVARIVANJA U SPAJANJU POZICIJA</b> THE APPLICATION OF THE TIG WELDING PROCESS IN THE MERGING POSITIONS	202
<i>Majić T., Pongrac B., Richter G.</i> <b>ASIMetriJA INFORMACIJA I MORALNA OPASNOST U FINANCIJSKOJ EKONOMIJI</b> INFORMATION ASYMMETRY AND MORAL HAZARD IN FINANCIAL ECONOMICS	209

<i>Buntak K., Šuljagić N.</i> <b>EKONOMIKA LOGISTIKE PROIZVODNJE</b> ECONOMICS OF PRODUCTION LOGISTICS	216
<i>Kondić V., Bojanić B., Horvat M.</i> <b>POSTUPAK DEFINIRANJA ZADATAKA, ODGOVORNOSTI, OVLAŠTI I KOMPETENCIJA U SUSTAVIMA UPRAVLJANJA</b> PROCEDURE OF DEFINING TASKS, RESPONSIBILITIES, POWERS AND COMPETENCES IN THE MANAGEMENT SYSTEMS	222
<i>Pavlek M. H., Klopotan I., Latin M.</i> <b>POLOŽAJ ŽENA MENADŽERA</b> THE POSITION OF WOMEN MANAGERS	227
<i>Uršulin-Trstenjak N., Levanić D., Hasaković-Felja M.</i> <b>PRETILOST KAO FAKTOR RIZIKA ZA NASTAJANJE KARDIOVASKULARNIH-KORONARNIH BOLESTI</b> OBESITY AS A RISK FACTOR FOR CARDIOVASCULAR-CORONARY DISEASES	230
<b>Naputak autorima</b> Instructions for authors	III

## KVANTITATIVNE METODE U ORGANIZACIJSKOM DIZAJNU: MODEL I PRIMJENA U STVARNOM SVIJETU

### QUANTITATIVE METHODS IN THE DESIGNS OF ORGANIZATIONS: A MODEL AND A REAL WORLD APPLICATION

*Olusegun Gabriel Akanbi, Salami Olasunkanmi Ismaila, J. G. Awodol*

Pregledni rad

**Sažetak:** Glavni problem u organizacijskom dizajnu je problem određivanja optimalnog broja potrebnih zaposlenika. Javne službe u zemljama u razvoju i pružatelji usluga posebno su suočavaju s ovim izazovom. Uz zapošljavanje koje se ne temelji na zahtjevu organizacije javlja se prevelik broj zaposlenih. U ovom je istraživanju struktura proizvodne organizacije u državnom vlasništvu redizajnirana pomoću modela iskoristivosti kadra u svrhu optimizacije radnih uvjeta. Korištenjem metode trenutačnih opažanja utvrđeni su godišnji sadržaj rada i optimalni broj zaposlenika na operativnoj razini. Dinamički parametri ljudske interakcije određeni su za tri razine upravljanja i korišteni su za dobivanje optimalnih raspona kontrole za upravljačke pozicije. Čimbenici iskoristivosti kadra i godišnji troškovi rada izračunati su za postojeće i redizajnirane strukture. Rezultati pokazuju da bi se čimbenik iskoristivosti kadra tvrtke mogao povećati za 0,4787 do 0,8063 te bi uštede na godišnjoj razini mogle iznositi N8 018 544. Može se zaključiti da se pomoću kvantitativnog pristupa organizacijskome dizajnu mogu učiniti značajne uštede. Gubitci se mogu smanjiti, što rezultira poboljšanjem produktivnosti.

**Ključne riječi :** Dizajn, Optimalno, Organizacija, Osoblje, Javna služba, Kvantitativno.

Review article

**Abstract:** A major problem in organizational design is the problem of determining the optimum number of personnel required. Public Service organizations in developing countries and service providers are particularly faced with this challenge. With employment not based on organization's requirement, overstaffing results. In this study, the structure of a publicly owned production organization was redesigned, using human utilization model to optimize its labour requirement. Using Work Sampling Method, annual work content and optimal numbers of employees were determined at the operational levels. Human interaction dynamic parameters were determined for three management levels and used to obtain the optimal spans of control for the management positions. Human utilization factors and annual costs of labour were computed for the existing and the redesigned structures. The results show that the human utilization factor of the company could be increased from 0.4787 to 0.8063 and savings of N8, 018, 544 made annually. It can be concluded that by using quantitative approach to organizational design, significant savings can be made. Wastages can be reduced and productivity improvement results.

**Keyword :** Design, Optimum, Organization, Personnel, Public service, Quantitative.

## 1. INTRODUCTION

To achieve improved productivity objectives, researchers have applied the principles of statistics, dynamics, thermodynamics and economics to select machines, tooling and materials processing parameters [1]. Moreover, there has been series of engineering approaches for designing of human work environments; however, information is sparse on similar procedures for organizational structure design [2].

Burton [3] stated that organization design addresses two fundamental issues of how to divide the organization's work into smaller units and then how to reassemble those parts into a meaningful whole. These

naturally lead to complexity and interdependence and are at the heart of organization design [4]. Kulik and Baker [5] suggested that any proposed model should be based on the characteristics of the type of organization for which development is being done and the influence of the environment. Drucker [6] called for systematic approach to organizational design. Galbraith et al. [1] introduced the matrix type of organization structure in which a person may report to 2 or more superiors.

Vancil [7] reported that most organization structures are hybrid. Hammar and Champy [8] argued that the traditional models of hybrid, functional, divisional or matrices are obsolete in this time of information technology and did not lend themselves to team

cooperation and continuous performance improvements. They therefore introduced Business Process Re-engineering Organization Structure (BPR) which they defined as the fundamental rethinking and radical redesign of business process to achieve dramatic improvement in critical measures of performance such as cost, service quality and speed.

Hax and Majluf [9] investigated the possibility of using the operations research paradigm of theory, alternatives, criteria, evaluation and choice for organizational design and criticized the existing theory for lack of quantitative structure that would lend itself to mathematical model.

Charles-Owaba [10] adopted the engineering methodology to organizational design through the use of operational research paradigm of theory, alternatives, criteria evaluation and choice. He postulated that the present-day organization could be represented by a quantitative structure which means that they can lend themselves to mathematical models. This is a major breakthrough in the area of quantitative design of organizational structure for optimal performance. The queuing theory [11] was used to develop quantitative model that combined the parameters and variables of an organization. Ismaila et al. [12] had also used the queuing theory to determine the manpower requirement in a manufacturing company. Public or government establishment is often structurally complex. The number of hierarchical management levels is usually numerous and sometimes difficult to specify, though the objectives, goals and tasks of each company may be well stated and defined in the organizational blueprint. The commonly observed effects of such complex structure are low personnel utilization and high level of ineffectiveness and inefficiency in the system. The reason for this may well be associated to politics and government policy.

Usually, the opposite is the case in a typical non-public service organization, in which three (3) distinct management levels are often identifiable – the top management, supervisory and operating management levels. This may be the reason organizations are more effective and efficient than the government owned companies especially in developing countries. The number of management (decision) levels may be a major factor that determines the performance of an organization. The reason for this is that information flow time is a function of a number of decision or management levels. In other words, if there exist numerous decision levels, huge time is taken for information to flow from the top (executive) to the operating level, thereby delaying the actions to be carried out at the operation level. The present study therefore investigates the present organizational structure and hence, personnel interaction dynamics and proffer more efficient structure using a quantitative approach.

The human interaction dynamics and network in a company was investigated. The main activity of the company is asphalt production and laying. The company was designed to produce 500 tonnes of asphalt per day.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Theoretical Framework and Model Development

The proposition that creates a theoretical basis for quantitative design of organizational structure is stated thus: “a non-fully automated business organization is personnel – personnel or personnel-machine interactional, stochastic and dynamic decision and operation work system” [10]. This proposition, together with some other mathematical functions [13-14] serves as the basis for quantitative design of organizational structure. A mathematical model was advanced which relates personnel utilization to the parameters and variables of an organizational structure. The following assumptions were adopted:

1. Every employee has at least one job to perform in the organization.
2. The organization has terminal (or operational) activities distinct from the supervisory and pure decision activities.
3. Every employee is sufficiently motivated.
4. Every employee is assigned and responsible to one and only one boss (i.e. one-boss structure).
5. Standard workload (suitable for the position) and not maximum possible workload is assigned to every staff.
6. The workload of a superior (boss) at decision center  $(i, j)$  is proportional to his/her span of control  $K$ .
7. Regular features of superior-subordinate relationships are those associated with requests, response to directives, situational reporting, clarifications, authorizations and counseling.
8. Arrival of cases for and departure from a superior (boss) are stochastic events.
9. First come, first served consultation discipline is observed; the superior attends to one subordinate's case at a time.
10. A superior is experienced enough to handle a decision center, otherwise, there will be a large heap of cases at every moment.
11. A boss in charge of a decision position oversees only the specific number of immediate subordinates  $(k_{ij})$  assigned to him/her.
12. The time a subordinate leaves his/her location and travels to the superiors' is negligible.

These conditions are those associated with one channel queuing model with restricted queue length and arriving population.

Based on the stated assumptions, the following notations are used in the personnel utilization model.

$L_{ij}$  = Average number of subordinates for a superior or manager's attention at decision center  $j$  and management level  $i$ , in a day.

$W_{ij}$  = Average time (hours) a subordinate waits and receives attention from the boss.

$P_{ij}$  = The proportion of time the superior has no subordinate to attend to.

$K_{ij}$  = The span of control at decision center  $j$  of management level  $i$ .

$A_{ij}$  = The amount of time (hours) scheduled for work in a day.

Denoting personnel utilization of decision center  $j$  at level  $i$  as  $H_{ij}$  and considering the definition of personnel utilization as:

$$\text{Personnel Utilization} = \frac{\text{Man-hours actually spent on useful work}}{\text{Total-hours provided for work}}$$

The personnel utilization model is thus expressed as:

$$H_{ij} = \frac{L_{ij}(A_{ij} - W_{ij}) + (K_{ij} - L_{ij})A_{ij} + (1 - P_{ij})A_{ij}}{A_{ij}(K_{ij} + 1)} \quad (1)$$

where  $W_{ij} \leq A_{ij}$

$L_{ij}(A_{ij} - W_{ij})$  = Average man-hours actually spent working by subordinates who for one information or the other have to consult the boss in a day.

$A_{ij}(K_{ij} - L_{ij})$  = Daily man-hours actually spent working by those subordinates who have no reasons to seek information from the boss.

$A_{ij}(1 - P_{ij})$  = Daily man-hours actually spent working by the head of decision center  $j$  at level  $i$ .

$A_{ij}(K_{ij} + 1)$  = Daily man-hours scheduled for work by subordinate and superior at decision center  $i, j$ .

If equation (1) above is simplified, we obtain the equation (2):

$$1 - \frac{L_{ij} \times W_{ij}}{A_{ij}(K_{ij} + 1)} - \frac{P_{ij}}{(K_{ij} + 1)} \quad (2)$$

Equation (2) gives the personnel utilization at decision center  $j$  and management level  $i$ . If there are  $M$  management levels and  $N_i$  number of decision centers (job positions) at level  $i$ , then, for the entire organization, the personnel utilization  $H$ , will be given as follows:

$$H(K_{ij}, M, N_i, \theta_h) = \frac{\sum_{i=1}^{K_{ij}} \sum_{j=1}^M H_{ij}}{\sum_{i=1}^M N_i} \quad (3)$$

Where  $\theta_h = \{A_{ij}, \lambda_{ij}, \mu_{ij}, N_o\}$  is the set of parameters.

Since the conditions given earlier are those associated with one channel queuing model with restricted queue length, the Kendall-Lee notations are used (Taha, 2006).

That is, the queuing system is  $\left(\frac{M}{M} : \left(\frac{FCFS}{1} : K_{ij}\right)\right)$

where;

$M$ : Poisson arrival/departure distribution

1: One server

FCFS: First come, first served, queue discipline

$L_{ij}$  and  $K_{ij}$  : As earlier defined.

For a queue system in a steady state, the following notations are used:

$\mu_{ij}$  : The rate at which the superior at decision center  $j$ , level  $i$  attends to his/her subordinates.

$\lambda_{ij}$  : The rate at which the subordinates arrive to consult the superior

$$\rho_{ij} = \frac{\lambda_{ij}}{\mu_{ij}} \text{ and } \mu_{ij} < \lambda_{ij}$$

Where  $\rho_{ij}$  is called the traffic intensity and  $0 \leq \rho_{ij} \leq 1$ .

Also, the following expressions (Taha, 2007) are employed

$$L_{ij} = I_{ij} + 1 - P_{ij} \quad (4)$$

$$W_{ij} = \frac{I_{ij}}{[\mu_{ij}(1 - P_{ij})] + \left(\frac{1}{\mu_{ij}}\right)} = \frac{[I_{ij} + 1 - P_{ij}]}{[\mu_{ij}(1 - P_{ij})]} \quad (5)$$

$$P_{ij} = \left[1 + \sum_{n=1}^{K_{ij}} C_n^{K_{ij}} n! \rho_{ij}^n\right]^{-1} \quad (6)$$

$$I_{ij} = \frac{\left[\sum (n-1) C_n^{K_{ij}} n! \rho_{ij}^n\right]}{\left[1 + \sum C_n n! \rho_{ij}^n\right]} \quad (7)$$

Where  $\rho_{ij} = \frac{\lambda_{ij}}{\mu_{ij}}$ , and

$$H_{ij} = 1 - \frac{L_{ij} \times W_{ij}}{A_{ij}(K_{ij} + 1)} - \frac{P_{ij}}{(K_{ij} + 1)} \quad (8)$$

It is observed from expressions (4), (5), (6) and (7) above that  $L_{ij}$ ,  $W_{ij}$  and  $P_{ij}$  are dependent mainly on  $\mu_{ij}$  and  $\lambda_{ij}$ . Thus, we can express  $H_{ij}$  as a function of  $K_{ij}$ ,  $A_{ij}$ ,  $\mu_{ij}$  and  $\lambda_{ij}$  as:

$$H_{ij} = H_{ij}(K_{ij}, A_{ij}, \mu_{ij}, \lambda_{ij}) \tag{9}$$

We observe that  $A_{ij}$ , the man-hours provided for work in a day is a company's policy.  $\mu_{ij}$  the superior attending rate and  $\lambda_{ij}$  the subordinates' consulting rate can be determined experimentally.

Thus,  $A_{ij}$ ,  $\mu_{ij}$  and  $\lambda_{ij}$  constitute the set of parameters of the personnel utilization function at decision center  $j$  at level  $i$ . The only variable is  $K_{ij}$ , the span of control. Therefore,  $H_{ij}$  can be maximized if  $K_{ij}$  is judiciously selected.

For the design of the entire organization structure, the personnel utilization is expressed as;

$$H_{ij} = H_{ij}(K_{ij}, M, N_i, \theta_h) = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_i} H_{ij}}{\sum_{i=1}^M N_i} \tag{10}$$

where  $Q_h = \{A_{ij}, \lambda_{ij}, \mu_{ij}, N_o\}$  is the set of parameters.

$N_o$  = The number of operation positions, number of employees who perform terminal activities.  $N_o$  is an additional parameter,  $K_{ij}$ ,  $M$  and  $N_i$  are variables to be judiciously determined, so that the value of  $H$  for the organization is maximized.

$M$  = Number of decision (or management) levels.

$N_i$  = Number of decisions (or management) positions at level  $i$ .

$K_{ij}$  = As earlier defined (span of control)

$N_1$  = Number of supervisory positions, i.e. when  $i = 1$

$N_2$  = Number of pure decision or management positions at management level 2

$N_M = 1$ , is the topmost or chief executive position.

$N_i$  is a variable but it becomes a parameter when  $i = 0$ .

This is, because the number of operations positions is determined by the amount of work or volume of operation, which is a company's policy. At this junction, it should be said that the fundamental organization structure design problem is to maximize the personnel

utilization. Therefore, equation (10) above can be presented in the form as follows:

Maximize:

$$H_{ij}(K_{ij}, M, N_i, \theta_h) = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_i} H_{ij}}{\sum_{i=1}^M N_i} \tag{11}$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_i} K_{ij} = N_{i-1}$$

$$N_M = 1 \text{ and } K_{ij}, N_i, M, > 0$$

where  $\theta_h = (A_{ij}, \lambda_{ij}, \mu_{ij}, N_o)$ , is the set of parameters.

The work here is to determine the values of the set of parameters  $\theta_h = (A_{ij}, \lambda_{ij}, \mu_{ij}, N_o)$ , and with the span of controls 3, 3 and 2 respectively for the three managers at the intermediate level, we found out that the values of personnel utilization are 0.9136, 0.9136 and 0.8416 respectively. Therefore, the personnel utilization at the intermediate level will be :

$$(0.9136 + 0.9136 + 0.8416) : 3 = 0.8896$$

The topmost manager has a span of control of 3 with human dynamic parameters  $\lambda = 0.76$ ,  $\mu = 2.51$  Thus, the personnel utilization of the topmost manager is 0.8857

Therefore we obtain the average utilization of the existing structure as:

$$\frac{(0.4160 \cdot 86) + (0.94785 \cdot 8) + (0.8896 \cdot 3) + (0.8857 \cdot 1)}{86 + 8 + 3 + 1} = 0.4787$$

## 2.2 Determining Human Utilization of the Redesigned Structure

In the redesigned structure, the number of operations positions has been reduced from 86 to 52 through a work sampling (or activity sampling) procedure as carried out above. The "use factor" of the company (which is 0.78) was employed to determine the actually needed number of operation positions as 52. Here, we take "use factor" and "personnel utilization" as synonymous (the same). Thus, the average personnel utilization of the workers at the operations positions in the redesigned structure is 0.78 or 78%.

The personnel utilization at supervisory level where there are 7 employees, in which four of them has span of



control 7, each; and the remaining three has span of control 8, each; by using the human interaction dynamic parameters  $\lambda = 1.74$ ,  $\mu = 7.99$ , we obtain the average personnel utilization (Charles-Owaba, 2002) as follows:

For the four supervisors with span of control 7, the personnel utilization is 0.9706; while for the remaining three supervisors with span of control 8, each; the personnel utilization is 0.9698.

Therefore, the average personnel utilization at the supervisory level of the redesigned structure is:

$$\frac{(0.9706 \cdot 4) + (0.9698 \cdot 3)}{7} = \frac{3.8824 + 2.9094}{7} = 0.9703$$

At the intermediate level where there are 2 staff, each with span of control 4 and 3 respectively, the personnel interaction dynamic parameters are,  $\lambda = 1.26$  and  $\mu = 2.76$ , the personnel utilization is obtained as 0.9332 for the one with span of control 4, and 0.9136 for the other with span of control 3. Therefore, the average personnel utilization of the intermediate managers is

$$\frac{(0.93324 + 0.9136)}{2} = 0.9234$$

For the topmost manager  $\lambda = 0.76$ ,  $\mu = 2.51$  and span of control 2, the personnel utilization = 0.8017. Thus, the human utilization of the entire organization for the redesigned structure will be

$$= \frac{(0.78 \cdot 52) + (0.9703 \cdot 7) + (0.9234 \cdot 2) + 0.8017}{52 + 7 + 2 + 1} = 0.8065$$

### 2.3 Determination of Cost Savings on Labour

Apart from a dramatic increase in human resource utilization, the resultant benefits of the rationalized (or redesigned) organizational structure include huge savings in the cost of labour. The determination of this cost saving is carried out as follows. Table 1 shows the average monthly wages of each category of employees in the company under study.

**Table 1** Average Monthly Wages of the Categories of Employees

Categories	Average Monthly Wages
Topmost manager	67,580
Intermediate level	43,820
Supervisory level	19,336
Operations positions	17,784

For the existing organization structure, we have one (1) topmost manager, three (3) intermediate level managers, eight (8) supervisory level employees and 86 employees in the operations positions.

**Table 2** Comparison of data

S/N	Items	Existing	Rationalised	Reduction
1	Executive Chairman*	1	0	1

2	Managing Director	1	1	0
3	Administrative Manager	1	1	0
4	Financial Manager	1	0	1
5	General Manager	1	1	0
6	Auditing Manager	1	1	0
7	Marketing Manager	1	1	0
8	Administrative Officer	1	1	0
9	Site Engineer	1	1	0
10	Plant Supervisor	1	1	0
11	Public Relation Officer	1	1	0
12	Field Officer	1	0	1
13	Road Supervisor	1	1	0
14	Administrative Clerk	1	1	0
15	Account Clerks	6	3	3
16	Secretaries	3	2	1
17	Typists	2	2	0
18	P.R.O. Assistant	2	1	1
19	Auditing Assistants	2	1	1
20	Auditing Clerks	3	1	2
21	Rakers	12	8	4
22	Mechanics	4	2	2
23	Labourers	15	9	6
24	Pay Loader Operators	2	2	0
25	Store Keepers	3	1	2
26	Cabin Operators	5	3	2
27	Burner Operators	5	3	2
28	Welders	2	1	1
29	Electricians	3	2	1
30	Cleaners	3	2	1
31	Gardeners	2	2	0
32	Drivers	10	6	4
33	Securities*	6	6	0
34	Operations Position	86	52	34
35	Topmost Manager	1	1	0
36	Intermediate Managers	3	2	1
37	Supervisory Positions	8	7	1
38	Decision Positions	12	11	1
39	Total Number of Staff	104	68	36
40	Personnel Utilization	0.4787	0.8065	0.3278
41	Annual Cost of Labour	₦22,665,024	₦14,646,480	₦8,018,544

\* Job position excluded from the study.

Therefore, the total monthly wage (or cost of labour) of the existing structure

$$= \text{N}[(67,580 \cdot 1) + (43,820 \cdot 3) + (19,336 \cdot 8) + (17,884 \cdot 86)] \\ = 67,580 + 131,460 + 151,688 + 1,538,024 = \text{N}1,888,752$$

The annual wage of the staff in the company

$$= \text{N}1,888,752 \cdot 12 = \text{N}22,665,024$$

Now, for the redesigned (or rationalized) structure, the total monthly wage

$$= \text{N}[(67,580 \cdot 1) + (43,820 \cdot 2) + (19,336 \cdot 7) + (17,884 \cdot 52)] \\ = \text{N}(67,580 + 87,640 + 135,352 + 929,968) = \text{N}1,220,540$$

The annual wage of staff in the redesigned structure

$$= \text{N}1,220,540 \cdot 12 = \text{N}14,646,480$$

Monthly saving on cost of labour

$$= \text{N}(1,888,752 - 1,220,540) = \text{N}668,212$$

Annual saving on cost of labour

$$= \text{N}(22,665,024 - 14,646,480) = \text{N}8,018,544$$

Table 2 shows the comparison of data for the existing and the rationalized structure.

### 3. DISCUSSION OF RESULTS

The general results of data analysis shows that in the rationalized structure, the number of topmost manager is one and occupied by the Managing Director; while the number of both the intermediate level managers and supervisory positions have been reduced from 3 to 2 and 8 to 7 respectively. Also, the number of operations positions has been dramatically reduced from 86 to 52. It could also be observed that personnel utilization of the existing structure would be raised by 0.3278 (or 71.76%), while a huge saving of about N8.018 million that would be made from the cost of labour annually. The entire organization size would be reduced from 104 to 68 (or by 33.67%).

The number of hierarchical management levels was practically reduced from about six to four. The author could observe that the actual number of hierarchical management levels in the company could not be specified. Perhaps, due to the differences in wages, even for those employees assumed to be on the same level. That is, the more the differences in wages, the more the number of decision levels. This issue of differences in wages among employees has caused a large number of decision levels to indirectly exist. However, six decision levels have been identified in the existing structure (this is shown in Figure 1). However, it should be noticed that the values of human interaction dynamics at each level of

management are the basis for which the number of staff at all the management levels were determined. Nasrallah and Levitt (2001) had suggested that an organization is most effective when it maximizes the interaction value, proportion of interaction time per person and the success probability. It could be observed that the parameters' values obtained in all the management levels are relatively low; and low values of  $\mu$ , the superior attending rate at the management levels (especially at the supervisory level) means that the staff at the management levels, particularly those at the supervisory level do more than attending to their subordinates. They attend meetings on behalf of the establishment which may not be adequately covered during the study. It may also be that the tasks involved are complex. In the same vein, low values of  $\lambda$ , the subordinate consulting rate could be explained to mean that the subordinates are experienced or that the tasks involved (especially at the operations level), are simple. The relatively low value of  $N_0$ , the number of operations positions means that the volume of terminal activities is relatively low; thus, the dramatic reduction of the number of operations positions from 86 (in the existing structure) to 52 (in the rationalized structure).

This dramatic reduction in the value of  $N_0$  coupled with the moderated number of supervisors will enable thorough supervision and effective execution of terminal activities, thereby causing a dramatic improvement in the personnel utilization factor from 0.4787 (in the existing structure) to 0.8065 (in the redesigned structure).

The position of the executive chairman as the topmost manager, is mainly that of politics and becomes irrelevant in this study. This position is observed to be unproductive and should be eliminated. As far as decision making is concerned in company's administration, the managing director becomes the only relevant topmost manager.

### 4. CONCLUSIONS

It was then concluded that a dramatic improvement in the personnel utilization factor and a huge savings on cost of labor were made with redesigned structure put in place. Therefore, with good management, few but adequate number of decision levels will check the problem of excessive delays, even in a bureaucracy. Moreover, adequate number of staff at the operations positions and at each decision level will ensure high personnel utilization and minimize cost of labor. The reduction of the number of decision levels and the number of staff in the entire organization was made possible by applying the principles of one-boss organization structure and equal workload for workers at the same level.

Application of quantitative techniques in organizational design can lead to improvement in manpower utilization and raise productivity level.

## 5. REFERENCES

- [1] Galbraith, J. R.; Nathanson, D. A.: *Strategy Implementation: The Role of Structure and Process*, West Publishing, St. Paul Minnesota, 1978.
- [2] Stewart, R.: *The Reality of Organizations: A Guide for Managers*, Macmillan, 1993.
- [3] Burton, R. M.: *The Future of Organization Design an Interpretative Synthesis in Three Themes*, *Journal of Organization Design*, Vol. 2, No. 1 (2013) 42-44.
- [4] Alberts, D. S.: *Rethinking organizational design for complex endeavors*, *Journal of Organization Design*, Vol. 1, No. 1 (2012) 14-17.
- [5] Kulik, B. W.; Baker, T.: *Putting the organization back into computational organization theory: a complex Perrowian model of organizational action*, *Computational and Mathematical Organizational Theory*, Vol. 14, No. 2 (2008) 84-119.
- [6] Drucker, P. F.: *Management: Tasks, Responsibilities, Practice*. Harper and Row, 1973.
- [7] Vancil, R. F.: *Decentralization Management Ambiguity by Design*, Dew Jones-Irwin, Homewood, 1978.
- [8] Hammer, M.; Champy, J.: *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*, New York, NY: Harper Business, 1993.
- [9] Hax, C.; Majluf, N. S.: *Organizational Design: a Survey and an Approach*, *Operations Research*, Vol. 29, No. 3 (1981) 417-447.
- [10] Charles-Owaba, O. E.: *Organizational Design: A Quantitative Approach*, Oputoru Books, Ibadan, 2002.
- [11] Taha, H. A.: *Operations Research: An Introduction*, Macmillan, New York, 2007.
- [12] Ismaila, S. O.; Akanbi, O. G.; Charles-Owaba, O.E.: *Cost Minimization Approach to Manpower Planning in a Manufacturing Company*, *Pacific Journal Science and Technology*, Vol. 10, No. 1 (2009) 191-196.
- [13] Nickols, F. : *The Span of Control and the Formulas of V. A. Graicunas*, Distance Consulting, 2003. <<http://www.nickols.us/graicunas.pdf>>. (Accessed: 5.07 .2013.)
- [14] Mackenzie, K.: *Measuring a person's capacity for Interaction in a Problem Solving Group*, *Organizational Behavior and Human Performane*, Vol. 12 (1974) 149-169.
- [15] Nasrallah, W.; Levitt, R.: *An Interaction value Perspective on Firms and Differing Size*, *Computational and Mathematical Organizational Theory*, Vol. 7, (2001) 113-44.

### Author contact:

#### **S. O. Ismaila, Dr**

Federal University of Agriculture, Abeokuta

E-mail: ismailasalami@yahoo.com

Tel.: +234 8051449269

## USPOREDNA ANALIZA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE FIKSNIH FOTONAPONSKIH SUSTAVA U RAZLIČITIM DIJELOVIMA BiH

### COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTRICITY PRODUCTION FIXED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN DIFFERENT PARTS OF BiH

*Midhat Umihanić, Nurdin Čehajić, Nevres Salihović*

Stručni članak

**Sažetak:** U posljednje vrijeme sve veći značaj u proizvodnji električne energije se pridaje korištenju obnovljivih izvora energije među kojima je i solarna energija. Solarna energija je neiscrpan energetska resurs. Na zemljinoj kugli nema ni jedne države koja ne posjeduje ovaj energetska resurs u većoj ili manjoj mjeri, što između ostalog ovisi i od geografskog položaja lokacije od interesa. Jedan od načina iskorištenja solarne energije je njena pretvorba u električnu energiju pomoću fotonaponskih (PV - photovoltaic) sustava. Rad ima za cilj da pokaže utjecaj lokacije, odnosno geografskog položaja na ukupnu godišnju proizvodnju električne energije u Bosni i Hercegovini. U radu je prikazana simulirana proizvodnja električne energije fiksnog fotonaponskog sustava snage 1 kW za različite dijelove Bosne i Hercegovine na godišnjem nivou. Izvršena je usporedna analiza dobivenih rezultata. Za simulaciju je korišten online softver PVGIS (Photovoltaic Geographic Information System).

**Ključne riječi:** Solarna energija, proizvodnja električne energije, fotonaponski (FN) sustavi

Professional paper

**Abstract:** In recent times more importance in the production of electrical energy is given to the usage of renewable sources of energy including a solar energy. The solar energy is inexhaustible energy resource. Observing the matter globally there is no country or a state in the whole world which does not possess this resource of energy, which depends on the geographical position and location of a particular country. One of the principal ways of using solar energy is its transformation into the electric energy using photovoltaic (PV) systems. This work has for its main aim to present the influence of location, that is to say, its geographical location and its overall annual production of electrical energy in Bosnia and Herzegovina. This work presents simulated production of electrical energy of fixed photovoltaic system 1kW of power for different parts in Bosnia and Herzegovina on annual level. Comparative analysis of accumulated results is used. For a purpose of simulation, online software PVGIS (Photovoltaic Geographic Information System) is used.

**Keywords:** Solar energy, production of solar energy, photovoltaic (PV) systems.

## 1. UVOD

Sunčeva ili solarna energija je resurs koji je, ovisno od klimatskog područja, u većoj ili manjoj mjeri dostupan svim ljudima. Ova se energija u vidu svjetlosti i toplote širi u svemiru, pa tako jedan mali dio dolazi i do Zemlje. Solarna energija je besplatan i bilo gdje dostupan izvor energije jer nema nijedne zemlje na svijetu koja nema Sunčeve svjetlosti i skoro svaki oblik suvremene energije potiče od solarne energije [1].

Korištenjem solarne energije smanjuje se potreba za fosilnim gorivima, kao i zagađenje okoliša koje je prouzrokovano njihovim izgaranjem. Tehnologija korištenja solarne energije ne proizvodi stakleničke plinove koji uzrokuju globalno zagrijavanje i ne proizvodi radioaktivni otpad kao naslijeđe našim potomcima [2].

Usljed povećane ekološke svijesti i međunarodnih sporazuma koji zahtijevaju smanjenje emisije ugljen dioksida i poboljšanje energetske efikasnosti, nameće se obaveza za povećanjem udjela obnovljivih izvora

energije u ukupnom energetska zbroju zajednice. Zbog toga se sve više investira u solarnu energiju.

Europska energetska politika građena je na održivosti, konkurentnosti i sigurnosti opskrbe kroz niz mjera koje uključuju i mjere promocije obnovljivih izvora i energetske efikasnosti. Europska Unija se obavezala do 2020. godine smanjiti emisiju stakleničkih plinova za 20%, povećati uštedu energije za 20% zbog povećanja energetske efikasnosti, te za 20% povećati udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji („Cilj 20-20-20“) [3].

Ovaj rad ima za cilj da nam pokaže utjecaj lokacije, odnosno geografskog položaja na ukupnu godišnju proizvodnju električne energije fiksnog fotonaponskog sistema snage 1 kW za različite dijelove Bosne i Hercegovine. Na osnovu PVGIS online softvera izračunati su i prikazani dobiveni rezultati proizvodnje električne energije sa navedenim lokacijama na kojima je vršena simulacija.

## 2. ENERGIJA SUNČEVOG ZRAČENJA

Sunce je velika užarena plinovita „kugla“ promjera 1,392 miliona km koja se sastoji uglavnom od vodika i helija. Unutar Sunca, vodik se nuklearnim reakcijama fuzije pretvara u helij, što rezultira oslobađanjem velikih količina energije, uslijed kojih temperatura u unutrašnjosti Sunca premašuje 20 miliona °K. Međutim, to nije temperatura koja određuje elektromagnetska svojstva sunčevog zračenja, budući da zračenje iz unutrašnjosti u velikom dijelu apsorbira sloj negativnih vodikovih iona blizu površine. Dakle, temperatura površine Sunca je oko 6000 K, a spektar sunčevog zračenja približno odgovara spektru crnog tijela ugrijanog na temperaturu 5760 K. Stoga se temperatura od 5760 K može uzeti kao efektivna temperatura sunčeve površine, a iz nje primjenom Plankovog zakona moguće je proračunati energetski spektar sunčevog zračenja [4].

Plankov zakon je jednadžba kojom se određuje intenzitet elektromagnetskog zračenja crnog tijela u ovisnosti od temperature i frekvencije, odnosno valne dužine.

Plankov zakon [5] izražen preko frekvencije je dat preko izraza (1):

$$E(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \quad (1)$$

isti zakon izražen preko valne dužine dat je izrazom (2):

$$E(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad (2)$$

gdje su  $E$  ( $W/m^3$ ) energija,  $\nu$  (Hz) frekvencija,  $\lambda$  (m) valna dužina,  $T$  (K) temperatura,  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  (Js) Plankova konstanta,  $c = 3 \cdot 10^8$  (m/s) brzina svjetlosti i  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  (J/K) Boltzmanova konstanta.

Dakle, energija (snaga) kojom Sunce zrači sa svoje površine iznosi oko  $9,5 \cdot 10^{25}$  (W) i to se zračenje sastoji od različitih valnih dužina. Većina sunčevog zračenja (oko 99 %) se odnosi na valne dužine iz opsega 0,275 do 4,6  $\mu m$ . Spektar sunčevog zračenja može da se podijeli na tri područja: ultraljubičastu ( $0,01 \mu m < \lambda < 0,39 \mu m$ ), vidljivu ( $0,40 \mu m < \lambda < 0,76 \mu m$ ) i infracrvenu ( $0,76 \mu m < \lambda < 4,0 \mu m$ ). Od ukupne energije koja se generira na Suncu, 50% odlazi na infracrveno, 40% na vidljivo i oko 10% na ultraljubičasto područje. Maksimalna energija zračenja je na valnoj dužini od  $\lambda = 0,476 \mu m$ .

### 2.1. Sunčevo zračenje na granici Zemljine atmosfere

Sunčevo zračenje koje dopire do vanjskog ruba Zemljine atmosfere naziva se ekstraterestičko zračenje (iradijacija), te predstavlja veoma mali dio energije kojom Sunce zrači sa svoje površine. Budući da se udaljenost Zemlje od Sunca mijenja tokom godine, tako se mijenja i ekstraterestičko zračenje i kreće se od 1307  $W/m^2$  do 1399  $W/m^2$  na površini koja je normalna

na smjer zračenja. Ekstraterestičko zračenje na površinu koja je normalna na smjer zračenja, za srednju udaljenost Zemlje od Sunca (149,68 miliona km) naziva se sunčeva (solarna) konstanta. Utvrđivanje solarne konstante i njene moguće promjenjivosti počelo je na prijelazu u 20. vijek. Nakon nekoliko desetina godina satelitskih mjerenja utvrđeno je da solarna konstanta i nije konstanta, nego se mijenja kako se i sunčeva aktivnost mijenja. Ipak, Svjetska meteorološka organizacija je 1981. godine standardizirala solarnu konstantu i ona iznosi:  $E_{OSR} = 1367,7 W/m^2$  [4].

### 2.2. Sunčevo zračenje na površini Zemlje

Zbog velike udaljenosti Zemlje i Sunca može se smatrati da se sunčevo zračenje prije ulaska u Zemljinu atmosferu sastoji od snopa paralelnih elektromagnetskih valova. Međudjelovanjem sa plinovima i česticama u atmosferi sunčevo zračenje se može upiti (oko 18 %), odbiti (oko 10 %) ili više manje nesmetano proći kroz atmosferu (oko 70 %).

Prilikom prolaska kroz atmosferu dolazi do apsorpcije sunčevog zračenja, i to  $x$  i  $y$  zraka u ionosferi, ultraljubičastog zračenja u ozonskom omotaču i infracrvenog zračenja u nižim slojevima atmosfere. Pored apsorpcije, dio sunčevog zračenja se rasijava na suhom zraku, vodenoj pari i česticama nečistoća koje se nalaze u zraku. Zbog apsorpcije i rasijavanja, dolazi do slabljenja energije sunčevog zračenja koja dopijeva do površine Zemlje. Stupanj ovog slabljenja ovisi od fizičkih i kemijskih karakteristika atmosfere, kao i od dužine puta sunčevog zračenja kroz Zemljinu atmosferu. Put svjetlosti kroz atmosferu za neku lokaciju ekvivalentiran je masom zraka AM (od *Air Mass*). Na putu kroz zemljinu atmosferu izgubi se oko 25 do 50 % intenziteta sunčevog zračenja od onog koje je dospjelo na rub atmosfere.

Rasijavanjem sunčevog zračenja na atomima i molekulama plinova i česticama nečistoća u zračnom omotaču Zemlje, nastaje difuzno zračenje. Kada sunčevo zračenje na svom putu dopijeva do molekule plina ili čestice, pobuđuje je na titranje i zračenje, čime pobuđena čestica postaje izvor elektromagnetskog zračenja specifične valne dužine. Primljenu energiju, molekula odnosno čestica, predaje nejednako u svim pravcima, dio se odbija nazad u svemir, a dio se raspršuje na Zemlji. Difuzno zračenje raste sa povećanjem oblačnosti, vodene pare i čestica nečistoća u atmosferi. Ukupno sunčevo zračenje koje dopijeva do površine Zemlje sastoji se od dvije komponente: prva, kao što je već navedeno, predstavlja difuzno zračenje, a druga potiče direktno sa površine Sunca (direktno zračenje). Direktno zračenje kratkovalnog je karaktera, za vrijeme sunčanog dana manifestira se kao kombinacija žučkastog svjetlosnog snopa i topline. Treba napomenuti da direktno sunčevo zračenje ne utječe na povišenje temperature zraka.

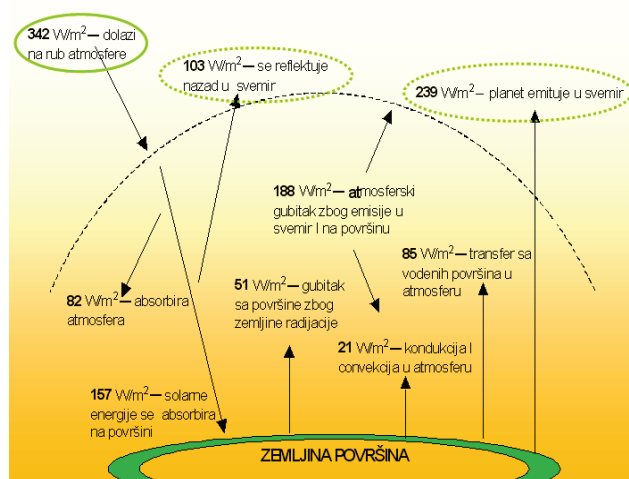
Pri kontaktu sa Zemljom, ovisno o svojstvima podloge, veći će dio sunčevog zračenja Zemlja upiti, a manji dio zračenja će se reflektirati. Svojstvo podloge da reflektira zračenje može se izraziti koeficijentom refleksije ili albedom. Potpuno bijelo tijelo ima albedo 1,0 jer potpuno odbija sunčevo zračenje, a potpuno crno tijelo ima albedo nula [6].

Kao najčešća vrijednost albeda uzima se 0,2 (travnata površina) i kao takva ulazi u proračune fotonaponskih sustava. Dakle, na Zemljinu površinu iz atmosfere dopire direktno i difuzno (raspršeno) sunčevo zračenje, te se upija ili odbija na Zemljinoj površini.

Ukupna količina sunčevog zračenja na horizontalnu površinu naziva se ukupno ili globalno zračenje. Globalno zračenje se sastoji od direktnog, difuznog i odbijenog sunčevog zračenja. Mjerna jedinica globalnog zračenja je  $W/m^2$ .

Drugi, šire prihvaćen pojam u znanstvenim krugovima je insolacija, odnosno trajanje sunčeve insolacije. Pojam insolacija odnosi se na gustoća sunčevih zraka na određenoj površini, uz određenu orijentaciju, kroz određeno vrijeme. Proizvod ukupnog zračenja i vremena daje nam insolaciju. Mjeri se u  $Wh/m^2$  ili  $kWh/m^2$ . Energija sunčevog zračenja koja dopire do površine Zemlje ovisi u prvom redu od trajanja insolacije (broju sunčanih sati), dok trajanje insolacije ovisi od geografske širine i od godišnjeg doba.

Podaci o energiji sunčevog zračenja najčešće su prikazani kao prosječne vrijednosti. Prosječna mjesečna ili godišnja energija sunčevog zračenja na nekoj lokaciji dobiva se kao aritmetička sredina za sve dane u promatranom mjesecu odnosno godini.



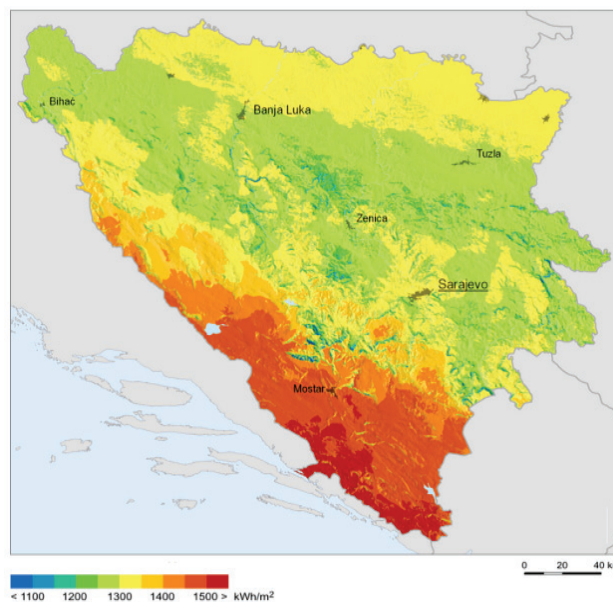
**Slika 1.** Sunčeva energija koja dolazi i odlazi sa Zemlje [7]

Dotok ukupnog sunčevog zračenja koje dopire do Zemljine površine iznosi oko  $920 W/m^2$ . Ako je projekcija površine Zemlje  $127,73 \cdot 10^6 km^2$  dotok energije je  $117512 TW$ . Zbog rotacije Zemlje, ta se energija raspoređuje po cijeloj površini Zemlje od  $510,1 \cdot 10^6 km^2$ , pa je prosječni dotok energije  $239 W/m^2$ , odnosno  $5,52 kWh/m^2$  dnevno. Od toga Zemljina površina prima  $157 W/m^2$ , dok istovremeno zrači u svemir  $51 W/m^2$ . Razlika između iznosa energije koji dolazi na i koji odlazi sa površine Zemlje je  $106 W/m^2$ . Iznos energije koja dolazi Sunčevim zračenjem i apsorbira se u atmosferi je  $82 W/m^2$ , a kada se ovom iznosu dodaju  $21 W/m^2$  kondukcijom i konvekcijom u atmosferu i  $85 W/m^2$  transfera sa vodenih površina, ukupna gustoća toplotnog toka u atmosferi iznosi  $188 W/m^2$ . Od ovog iznosa se  $82 W/m^2$  zrače u svemir. Iz navedenog je vidljivo da neto terestrijalni gubitak energije iznosi  $239 W/m^2$ , pa su

prema tome dobici i gubici energije zračenja izbalansirani na rubu atmosfere (slika 1.) [7].

U Bosni i Hercegovini vrijednost dnevne količine zračenja na horizontalnu površinu se kreće od  $3,4 kWh/m^2$  (Bosanski Brod) do  $4,22 kWh/m^2$  (Trebinje), odnosno između  $1241$  i  $1540 kWh/m^2$  godišnje (slika 2). Trajanje insolacije, odnosno prosječni broj sunčanih sati godišnje je oko  $2400$  sati [8].

Promatrajući sliku 2. može se zaključiti da će zbog različite dnevne količine zračenja, za različite dijelove BiH, biti različita i proizvodnja odnosno dobit električne energije.



**Slika 2.** Potencijal sunčeve energije u BiH sa vrijednostima globalnog zračenja na horizontalnu površinu [8]

Uspoređujući naš solarni potencijal sa drugim evropskim zemljama (Njemačka, Poljska, Švedska i dr.) koje značajno koriste sunčevu energiju, Bosna i Hercegovina ima znatno veći kapacitet ( $10\% - 30\%$ ) godišnje solarne radijacije, ali nažalost nedovoljno iskorišten (prema istraživanjima, potencijali solarne energije u BiH su  $70,5$  miliona  $GWh$ /godišnje – EVD, 2009) [7].

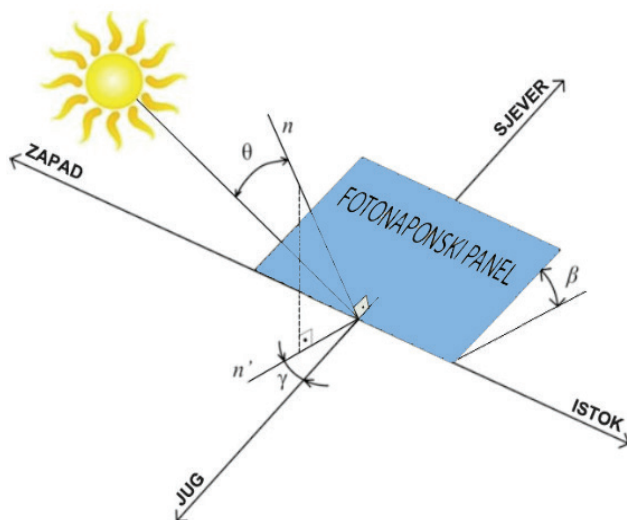
### 3. FAKTORI KOJI UTJEČU NA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE POMOĆU FOTONAPONSKIH SUSTAVA

Postoji mnogo faktora koji utječu na rad i efikasnost fotonaponskih sustava što ima za posljedicu i utjecaj na proizvodnju električne energije, odnosno energetske dobit. Ti faktori su vezani za geografski položaj lokacije od interesa, odnosno za klimatske uvjete i za prostornu orijentaciju fotonaponskih sustava. U klimatske uvjete spadaju: broj sunčanih dana u godini, stanje atmosfere (vedro, poluoblačno, oblačno) i zagađenost atmosfere. S obzirom da se na njih ne može utjecati, onda posebnu pažnju treba posvetiti prostornoj orijentaciji

fotonaponskih sustava. Prostorna orijentacija solarnog prijemnika, odnosno pozicija fotonaponskih sustava definirana je preko nekoliko uglova u odnosu na Zemlju i Sunce.

Pozicija solarnog prijemnika u odnosu na Zemlju definira se preko ugla orijentacije površine  $\gamma$  (azimut) i ugla nagiba površine  $\beta$  (inklinacija), a pozicija prijemnika u odnosu na Sunce definira se preko ugla upada solarnih zraka  $\theta$  [9]. Ovi uglovi prikazani su na slici 3.

Kut orijentacije površine  $\gamma$  ili azimut je kut između pravca juga i prave  $n'$ . Prava  $n'$  je projekcija prave  $n$  na horizontalnu ravan. Prava  $n$  je normalna na površinu solarnog prijemnika. Azimut je pozitivan ako je projekcija normale zapadno od juga i negativan ako je projekcija normale istočno od juga.



Slika 3. Definiranje prostorne orijentacije FN sustava

Kut nagiba površine  $\beta$  ili inklinacija je kut između površine solarnog prijemnika i horizontalne ravni. Inklinacija je pozitivna ako je površina solarnog prijemnika nagnuta prema jugu, u suprotnom je negativna.

Kut upada solarnih zraka  $\theta$  je kut između normale  $n$  na površinu solarnog prijemnika i pravca sunčevih zraka.

#### 4. PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE FIKSNOG FOTONAPONSKOG SUSTAVA SNAGE 1kW ZA RAZLIČITE DIJELOVE BIH

Proizvodnja električne energije je najveća kada je količina sunčevog zračenja koja dopijeva do FN sustava najveća moguća. Da bi količina sunčevog zračenja koja dođe do FN sustava bila što veća, potrebno je FN sustav postaviti u optimalni položaj prema Suncu. Optimalni položaj je različit za različite lokacije na Zemlji, dakle, funkcija je geografskog položaja. Također, on je funkcija vremena, odnosno doba dana i godine. Budući da se u radu analiziraju fiksni FN sustav za sve lokacije su uzeti

optimalni fiksni uglovi inklinacije i azimuta koji su različiti za različite lokacije. Fiksni uglovi inklinacije i azimuta su optimizirani za određene lokacije pomoću online softvera PVGIS, i njihove vrijednosti su prikazane u tabeli 1

Tabela 1. Optimalni uglovi inklinacije i azimuta

Grad	Geografska lokacija	Kut inklinacije $\beta$ (°)	Kut azimuta $\gamma$ (°)
Banja Luka	44°46'0" sjeverno 17°10'59" istočno	33	-1
Bihać	44°49'9" sjeverno 15°52'14" istočno	31	-2
Brčko	44°52'10" sjeverno 18°48'34" istočno	33	0
Goražde	43°40'12" sjeverno 18°58'40" istočno	30	0
Livno	43°49'35" sjeverno 17°0'37" istočno	34	3
Mostar	43°20'34" sjeverno 17°48'7" istočno	35	-3
Sarajevo	43°51'48" sjeverno 18°24'47" istočno	32	1
Travnik	44°13'37" sjeverno 17°39'36" istočno	31	-2
Trebinje	42°42'32" sjeverno 18°21'7" istočno	34	4
Tuzla	44°32'17" sjeverno 18°40'33" istočno	32	-2

U radu je izvršena simulacija i analiza proizvodnje električne energije za fiksne FN sustave nominalne snage 1 kW. Za analizu su uzete različite lokacije Bosne i Hercegovine, tabela 1.

Za simulaciju i analizu proizvodnje električne energije korišten je PVGIS (*Photovoltaic Geographical Information System*) Interactive Maps on-line kalkulator [8].

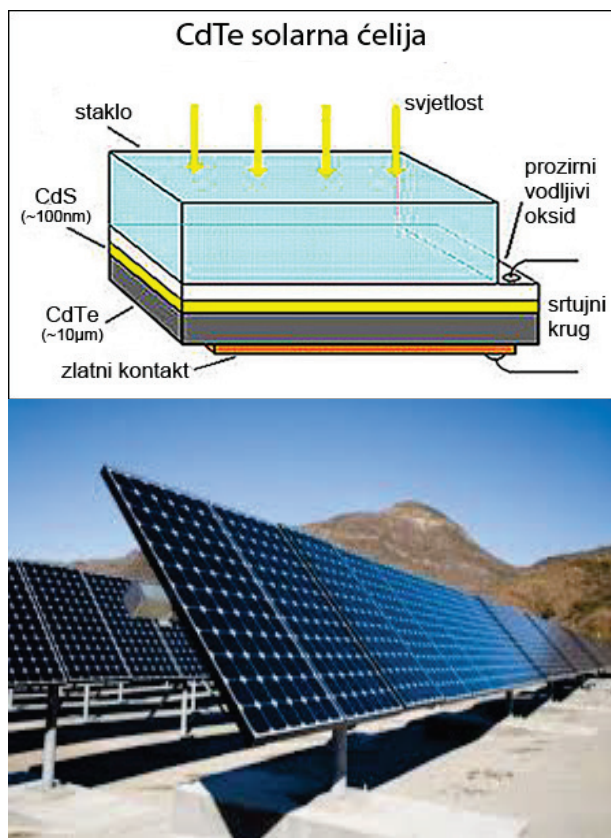
PVGIS pruža popis solarnih energetske resursa i procjenu proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava temeljen na geografskoj karti u Evropi, Africi i jugozapadnoj Aziji. On je dio „SOLAREC“ (*Solar Electricity Action*) akcije koja doprinosi implementaciji obnovljivih izvora energije u EU kao održivog i dugoročnog izvora energije [9].

Slika 4. Radno okruženje softvera PVGIS [8]

Na slici 4. je prikazano radno okruženje softvera PVGIS. Softver PVGIS na osnovu ulaznih parametara za određenu geografsku lokaciju daje određene izlazne podatke kao što je proizvodnja električne energije, dnevno zračenje, mjesečno zračenje kao i zračenje na godišnjem nivou. Ulazni parametri u softver su: geografska lokacija lat/long, vrsta FN tehnologije, instalirana snaga FN sustava, definiranje gubitaka, kut inklinacije i kut azimuta. Ulazni parametri također mogu biti podaci o samom FN sustav, odnosno da li je sustav fiksni ili ima mogućnost rotacije, jednoosne ili dvoosne.

Simulacija je izvršena za FN sustave tipa kadmijeva telurida (CdTe). Tehnologija tankog filma kadmijeva telurida (engl. thin-film cadmium telluride) ima najmanju emisiju štetnih plinova u životnom ciklusu, većinom zbog toga što je utrošak energije za proizvodnju takvog modula najmanji od svih fotonaponskih modula. Na slici 5. je prikazan FN sustav tipa kadmijeva telurida.

Kadmij telurid (CdTe) je polikristalni tankoslojni materijal, koji ima gotovo idealan energetski procjep od 1,44 eV, te veliku mogućnost apsorpcije. Iako se najčešće koristi u FN komponentama bez dodavanja drugih materijala, relativno je lagano postići leguru sa cinkom ili živom kako bi poboljšali svojstva komponente. Isto kao i kod bakar-indij-selenid (CIS) solarne ćelije tankog filma, CdTe filmovi mogu se polagati na jeftine podloge (plastika, staklo i sl.). CdTe ćelije imaju jednoliku strukturu, sa kadmijevim sulfidom kao gornjim slojem n-tipa poluvodiča. Za antirefleksni sloj, ali i transparentni provodljivi sloj koristi se tanki sloj oksida. Zbog unutarnjeg otpora p-tipa CdTe materijala, CdTe materijal se postavlja kao intristični sloj dok se kao p-tip materijala koristi cink-telurid (ZnTe).



Slika 5. Tehnologija FN sustava na bazi tankog filma kadmijeva telurida [10,11]

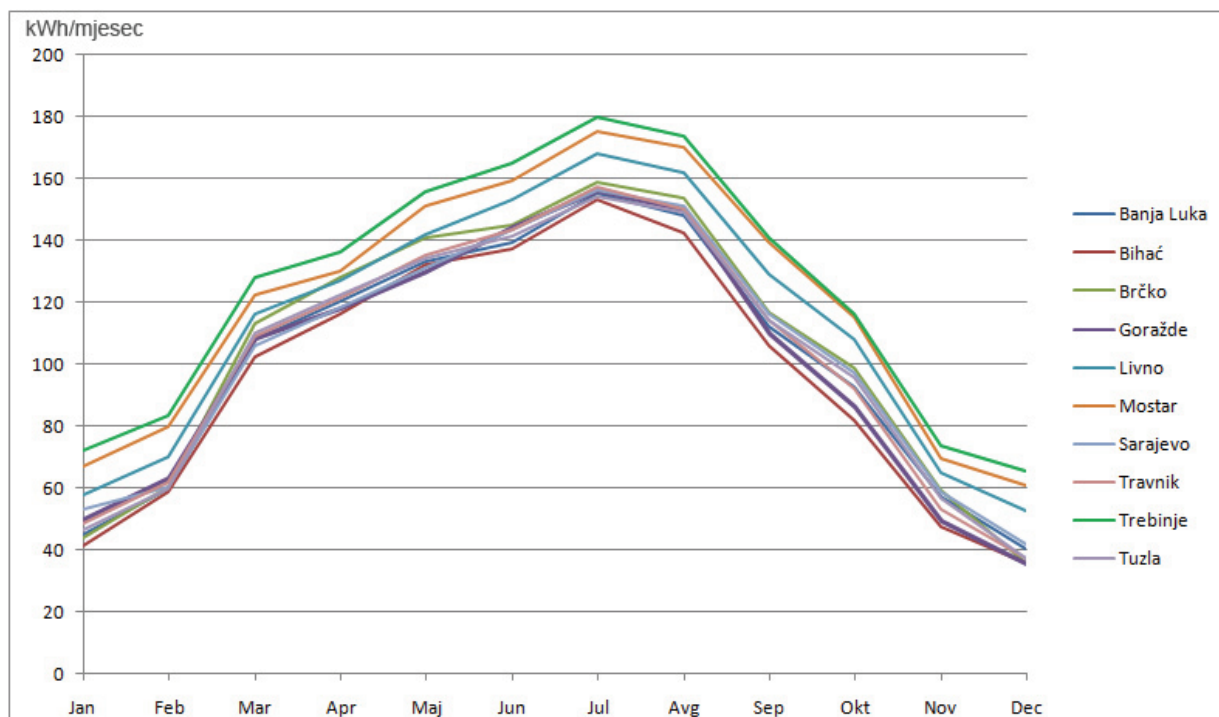
Parametri sustava korištenog za simulaciju su:

- Nominalna snaga fotonaponskog sustava: 1.0 kW (CdTe).



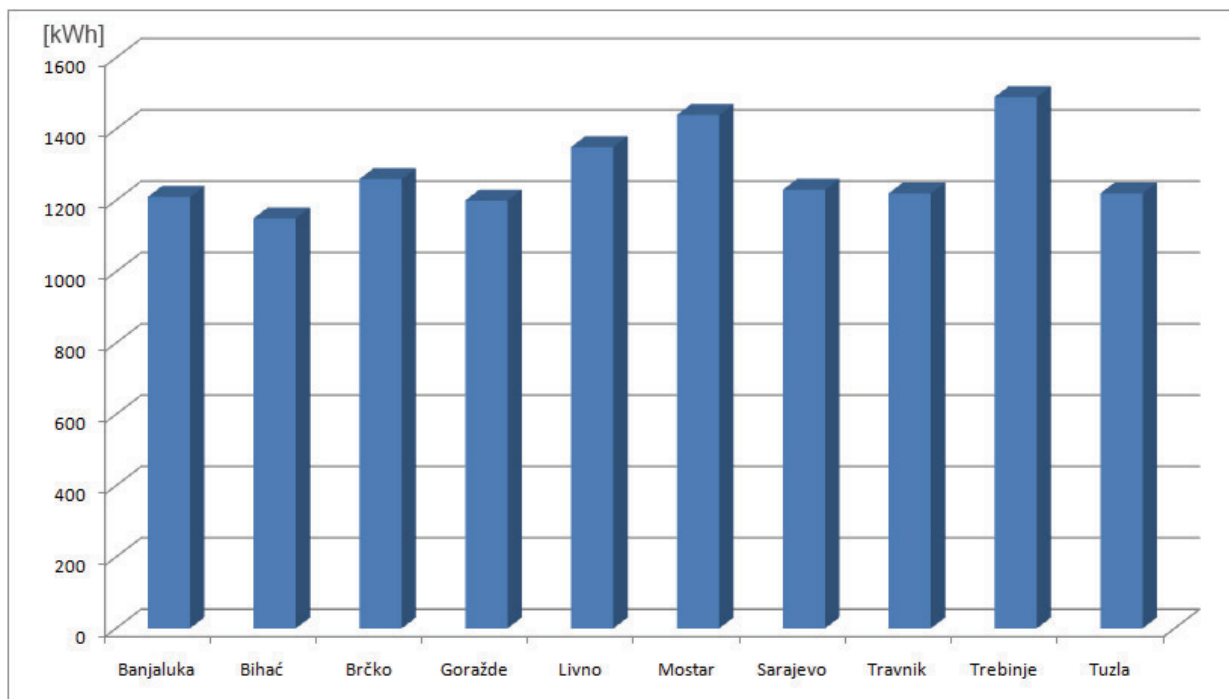
- Procijenjeni gubici zbog temperature i slabog zračenja: 1,3% (koristeći lokalne temperature okoline).
- Procijenjeni gubitak zbog efekta refleksije: 2,9%.
- Ostali gubici (kablovi, inverter i sl.): 14,0%
- Kombinirani gubici fotonaponskog sustava: 17,5%.

Rezultati izvršene simulacije proizvodnje električne energije fiksnih fotonaponskih sustava snage 1 kW za različite dijelove BiH po mjesecima, prikazani su na slici 6.



**Slika 6.** Grafički prikaz moguće proizvodnje električne energije fotonaponskog panela od 1kW po mjesecima za različite dijelove BiH

Na slici 7. je dan grafički prikaz moguće proizvodnje električne energije iz fotonaponskog sustava na godišnjem nivou za nekoliko gradova u BiH.



**Slika 7.** Moguća proizvodnja električne energije FN sustava od 1kW za različite lokacije u BiH

Analizirajući dobivene rezultate moguće proizvodnje električne energije u BiH, slika 6 i slika 7, jasno je vidljivo da je najveća moguća proizvodnja električne energije fotonaponskog sustava snage 1kW na u Trebinju 1490 kWh, a najmanja moguća proizvodnja je u Bihacu 1140 kWh na godišnjem nivou.

Također, sa slike 7. je jasno vidljivo da nakon Trebinja, po vrijednosti električne energije slijedi Mostar (oko 1400 kWh/god.) i Livno (oko 1300 kWh/god.) , dok gradovi Tuzla, Travnik i Sarajevo imaju gotovo identičnu mogućnost proizvodnje električne energije PV sustava u iznosu od 1200 kWh/godini, što se može promatrati s aspekta sličnog geografskog položaja.

Ako bi se vršila usporedba BiH sa drugim evropskim zemljama koji imaju manji solarni potencijal, onda se sa pravom može reći da je solarni potencijal u BiH značajan, ali je trenutno nedovoljno iskorišten. Primjera radi, Njemačka koja ima manji solarni potencijal od BiH u 2013 godini imala je solarni kapacitet od 36 GW instalirane snage [12].

Gledajući globalno, broj instaliranih fotonaponskih sustava u svijetu svakim danom sve je veći. Na slici 8. je prikazano top 10 zemalja u svijetu koji su lideri u proizvodnji električne energije pomoću PV sustava za 2013 godinu.

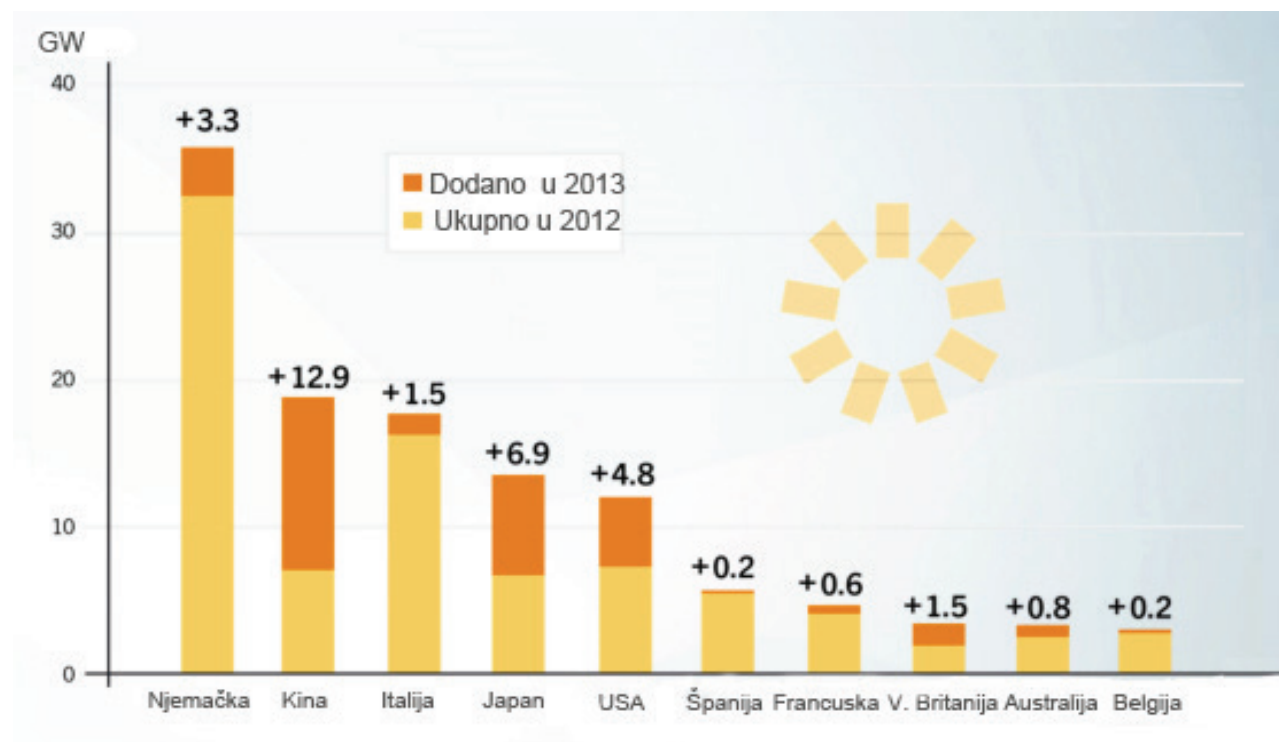
Industrija EU predviđa da će do 2030. godine biti u pogonu preko 600 GW fotonaponskih sustava. Ovaj rast instaliranih kapaciteta trebao bi generirati i nova radna mjesta: 465.000 radnih mjesta u 2015. godini, te 900.000 radnih mjesta u 2020. godini, od čega će nešto manje od polovice biti zaposleno u sektoru instaliranja i prodaje fotonaponskih sustava.

## 5. ZAKLJUČAK

Istraživanjem je utvrđeno da se na temelju dovoljnog sunčanog potencijala u BiH trebaju poduzeti neophodne mjere kako bi se povećao udio obnovljivih izvora energije, a jedan od njih je i korištenje sunčeve energije upotrebom fotonaponskih sustava za dobivanje električne energije.

Značajnijim rastom instaliranih kapaciteta PV sustava doprinijelo bi se ispunjavanju globalnih zahtjeva u pogledu očuvanju okoliša i čuvanju prirodnih bogatstava, te bi se povećala energetska neovisnost zemlje. Uzimajući u obzir solarni potencijal BiH i činjenicu da cijena PV sustava značajno pada (od 5 \$/W u 1995. godini do 0,75 \$/W koliko se očekuje u 2015. godini), jasno je da se može očekivati značajni rast instaliranih kapaciteta. Ovaj proces će generirati i nova radna mjesta, pod uvjetom da educiramo stručne i obučene instalatere kako bi sa vlastitim kadrovima i znanjima adekvatno odgovorili svim zahtjevima i izazovima koji su prisutni u ovoj danas izrazito rastućoj profesiji i bili aktivni učesnici na tržištu rada. Educiran kadar bi pored instaliranja opreme solarnih sustava, radio i na upoznavanju korisnika/investitora s eventualnim poticajima u skladu sa usvojenom zakonskom regulativom u BiH, ispravnim dimenzioniranjem sustava, kao i sa osnovama rada i održavanja sustava.

Pravilnim projektiranjem PV sustava, uzimajući u obzir važeću zakonsku regulativu koja se odnosi na mjere subvencioniranja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora moguća, moguće je troškove energije na godišnjem nivou u periodu otplate instalirane tehnologije značajno smanjiti, dok je nakon tog perioda moguće zadovoljenje energetskih potreba gotovo bez ikakvih troškova.



Slika 8. Solarni PV kapacitet top 10 zemalja [12]

## 6. LITERATURA

- [1] Agić, S.: Solarni kolektori, CEE Tuzla, 2011.
- [2] Kulišić, P.; Vuletin, J.; Zulim, I.: Sunčane ćelije, Školska knjiga Zagreb, 1994.
- [3] Energy 2020, A Strategy for Competitive, Sustainable and Secure Energy, Publication Office of the European Union, Luxemburg, 2011.
- [4] Bilić, Z.: Napajanje udaljenog stambenog objekta pomoću energije vjetra i sunčevog zračenja, diplomski rad, Osijek, 2006.
- [5] <http://www.wikipedia.org> (Dostupno: 20.02.2015.)
- [6] Jackson, F.: Planning and installing Photovoltaic Systems, Green Dragon Energy, Berlin, October 2007.
- [7] Čehajić, N.: Pasivno korištenje sunčeve energije - Trombov zid, Tehnički glasnik, Vol. 7, No. 4 (2013) 363-370
- [8] <http://photovoltaic-software.com/pvgis.php> (Dostupno: 05.02.2015.)
- [9] Axaopoulos, P., Pitsilis, G.: Energy software program for educational use, Renewable Energy, Vol. 32 (2007)
- [10] [http://solarcellcentral.com/companies\\_page.html](http://solarcellcentral.com/companies_page.html) (Dostupno: 26.02.2015.)
- [11] <http://solarknowledge.blogspot.com/2011/11/solar-chile-and-first-solar-to-co.html> (Dostupno: 20.02.2015.)
- [12] Renewables 2014. Global Status Report (Dostupno: 27.02.2015.)

### Kontakti autora:

**mr. Midhat Umihanić, dipl.ing.el.**

J.U. Mješovita srednja škola Živinice  
Ul. Alije Izetbegovića 12a  
75270 Živinice  
+387 35 772 611  
midhatu@live.com

**mr.sc. Nurdin Čehajić, dipl.ing.maš.**

J.U. Mješovita srednja škola Živinice  
Ul. Alije Izetbegovića 12a  
75270 Živinice  
+387 35 772 611  
nurddin\_cekajic@hotmail.com

**Nevres Salihović, dipl.ing.el.**

J.U. Mješovita srednja škola Živinice  
Ul. Alije Izetbegovića 12a  
75270 Živinice  
+387 35 772 611  
nevres.s.mssziv@gmail.com

# TEHNIČKI ASPEKTI TESTIRANJA ANTIMIKROBNE OSJETLJIVOSTI BAKTERIJE *CHLAMYDIA TRACHOMATIS* U STANIČNOJ KULTURI

## TECHNICAL ASPECTS OF *CHLAMYDIA TRACHOMATIS* ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY TESTING IN CELL CULTURE SYSTEM

*Tomislav Meštrović, Sunčanica Ljubin-Sternak, Branka Bedenić*

Stručni članak

**Sažetak:** *Chlamydia trachomatis* (*C. trachomatis*) najčešći je bakterijski uzročnik spolno-prenosivih infekcija i obligatna unutarstanična bakterija s jedinstvenim životnim ciklusom. Za testiranje antimikrobne osjetljivosti ovog učestalog patogena danas se najčešće koristi stanična kultura McCoy stanica uz imunofluorescentno bojanje za detekciju karakterističnih klamidijских inkluzija. Sam postupak testiranja može se podijeliti u četiri osnovna koraka – predizolacijska faza, izolacija *C. trachomatis* u staničnoj kulturi, priprema za testiranje antimikrobne osjetljivosti te, najzad, faza testiranja uz određivanje minimalne inhibitorne koncentracije (MIC) i minimalne klamicidne koncentracije (MCC). Kako ova metoda zahtjeva preciznost i posvećivanje posebne pozornosti čimbenicima koji mogu utjecati na sposobnost klamidija da inficiraju stanice u kulturi, ali i na učinkovitost testiranog antibiotika uslijed različitih mehanizama kao što je pravodobni ulazak u stanicu, pravilno izvođenje svakog od ovih koraka je ključno kako bi se osigurala reproducibilnost i usporedivost dobivenih rezultata.

**Ključne riječi:** *Chlamydia trachomatis*, testiranje antimikrobne osjetljivosti, stanična kultura, imunofluorescentno bojanje, minimalna inhibitorna koncentracija, minimalna klamicidna koncentracija

Professional paper

**Abstract:** *Chlamydia trachomatis* (*C. trachomatis*) is the most common bacterial agent of sexually transmitted infections and an obligate intracellular bacterium with a unique life cycle. Cell culture systems using McCoy cells and immunofluorescent staining to identify characteristic chlamydial inclusions represent the most common methodology employed in antimicrobial susceptibility testing of this prevalent pathogen. The testing process can be broken down into four technical steps – preisolation stage, isolation of *C. trachomatis* in cell culture, preparatory steps for antimicrobial susceptibility testing and, finally, testing phase with a determination of minimal inhibitory concentration (MIC) and minimal chlamydicidal concentration (MCC). As this technique requires precision and careful attention to conditions which may influence both the ability of chlamydial organisms to infect cells in culture and the efficacy of a tested antibiotic through mechanisms such as intracellular uptake, following these steps is pivotal in order to ensure reproducibility and comparability of obtained results.

**Keywords:** *Chlamydia trachomatis*, antimicrobial susceptibility testing, cell culture system, immunofluorescent staining, minimal inhibitory concentration, minimal chlamydicidal concentration

### 1. INTRODUCTION

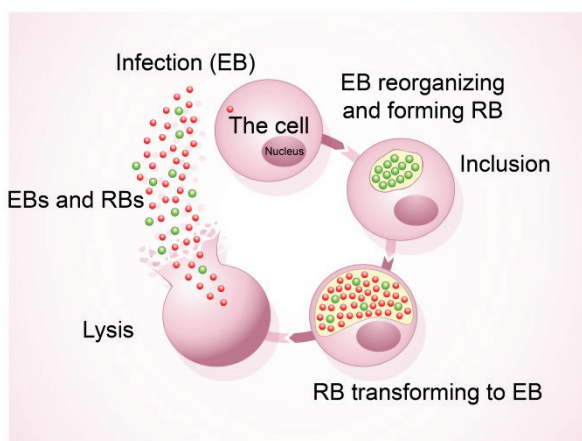
*Chlamydia trachomatis* (*C. trachomatis*) is the most common bacterial agent of sexually transmitted infections in Croatia and around the world. The World Health Organization (WHO) estimates that there are over 100 million new cases of *C. trachomatis* infections every year [1]. In the developed countries, chlamydial infections are most often found in young heterosexual adults under 25 years of age, ranging from 3 to 6% among those who are sexually active [2,3]. Recent study that investigated *C. trachomatis* infections among sexually active Croatian young women and men aged

18–25 revealed 5.3% and 7.3% prevalence, respectively [4].

This obligate intracellular bacterium has a unique life cycle characterized by the transformation of an extracellular, infectious elementary body (EB) in the intracellular, noninfectious, metabolically active reticulate body (RB) and vice versa (Figure 1) [5]. Due to its small size and reliance on the biosynthetic machinery, *C. trachomatis* was once considered to be a virus; however, presence of a cell wall, DNA, RNA and ribosomes, as well as its susceptibility to antimicrobial agents, are undoubtedly placing this organism in the bacterial domain of life [6].

*C. trachomatis* is a causative factor of a plethora of symptoms and clinical syndromes, ranging from urethritis, epididymitis and prostatitis in men, to cervicitis, endometritis and pelvic inflammatory disease in women [7]. Although molecular techniques are currently considered the gold standard for the detection of *C. trachomatis*, cultivation in cell culture system remains a method of choice – not only in terms of medico-legal investigations and follow-up after completed therapy, but also as a valuable (and thus far only) tool for determining the antimicrobial sensitivity of this microorganism [8].

In an era of increasing resistance to antimicrobials in many bacterial species, resistance has been exceedingly rare in *C. trachomatis*; the primary reason is the intracellular nature of the pathogen which eliminates the opportunity for rapid evolution of cell surface components [9]. In addition, not a lot of patients have chlamydia cultures obtained, tests of cure evaluations are not routinely done, and even if cultured, hardly a few isolates are subjected to antimicrobial susceptibility testing due to the laborious methodology. However, clinical treatment failures that have been described and attributed to multidrug-resistant *C. trachomatis* strains, are the reason for antimicrobial susceptibility testing and surveillance for resistance remain essential in detecting shifts in chlamydial sensitivity to antibacterial agents [10].



**Figure 1** Diagram depicting life cycle of *Chlamydia trachomatis* [5]

## 2. ANTIMICROBIAL SUSCEPTIBILITY TESTING IN CELL CULTURE SYSTEM

Antimicrobial susceptibility testing of *C. trachomatis* differs greatly from standard procedures in bacteriology, since it is necessary to demonstrate the ability (or inability) of this pathogen to multiply in cells in the presence of different concentrations of antibiotics [11]. Its growth is assessed by the detection of the inclusions, which are intracellular membrane-bound structures that represent a sign of active chlamydial replication [11].

Today, cell culture systems using immunofluorescence staining to identify aforementioned

inclusions are the most common methodology employed in antimicrobial susceptibility testing of *C. trachomatis* [12]. Several different cell lines of human or animal origin can be used for that purpose, albeit McCoy cells derived from mouse fibroblasts offer the most reliable and consistent results. HeLa (human cervical adenocarcinoma), HEp-2 (human epidermoid laryngeal carcinoma) and HL (human epithelial cells) cell cultures can also be employed, whilst primate kidney cell line BGMK and Vero cells are utilized less frequently [12].

Laboratory conditions such as temperature, pH, nutritional content of the medium, the polarity of infected cells and the secretion of cytokines by infected cells may play a role in penetration and activity of certain antimicrobial agents [13-15]. It has been shown that in a medium with a high concentration of glucose, neutral pH value and a higher temperature during centrifugation (33-35 °C) one can expect a higher yield of *C. trachomatis* inclusions [14]. Furthermore, the use of polarized host cells results in more efficient transport and internal concentration of antimicrobial drug azithromycin within cells [15].

Additional variables that may influence the results of sensitivity testing in *Chlamydiae* (but which have been incompletely studied) include the inoculum size, the interval between the establishment of infection and the administration of an antibiotic, as well as the timing of antimicrobial removal [16]. In addition, it is pivotal to implement adequate quality control of the cell line that is being used for the testing purposes [5].

It must be noted that cell culture system for antimicrobial susceptibility testing of *C. trachomatis* is not completely physiologic in nature, since during natural infection this microorganism is usually exposed to antimicrobials long after the establishment of intracellular infection and the induction of a host inflammatory response [12]. Conversely, with the *in vitro* systems, tested antimicrobial drugs are usually added simultaneously with or shortly after the infection; hence the inability to detect infectious chlamydiae in cell cultures does not exclude a viable state that could recur after antibiotics are removed [17].

The testing process can be broken down into four fundamental steps – preisolation stage, isolation of *C. trachomatis* in cell culture, preparatory steps for antimicrobial susceptibility testing and, finally, testing phase with the determination of concentration values. Each of these steps will be explained in detail in order to provide comprehensive review and further standardization of the method.

### 2.1 Preisolation stage

Before antimicrobial susceptibility testing can be pursued, clinical materials for isolation of *C. trachomatis* must be collected. The most commonly used specimens in chlamydial susceptibility testing are cervical swabs in women and urethral swabs (and sometimes expressed prostatic secretions) in men [5]. Conjunctival swabs can be also used as a sample, namely in communities of the world where trachoma is still endemic [18]. All samples that can be processed in the laboratory within 24 hours can be held and shipped at 4 °C (on wet ice); if this is not

achievable, they are stored at  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  before isolation procedure can ensue [19].

Only swabs with a Dacron tip and an aluminum or plastic shaft should be used to collect specimens. Swabs with calcium alginate or cotton tips and wooden shafts are unacceptable, as growth inhibition of the organism can occur. Specimens should be placed in sucrose phosphate (2SP) transport medium (sucrose, 68.46 g; potassium phosphate dibasic, 2.01 g; potassium phosphate monobasic, 1.13 g; gentamicin, 25  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ; nistatin, 25  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ; vancomycin, 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ; and 10%–20% fetal calf serum, made up to a final volume of 1000 mL, pH 7.2–7.4) and not removed before transport [5,19].

Growth medium must be prepared as well. Eagle's minimum essential medium (MEM) is used as a base, with a formulation that usually incorporates either Hanks' or Earle's balanced salts in order to provide adequate buffering of the medium [20]. As MEM is a simple medium, the recommendation is to add additional supplements or higher levels of serum to improve cell growth. Most commercially available liquid media already contain the appropriate bicarbonate levels, therefore do not require additional bicarbonate. Fetal calf serum (inactivated at  $56\text{ }^{\circ}\text{C}$  to inhibit components of the complement), glucose and cycloheximide are then added in order to prepare a growth medium [5].

The preferred cell line for isolation of *C. trachomatis* are McCoy cells, a continuous cell culture of adherent fibroblasts derived from the unknown tissue of the house mouse (*Mus musculus*) [21]. Those fibroblasts possess structurally abnormal marker chromosomes characteristic of strain L mouse fibroblasts. The subcultivation of McCoy cells should be done following these steps: removing the growth medium, adding 0.25% of trypsin-versene (EDTA) solution for 1–2 minutes, removing the trypsin-versene solution, waiting for the cells to detach from the culture vessel surface into suspension, adding new growth medium, and then reinoculating the suspension into new culture vessels [5].

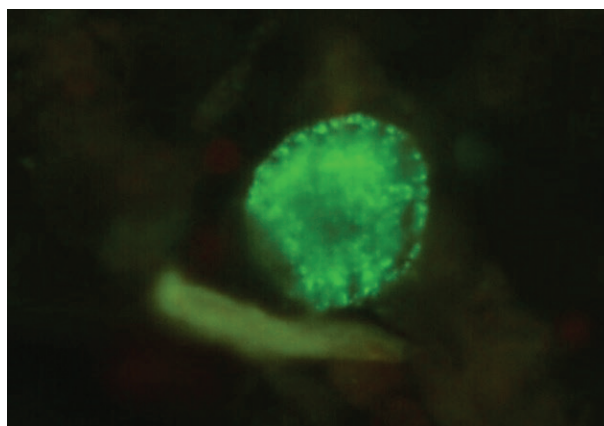
## 2.2 Isolation of *C. trachomatis* in cell culture

As *C. trachomatis* represents an organism that belongs to biosafety level 2 (BSL 2) agents, biosafety practices that include personal protective equipment, decontamination and appropriate biohazardous material waste must be followed. The specimen is inoculated by centrifugation onto a confluent monolayer of McCoy cells that support the growth of this obligate intracellular bacterium [22]. Inoculated cells are harvested after 48–72 hours of growth; characteristic intracytoplasmic inclusions that contain substantial numbers of *C. trachomatis* elementary and reticulate bodies are developed upon infection.

The cell monolayers are then reacted with either genus specific or species-specific fluorescein-conjugated monoclonal antibodies to permit specific visualization of the chlamydial inclusions with an epifluorescent microscope (Figure 2) [23]. High specificity of cell culture detection is achieved if a *C. trachomatis* major outer membrane protein (MOMP)-specific stain is used. Although monoclonal antibodies directed against the family-specific lipopolysaccharide (LPS) of

*Chlamydiaceae* cost less, they might stain bacteria that share LPS antigens. LPS stains might be suitable for routine use, but a species-specific (MOMP) stain is recommended in situations requiring increased specificity [23]. Less specific inclusion-detection methods using iodine, Giemsa stain or Wright stain are not recommended.

Cell culture methods can differ among laboratories, resulting in considerable interlaboratory variation in performance [24]. For isolation purposes, the shell vial method of culturing is a better choice than the 96-well microtiter plate method, as it uses a larger inoculum with a reduced risk for cross-contamination and thus provides better accuracy [22]. Some laboratories can achieve higher sensitivities if they perform a blind pass where an inoculated cell monolayer is allowed to incubate for 48–72 hours, after which it is disrupted and used to inoculate a fresh monolayer that is stained after 48–72 hours of incubation to allow for another cycle of growth [23].



**Figure 2** Enlarged inclusion body of *C. trachomatis* in infected McCoy cells stained with monoclonal antibodies [5,27]

## 2.3 Preparatory steps for antimicrobial susceptibility testing

Isolated chlamydial strains that are selected for antimicrobial susceptibility testing must be amplified by multiple passages so that they infect approximately 10 to 50% of the cells [12]. This prerequisite must be met in order to achieve sufficient amount and inoculum size of 5 000 – 10 000 inclusion forming units (IFU) per well of the microtiter plate used for susceptibility testing [8,12]. These plates usually have 96 wells that contain McCoy cell monolayers, 24-h old and grown in the medium without cycloheximide and antibiotics (Figure 3). Prior to the inoculation of chlamydial strains, the cells are checked under the microscope to assess the adequacy of growth and to rule out eventual presence of infection.

Antimicrobial agents should be obtained in powder form, weighed and adjusted for purity, and reconstituted according to the manufacturer's instructions. Each drug should be prepared as a stock solution at a concentration of 1024  $\mu\text{g}/\text{ml}$ , according to its potency calculated from assay purity by high-performance liquid chromatography (HPLC), water content and active fraction of each

substance, as specified by the manufacturer [25]. Such stock solutions can be kept at  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  for a maximum period of two weeks.



**Figure 3** Microtiter plate with suspension of McCoy cells for antimicrobial susceptibility testing [5]

## 2.4 Susceptibility testing phase and determination of concentration values

After the growth medium from the previously prepared microtiter plates is aspirated and discarded, each well can be inoculated with  $100\text{ }\mu\text{g}$  of the previously amplified chlamydial test strain. Two batches of plates are incubated in parallel, and subsequently centrifuged for one hour at  $1200 \times g$  for at  $37^{\circ}\text{C}$ . After centrifugation plates should immediately be transferred into a thermostat at  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  with  $5\%$   $\text{CO}_2$  for an additional two hours [5].

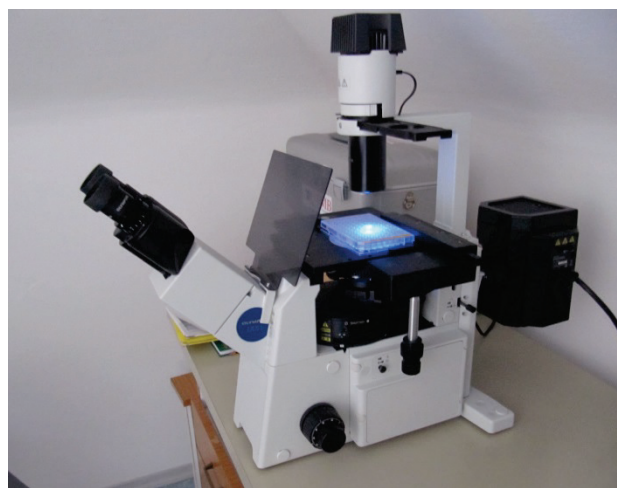
Previously prepared antimicrobial stock solutions are then serially diluted from the initial concentration of  $1024\text{ }\mu\text{g/ml}$  to  $0.008\text{ }\mu\text{g/ml}$  in MEM containing  $10\%$  heat-inactivated fetal bovine serum and cycloheximide ( $1.0\text{ }\mu\text{g/ml}$ ). At the end of a two-hour incubation period, the plates can be removed from the thermostat and the supernatants aspirated with multichannel pipette. In each well  $100\text{ }\mu\text{l}$  of the appropriately diluted antimicrobial drug is added to the appropriate wells for a minimum final concentration range of  $0.008\text{ }\mu\text{g/ml}$  to  $8\text{ }\mu\text{g/ml}$  (and preferably up to  $128\text{ }\mu\text{g/ml}$ ) [12]. Antibiotic-free controls should also be used.

After the 72-hour incubation period at  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  in  $5\%$   $\text{CO}_2$ , the cultures in one microtiter plate can be fixed with methanol and then stained for inclusions with either genus specific or species-specific fluorescein-conjugated monoclonal antibodies [12]. The plate is then transferred to a moist chamber and incubated protected from light for 30 minutes at a room temperature ( $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Upon washing the wells twice, they can then be fixated with glycerol and analyzed under the invert fluorescent microscope (Figure 4) to determine minimal inhibitory concentration (MIC) values – the lowest concentration of an antimicrobial that will inhibit the visible growth of a microorganism [8,26].

Following the incubation of the infected cells overlaid with appropriate two-fold drug dilution for 72 hours, the cells on the second plate are frozen at  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$

in order to make a passage of tissue culture plates employing a freeze-thaw method [12]. After thawing the methodological procedure is similar as described for the first plate, *i.e.* cultures are passed onto new cells, centrifuged, overlaid with antibiotic-free medium (MEM with cycloheximide only), incubated for 72 hours, fixed and stained. The analysis of this plate under the invert fluorescent microscope is used to determine minimal chlamydicidal concentration (MCC) values, which are akin to minimal bactericidal concentration (MBC) in other domains of bacteriology, defined as a lowest dilution where the culture has been completely sterilized [5].

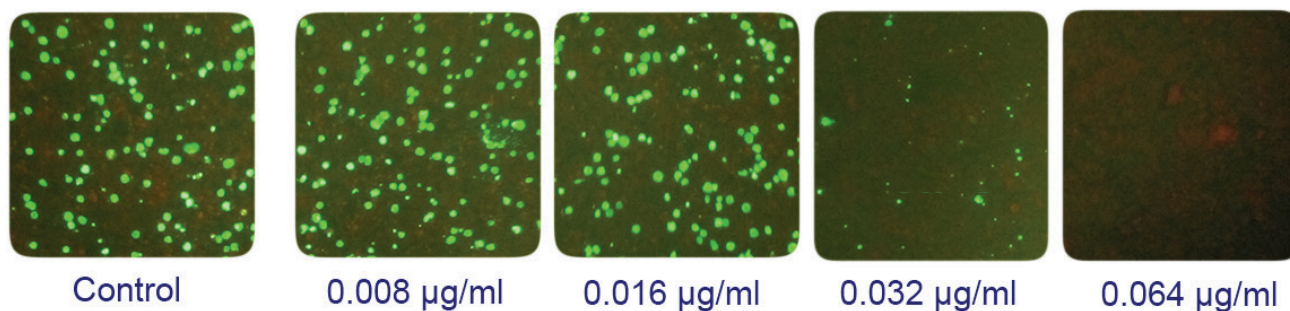
The reproducibility of *C. trachomatis* antimicrobial susceptibility testing in cell culture system relies on standardized definitions of MIC and MCC. To achieve this, it is necessary to introduce the transition point MIC ( $\text{MIC}_{\text{TP}}$ ), which can be defined as the concentration of drug in which 90% or more of the inclusions are altered in their morphology and size [12]. The MIC can then be defined as the concentration of drug that is one twofold dilution more concentrated than the  $\text{MIC}_{\text{TP}}$  (Figure 5). The MCC is defined as the lowest concentration of drug at which there were no visible inclusions after one passage from the cell culture with the addition of antimicrobial drugs to the cell culture without them [5,26].



**Figure 4** Invert fluorescent microscope [5]

## 3. CONCLUSION

Antimicrobial susceptibility testing for *C. trachomatis* (but also other chlamydial species) requires precision and careful attention to conditions which may influence both the ability of chlamydial organisms to infect cells in culture and the efficacy of a tested antibiotic through mechanisms such as intracellular uptake [12,26]. Therefore all four aforescribed steps should be followed meticulously in order to ensure reproducibility and comparability of results. One cell line should be consistently used for *C. trachomatis* susceptibility testing; based on the literature and our experience, we recommend using McCoy cells.



**Figure 5** Photomicrographs of growth pattern of *C. trachomatis* at various concentrations of a tested antimicrobial drug showing determination of minimal inhibitory concentration (MIC) which is defined as the lowest concentration of antibiotic without visible inclusions (0.064 µg/mL). Transition point MIC (MIC<sub>TP</sub>) is observed at the concentrational value of 0.032 µg/mL.

A paramount methodological aspect of susceptibility testing in cell culture system is the endpoint utilized for defining the MIC, since differentiating aberrant from normal inclusions can be tiresome, and subjective interpretation may lead to severalfold variation in the MICs [8]. Hence, the MIC<sub>TP</sub> provides a consistent endpoint where practically all chlamydial inclusions are inhibited (Figure 5), and one twofold concentration above the MIC<sub>TP</sub> provides a reasonable standardized endpoint to define the MIC [12].

Studies on antimicrobial susceptibility of *C. trachomatis* conducted in Croatia and other countries using first-line and second-line antibiotics demonstrate good sensitivity of this microorganism, although cases of heterotypic resistance have been repeatedly described in the literature [5,10,12,27]. As we still lack information on whether *C. trachomatis* is evolving *in vivo* in response to antibiotic selection pressure, we must continue to test them in order to detect eventual shifts in antimicrobial susceptibilities *in vitro*. Although the methodology is cumbersome and not completely standardized, cell culture systems with immunofluorescence staining for the identification of chlamydial inclusions represent the most common methodology employed in antimicrobial susceptibility testing of this prevalent pathogen.

#### 4. REFERENCES

- [1] World Health Organization, Department of Reproductive Health and Research: Global incidence and prevalence of selected curable sexually transmitted infections, Reproductive Health Matters, Vol. 20, No. 40 (2012) 207-209
- [2] Eggleston, E.; Rogers, S.M.; Turner, C.F.; Miller, W.C.; Roman, A.M.; Hobbs, M.M.; Erbeling, E.; Tan, S.; Villarreal, M.A.; Ganapathi, L.: *Chlamydia trachomatis* infection among 15-to 35-year-olds in Baltimore, MD, Sexually Transmitted Diseases, Vol. 38, No. 8 (2011) 743–749
- [3] Goulet, V.; De Barbeyrac, B.; Raherison, S.; Prudhomme, M.; Semaille, C.; Warszawski, J.: Prevalence of *Chlamydia trachomatis*: results from the first national population-based survey in France, Sexually Transmitted Infections, Vol. 86, No. 4 (2010) 263–270
- [4] Božičević, I.; Grgić, I.; Židovec-Lepej, S.; Čakalo, J.I.; Belak-Kovačević, S.; Štulhofer, A.; Begovac, J.: Urine-based testing for *Chlamydia trachomatis* among young adults in a population-based survey in Croatia: feasibility and prevalence, BMC Public Health, Vol. 11 (2011) 230
- [5] Meštrović, T.: *In vitro* efficacy of azithromycin, doxycycline and levofloxacin against urogenital *Chlamydia trachomatis* strains, Dissertation, University of Zagreb Medical School Repository, Zagreb, 2014
- [6] Stamm, W.E.; Batteiger, B.E.: *Chlamydia trachomatis* (trachoma, perinatal infections, lymphogranuloma venereum, and other genital infections). In: Mandell G.L.; Bennett J.E.; Dolin R.: Principles and Practice of Infectious Diseases, 7th edition, Elsevier Churchill Livingstone, Philadelphia, 2009
- [7] Ljubin-Sternak, S.; Meštrović T.: *Chlamydia trachomatis* and Genital Mycoplasmas: Pathogens with an Impact on Human Reproductive Health, Journal of Pathogens, 2014 (2014) 183167
- [8] Ljubin-Sternak, S.; Škerk, V.: Determining antimicrobial resistance to *Chlamydia trachomatis* and applying present findings in daily practice, Medicinski Glasnik (Zenica), Vol. 7, No. 1 (2010) 26-31
- [9] Marrazzo, J.; Suchland, R.: Recent advances in understanding and managing *Chlamydia trachomatis* infections, F1000Prime Reports, Vol. 6 (2014) 120
- [10] Ljubin-Sternak, S.; Meštrović, T.; Vilibić-Čavlek, T.; Mlinarić-Galinović, G.; Sviben, M.; Markotić, A.; Škerk, V.: *In vitro* susceptibility of urogenital *Chlamydia trachomatis* strains in a country with high azithromycin consumption rate, Folia Microbiologica (Praha), Vol. 58, No. 5 (2013) 361-365
- [11] Ehret, J.M.; Judson, F.N.: Susceptibility testing of *Chlamydia trachomatis*: from eggs to monoclonal antibodies, Antimicrobial Agents and Chemotherapy, Vol. 32, No. 9 (1988) 1295-1299
- [12] Suchland, R.J.; Geisler, W.M.; Stamm, W.E.: Methodologies and cell lines used for antimicrobial susceptibility testing of *Chlamydia* spp.,



- Antimicrobial Agents and Chemotherapy, Vol. 47, No. 2 (2003) 636-642
- [13] Wyrick, P.B.; Davis, C.H.; Raulston, J.E.; Knight, S.T.; Choong, J.: Effect of clinically relevant culture conditions on antimicrobial susceptibility of *Chlamydia trachomatis*, *Clinical Infectious Diseases*, Vol. 19, No. 5 (1994) 931-936
- [14] Rota, T.R.: Techniques for culturing and determining antimicrobial susceptibility of *Chlamydia trachomatis*, *Archives of Andrology*, Vol. 4, No. 1 (1980) 63-69
- [15] Wyrick, P.B.; Davis, C.H.; Knight, S.T.; Choong, J.: *In-vitro* activity of azithromycin on *Chlamydia trachomatis* infected, polarized human endometrial epithelial cells, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, Vol. 31, No. 1 (1993) 139-150.
- [16] Notomi, T.; Ikeda, Y.; Nagayama, A.: Minimum inhibitory and minimal lethal concentration against *Chlamydia trachomatis* dependent on the time of addition and the duration of the presence of antibiotics, *Chemotherapy*, Vol. 45, No. 4 (1999) 242-248
- [17] Stamm, W.E.: Potential for antimicrobial resistance in *Chlamydia pneumoniae*, *Journal of Infectious Diseases*, Vol. 181, Suppl. 3 (2000) S456-459
- [18] Solomon, A.W.; Mohammed, Z.; Massae, P.A.; Shao, J.F.; Foster, A.; Mabey, D.C.; Peeling, R.W.: Impact of mass distribution of azithromycin on the antibiotic susceptibilities of ocular *Chlamydia trachomatis*, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, Vol. 49, No. 11 (2005) 4804-4806
- [19] Dowell, S.F.; Peeling, R.W.; Boman, J.; Carlone, G.M.; Fields, B.S.; Guarner, J.; Hammerschlag, M.R.; Jackson, L.A.; Kuo, C.C.; Maass, M.; Messmer, T.O.; Talkington, D.F.; Tondella, M.L.; Zaki, S.R.; *C. pneumoniae* Workshop Participants: Standardizing *Chlamydia pneumoniae* assays: recommendations from the Centers for Disease Control and Prevention (USA) and the Laboratory Centre for Disease Control (Canada), *Clinical Infectious Diseases*, Vol. 33, No. 4 (2001) 492-503
- [20] Atlas, R.M.: *Handbook of Microbiological Media*, Fourth Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, London, 2010
- [21] Draganov, M.; Murdjev, M.; Michailova-Topalska, T.: McCoy and McCoy-Plovdiv cell lines in experimental and diagnostic practice – past, present and perspectives, *Journal of Culture Collections*, Vol. 4, No. 1 (2005) 3-16
- [22] Stamm, W.E.; Tam, M.; Koester, M.; Cles, L.: Detection of *Chlamydia trachomatis* inclusions in McCoy cell cultures with fluorescein-conjugated monoclonal antibodies, *Journal of Clinical Microbiology*, Vol. 17, No. 4 (1983) 666-668
- [23] Barnes, R.C.: Laboratory diagnosis of human chlamydial infections, *Clinical Microbiology Reviews*, Vol. 2, No. 2 (1989) 119-136
- [24] Pate, M.S.; Hook, E.W.: Laboratory to laboratory variation in *Chlamydia trachomatis* culture practices, *Sexually Transmitted Diseases*, Vol. 22, No. 5 (1995) 322-326
- [25] CLSI.: *Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically*; Approved Standard - Ninth Edition. CLSI document M07-A9. In: Wayne, P.A.: *Clinical and Laboratory Standards Institute*, 2012
- [26] Kalenić, S.: *Medicinska mikrobiologija*, Medicinska naklada, Zagreb, 2013
- [27] Ljubin-Sternak, S.; Meštrović, T.; Vilibić-Čavlek, T.; Sviben, M.; Mlinarić-Galinović, G.; Markotić, A.; Škerk, V.; Vraneš, J.: *In vitro* susceptibility of *Chlamydia trachomatis* strains isolated from Croatian patients, 24th European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases, Barcelona, Spain, 10-13 May, 2014. eP197 (abstract)

**Author contact:****Tomislav Meštrović, MD, PhD**

Clinical Microbiology and Parasitology Unit  
Polyclinic "Dr. Zora Profožić"  
Bosutska 19, 10 000 Zagreb, Croatia  
E-mail: tomislav.mestrovic@gmail.com

**Assist. Prof. Sunčnica Ljubin-Sternak, MD, PhD**

Clinical Microbiology Service, Dr Andrija Štampar  
Teaching Institute of Public Health  
Mirogojska 16, 10 000 Zagreb, Croatia  
Medical Microbiology Department, School of  
Medicine, University of Zagreb  
Šalata 3, 10 000 Zagreb, Croatia  
E-mail: sljsternak@stampar.hr

**Prof. Branka Bedenić, MD, PhD**

Department of Clinical and Molecular  
Microbiology, University Hospital Centre Zagreb  
Kišpatićeva 12, 10 000 Zagreb, Croatia  
Medical Microbiology Department, School of  
Medicine, University of Zagreb  
Šalata 3, 10 000 Zagreb, Croatia  
E-mail: branka.bedenic@kbc-zagreb.hr

## KAKO VLADINI ZAPOSLENICI KORISTE INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE?

### HOW DO GOVERNMENT EMPLOYEES USE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES?

*Darko Dukić, Neven Bertović*

Prethodno priopćenje

**Abstract:** *Information and communication technologies have become a fundamental component of modern society and a powerful driving force for growth and prosperity. New and emerging technologies enable government to more effectively and efficiently provide their services to citizens and businesses. Today, e-government is synonymous with fast, reliable, open, and flexible public administration. In the context of e-government adoption research, the purpose of this paper is to explore how Croatian government employees use information and communication technologies at the workplace. The study was conducted on a sample of employees from central government bodies. Both descriptive and inferential statistical methods were employed in the analysis. The results show that Croatian government employees most often use the available technology for word processing, browsing business materials, communication, and information. The study also found that there are significant differences in computer and Internet use, particularly with respect to level of education and position in organization.*

**Keywords:** *computer and Internet use, e-government, government employees, information and communication technologies*

Preliminary communication

**Sažetak:** *Informacijske i komunikacijske tehnologije su postale temeljna komponenta suvremenog društva i snažan pokretač rasta i prosperiteta. Nove i nastajuće tehnologije omogućavaju vladi da pruža svoje usluge građanima i poslovnom sektoru efektivnije i efikasnije. Danas je e-vlada sinonim za brzu, pouzdanu, otvorenu i fleksibilnu državnu upravu. U kontekstu istraživanja prihvatanja e-vlade, svrha ovog rada je ispitati kako hrvatski vladini zaposlenici koriste informacijske i komunikacijske tehnologije na radnom mjestu. Istraživanje je provedeno na uzorku zaposlenika iz središnjih tijela državne uprave. U analizi su primijenjene metode deskriptivne i inferencijalne statistike. Rezultati pokazuju da hrvatski vladini zaposlenici najčešće koriste raspoloživu tehnologiju za obradu teksta, pregledavanje poslovnih materijala, komuniciranje i informiranje. Studija je također otkrila da postoje značajne razlike u korištenju računala i Interneta, osobito s obzirom na stupanj obrazovanja i položaj u organizaciji.*

**Ključne riječi:** *e-vlada, informacijske i komunikacijske tehnologije, korištenje računala i Interneta, vladini zaposlenici*

## 1. INTRODUCTION

Over the last few decades, technological progress has changed the world dramatically. As a result of the rapid development, information and communication technologies (ICT) have become essential in our lives. Today's society depends greatly on ICT. In the world where information is the most valuable commodity, government has to provide effective and efficient public services to citizens and businesses. Modern technologies have changed the way government interacts with the public and delivers its services. ICT enable government to improve its performance and increase benefits for its customers. In this context, in recent years the term "electronic government", or "e-government", has been widely used in the media and by policy makers. Researchers have also shown interest in this field.

Silcock [1] simply defines e-government as "the use of technology to enhance the access to and delivery of government services to benefit citizens, business partners and employees." Similar, Löfstedt [2] considers e-government as "the term that reflects the use of information and communication technology (ICT) in public administration to change structures and processes of government organisations." According to Riad, El-Bakry, and El-Adl [3], e-government is "the continuous optimization of service delivery, constituency participation and governance by transforming internal and external relationships through technology, the Internet and new media." Reffat [4] states that e-government is "the infrastructure that governments today are building to transform the way they complete their missions." Therefore, e-government improves service delivery and reduces costs, but also increases openness and transparency.

Public administration in Croatia began to use ICT in the middle of the 1970s. However, the real development of e-government in Croatia started in the 2000s when several strategies have been adopted. In the meantime, many projects have been initiated and realized by the government authorities. The results of these projects are promising and encouraging. Various online services are now available to citizens and businesses. Significant progress has also been made in the development of ICT infrastructure. Nevertheless, additional steps should be taken to build the information society in Croatia. E-government is a crucial factor in this process.

In order to successfully implement e-government solutions it is necessary to understand how government employees use ICT. Accordingly, the main aim of this study is to explore how Croatian government employees use computers and the Internet at the workplace. In addition, the paper seeks to identify the differences in patterns of ICT use with regard to gender, age, level of education, and position in the organization (manager or not). Since these issues have not been sufficiently discussed so far, the present study provides valuable information to both practitioners and researchers.

## 2. RELATED STUDIES

Although there are some criticisms of the effects of ICT on the public sector, most authors agree that the adoption and implementation of new technologies is a key element in their success [5, 6, 7, 8]. Many factors affect the use of computers and the Internet by government employees. However, only a few studies have examined this important issue. Some key findings from the previous studies are presented in this section.

Lin and Popovic [9] employed the data of the General Social Survey by Statistics Canada to find out how often workers use computers and for what purposes are computers used. The authors revealed that the estimated likelihood of daily use ranged from 62% in education to 90% in public administration. The analysis showed that Canadian government employees mostly used computers for the purpose of word processing, data entry, and record keeping. The Internet and e-mail were also frequently reported functions of computer use at the workplace. In addition, two-thirds of respondents said that they used spreadsheets, while programming was the least frequently stated purpose.

The aim of the paper by Hartman et al. [10] was to determine the tasks and skills that administrative employees need for today's office. The part of their respondents was public servants. The results of the study revealed that a high percentage of administrative employees used e-mail and word processing. In comparison with entry-level workers, experienced employees performed more computer tasks such as spreadsheets, presentations, database, and Internet research.

Dolton and Pelkonen [11] explored the waged effects of computer use in Great Britain. Their data came from the Workplace Employment Relations Survey and comprised of both public and private sector employees. The study confirmed that e-mail, word processing and

spreadsheets were the most common tasks performed with a computer. In contrast, controlling or monitoring processes or machinery, computer-aided design, and programming were used the least.

In their article, Matovu and Ocholla [12] examined the status of management information systems as well as the information needs for public administration in Uganda. The authors found that ICT usage was mostly confined to word processing. About a third of respondents stated that they used spreadsheet and database management. At the time of research only a small percentage of Ugandan public servants used e-mail service and the Internet. On the basis of these findings Matovu and Ocholla concluded that most management information systems related operations remained underdeveloped.

The study by Shrama and Pant [13] was conducted to determine the status of e-readiness and awareness towards various e-governance initiatives and services in an Indian state. Their sample comprised of citizens, students, government employees, and workers from the private sector. Shrama and Pant revealed that most of the civil servants and private sector employees were aware of computers, but not with the e-governance applications. Despite of this, many of them stated that they did not use computer and Internet.

Mbatha and Ocholla [14] examined the types, usage and availability of ICT in the selected government departments in South Africa. They found that a variety of ICT have been adopted in the public sector. According to the results, all the respondents used ICT for word processing, spreadsheets, Internet access, and printing. The study also showed that civil servants in South Africa regularly used ICT to communicate with colleagues and to disseminate information.

The purpose of the study by Ibrahim [15] was to investigate the extent to which government employees in Nigeria deployed and utilised ICT tools for effective governance. The most respondents said that they were able to use word processing software and browse the Internet, but they were less familiar with e-mail. Also, the majority of the sampled employees stated that they did not know how to use spreadsheets.

The results from the aforementioned studies cannot be compared directly since there are differences in scope, methodology, sample characteristics, and also in time and space dimensions. However, some findings are common to all these studies. The results show that government employees mainly use word processing software at the workplace. The Internet and e-mail services are also widely used by civil servants. Furthermore, some authors reported a satisfactory level of spreadsheet usage. On the other hand, higher levels of computer use, that require more skills, are generally underrepresented.

## 3. RESEARCH METHODOLOGY AND SAMPLE

The data for this study were collected via both online and paper surveys. The questionnaire was anonymous and voluntary. The sample included employees of Croatian central government bodies. A total of 378

answers of respondents from various ministries and government offices were used in the analysis. Table 1 presents the distribution of respondents by background characteristics (gender, age, level of education, and position in the organization).

**Table 1** Background characteristics of respondents

Characteristic	Frequency	Percentage
Gender		
Female	224	59,3
Male	154	40,7
Age group		
20 – 34	136	36,0
35 – 49	139	36,8
50 – 64	103	27,2
Level of education		
Secondary school	87	23,0
Undergraduate degree	228	60,3
Postgraduate degree	63	16,7
Position		
Non-manager	286	75,7
Manager	92	24,3

The sample consisted of more females than males. Also, the oldest age group was somewhat underrepresented. Most of the respondents had a graduate degree. About a quarter of the respondents were managers in their institutions.

Descriptive statistics were employed to summarize the data, while inferential statistical methods, including the Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests, were used to determine group differences. The level of statistical significance was set at  $p < 0,05$ .

#### 4. RESULTS

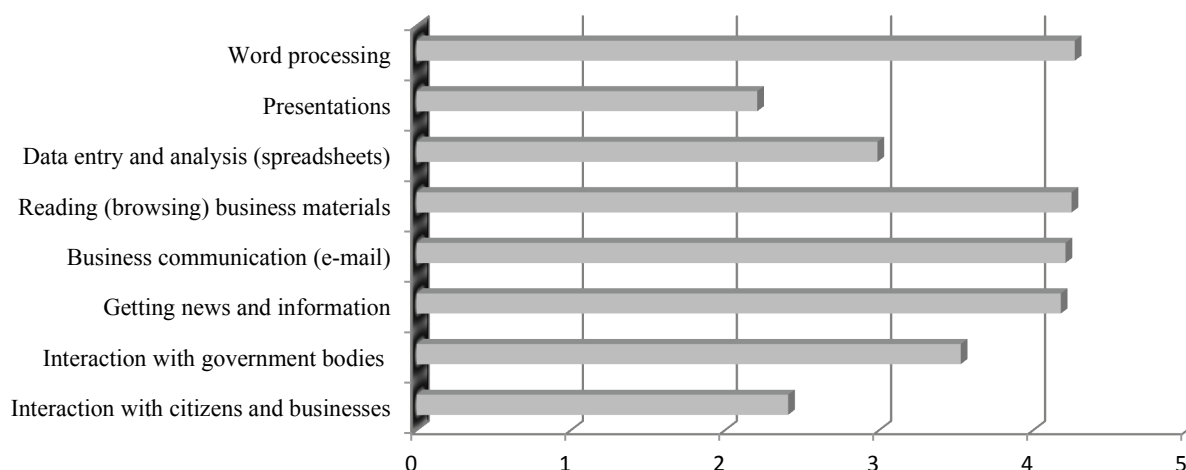
The respondents were asked to estimate how often and for what purpose they use computers and the Internet at the workplace. Their responses were measured on a five-point scale ranging from 1 (never) to 5 (always). Descriptive statistics calculated on the basis of their answers are given in Table 2.

According to the mean values, Croatian government employees most often use computers for word processing and reading (browsing) business materials. E-mail is also frequently used as a form of business communication. In these three cases the median value is 5. Additionally, Croatian government employees reported that they very often use ICT to get news and information. These findings correspond to the results of previous studies.

Interaction with government bodies is less frequent. The results show that interaction with citizens and businesses is even rarer. Such findings indicate that e-government has not yet been fully realized in Croatia. The survey also revealed that presentations and spreadsheets are not often used by respondents. For the purpose of visualizing the results, the means are presented in Figure 1.

**Table 2** Descriptive statistics for frequency of ICT use by government employees

Purpose of ICT use	Mean	Median	Mode	Standard deviation
Word processing	4,27	5,00	5,00	1,10
Presentations	2,21	2,00	1,00	1,27
Data entry and analysis (spreadsheets)	2,99	3,00	5,00	1,44
Reading (browsing) business materials	4,25	5,00	5,00	1,03
Business communication (e-mail)	4,21	5,00	5,00	0,99
Getting news and information	4,18	4,00	5,00	0,99
Interaction with government bodies	3,53	4,00	4,00	1,15
Interaction with citizens and businesses	2,41	2,00	2,00	1,16



**Figure 1** Means of frequency of ICT use by government employees

**Table 3** Analysis of differences in the frequency of ICT use by government employees

Characteristic	Word processing	Presentations	Data entry and analysis (spreadsheets)	Reading (browsing) business materials	Business communication (e-mail)	Getting news and information	Interaction with other government bodies	Interaction with citizens and businesses
Gender	Mean rank							
Female	191,59	183,36	178,74	190,97	187,60	192,35	193,94	190,61
Male	182,84	186,13	194,98	184,94	191,03	178,03	180,66	179,36
Mann-Whitney test	Z=-0,88	Z=-0,26	Z=-1,47	Z=-0,59	Z=-0,33	Z=-1,37	Z=-1,21	Z=-1,03
Age group	Mean rank							
20 – 34	175,19	170,47	177,93	182,65	188,23	186,27	192,83	181,95
35 – 49	186,90	186,11	190,65	187,69	198,71	193,89	184,19	191,94
50 – 64	206,56	201,14	188,73	197,35	176,91	176,41	188,65	183,12
Kruskal-Wallis test	H=6,37*	H=5,25	H=1,13	H=1,33	H=2,83	H=1,77	H=0,46	H=0,74
Level of education	Mean rank							
Secondary school	106,42	118,57	137,41	125,37	121,10	144,40	119,98	123,14
Undergraduate degree	210,51	189,33	198,71	200,41	206,12	193,44	200,70	199,40
Postgraduate degree	218,61	256,52	203,92	232,96	221,09	220,28	236,79	223,39
Kruskal-Wallis test	H=82,51*	H=66,78*	H=23,38*	H=52,66*	H=53,38*	H=23,56*	H=52,62*	H=43,25*
Position	Mean rank							
Employee	176,00	167,40	176,94	176,93	179,14	181,11	179,46	177,66
Manager	224,92	237,31	212,14	224,75	219,54	203,15	216,40	211,66
Mann-Whitney test	Z=-4,29*	Z=-5,66*	Z=-2,77*	Z=-4,06*	Z=-3,37*	Z=-1,84	Z=-2,93*	Z=-2,72*

\* Statistically significant at  $p < 0,05$

Table 3 contains the results of the analysis of differences in the frequency of ICT use by Croatian government employees. The statistical significance of differences was tested using the nonparametric Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests. The Mann-Whitney test did not reveal any significant difference between female and male employees, while the Kruskal-Wallis test confirmed that only in the frequency of using word processing there are at least two age groups that differ significantly from each other. Mean ranks indicate that older employees use word processing more than younger ones.

According to the Kruskal-Wallis test, the level of education significantly affects the use of computers and the Internet at the workplace. Namely, the test results showed that in all the analysed cases there are at least two education level groups that differ significantly from each other. Employees with postgraduate degree reported the highest frequency of use, while employees with secondary school education stated that they use ICT less often.

The position in the organization also strongly influences ICT use. According to the Mann-Whitney test, managers and non-managers did not significantly differ only in terms of ICT use for the purpose of getting news and information. In all the cases, managers reported a higher frequency of computer and Internet use than their non-manager counterparts.

## 5. CONCLUSION

In recent years, considerable improvements have been made in the area of e-government in Croatia, but there are still many issues to be solved. Since people are the most valuable asset of any organization, a special attention in e-government design and implementation should be given to human resource development. In this sense, among other things, it is important to determine how often and for what purpose government employees use computers and the Internet at the workplace.

The present study reveals that Croatian government employees most often use ICT for word processing, reading (browsing) business materials, business communication (e-mail), and getting news and information. On the other hand, interaction with government bodies and especially with citizens and businesses is less frequent. The results also show that the level of education and position in the organization strongly influence ICT usage, while gender and age are not significant predictors of computer utilization.

The findings are mostly consistent with previous research. They indicate that government employees mainly use computers and the Internet for simple tasks. To a certain degree, such practice is understandable and can be justified by the needs of the job. Regardless, steady technological progress, which influences e-government development, requires a higher level of ICT use and, consequently, advanced knowledge and skills.

## 6. REFERENCES

- [1] Silcock, R.: What is e-Government, Parliamentary Affairs, Vol. 54, No. 1 (2001) 88-101
- [2] Löfstedt, U.: E-Government - Assessment of Current Research and Some Proposals for Future Directions, International Journal of Public Information Systems, Vol. 1, No. 1 (2005) 39-52
- [3] Riad, A. M.; El-Bakry, H. M.; El-Adl, G. H.: A Novel DSS Framework for e-Government, International Journal of Computer Science Issues, Vol. 7, No. 6 (2010) 33-37
- [4] Reffat, R. M.: Developing a Successful e-Government, Proceedings of the Symposium on e-Government: Opportunities and Challenge, Muscat Municipality, Oman, 2003, IV1 - IV13
- [5] Binci, D.: Climate for Innovation and ICT Implementation Effectiveness: A Missing Link in Italian E-government Projects, International Journal of Public Administration, Vol. 34, No. 1-2 (2011) 49-53
- [6] Nograšek, J.; Vintar, M.: Technology as the Key Driver of Organizational Transformation in the eGovernment Period: Towards a New Formal Framework, Electronic Government - Proceedings of the 10th IFIP WG 8.5 International Conference, EGOV 2011, Delft, August/September 2011, 453-464
- [7] Batalli, M.: Simplification of Public Administration through Use of ICT and Other Tools, European Journal of ePractice, Vol. 13 (2011) 21-37
- [8] Safeena, R.; Kammani, A.: Conceptualization of Electronic Government Adoption, International Journal of Managing Information Technology, Vol. 5, No. 1 (2013) 13-22
- [9] Lin, Z.; Popovic, A.: Working with Computers in Canada: An Empirical Analysis of Incidence, Frequency and Purpose, Human Resources Development Canada, Hull, Quebec, 2003
- [10] Hartman, D. B.; Bentley, J.; Richards, K.; Krebs, C.: Administrative Tasks and Skills Needed for Today's Office: The Employees' Perspective, Journal of Education for Business, Vol. 80, No. 6 (2005) 347-357
- [11] Dolton, P.; Pelkonen, P.: The Wage Effects of Computer Use: Evidence from WERS 2004, British Journal of Industrial Relations, Vol. 46, No. 4 (2008) 587-630
- [12] Matovu, J.; Ocholla, D. N.: Aspects of the Status of Management Information Systems and the Information Needs for Public Administration in Uganda, Libri, Vol. 59, No. 3 (2009) 198-211
- [13] Sharma, M. K.; Pant, D.: E-Readiness and Awareness Measurement Study towards Various e-Governance Initiatives and Services at Uttarakhand, Proceedings of the 3rd National Conference; INDIACom-2009, New Delhi, February 2009
- [14] Mbatha, B.; Ocholla, D. N.: Contextualising the Use of ICTs in the Public Sector: The Case of Selected Government Departments in KwaZulu-Natal, Mousaion, Vol. 29, No. 2 (2011) 195-210
- [15] Ibrahim, B. H.: Utilisation of Information and Communication Technologies (ICTs) Tools in Government Administration: A Study of Kaduna State Government, Nigeria, Report and Opinion, Vol. 5, No. 7 (2013) 19-28

### Author contact:

**Darko Dukić, PhD, Associate Professor**  
 Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
 Department of Physics  
 Trg Ljudevita Gaja 6, 31000 Osijek, Croatia  
 E-mail: darko.dukic@fizika.unios.hr

**Neven Bertović, MSc**  
 Ministry of Construction and Physical Planning  
 Ulica Republike Austrije 20, 10000 Zagreb, Croatia  
 E-mail: neven.bertovic@mgipu.hr

# EVOLUCIJA SURADNJE U NOWAK-SIGMUNDOVOM MODELU ITERIRANE ZATVORENIKOVE DILEME

## EVOLUTION OF COOPERATION IN NOWEG-SIGMUNDS ITERATED PRISONER'S DILEMMA

*Jurica Hižak*

Stručni članak

**Sažetak:** Ovaj rad opisuje metodu i rezultate istraživanja koje su Martin Nowak i Karl Sigmund objavili 1992.g. u časopisu Nature u članku pod naslovom „Tit for tat in heterogeneous populations“. Autori su kroz računalno simulirani turnir Iterirane zatvorenikove dileme pokazali da je strategija „Milo za drago“ (eng. „Tit for Tat“, TFT) ključna za pojavu kooperativnosti u heterogenoj skupini igrača. Njihova simulacija pokazuje da prvobitno miješana populacija igrača evoluirala do istrebljenja gotovo svih strategija osim odmetničke, a zatim dolazi do naglog porasta TFT igrača. Uz to, njihova simulacija pokazuje da TFT zapravo i nije kraj evolucije, nego početak prevlasti velikodušnih strategija. Prema riječima autora, TFT je pivot (osovina ili os zaokreta), a ne završna točka u evoluciji prema suradnji.

**Ključne riječi:** evolucija suradnje, iterirana zatvorenikova dilema, strategija Tit for Tat

Professional paper

**Abstract:** This paper describes the method and the results of a research that Martin Nowak and Karl Sigmund published 1992 in Nature in an article entitled "Tit for tat in heterogeneous populations." Through computer-simulated tournament of iterated prisoner's dilemma, the authors showed that the strategy "Tit for Tat" (TFT) is essential for the emergence of cooperation in a heterogeneous group of players. Their simulation shows that initially mixed population of players evolves to the extinction of almost all strategies except renegades, and then there is a sudden increase in TFT players. Moreover, the simulation shows that TFT is not really the end of evolution, but the beginning of the predominance of a more generous strategy. According to the authors, TFT is a pivot, rather than the end point of an evolution towards cooperation.

**Key words:** evolution of cooperation, iterated prisoner's dilemma, Tit for tat strategy

### 1. UVOD

Zatvorenikova dilema (eng. Prisoner's dilemma, PD) poznata je igra u kojoj dva igrača neovisno jedan o drugom moraju donijeti odluku: surađivati (C) ili izdati suradnika (D). Ukoliko donesu različite odluke, jedan od njih (izdajnik) maksimalno profitira uz isplatu T, dok drugi igrač (suradnik) završava s najmanjom isplatom S. Obostrana suradnja donosi korist obojici, dakle svaki igrač dobiva isplatu R. Međutim, kako nemaju informacije o ponašanju svog suigrača, oni moraju odvagati sve opcije koje se slikovito mogu prikazati tabelom 1.

**Tabela 1.** Matrica isplate u igri Zatvorenikova dilema. Kako bi se stvorila dilema nužno je namjestiti relativne odnose između isplata, Sucker (S) < Punishment (P) < Reward (R) < Temptation (T).

	C	D
Prvi igrač	C R, R	D S, T
	D T, S	P, P

Tabela nam pokazuje: ako je prvi igrač spreman za suradnju, te izabere prvi redak (C kao „cooperate“), dovodi se u opasnost da umjesto u (R,R) završi u (S,T). Stoga on nužno dolazi do zaključka da je najsigurnije izdati suigrača, odnosno izabrati drugi redak (D kao „defect“) jer je  $T > R$ , a  $P > S$ . Potpuno isti „rezon“ drugog igrača navodi da on također izabere izdaju (D), što znači da igra završava obostranom izdajom te isplatom (P,P). Zanimljivost igre, dakle, leži u činjenici da je pametnije igrati „izdaju“ umjesto „suradnje“, iako suradnja zapravo donosi povoljniji ishod za obojicu.

Kad se igra stavi u kontekst biologije, kako bi se razmatralo ponašanje životinja, tada veća isplata (bez obzira da li je riječ o hrani, vodi ili životnom prostoru) predstavlja veću podobnost (eng. fitness) tj. veću vjerojatnost ostavljanja potomstva. Na prvi pogled, evolucija se protivi suradnji, jer suradnja umanjuje isplatu, a time i podobnost, međutim, kad se igračima dozvoli da opetovano igraju, pomalo neočekivano otvaraju se vrata prema suradnji [1]. Takva opetovana igra naziva se Iterirana zatvorenikova dilema (eng. Iterated prisoner's dilemma, IPD) i, prema Nowakovim

riječima, danas se smatra paradigmom za evoluciju suradnje između sebičnih jedinki [2].

## 2. ITERIRANA ZATVORENIKOVA DILEMA

Budući da se igrači u IPD više puta sreću, omogućeno im je da korigiraju svoje odluke zavisno od prethodno odigrane runde. Primjerice, igrač može kazniti partnera koji ga je u prethodnoj rundi izdao. Da bi otkrio koja je strategija igranja najbolja, poznati politolog Robert Axelrod je, krajem 70-tih, organizirao turnir po principu svaki sa svakim (round-robin) i tada je, na sveopće iznenađenje, pobijedila strategija "Milo-za-drago" koja u prvom koraku bira suradnju, a zatim kopira suparničke poteze. Iako sama po sebi nije najjača, pokazala se najisplativijom jer je uzela mnogo bodova od suradničkih strategija, a nije izgubila mnogo od izdajničkih strategija (budući da ne dopušta izrabljivanje). Spoznaja da suradnja može evoluirati u populaciji sebičnih jedinki, izazvala je veliko uzbuđenje u znanstvenoj zajednici, što je rezultiralo mnoštvom IPD turnira i matematičkih analiza.

**Tabela 2.** Tok igre za deset rundi između četiri najpoznatije strategije ALLD, ALLC, TFT i GRIM.

													A
ALLD	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	10T	50
ALLC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	10S	0
ALLD	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	1·T+9P	14
TFT	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	1·S+9P	9
ALLD	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	1·T+9P	14
GRIM	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	1·S+9P	9
ALLC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	10R	30
TFT	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	10R	30
ALLC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	10R	30
GRIM	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	10R	30
TFT	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	10R	30
GRIM	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	10R	30

Treba nešto reći i o problemu konačnog odnosno beskonačnog broja iteracija. U prvom Axelrodovom turniru igrao se fiksni broj rundi ( $n=200$ ) [1]. U kasnijoj analizi pokazalo se da bi TFT izgubila turnir od nekih podmuklijih strategija. Primjerice, čista strategija TFT može biti poražena od strategije koja igra TFT do predzadnje runde ( $n-1$ ), a u  $n$ -toj rundi igra izdaju. Takva strategija bi pobijedila na turniru. Da bi izbjegao takve smalice, na sljedećem turniru Axelrod je umjesto fiksnog broja partija, uveo vjerojatnost odigravanja sljedeće partije  $\omega < 1$ . U tom slučaju prosječna isplata TFT između ALLC i TFT nije  $A(\text{ALLC}, \text{TFT}) = nR$  kao u tabeli 2, nego je dana kao suma geometrijskog niza, pa uz beskonačni broj iznosi:

$$A(\text{ALLC}, \text{TFT}) = R + \omega R + \omega^2 R + \dots = \frac{R}{1-\omega} \quad (1)$$

Nowak i Sigmund ističu da evolucijsku ulogu TFT-a, u suštini, možemo razmatrati na dva načina [2]. Prvo, možemo se pitati hoće li se homogena TFT skupina oduprijeti napadu *mutantskih* strategija, te zatim analitički ispitivati uvjete u kojima TFT jest ili nije evolucijski stabilna strategija. (Npr. usporedbom prosječnih isplata TFT u duelu s ALLD i dr. može se zaključiti da je TFT stabilna strategija ako je  $\omega > 2/3$ ). Naime, TFT je evolucijski stabilna strategija samo ako postoji dovoljno velika vjerojatnost ponovne interakcije kako bi se osiguralo da isplata  $A(\text{TFT}, \text{TFT}) = \frac{R}{1-\omega}$  sigurno bude veća od isplate  $A(\text{ALLD}, \text{TFT}) = T + \frac{P\omega}{1-\omega}$  i zarade tzv. alternirajuće strategije u duelu s "milo-za-drago":  $A(\text{ALT}, \text{TFT}) = \frac{T+S\omega}{1-\omega^2}$  [3]. Iz navedenog uvjeta slijedi:

$$\frac{R}{1-\omega} > \max\left(T + \frac{P\omega}{1-\omega}, \frac{T+S\omega}{1-\omega^2}\right) \quad (2)$$

što je ispunjeno ako i samo ako:

$$\omega > \max\left(\frac{T-R}{T-P}, \frac{T-R}{R-S}\right) \quad (3)$$

Uz parametre korištene na Axelrodovom turniru ( $S=0, P=1, R=3, T=5$ ) slijedi:

$$\omega > \max\left(\frac{2}{4}, \frac{2}{3}\right) \quad (4)$$

Drugi pristup je ono što autori članka nazivaju „the heteromorphic approach“; kreće se od široko raspršene distribucije strategija i zatim ih se prepušta „prirodnoj“ selekciji. To je bilo učinjeno na Axelrodovom „ekološkom“ turniru gdje su se 63 strategije borile, generaciju za generacijom, svaki put s frekvencijom proporcionalno zaradi prethodne generacije. Međutim, Nowak ističe: „Sudionici tog turnira dobrim su dijelom bili teoretičari igara, koji teško da mogu biti reprezentativni primjeri strategija u eko-sustavu“ [2].

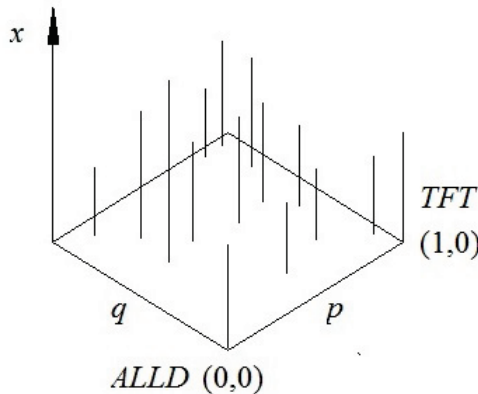
## 3. NOWAK-SIGMUNDOW MODEL

Kako bi dobili na realističnosti i kako bi se što više približili stvarnim situacijama iz prirode, Nowak i Sigmund su uveli određenu nesigurnost u povlačenju poteza svojih igrača. Taj pristup Nowak komentira: „To bi trebalo oponašati biološke interakcije. Igrači mogu pogrešno interpretirati tuđi potez (ili identitet) ili nespretno sprovesti vlastite intencije“. Dakle, za razliku od autora stvarnih i simuliranih IPD koje su provedene prije ove studije, Nowak i Sigmund svoje igrače nisu determinirali nepromjenjivim strateškim algoritmima, nego su svakoj strategiji pridružili vjerojatnosti suradnje nakon protivničke suradnje, odnosno izdaje. Reaktivna strategija pojedinog igrača zadana je uređenom trojkom  $(y, p, q)$ , gdje je  $y$  vjerojatnost suradnje u prvoj rundi, a  $p$  i  $q$  su uvjetne vjerojatnosti za suradnju nakon protivničke suradnje, odnosno nakon izdaje. Dakle, TFT je



predstavljena s (1,1,0), ALLD (0,0,0), ALLC (1,1,1), sumnjičavi tit-for-tat STFT (0,1,0) itd.

Radi jednostavnosti, autori su razmatrali beskonačnu IPD (krajnji slučaj,  $\omega=1$ ). Ako zanemarimo prvi element uređene trojke (koji je ionako nevažan kad se igra na beskonačan broj iteracija), svaka strategija može se predstaviti naprosto kao točka (p,q) u jediničnom kvadratu. Treća dimenzija, autorima članka kasnije će poslužiti za grafički prikaz broja igrača (odnosno frekvencije). Izabравši uzorak reaktivnih strategija  $E_1$  do  $E_{100}$  uniformno distribuiranih po površini jediničnog kvadrata, s jednakom početnom frekvencijom, Nowak i Sigmund pustili su sustav da evoluiru.



Slika 1. Frekvencija igrača u nekom trenutku igre.

Na jediničnom kvadratu nalaze se strategije zadane vjerojatnošću suradnje p nakon suradnje protivničkog igrača, odnosno vjerojatnošću suradnje q nakon izdaje. Visina linije prikazuje frekvenciju igrača koji koriste strategiju (p,q). Strategije koje su prvobitno bile uniformno raspoređene, postupno odumiru ili napreduju zavisno od ostvarenog rezultata.

Frekvencija svake sljedeće generacije bila je zadana jednadžbom:

$$x'_i = x_i \frac{f_i}{\bar{f}} \quad (5)$$

gdje je  $f_i$  prosječna isplata (fitness) strategije  $E_i$  u populaciji, a  $\bar{f} = \sum x_k f_k$  prosječni fitness cijele populacije. Treba primijetiti da se ovdje radi o tzv. diskretnoj replikatorskoj dinamici izvedenoj iz pretpostavke da su generacije nepreklapajuće (svi odrasli umiru prije nove generacije, slično insektima) i da je reprodukcija aseksualna. Pretpostavlja se da svaka jedinka koja koristi i-tu strategiju, generira  $f_i$  vlastitih kopija, tako da je u sljedećoj generaciji  $N_i(t+1) = N_i(t)f_i$  [4]. Iz danih pretpostavki slijedi:

$$x'_i \equiv x_i(t+1) = \frac{N_i(t+1)}{N(t+1)} \quad (6)$$

$$x'_i = \frac{N_i(t)f_i}{\sum_k N_k(t)f_k} = \frac{N_i(t)}{N} \frac{f_i}{\sum_k x_k(t)f_k} \quad (7)$$

$$x'_i = x_i(t) \frac{f_i}{\bar{f}} \quad (8)$$

Isplata  $A(E_i, E_j)$  u duelu i-te i j-te strategije dana je relacijom[5]:

$$A(E_i, E_j) = 1 + 4c' - c - cc' \quad (9)$$

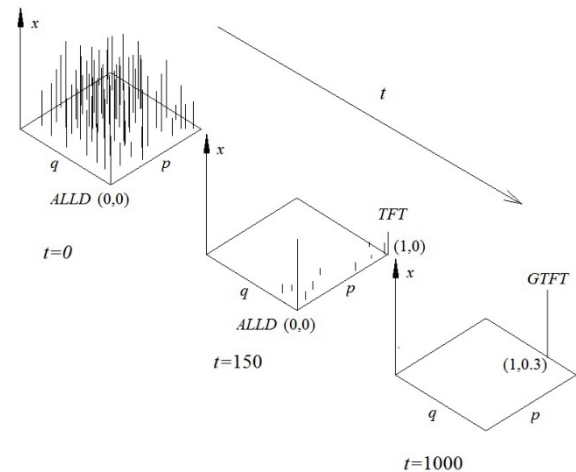
gdje su koeficijenti

$$c \equiv c_{ij} = \frac{q_i + (p_i - q_i)q_j}{1 - (p_i - q_i)(p_j - q_j)} \quad (10)$$

$$c'_{ij} = c_{ji}. \quad (11)$$

## 4. REZULTATI

Kad se simulacija turnira pusti u „pogon“, strategijama koje su blizu (0,0) frekvencija raste, dok ostale strategije vrlo brzo nestaju. Drugim riječima, preostaje praktički samo ALLD. Naime, daleko najveći udio strategija u uzorku ima visoke q-vrijednosti i ne osvećuje se izrabljivačima. Nowak slikovito kaže: „Kraj bogate zalihe naivaca, isplati se biti izdajnik.“



Slika 2. Evolucija suradnje u heterogenoj populaciji.

Prvih 100 generacija, strategije bliske ALLD dominiraju populacijom. Nakon 150 generacija, TFT se revitalizira i uspostavlja suradnju u populaciji, što omogućava oprastajućim strategijama da rastu. Konačni pobjednik je GTFT (0.99,0.3).

Ipak, ishod se dramatično mijenja negdje oko 150-te generacije, ako je jedna od početnih strategija (dodanih ručno ili slučajno) bliska strategiji TFT. Autori kažu: „Preokret se događa u momentu kad su naivčine toliko desetkovane da se izrabljivači više nemaju čime hraniti. Isprva pomalo, a zatim uzimajući sve jači zamah, osvetnici se vraćaju i sada izrabljivači iščezavaju“ [2]. Interesantno, strategija TFT i njoj slične strategije (koje su izazvale ovaj preokret) same neće profitirati: uklonivši izrabljivače, bivaju smijenjene od strane strategije koja je najbližnja GTFT (tzv. velikodušna strategija koja oprašta oko 30% izdajničkih poteza). Evolucija tada prestaje.

Čini se da u evoluciji suradnje strategija TFT ima ulogu policije, koja beskompromisno kažnjava odmetnike i na taj način „čisti“ sustav od izrabljivača. Međutim, kad je uspostavljena suradnja u sustavu, tada je

bolje imati određeni postotak opraštajućih poteza jer svaka i najmanja pogreška (npr. komunikacijski šum) kod igrača TFT uzrokuje spiralu osvete.

## 5. LITERATURA

- [1] Axelrod, R.: The Evolution of Cooperation, 1984.
- [2] Nowak, M.; Sigmund, K.: Tit for tat in heterogeneous populations, Nature, 1992.
- [3] Broom, M.; Riechert, J.: Game-Theoretical Models in Biology, 2013.
- [4] Bishop, D.; Cannings, C.: A generalized war of attrition, Journal of Theoretical Biology, 1976.
- [5] Nowak, M.: Stochastic strategies in the Prisoner's Dilemma, Theoretical Population Biology 38, (1990) 93-112

### Kontakt autora:

**Mr.sc. Jurica Hižak**  
Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
jurica.hizak@unin.hr

## ISTRAŽIVANJE ANIZOTROPNIH SVOJSTAVA BIOKLASTIČNOG VAPNENCA NA MODELIMA PILOTA U LABORATORIJSKIM UVJETIMA

### INVESTIGATION OF ANISOTROPIC PROPERTIES OF SHELL LIMESTONE BY MODELS OF BORED PILE IN LABORATORY-LIKE ENVIRONMENTS

*Novskiy Aleksandr, Novskiy Vasilyi, Vivcharuk Vladislav*

*Pregledni rad*

**Sažetak:** U članku su opisani metodologija i rezultati istraživanja anizotropnih svojstava bioklastičnih vapnenaca na modelima bušenih pilota u laboratorijskim uvjetima.

**Ključne riječi:** bioklastični vapnenac, anizotropija, slojevitost, posmična čvrstoća, strukturna čvrstoća.

Review article

**Abstract:** The methods and results of the investigation of anisotropic behavior of shell limestone by models of bored pile in laboratory-like environments are described.

**Keywords:** shell limestone, anisotropy, lamination, shear strength, structural strength.

## 1. INTRODUCTION

The widespread use of shell limestone as the base of foundations, including bored pile, allows new task for researchers, which solutions will allow to investigate subsoil with special characteristics.

Shell limestone is organogenic rock, which has anisotropic properties. Its stratum consisting of mussels – skeleton remainders of shellfishes, which placed horizontal and cemented on their contacts with strong crystallization bonding. Compressive strength capacity depends on the direction of stress. The value of maximum load applied vertically to the area of their accumulation (across/perpendicular to lamination) is lower than in horizontal direction (alongside the lamination). This may explain the different values of deformation and strength parameter properties in horizontal and vertical directions.

In the normative literature for evaluation criterion for anisotropic properties of rock and half-rock solids is adopted anisotropy coefficient  $k_a$ , and its value is determined by the ratio of parameter of maximum strength on uniaxial compression in horizontal direction  $R_{ca}$ , to its value at the vertical vector of the load application  $R_c$ . [1,2].

It should be noted that a similar relation between another ratios of mechanical characteristic of shell limestone (structural strength, shear strength) is considerably different from the coefficient of anisotropy by amount of strength on uniaxial compression, and because of that corresponding coefficients of anisotropy must be used in the calculations that use the structural

strength and shear strength, including alongside the lateral surface of bored piles.

The aim of research, the results of which are presented in this paper, is further definition of anisotropic properties of shell limestone of Odessa region determining the shear strength alongside the lateral surface of models of bored piles, which are located perpendicular, alongside and at an angle of  $45^\circ$  to the lamination.

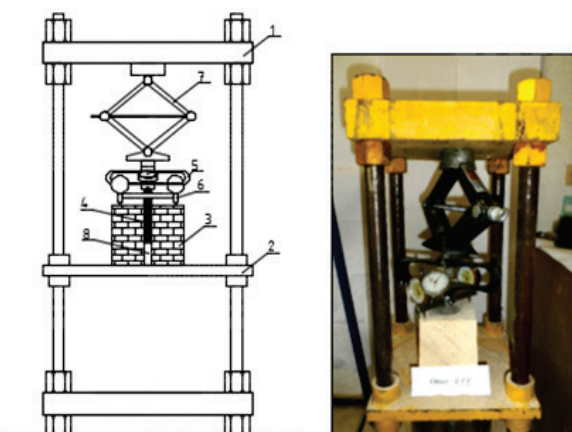
## 2. THE RESULTS OF THE INVESTIGATION

The shell limestone has a high porosity (60%) with many interstices of large size. Drilled formation wall of bored pile has a high porosity. Cement slurry at concrete pouring of pile is permeating to the large blowing spaces of interstices and forming a rough blending surface between the pile body and the surrounding rock. In this case the shear resistance is determined not by friction, but strength of limestone, which is located outside surface of pile shaft, impregnated with hardened cement grout. Consequently, the failure at “disruption” occurs on limestone.

The investigation of shell limestone by piles of minor diameter in a laboratory environment are made in compliance with the basic requirements of ДСТУ Б В.2.1-1-95 “Soils. Field testing methods by piles”. Investigations were carried out to determine shear strength at lateral surface of bored piles. For this, their production was carried out with preservation of hollow below toe of pile that which allowed load transfer on the shell limestone to internal contact surface of borehole.

The borehole with diameter 21 mm was bored to the full height of the sample. It's bottom part was filled with sand on the required height, whereupon, the down hole was filled by grout. We performed shaft equipment by cane of iron wire of  $\varnothing 3$  mm, and the head top we strengthened by snipping of the pipe  $\varnothing 1/2$  inches by a height of 6 cm. The space below the toe of bored pile was out of sand after achieving the design strength.

Investigations were carried out on a laboratory bench, which is a hand-power press, its circuit design and configuration are showed on the picture 1.



**Figure 1** Scheme and appearance of test shell limestone with models of bored piles inside, 1-2 - fixed plates; 3 – Sample of shell limestone; 4 – model of bored pile; 5 – Dynamometer; 6 - dial test indicator; 7 - adjustable jack; 8 – hollow space under the pile toe.

The loading of pile was carried out in stages at 0,5 kN. Each stage of load was hold until the increase of displacement was 0.01 mm in the last 10 minutes of observation. For maximum load taken the value when displacement of the pile does not fade out. After the “disruption” repeated investigations of piles were carried out to determine the shearing resistance alongside the side face after the destruction of the structural bonds.

Amount of the load at each stage was determined by a dynamometer, which was installed at the pile's head, with support on the upper stationary plate. The dynamometer's extension is measured with scale sensitivity of 0.01 mm. Vertical displacement of piles during investigations was measured by two dial gauge with a measuring sensitivity of 0.01 mm, which were fixed by the clamping console (reference system) on the metal head of pile. According to sample results the pile's dependency displacement diagrams from load were plotted.

**Table 1** The ratio of the shear resistance of shell limestone on the lateral surface of bored piles across and along lamination

№ ser,	Number of tests	Parameters value, MPa		Factor of anisotropy $k_{ar}$
		across lamination $f_c$	along lamination $f_{c,a}$	
1	4	0,78	0,83	1,06
2	4	0,45	0,37	0,92
3	4	0,38	0,24	0,63
4	4	0,41	0,40	0,98

5	4	0,44	0,31	0,70
6	4	0,52	0,46	0,88
Average		<b>0,50</b>	<b>0,43</b>	<b>0,86</b>

The above-described method of determining the shearing resistance at the contact lateral surface of bored piles and shell limestone was used in the investigations of shell limestone by piles across, alongside and at an angle  $45^\circ$  to the lamination, which allowed establishing the variation of this characteristic with the anisotropic properties of the rock.

The limit value of shearing resistance was determined by the results of the investigations of shell limestone by simulative piles across, alongside and at an angle  $45^\circ$  to the lamination. The results are shown in Table. 1 and 2.

**Table 2** The ratio of the shearing resistance of shell limestone on the lateral surface of bored piles across, alongside and at an angle  $45^\circ$  to the lamination.

№ ser.	Number of tests	Parameters value, MPa		Factor of anisotropy $k_{ar}$
		across lamination $f_c$	under $45^\circ$ to lamination $f_{c,45}$	
1	4	0,83	1,02	1,23
2	4	0,55	0,60	1,09
3	4	0,50	0,48	0,96
4	4	0,43	0,40	0,93
5	4	0,46	0,54	1,17
6	4	0,55	0,60	1,09
Average		<b>0,56</b>	<b>0,61</b>	<b>1,08</b>

### 3. CONCLUSION

Thus, the results of research showed that the shearing resistance alongside the side surface of bored piles is lower than shearing resistance across while at an angle  $45^\circ$  to the lamination is slightly higher. The coefficients of anisotropy are respectively equal 0,86 and 1,08.

### 4. REFERENCES

- [1] Новский, А.В.; Новский, В.А.; Тугаенко, Ю.Ф.: Известняк-ракушечник. Исследование и использование в качестве основания фундаментов, Астропринт, Одесса, 2014., 92 с.
- [2] Тугаенко Ю.Ф.; Ткалич, А.П.; Паламарчук, А.А.; Гевондян, А.Р.: Прочность и сжимаемость понтических известняков, Вісник державної академії будівництва та архітектури, Одесса, Випуск 16., (2004.), 206-211

#### Author contact:

**Novskiy Aleksandr Vasilyevich, PhD, prof.**  
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture  
Didrihsona 4, Odessa, Ukraine  
novskiv@mail.ru

# IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE KONTROLE KVALITETE REZULTATA PROCESA

## THE CHOICE OF THE OPTIMUM ALTERNATIVE OF THE PROCESS RESULTS QUALITY CONTROL

*Veljko Kondić, Branislav Bojanić, Živko Kondić*

Stručni članak

**Sažetak:** *Efikasna kontrola kvalitete rezultata procesa zahtijeva pravilan odabir vrste kontrole koja ovisi o: fazi poslovanja, periodu u kojem se izvodi, predmetu kontrole, kontroliranim parametrima, sustavu i razini kontrole, pristupu kontroli, tipu i planu kontrole te primijenjenim normama.*

*U članku se obrađuju navedena pitanja s ciljem iznalaska optimalne varijante kontrole.*

**Ključne riječi:** *Kontrola kvalitete, proces, optimalizacija*

Professional paper

**Abstract:** *An effective quality control of the process results requires the right choice regarding the type of control that depends on the following: the business stage, a period when it is implemented, the subject of control, controlled parameters, the control system, the control level, the control approach, the control plan type, the control plan, and the standard. This article discusses the aforementioned issues with the aim of finding the optimum control alternative.*

**Key words:** *Quality control, process optimization*

### 1. UVOD

Kako se tema članka odnosi na probleme „kontrola kvalitete“, najprije se definira pojam „kontrola“, a zatim pojam „kvaliteta“. Nakon toga se sagledava mjesto i uloga kontrole kvalitete u kontekstu realizacije proizvodnih procesa i izboru optimalne varijante. Važno je naglasiti da se u ovim razmatranjima na kontrolu kvalitete (QC, quality control) gleda kao na vrlo važan segment sustava upravljanja kvalitetom. Taj je sustav usmjeren na ispunjavanje zahtjeva kvalitete kroz planiranje kontrole kao i kontrole ulaza, procesa i izlaza preko kontroliranih značajki proizvoda ili usluge.

Riječ kvaliteta potječe od latinske riječi „qualitas“, a predstavlja svojstvo, odliku, značajku, sposobnost, vrijednost. Može se definirati na više načina. Tako norma ISO 9000 kvalitetu definira kao stupanj do kojeg skup svojstvenih značajki ispunjava zahtjeve. Riječ kontrola je izraz koji u najopćenitijem smislu može biti sinonim za provjeravanje neke od značajki proizvoda ili njegovog svojstva u cjelini.

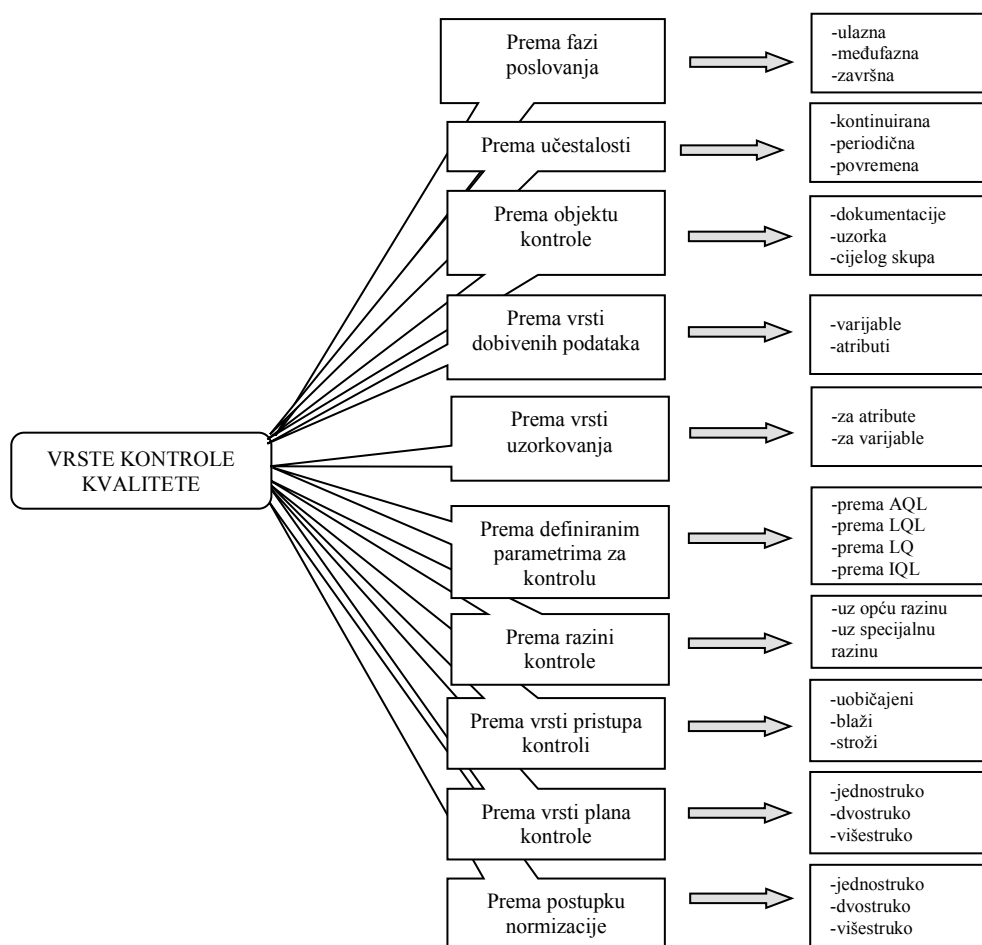
Na osnovi navedenog, pod nazivom „Kontrola kvalitete“ mogu se smatrati smišljene aktivnosti na osiguranju sukladnosti skupa zahtijevanih značajki kvalitete na konkretnom izlazu iz procesa (pozicija, sklop, proizvod, softver, usluga i sl.). Postupak kontrole kvalitete spada u objektivne postupke ispitivanja (provjere) gdje se dobiva informacija da li je neka značajka mjenenog objekta u granicama ili izvan granica postavljenih specifikacija ili njihovih tolerancija.

Rezultati kontrole, pomažu u donošenju odluka u procesu proizvodnje - da li je neki proizvod dobar, loš ili za doradu. Kontrolom kvalitete se dobivaju informacije o karakteru procesa kojim se izrađuje kontrolirani proizvod, gdje se na osnovi rezultata kontrole zaključuje o stabilnosti procesa ili potrebi korekcije upravljanja tehnološkim procesom.

Za cjelovitije razumijevanje kontrole kvalitete u proizvodnom procesu nužno je poznavanje osnovnih pojmova koji se odnose na ispravnost rezultata procesa i na njegov nadzor, kao što su: sukladnost (conformity), nesukladnost (nonconformity), škart (defect), popravak (repair), dorada (rework), razvrstavanje (regrade), odbacivanje – neprihvatanje (scrap), prihvatanje (release), preventivna aktivnost (preventive action), korektivna aktivnost (corrective action), odobrenje za isporuku (concession), odobrenje za proizvodnju (deviation permit), rezultat kontrole (objektive evidence), loša kvaliteta (poor quality), dobra kvaliteta (good quality), izvrsna kvaliteta (excellent quality), ispitivanje (testing), verifikacija (verification), validacija (validation).

### 2. VRSTE KONTROLE KVALITETE

Kontrola kvalitete rezultata procesa zahtijeva pravilan izbor vrste kontrole, ovisno o: fazi poslovanja, periodu kontrole, predmetu kontrole, promatranim značajkama, sustavu kontrole, nivou kontrole, pristupu kontroli, tipu i planu kontrole i normizaciji (slika 1).



Slika 1. Vrste kontrole kvalitete

## 2.1. Kontrola kvalitete prema fazi poslovanja

Kontrola kvalitete rezultata procesa prema fazi poslovanja, odnosno u kojem se trenutku provodi može biti na ulazu (ulazna kontrola), u procesu prerade i oblikovanja (međufazna kontrola) i na kraju procesa (izlazna – završna kontrola).

Ulazna kontrola je kontrola materijala (sirovine, limovi, profili, potrošnih materijala, rezervnih dijelova i sl.) i proizvoda (konstrukcijski elementi, motori, spojke, reduktori, ventilatori i sl.) koji su rezultat nekih drugih procesa a koja se provodi na ulazu u proizvodni proces.

Međufazna kontrola provodi se nakon realizirane operacije ili više operacija u tehnološkom procesu proizvodnje a koje se prema normi DIN 8580 dijele na sljedeće grupe aktivnosti: oblikovanja, deformiranja, razdvajanja, sastavljanja i toplinsko-kemijske aktivnosti obrade.

Završna kontrola proizvodnje se vrši na kraju procesa proizvodnje i ima za cilj još jednu kontrolu nakon procesa tehnološke obrade.

## 2.2. Kontrola kvalitete prema učestalost

Kontrola kvalitete rezultata rada u procesu prema učestalosti provedbe može biti: stalna (kontinuirana), periodična i povremena.

Kontinuirana ili stalna kontrola je primjenjiva u proizvodnim procesima kada je rezultat prethodnih procesa neizvjestan i gdje postoji velika vjerojatnost pojavljivanja nesukladnih proizvoda.

Periodična kontrola kvalitete proizvoda obično se promjenjuje na izlazu iz vlastitih procesa koji na osnovu iskustva daju neizvjesnu kvalitetu izlaza.

Povremeno kontroliranje se primjenjuje u rjeđim slučajevima kada vlastiti procesi povremeno daju neizvjesnu kvalitetu rezultata procesa.

## 2.3. Kontrola kvalitete prema objektu kontrole

Kontrola kvalitete može se promatrati i kroz objekt kontrole. Tako je moguće kontrolu kvalitete provesti kroz kontrolu dokumentacije (tehničke), kontrolu uzoraka ili kontrolu cijelog skupa (populacije).

Kontrola kvalitete izlaza iz procesa preko dokumentacije je najmanje pouzdan vid kontrole, ali je zato najbrži i najjeftiniji. Iz tih se razloga danas često koristi na ulazu u proizvodne procese i to kad postoji određena garancija kvalitete iz prethodnih procesa ili na izlazu iz proizvodnog procesa kada postoji određena vjerojatnost dobre kvalitete rezultata procesa.

Osnovna je ideja uzorkovanja u cilju ekonomičnosti odustati od kontrole svih proizvedenih jedinica (100%) i kontrolirati samo mali dio slučajno izabranih jedinica.

Uvijek se kod uzorkovanja postavlja pitanje kako u toj masi (populaciji) pronaći loše (škartne – nesukladne) komade, odnosno koliko će se novaca potrošiti da bi se u toj masi komada našao loš komad. Na ovo pitanje odgovor daje krivulja pronalazjenja loših komada. Pouzdan postupak uzorkovanja može biti relativno jeftin u odnosu na 100 %-tnu kontrolu i može značajno smanjiti monotoniju kontrole. Kod nekih ispitivanja kvalitete uzorkovanje je jedino moguće, primjerice u slučaju razornih ispitivanja to je jedina mogućnost.

Kontrola svih proizvoda ili 100% kontrola uvijek ima, u pravilu, prednost pred uzorkovanjem. Ima nekoliko značajki 100% kontrole koje imaju nedostatke u usporedbi s uzorkovanjem. To su:

- Skupa je. Svaki izrađen dio se mora pojedinačno provjeravati.
- Nerazumijevanje značenja (postupka) 100%-tne kontrole. 100%-tna kontrola je rijetko, u pravilu nikada, potpuna kontrola svih značajki dijela. To je provjera samo određenih značajki. Izjava "100%-tna kontrola je potrebna" u pravilu dovodi do pretjerane kontrole pri čemu se propušta ono što je ključno.
- Uključuje sortiranje. U biti, 100%-tna kontrola znači odvajanje (sortiranje) loših dijelova od dobrih. To je tzv. „brojanje mrtvih“, odnosno postupak koji je potpuno stran suvremenom (preventivnom) pristupu kontroli kvalitete.
- Može rezultirati prihvaćanjem nekih nesukladnih ili oštećenih dijelova. Brojne nezavisne provjere pouzdanosti 100%-tne kontrole u odvajanju loših dijelova od dobrih bacili su značajnu sumnju na njenu efikasnost. Monotonija ponavljajućih operacija kontrole može rezultirati nenamjernim prihvaćanjem loših dijelova.
- Može rezultirati neprihvatanjem dobrih dijelova. Nekada kontrolori misle da njihov posao nije opravdan od njihovih nadređenih ako stalno prihvaćaju dijelove. To ponekad rezultira prestrogim interpretacijama specifikacija i neprihvatanjem zadovoljavajućih dijelova.
- Može biti nepraktično. U slučajevima gdje su potrebna razorna ispitivanja 100 %-tna kontrola je, naravno, nemoguća.

## 2.4. Kontrola kvalitete prema vrsti dobivenih podataka

Kako je tijekom kontrole kvalitete moguće dobiti dvije osnovne vrste podataka i to kontinuirane i diskontinuirane, može se govoriti o kontinuiranoj kontroli kvalitete i diskontinuiranoj (diskretnoj) kontroli kvalitete.

Pri kontinuiranoj kontroli kvalitete dobivaju se numeričke, odnosno mjerne značajke kvalitete proizvoda koji se kontrolira (method of variables). Podaci mogu biti bilo koja veličina između definiranih vrijednosti „a“ i „b“.

Pri diskretnoj kontroli kvalitete dobivaju se atributni podaci (method of attributes), znači podaci koji nastaju samo prebrojavanjem a koji mogu biti samo cijeli brojevi između definiranih vrijednosti „a“ i „b“.

U tablici 1 prikazane su razlike između kontroliranih mjernih i atributivnih karakteristika (kontinuirane i diskontinuirane varijable).

**Tabela 1.** Razlike između kontroliranja kontinuirane i diskretne veličine

Značajke kontrole kvalitete preko kontinuirane veličine		Značajke kontrole kvalitete preko diskretne veličine	
+	zadane granice tolerancije	-	nisu definirane tolerancije
+	jednostavnije	-	složenije
+	brže se realizira	-	sporije se realizira
+	ne zavisi od oblika statističke razdiobe	-	zavisi od oblika statističke razdiobe
+	zahtjeva jeftinije kontrolne instrumente	-	zahtjeva skuplje kontrolne uređaje
+	općenito ima niže troškove	-	općenito ima više troškove
-	rezultat kontrole atributi	+	rezultat numerički (bilo koji broj)
-	zahtjeva veće uzorke	+	zahtjeva manje veličine uzoraka
-	rezultat s manje informacija	+	rezultat s više informacija

## 2.5. Kontrola kvalitete prema vrsti uzorkovanja za kontrolu

Temeljno pitanje koje se postavlja pri kontroli uzorkovanjem glasi: „Koliki uzorak treba kontrolirati da bi nalaz kontrole bio pouzdan glede procjene razine kvalitete cijele isporuke?“ Taj problem se može efikasno rješavati upotrebom planova uzorkovanja. Planovi uzorkovanja su nadomjesti u mnogo primjera sve druge pristupe u kontroli prijema ulaznih materijala i dijelova. Planovi se također široko upotrebljavaju u završnoj kontroli radi provjere kvalitete isporuke prije isporučivanja kupcu. Ponešto različita i jednako važna potreba za primjenom planova uzorkovanja odnosi se i na kontrolu dijelova i sklopova tijekom procesa proizvodnje.

Planovi uzorkovanja se dijele u dvije temeljne skupine:

1. Planovi uzorkovanja (prijema) za attribute (rezultat kontrole je atribut: dobro – loše, broj grešaka i sl.). Temelje se na Binomnoj i Poissonovoj raspodjeli.
2. Planovi uzorkovanja (prijema) za varijable (rezultat kontrole je mjerni podatak). Temelje se na Normalnoj i Studentovoj raspodjeli.

## 2.6. Kontrola kvalitete prema definiranim parametrima za kontrolu

Kontrola kvalitete prema definiranim parametrima može biti na osnovu: AQL, LQL, LQ i IQL.

Oblik kontrole kvalitete prema prihvatljivoj razini kvalitete (AQL). Vrijednost AQL (acceptable quality level) je oznaka postotka nesukladnih jedinica (ili broja nesukladnosti na 100 jedinica) koji će shemom uzorkovanja biti primljen najveći broj puta. Očekuje se da će prosjek procesa biti manji od vrijednosti AQL-a ili jednak toj vrijednosti da bi se izbjeglo prekomjerno odbijanje na temelju ovog sustava kontrole.

Oblik kontrole kvalitete prema LQL ((limiting quality level), primjenjuje granicu LQL odbijanja proizvoda s rizikom korisnika. Pogodna je za kontroliranje ulaza koji slijede sa zahtjevom otkrivanja nesukladnih proizvoda

Oblik kontrole kvalitete prema LQ (limiting quality), granična kvaliteta. To je razina kvalitete čija se vjerojatnost prihvaćanja ograničuje na malu vrijednost kad se, radi kontrole uzorkovanjem, količina (partija) razmatra izdvojeno.

Oblik kontrole kvalitete prema ILQ (indifference quality level), primjenjuje srednju granicu neispravnosti IQL i pogodan je za kontrolu izlaza isporučitelja, sa nizom proizvedenih partija i sa zahtjevom ispravnosti, uz jednake vjerojatnosti prijema i odbijanja.

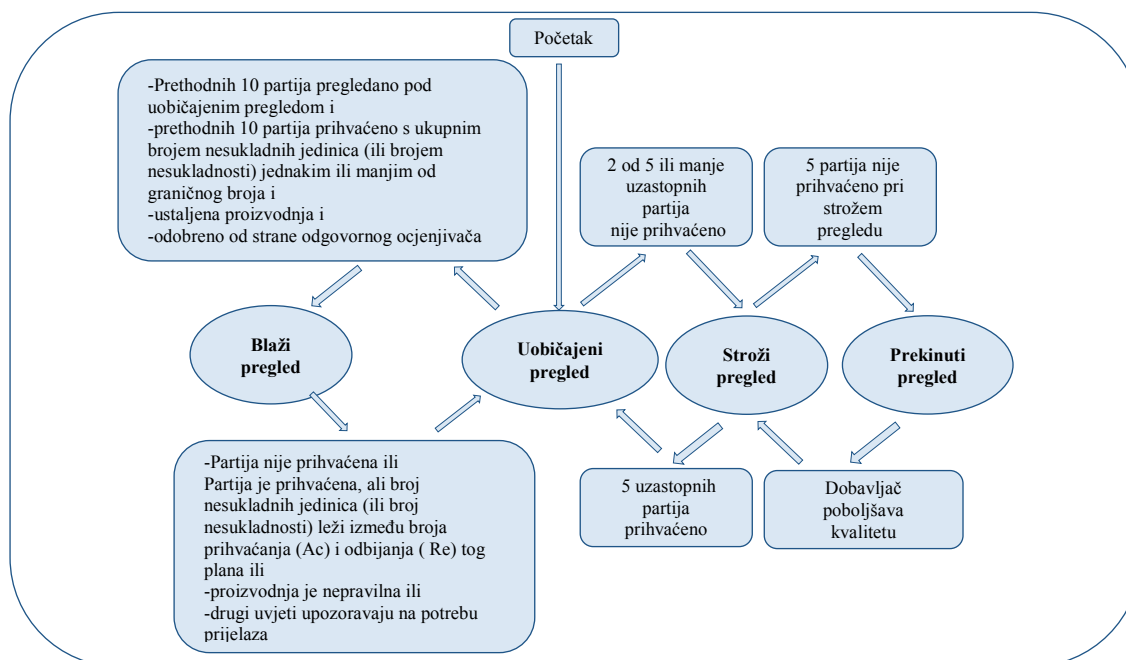
## 2.7. Kontrola kvalitete prema razini kontrole

Odgovorni ocjenjivač u procesu propisuje zahtijevanu razinu kvalitete za svaku posebnu primjenu. Izbor razine kontrole odvojen je od planova uzorkovanja. Razlikuju se tri razine pregleda (I, II, III) za opću razinu uporabe. Ako nije drugačije određeno, upotrebljava se razina kontrole II. Kad se zahtjeva manje razlikovanje može se upotrebljavati razina pregleda I, a kad se zahtjeva veće razlikovanje, razina kontrole III. Općenito se ova razina koristi pri kontroliranju uobičajenih i manje problematičnih rezultata procesa.

U primjeni razine kontrole razliku se još specijalne četiri razine kontrole (S-1, S-2, S-3, S-4), a koje se koriste kad su nužne razmjerno male veličine uzoraka, a mogu se ili će se dopustiti ili se dopuštaju veliki rizici uzorkovanja. Ova specijalna razina kontrole primjenjuje se za kontrolu složenih, skupih ili općenito kritičnih rezultata procesa (primjerice, s razaranjem ili uništavanjem).

## 2.8. Kontrola kvalitete prema vrsti pristupa kontroli

Prema pristupu kontroli kvalitete razlikuje se uobičajeni, stroži i blaži pregled. Na početku kontrole, ako nije drugačije odlučeno, provodi se uobičajeni pregled. Primjenjuje se za uobičajenu veličinu uzoraka i uobičajen kriterij za prijem ili odbijanje proizvoda. Blaži pristupi kontroliranju primjenjuju se kod većih uzorka ili blažeg kriterija za preuzimanje ili odbijanje serije ili neke pošiljke. Stroži pristup kontroliranju primjenjuje se pri manjim veličinama uzoraka i kad je stroži kriterij za prijem ili odbijanje serije ili pošiljke. Slika 2 pokazuje općenita pravila prijelaza pregleda.



Slika 2. Općeniti prikaz pravila prijelaza

## 2.9. Kontrola kvalitete prema vrsti plana kontrole

Ovisno o primijenjenom planu uzorkovanja odluka o prihvaćanju (odbijanju) proizvoda može se donijeti nakon:

1. kontrole jednog slučajno odabranog uzorka (jednostruko uzorkovanje);
2. kontrole najviše dva slučajna uzorka (dvostruko uzorkovanje);
3. kontrole više od dva slučajna uzorka (višestruko uzorkovanje).

Jednostruki plan kontrole (single sampling plan) je najjednostavniji plan kontrole, sa najnižim jediničnim troškovima kontrole ali s najvećim brojem primjeraka u

jednom uzorku. Dvostruko uzorkovanje (double sampling plan) je složenije uzorkovanje od prethodnog. S manjim ukupnim brojem primjeraka u dva uzorka ali s većim jediničnim troškovima kontrole.

Višestruko uzorkovanje (multiple sampling plan) je najsloženije uzorkovanje, s najmanjim ukupnim brojem primjeraka u sedam uzorka ali s najvećim jediničnim troškovima kontrole.

Odluka o vrsti plana obično se temelji na usporedbi između administrativnih poteškoća i prosječnih veličina uzorka za dostupne planove. Primjerice, za uzorkovanje prema ISO 2859 (prema atributima) prosječna veličina uzorka za planove višekratnog uzorkovanja manja je od prosječne veličine uzorka za planove dvostrukog uzorkovanja, a svaki od tih prosječnih veličina obično je



manja od prosječne veličine uzorka za jednostruke planove uzorkovanja.

## 2.10. Kontrola kvalitete prema postupku normizacije

Kontrola kvalitete prema normama može biti klasična i normirana. Klasična kontrola kvalitete nastala je kao rezultat doprinosa mnogih znanstvenika i gurua kvalitete, primjerice: Gaussa, Shewharta, Dodgea, Romiga, Wald, Gosseta, Hamakera itd. i kao takva je znatno složenija od normirane i zasnovana je na statističkim principima, odnosno teoriji razdioba i teoriji uzoraka.

Normirana kontrola kvalitete svoje korijene vuče iz većih svjetskih korporacija kao interne postupke kontrole, primjerice: Western Elektrik, general motors, Philips, Ford, Simens, Boieng, itd. koji su poslije preuzeti od strane nacionalnih i međunarodnih organizacija kao nacionalne ili međunarodne norme, primjerice: DIN, HRN, ISO, IEC, EN i dr. Postupci su jednostavniji od klasičnih postupaka te dovoljno točni i precizni.

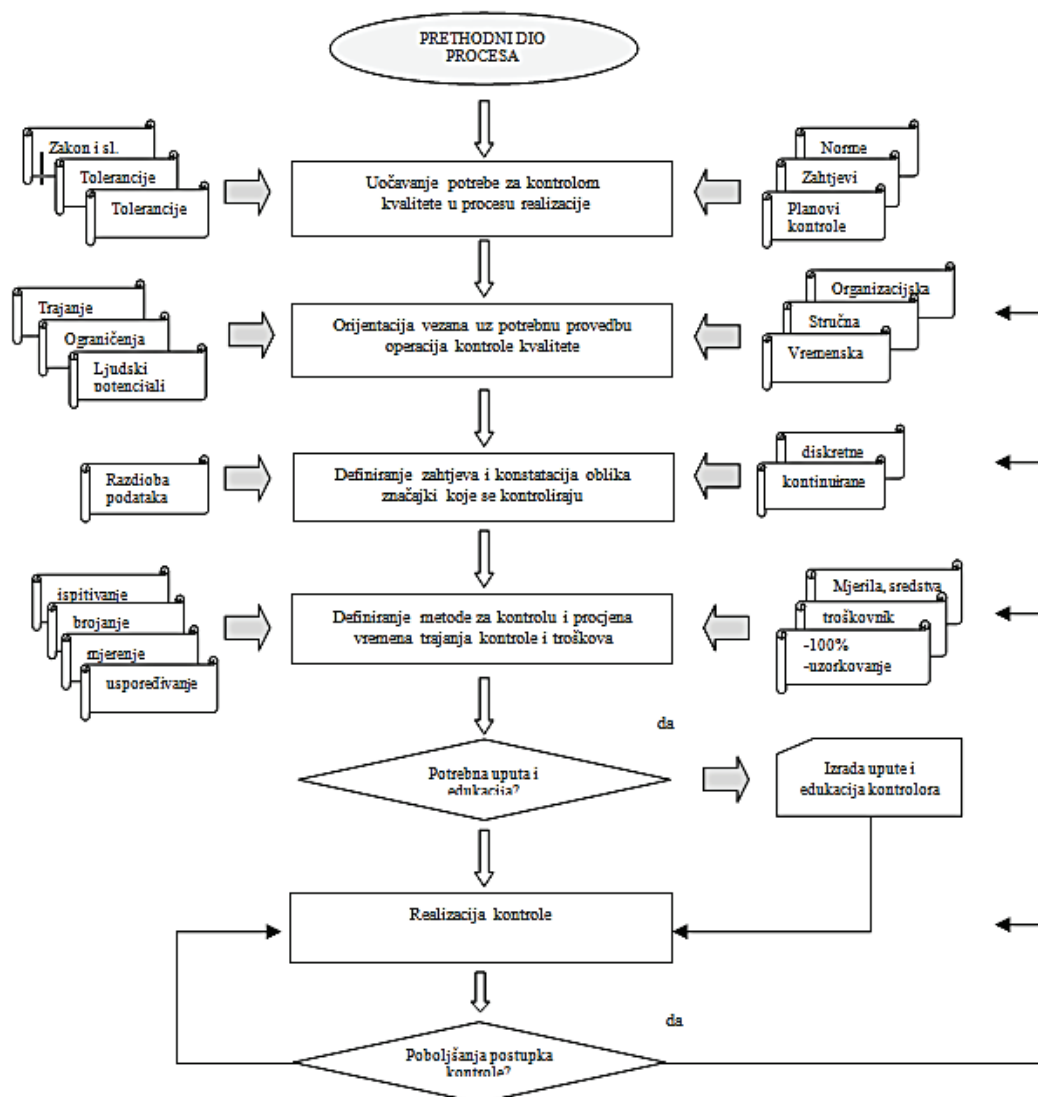
## 3. POSTUPAK ODABIRA KONTROLE KVALITETE

Postupak odabira načina kontrole kvalitete pozicija temelji se na načelima od kojih se posebno ističu načela:

1. troškova,
2. zahtjeva,
3. značajki kontrole i
4. raspoloživosti resursa,

Slika 3 prikazuje općeniti algoritam izbora optimalne varijante za kontrolu kvalitete u proizvodnim i uslužnim procesima gdje se uočavaju sljedeće aktivnosti:

1. Uočavanje potrebe za kontrolom kvalitete u procesu realizacije
2. Orijentacija vezana uz potrebnu provedbu operacija kontrole kvalitete
3. Definiranje zahtjeva i konstatacija oblika značajki koje se kontroliraju
4. Definiranje metode za kontrolu i procjena vremena trajanja kontrole i troškova
5. Provjera za potrebom dokumentirane upute i edukacijom zaposlenika
6. Realizacija kontrole kvalitete
7. Poboljšavanje postupka kontrole kvalitete



Slika 3. Postupak izbora varijante kontrole kvalitete

## 4. ZAKLJUČAK

Ključ suvremene kontrole kvalitete je u koncentraciji na elemente procesa, a ne na značajke proizvoda. To nije „lov“ na nesukladne proizvode. Međutim, za poznavanje i razumijevanje procesa realizacije potrebno je znanje iz kontrole kvalitete. Dobro odabran i uspostavljen proces kontrole stvorit će pouzdane preuvjete za stabilan proces obrade. Isto tako u slučaju pojave sustavnih pogrešaka moguće je lakše pronaći uzroke ili aktivnosti koje bi imale preventivni karakter.

Prikazani model izbora postupka kontrole kvalitete predstavlja razmatranje autora i jednu od mogućnosti za njihov izbor. Za njegovu primjenu potrebno je solidno znanje iz teorije mjerenja, statističke kontrole kvalitete, teorije uzorkovanja i teorije vjerojatnosti.

## 5. LITERATURA

- [1] HRN EN ISO 2859-1:1996, Postupci uzorkovanja za pregled prema atributima, 1.dio: planovi uzorkovanja indeksirani prema prihvatljivoj razini kvalitete (AQL) za pregled partije po partija)
- [2] Kondić, Ž.: Kvaliteta i ISO 9000 – primjena; Studija, Tiva, Varaždin, (2002)
- [3] Broom, M.; Richtar, J.: Game-Theoretical Models in Biology, (2013)
- [4] Kondić, Ž.: Statistička kontrola kvalitete, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2013.

### Kontakt autora:

**Veljko Kondić, mag. ing. mech.**  
Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
veljko.kondic@unin.hr

**Branislav Bojanić, dr. sc.**  
Pulaparking d.o.o.  
branisal.bojanic@pulaparking.hr

**Živko Kondić, dr. sc.**  
Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
zivko.kondic@unin.hr

# MJERNA STANICA ZA MODELIRANJE PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE FOTONAPONSKOM TEHNOLOGIJOM

## THE MEASURING STATION FOR ELECTRICAL ENERGY PRODUCTION MODELING USING PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY

*Igor Petrović, Robert Herčeki, Sebastijan Kos*

Stručni rad

**Sažetak:** U ovom članku prikazana je koncepcija prototipne mjerne stanice sa fotonaponskim sustavom i dvoosnim usmjerivačem koja ujedno služi i kao mjerni i akvizicijski sustav. Mjereni podaci odnose se na podatke potrebne za modeliranje proizvodnje električne energije fotonaponskim sustavom na određenoj lokaciji zasnovanoj na konvencionalnim analitičkim modelima. Za ovu primjenu odabran je model Liu-Jordan-Klein, pa su i mjerene veličine prilagođene ulaznim podacima tog modela. Za tako konstruiranu prototipnu mjernu stanicu puštena je u rad mjerna oprema i izmjerene su karakteristike kanala za mjerenje pojedinih veličina.

**Ključne riječi:** fotonaponski sustav, dvoosno usmjeravanje, mjerni sustavi, konvencionalni analitički model

Professional paper

**Abstract:** The concept of prototype measurement station is presented in this paper with photovoltaic system and dual-axis directing which is also used as measuring and acquisition system. The measured data are referring to data necessary for modeling of photovoltaic production of electrical energy for specific location based on conventional analytical models. The Liu-Jordan-Klein model is selected for this application, and therefore all measured values are adapted to this model input data. For described prototype measurement station the measuring equipment was run in test mode and characteristics of measuring channels for each measured value is provided.

**Key words:** photovoltaic system, dual-axis directing, measuring system, conventional analytical model

### 1. UVOD

Pri nastanku ideje o izgradnji fotonaponskog postrojenja potrebno je provesti dobro planiranje u kojem je glavni podatak isplativost investicije. Da bi se došlo do dobre odluke potrebno je raspolagati kvalitetnim informacijama o mogućnostima odabrane lokacije kao u [1]. S obzirom na to da proizvodnja energije fotonaponskim postrojenjem ovisi većinom o klimatskim faktorima te načinu instalacije potrebno je dobro modelirati uvjete na odabranoj lokaciji prema [2]. Mogućnost odabira instalacije je fiksna, jednoosno ili dvoosno usmjeravanje.

Znanstvenim pristupom analizom višegodišnjih baza podataka moguće je pretpostaviti uvjete u narednom vremenskom periodu, prema [3] i [4]. Za konkretnu godinu primjene mogućnost pogreške rezultata je veća, dok se za višegodišnje periode ta pogreška smanjuje zbog očekivanog trenda da se približava prosjeku. Zbog toga je potrebno rezultate modela periodički osvježavati, a prema potrebi čak i redefinirati strateške točke u inicijalnom planu i projektu fotonaponskog postrojenja. U ovom radu prikazan je pregled najvažnijih veličina za modeliranje proizvodnje električne energije fotonaponskim postrojenjem iz modela prema [5], te opisani uređaji za mjerenje veličina važnih u izradi baze

podataka za modeliranje proizvodnje električne energije fotonaponskim sustavom.

### 2. POTREBE MODELIRANJA PROIZVODNJE ENERGIJE FOTONAPONSKOG SUSTAVA

Modeliranje proizvodnje električne energije, prema [6], fotonaponskim sustavom provodi se na temelju konverzije dostupne snage Sunčevog zračenja  $H$  u električnu energiju. Snaga proizvodnje električne energije u idealnim uvjetima odnosi se prema dostupnoj snazi u konstantnom omjeru, a opisana je prema [6] jednadžbom (1) uz pomoć koeficijenta  $k_p$ . Tako je prosječna efikasnost fotonaponskih modula u standardnim testnim uvjetima odprilike 15 %. Ostatak Sunčevog zračenja se ne pretvara u korisnu električnu energiju.

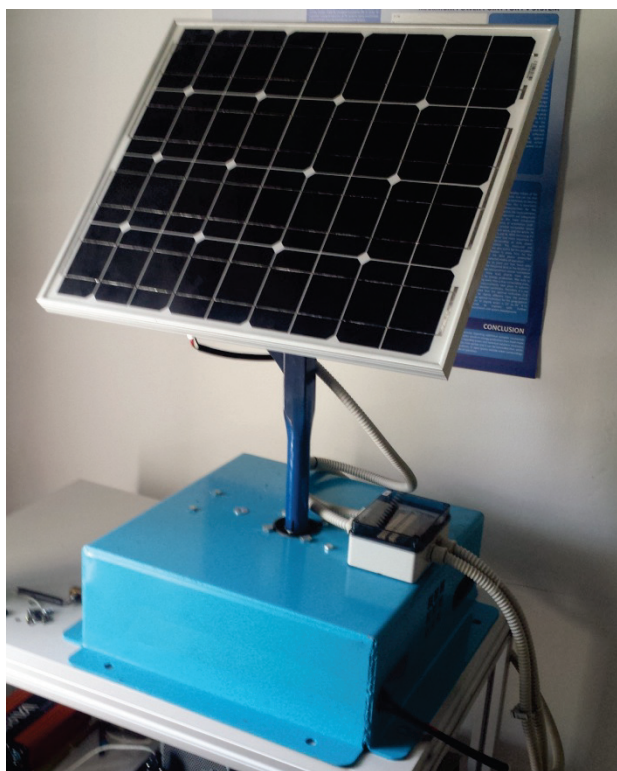
$$P(H) = k_p \cdot H \quad (1)$$

No nije samo Sunčevo zračenje dominantan faktor u pretvorbi energije fotonaponskim modulima. Također značajnu ulogu ima i temperatura poluvodičkih spojeva unutar fotonaponskih ćelija. Povećanje temperature

utječe na unutarnji otpor poluvodičkih spojeva povećavajući mu vrijednost. Tako je i ukupna snaga koja se gubi na unutarnjem otporu veća, odnosno smanjuje se efikasnost fotonaponskih modula. Odnos temperature i električne snage fotonaponskog modula opisan je prema [6] jednadžbom (2) uz pomoć linearnog koeficijenta  $k_T$  prosječne vrijednosti  $-0,5 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$ . Povećanje temperature također povećava struju kratkog spoja a smanjuje napon praznog hoda fotonaponskog modula, no u izračunu energije vrijednost snage je dovoljna pa te dvije veličine nisu predmet ovog istraživanja.

$$P(T_2) = P(T_1) \cdot [1 + k_T \cdot (T_2 - T_1)] \quad (2)$$

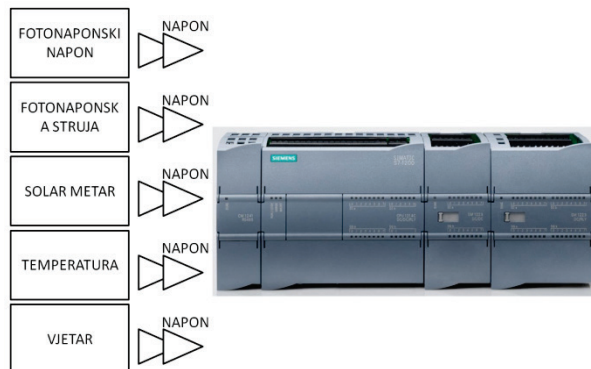
Dvojak utjecaj na proizvodnju električne energije fotonaponskog modula sa dvosmjernim usmjeravanjem ima vjetar. S jedne strane vjetar je koristan jer pruža ventilacijski učinak čime pojačava odlaz toplinske energije unutarnjih gubitaka. No prevelika brzina vjetra pri kontaktu sa površinom fotonaponskih modula na dvosmjernom usmjerivaču proizvodi efekt jedra, te može djelovati mehaničkom silom koja će uništiti konstrukciju dvoosnog usmjerivača. Stoga je vrlo korisno poznavati vrijednost brzine vjetra na mjestu instalacije fotonaponskog sustava sa dvoosnim usmjerivačem.



Slika 1. Prototipna mjerna stanica fotonaponskog sustava sa dvoosnim usmjerivačem

Prototipna mjerna stanica fotonaponskog sustava sa dvoosnim usmjerivačem, prikazana na slici 1., izvedena je prema predlošku iz [7], ali ima mogućnost mjerenja svih ovdje navedenih fizikalnih veličina. Upravljanje sustavom za usmjeravanje izvedeno je PLC uređajem tipa Siemens Simatic S7-1200 CPU 1214C. Signal board 1xAQ i modul za nadogradnju tipa 4xAI / 2xAQ koriste se za regulaciju brzine motora usmjerivača i akviziciju mjerenih podataka. Blok shema opisanog mjerno-

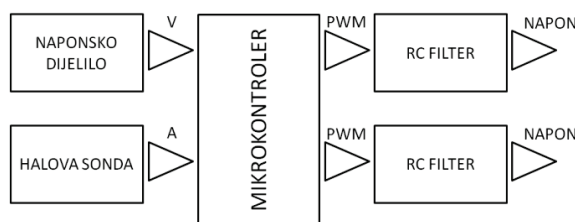
akvizicijskog sustava prikazana je slikom 2. Fotonaponski modul je SOLE SL 50AA 36, monokristalne izvedbe, snage 50 W. Usmjerivač je izveden pomoću dva istosmjerna stroja sa reduktorom i samokočnim mehanizmom, nazivnog napona 12 V. Regulacija brzine izvodi se indirektno pomoću napona armature od 0-12 V istosmjernim pretvaračem.



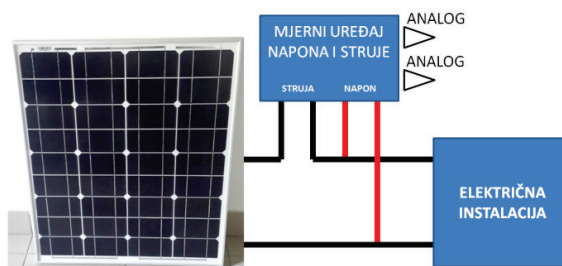
Slika 2. Sustav za mjerenje i akviziciju podataka

### 3. SUSTAVI ZA OPORAVAK PODATAKA U SLUČAJU KATASTROFE

Mjerenje električnih veličina koristi se za izračun proizvedene električne energije fotonaponskim sustavom. Ovi podaci služe za provjeru rezultata modela dobivenih pomoću platforme sa senzorima. Korekcije modela fotonaponskog sustava za određenu lokaciju, odnosno podneblje, vrši se iz analize razlika koje nastaju između modeliranih i mjerenih vrijednosti. Mjerenje struje i napona fotonaponskog sustava izvedeno je također mikrokontrolerskim mjernim uređajem prikazan slikom 3.



Slika 3. Sustav za mjerenje napona i struje fotonaponskog modula



Slika 4. Spajanje sustava za mjerenje napona i struje fotonaponskog modula

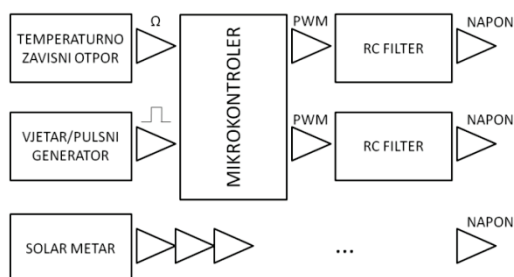
Mjerenje napona provodi se iz naponskog dijelila na analognom ulazu mikrokontrolera. Mjerenje struje provodi se pomoću Hallove sonde na analognom ulazu

mikrokontrolera. Za oba kanala se jednakom obradom pojedinačnih mjerenih ulaznih podataka generira pulsno-širinski modulirani signal na digitalnom izlazu mikrokontrolera koji se prosljeđuje na izlaz kanala za mjerenje napona putem RC filtera za „peglanje“ napona. Izlazni napon je u rasponu 0-5 V. Spajanje kanala je prikazano slikom 4.

Za potrebe modeliranja proizvodnje električne energije fotonaponskog sustava sa dvoosnim usmjeravanjem potrebno je prikupiti podatke kao što je opisano u prošlom poglavlju. Za prikupljanje podataka iz okoline mora se izraditi platforma sa senzorima. Naziv sensor koristi se za uređeni blok uređaja kojima se informacija sa osjetnika obrađuje i prilagođava za korištenje u automatiziranim sustavima (akvizicija podataka, PLC, SCADA, baze podataka, itd.). Platforma je opremljena sa tri senzora:

1. senzor temperature
2. senzor brzine vjetra
3. mjerač svjetlosti (luxmetar)

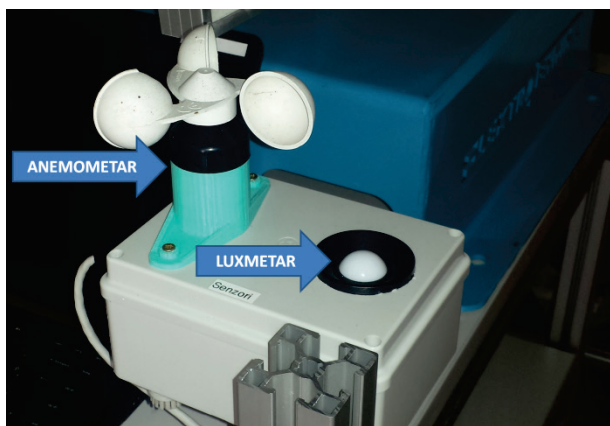
Kao osnova platforme koristi se mikrokontroler koji obrađuje podatke sa senzora i pretvara ih u analogne signale kompatibilne sa upravljačkim/nadzornim sustavom prikazan slikom 5.



Slika 5. Sustav za svjetlosti, temperature i brzine vjetra

Za mjerenje Sunčevog zračenja koristi se luxmetar kompaktne izvedbe, opisan u ISO-TECH 1332A i prikazan slikom 6. Uređaj je precizni digitalni luxmetar robusne izvedbe, te ima 4 mjerna područja:

- 200 Lux
- 2 000 Lux
- 20 000 Lux
- 200 000 Lux



Slika 6. Osjetnici za svjetlost i brzinu vjetra

Za prikaz rezultata mjerenja na samom uređaju koristi se LCD ekran, te je dostupan vlastiti analogni izlaz od 0 do 5 V. Taj izlaz koristi se direktno kao izlazni signal iz platforme sa senzorima. Osobitu pozornost zahtjeva interpretacija mjerenih podataka svjetlosti prema traženoj vrijednosti Sunčevog zračenja. Konverzija se vrši uz pretpostavku sastava svjetla, a nije nužno jednoznačna za različite klimatske uvjete na određenoj lokaciji.

Senzor temperature izveden je pomoću NTC otpornika koji je ovisan o temperaturi uz negativan koeficijent, što znači da ako temperatura raste i vrijednost otpora pada, odnosno vrijedi i obratno. Izvedba osjetnika temperature prikazana je slikom 7. Temperatura se računa iz mjerene vrijednosti napona, tako da se vrijednost očitava na ADC (analog to digital conversion) ulazu mikrokontrolera. Konačno, mikrokontrolerom se može izračunati temperatura prema jednadžbi (3).

$$T = \frac{B}{\ln\left(\frac{V_{ADC}}{1023 - V_{ADC}}\right) + \ln\left(\frac{R}{R_{NTC}}\right) + \frac{B}{T_N}} \quad (3)$$

U jednadžbi (3) je  $B$  konstanta iznosa 3450, a  $T_N$  nazivna temperatura iznosa 298,15 K. Nakon što je izračunata vrijednost temperature, dobivenu vrijednost potrebno je korigirati kalibracijskim faktorom. Dobiveni rezultat se koristi kao referentna vrijednost za izlazni PWM signal. PWM izlaz mikrokontrolera propušten je kroz RC filter koji ispravlja digitalni signal te kao konačni izlaz senzora daje srednju vrijednost ulaznog napona u filter. Promjenom temperature mijenja se vrijednost izlaznog napona sa RC filtera. Vrijednost izlaznog signala senzora kreće se u rasponu od 0 do 5 V.



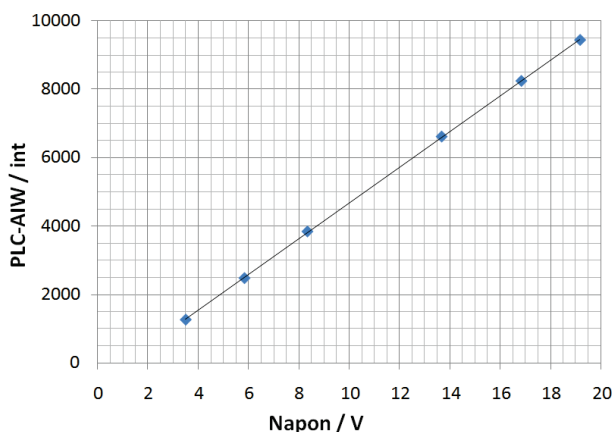
Slika 7. Osjetnik za temperaturu

Brzinu vjetra mjeri se anemometrom s tri lopatice koji po jednom okretaju na svom izlazu daje 4 digitalna impulsa. Izvedba osjetnika brzine vjetra prikazana je slikom 6. Anemometar je spojen direktno na mikrokontroler na ulaz koji se koristi kao brojač. Pomoću mikrokontrolera se digitalni impulsi obrađuju u određenom vremenskom periodu i na izlaz postavlja vrijednost frekvencije vrtnje anemometra. Brzina vjetra vezana je za vrijednost mjerene frekvencije, odnosno kružne brzine i udaljenosti lopatica od centra vrtnje. Umnožak tih vrijednosti daje obodnu brzinu, odnosno brzinu vjetra. Obrada digitalnog u analogni izlazni signal senzora brzine radi identično kao za signal temperature koji je prethodno opisan.

#### 4. KARAKTERISTIKE MJERNOG SUSTAVA ZA ELEKTRIČNE I FIZIKALNE VELIČINE

Mjerenje karakteristike odnose se na prijenos ulazne veličine do očitavanja na analognom ulazu PLC uređaja. Tako je očitavanje u integer vrijednosti pridruženo vrijednostima u amperima, voltima, luxima, °C i m/s. Prilikom korištenja ovakvog sustava pretvorba se vrši u suprotnom smjeru. Stoga jednadžbe pretvaraju integersko očitavanje nazad u vrijednosti veličina napona, struje, svjetlosti, temperature i brzine vjetra.

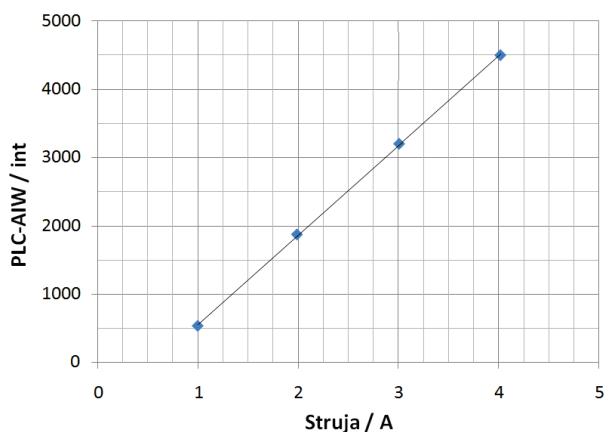
Mjerenje napona je u rasponu prilagođenom fotonaponskom modulu, i to od 0 do 25 V. Karakteristika je prikazana slikom 8. dok je konverzija očitavanja analognog ulaza dana jednadžbom 4.



Slika 8. Karakteristika mjerenja napona fotonaponskog modula

$$U = 0,001919 \cdot AIW + 1,042226, (V) \quad (4)$$

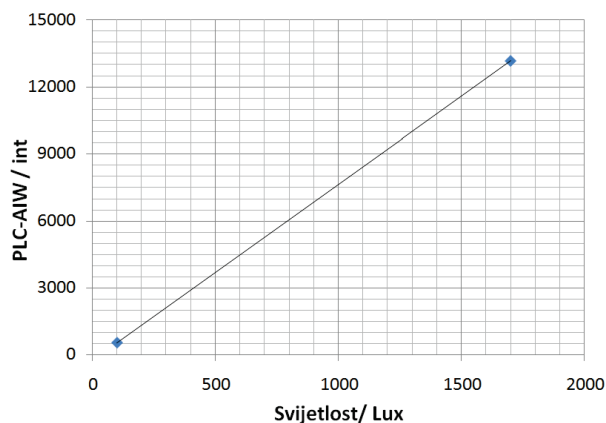
Mjerenje struje je u rasponu prilagođenom fotonaponskom modulu, i to od 0 do 10 A. Karakteristika je prikazana slikom 9. dok je konverzija očitavanja analognog ulaza dana jednadžbom 5.



Slika 9. Karakteristika mjerenja struje fotonaponskog modula

$$I = 0,000762 \cdot AIW + 0,582635, (A) \quad (5)$$

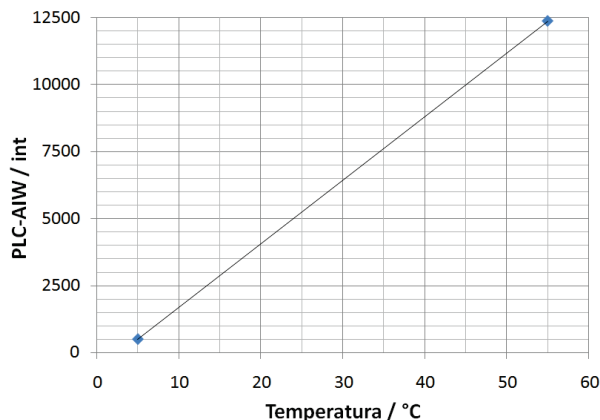
Mjerenje svjetlosti je u rasponu prilagođenom očekivanim vrijednostima, i to od 0 do 2000 Lux. Karakteristika je prikazana slikom 10. dok je konverzija očitavanja analognog ulaza dana jednadžbom 6.



Slika 10. Karakteristika mjerenja horizontalne svjetlosti

$$H = 0,204918 \cdot AIW + 8,653689, (Lux) \quad (6)$$

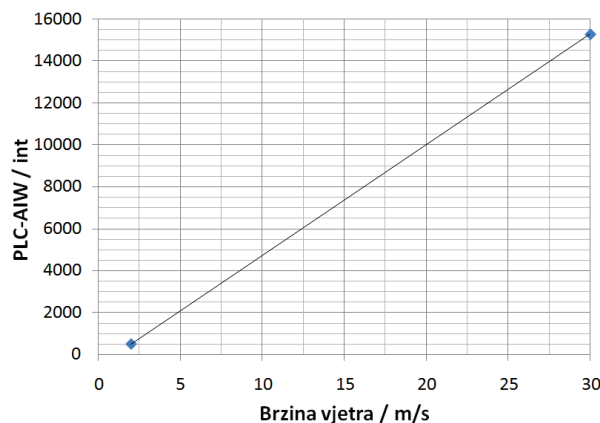
Mjerenje temperature je u rasponu prilagođenom očekivanim vrijednostima, i to od -30 do 70 °C. Karakteristika je prikazana slikom 11. dok je konverzija očitavanja analognog ulaza dana jednadžbom 7.



Slika 11. Karakteristika mjerenja temperature okoline

$$T = 0,004219 \cdot AIW + 2,898734, (°C) \quad (7)$$

Mjerenje brzine vjetra je u rasponu prilagođenom očekivanim vrijednostima za područje kontinentane Hrvatske, i to od 0 do 30 m/s. Karakteristika je prikazana slikom 12. dok je konverzija očitavanja analognog ulaza dana jednadžbom 8.



Slika 12. Karakteristika mjerenja brzine vjetra

$$v = 0,001894 \cdot AIW - 1,05303, (m/s) \quad (8)$$

## 5. ZAKLJUČAK

Mjerni sustav koji se koristi za mjerenje i akviziciju podataka potrebnih za modeliranje proizvodnje električne energije fotonaponskim sustavom implementiran je unutar sustava automatizacije dvoosnog usmjeravanja fotonaponskih modula. Time se postiže efikasno korištenje resursa s obzirom na to da se ne udvostručuje oprema akvizicijskog i upravljačkog sustava. Brzina odziva tako formiranog akvizicijskog sustava zajedno sa mjernim uređajima dovoljno je brza i točna za potrebe modeliranja, iako su točnost i preciznost manje od standardnih uređaja za profesionalne primjene.

U ovoj primjeni moguće je u isto vrijeme upravljati dvoosnim usmjerivačem te prikupljati mjerene podatke. Ti podaci se mogu koristiti za usporedbu modelirane i stvarne proizvodnje električne energije u svrhu analize i unaprjeđenja upravljačkih algoritama za usmjeravanje fotonaponskih modula. Razlike između očekivanih i mjerenih rezultata mogu biti zbog klime, okoline, te tehničkih svojstava na mjestu ugradnje. Neke od njih je teško unaprijed predvidjeti, no na ovakav način mogu se utvrditi empirijski. Time se poboljšava konvencionalni analitički model i dobivaju točniji rezultati pri daljnjem modeliranju i predviđanju proizvodnje električne energije fotonaponskih sustava u bližoj okolini predmetne lokacije.

## 6. LITERATURA

- [1] Petrović, I.; Šimić, Z.; Vražić, M.: Advanced PV plant planning based on measured energy production results – Approach and measured data processing, *Journal of Advances in Electrical and Computer Engineering*, Vol. 14, No 1 (2014) 49-54
- [2] Chenni, R.; Makhoulf, M.; Kerbache, T.; Bouzid, A.: A detailed modeling method for photovoltaic cells, *Energy* 32 (2007) 1724–1730
- [3] Scharmer, K.; Greif, J.: The European solar radiation atlas Vol. 1: Fundamentals and maps, Les Presses de l'Ecole des Mines, Paris, 2000
- [4] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, (Dostupno: 15. 05. 2015.)
- [5] Petrović, I.; Šegrt, I.; Petrović, Z.: Quality of Basic Parameters Calculation for Photovoltaic Module Electrical Model Using Module Nominal Data, *Tehnicki journal*, Vol. 9, No. 1 (2015) 47-50
- [6] Petrović, I.; Purković, D.; Maleš, N.: PV energy production analysis on examples of real PV plants, *International Conference on Electrical Drives and Power Electronics EDPE 2013*, Dubrovnik, October 2013, 267-271
- [7] Tomiša, T.; Šimić, Z.; Dedeić, D.: Automated photovoltaic panel positioning device for solar radiation monitoring, *MIPRO Computers in technical systems*, 2011, 28-33

### Kontakt autora:

**dr. sc. Igor Petrović**

Visoka tehnička škola u Bjelovaru  
Trg Eugena Kvaternika 4, 43 000 Bjelovar  
043 / 241 – 201; ipetrovic@vtsbj.hr

**Robert Herčeki, dipl. ing. el.**

Visoka tehnička škola u Bjelovaru  
Trg Eugena Kvaternika 4, 43 000 Bjelovar  
043 / 241 – 201; rherceki@vtsbj.hr

**Sebastijan Kos, student**

Visoka tehnička škola u Bjelovaru  
Trg Eugena Kvaternika 4, 43 000 Bjelovar  
043 / 241 – 201; seba.kos@hotmail.com

# MODERNIZACIJA MOBILNIH ELEKTROAGREGATA

## MODERNISATION OF MOBILE GENSETS

*Dejan Barešić, Željko Hederić, Marinko Barukčić*

Stručni članak

**Sažetak:** Mobilni elektroagregati namijenjeni su za napajanje potrošača električnom energijom u terenskim uvjetima. Neophodni su pri nastanku većih šteta i kvarova na infrastrukturi do kojih dolazi u slučaju elementarnih nepogoda i ratnih djelovanja. Stoga je značajna njihova pouzdanost i učinkovitost, kako u civilnim tako i vojnim strukturama. Provedbom modernizacije pojednostavljuje se uporaba i održavanje te proširuje mogućnost njihove primjene. To rezultira uštedom financijskih sredstava što predstavlja značajan iznos, naročito u vojnim sustavima gdje se pojavljuje velik broj elektroagregata. Sagledavanjem stanja utvrđeno je da se radi o sredstvima koja nisu opremljena učinkovitim sustavima za zaštitu i upravljanje. Za potrebe modernizacije provedena je detaljna analiza i snimanje karakteristika senzora za prikupljanje informacija, što je uz stvaranje baze znanja i obradu informacija težište ovoga rada. Informacije prikupljene sa senzora obrađuju se u sklopu za zaštitu i upravljanje koji na principu ekspertnog sustava, Bayesovom metodom određuje vjerojatnost pojave određenog stanja elektroagregata. Temeljem obrađenih informacija utječe se na rad zaštitno upravljačkih sklopova.

**Ključne riječi:** Bayesova metoda, elektroagregat, modernizacija, obrada informacija, senzor

Professional paper

**Abstract:** Mobile gensets are designed for supplying consumers of electric power in outdoor environments. They become necessary in case of some major damage or malfunction of the infrastructure that may occur in the event of natural disasters or military operations. For this reason, their reliability and efficiency is of critical importance, both for civilian and for military structures. By modernising them, we could simplify their use and maintenance and extend the scope of their application. That would result in reduced costs which are considerable, especially when it comes to military systems where a large number of mobile gensets is used. After having examined their condition, it was determined that the equipment in question does not contain effective protection and control systems. For the purpose of modernisation, a detailed analysis and screening of the characteristics of data collection sensors was carried out, which, along with the development of a knowledge base and data processing, is the focus of this paper. The data gathered from the sensors are processed in the protection and control system, which, through the application of the expert system principle, and the Bayesian method determines the likelihood of the appearance of a particular condition in mobile gensets. Based on the processed data, the operation of the protection and control circuits can be modified.

**Key words:** Bayesian method, mobile genset, modernisation, data processing, sensor

### 1. UVOD

Mobilni elektroagregati upotrebljavaju se za napajanje potrošača električnom energijom u terenskim uvjetima. Često se upotrebljavaju u Oružanim snagama za osiguranje električne energije na izdvojenim vojnim poligonima i ratom zahvaćenim područjima u međunarodnim vojnim operacijama.

Slijedom toga da o njihovoj ispravnosti ovisi velika količina opreme, koja za svoj rad koristi električnu energiju i služi za zaštitu ljudstva i materijalno tehničkih sredstava, velik se značaj pridaje održavanju i što bržem otklonu kvara ukoliko do njega dođe. Redovito se prate njihova stanja i predlažu mjere kako bi se povećala pouzdanost i raspoloživost te mogućnost primjene u različitim režimima rada.

Analizom podataka uočeno je da postoji veći broj starijih tipova elektroagregata koji nisu opremljeni učinkovitim sustavom za zaštitu i upravljanje, već rade pod stalnim nadzorom rukovatelja što u današnje vrijeme nije prihvatljivo. Dosadašnjim ispitivanjima utvrđeno je da se mogu prilagoditi zahtjevima koji se nameću u međunarodnim vojnim operacijama, kao što su mogućnost uporabe kerozinskog goriva F-34 za pogon dizel motora i rad na povišenoj frekvenciji (60 Hz) [1]. Za provedbu prilagodbe potrebni su zahvati na sustavu za dovod goriva uz stalno praćenje parametara rada kao što su brzina vrtnje, temperatura motora i generatora te tlak ulja u sustavu za podmazivanje pogonskog motora. Uz ovu prilagodbu razmatra se proširenje modernizacije sredstava kako bi se ostvarila mogućnost njihove uporabe bez nadzora rukovatelja i mogućnost samo dijagnosticanja kvarova što je naročito bitno u



međunarodnim vojnim operacijama gdje ne mogu uvijek biti visoko specijalizirani mehaničari s velikom količinom dijagnostičke opreme. Cilj je sve elektroagregate opremiti univerzalnim sklopom za zaštitu i upravljanje koji će prikupljati informacije sa senzora, obrađivati ih i upravljati elektroagregatom. Obrada informacija i donošenje odluke o stanju sredstva odvijat će se na principima ekspertnih sustava [2]. Bayesovim pravilom određivat će se vjerojatnost određenog stanja a potom utjecati na zaštitno upravljačke sklopove. Sklop za zaštitu i upravljanje (SZU) ima tri bitna svojstva:

- upravljanje za vrijeme rada
- zaštita i zaustavljanje u slučaju kvara
- ispis mogućih smetnji i kvarova.

Za učinkovitu provedbu modernizacije i pravilan rad sklopa za zaštitu i upravljanje, prvo i ključno je dobivanje valjane informacije o stanju procesa, a zatim ispravna obrada dobivene informacije. Stoga je bitna uloga senzora koji određenu veličinu iz procesa pretvaraju u električni signal a potom obrada informacije koja se temelji na „tablici znanja“. Zbog toga je u radu poseban naglasak na sensorima i stvaranju baze znanja.

## 2. SENZORI ZA PRAĆENJE STANJA RADA ELEKTROAGREGATA

Senzori imaju bitnu ulogu pri zaštiti i upravljanju elektroagregata. Kod starijih tipova uglavnom daju informaciju za pokazne instrumente kako bi rukovatelj mogao pratiti stanje sredstva, najčešće temperaturu, tlak ulja u sustavu za podmazivanje i brzinu vrtnje. Pri nešto novijim tipovima, osim za pokazne instrumente služe i za zaštitu elektroagregata. Na primjer, ako dođe do povećanja temperature ili pada tlaka ulja, signal sa senzora, preko releja djeluje na elektromagnetski ventil koji zaustavlja elektroagregat. Kod najnovijih elektroagregata signali se obrađuju u upravljačkim jedinicama i djeluju na izvršne elemente koji provode zaštitu i upravljanje.

Održavanjem većeg broja starijih tipova elektroagregata, utvrđeno je da su opremljeni raznovrsnim sensorima, odnosno sensorima koji za istu mjerenu veličinu daju različiti električni signal. Takvi, identični senzori u današnje vrijeme teško su dobavljivi, a signal zamjenskih često ne odgovara signalu potrebnom za ispravan rad pokaznih instrumenata. Zbog toga se pristupilo detaljnom ispitivanju karakteristika senzora i iznalaženju prihvatljivih rješenja i predlaganju modernizacije.

### 2.1. Senzori za mjerenje temperature

Važnu ulogu u praćenju stanja rada i zaštiti pogonskog dizel ili benzinskog motora imaju senzori za mjerenje temperature. Kod ovakvih motora bitno je održavanje radne temperature u određenim granicama, tj. da se u što kraćem vremenu postigne određena temperatura i da se konstantno održava uz što manja odstupanja.

Kod motora s vodenim hlađenjem mjeri se temperatura tekućine u sustavu za hlađenje a kod motora sa zračnim hlađenjem mjeri se temperatura na cilindru. Senzor ima ulogu da kontinuirano daje signal ovisan o temperaturi, kako bi se moglo pravovremeno djelovati na sustav za ubrizgavanje goriva, bez obzira da li je riječ o hladnom motoru kada se korigira ubrizgavanje ili je riječ o pregrijavanju motora kada se utječe na njegovo zaustavljanje.

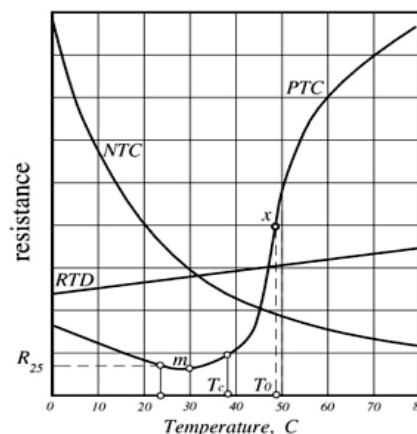
Danas se za mjerenje temperature tehničkih sustava uglavnom koriste otpornički osjetnici temperature i termistori, i to u većini slučajeva NTC termistori. NTC (Negative Temperature Coefficient), što znači da imaju negativan temperaturni koeficijent  $\alpha$ , odnosno da im s porastom temperature otpor opada. NTC termistori sastoje se od sintetizirane mješavine metalnih oksida s mjernim područjem  $-100...+400^{\circ}\text{C}$ , a PTC (Positive Temperature Coefficient) termistori od feromagnetskih keramičkih materijala na bazi titana s mjernim područjem  $-20...+200^{\circ}\text{C}$  [3]. Prednost termistora u odnosu na otporničke (RTD-Resistive Temperature Detector) pretvornike je što imaju za red veličine veći temperaturni koeficijent, a nedostatak im je nelinearna karakteristika, što se vidi na slici 1. Kao otpornički termometar najčešće se koristi platina (Pt100) zbog svoje izvanredne stabilnosti i približno linearne promjene otpora s temperaturom što se može prikazati pojednostavljenim izrazom:

$$R(T) = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (1)$$

$$R_0 = 100\Omega, \text{ pri } 0^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100^{\circ}\text{C} \cdot R_0} \left[ \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \right] \quad (3)$$

Svi otpornički elementi imaju pozitivan temperaturni koeficijent.



Slika 1. Ovisnost o temperaturi PTC i NTC termistora u odnosu na RTD otpornički osjetnik temperature [4]

Kod NTC termistora nelinearna ovisnost  $R(T)$  opisuje se različitim funkcijama a najčešće korištena je eksponencijalna aproksimacija [5]

$$R(T) = A \cdot e^{\frac{B}{T}} \quad (4)$$

gdje je

- $B$ , konstanta ovisna o materijalu (izražava se u kelvinima, tipične vrijednosti su od 2000 do 5000K)
- $T$ , temperatura u kelvinima

PTC termistori imaju vrlo strmu i izrazito nelinearnu karakteristiku  $R(T)$ . Najčešću primjenu imaju u zaštitnim krugovima, npr. za zaštitu elektromotora od pregrijavanja.

### 2.1.1. Snimanje promjene otpora pri promjeni temperature na različitim sensorima

Zbog problematike nabave u sustavu održavanja i prilagodbe senzora postojećim pokaznim instrumentima pristupilo se snimanju karakteristika postojećih senzora. Snimljene su karakteristike senzora s većeg broja različitih tipova elektroagregata. Pritom je utvrđeno da za istu mjerenu veličinu temperature uglavnom daju različite električne signale i da dominiraju senzori koji imaju negativan temperaturni koeficijent, odnosno da se koriste NTC senzori.

Snimanje je provedeno tako da je svaki senzor pojedinačno uronjen u rashladnu tekućinu koja je zagrijavana a pritom je mjereno otpor na senzoru i temperatura rashladne tekućine. Vrijeme zagrijavanja do 100°C je oko 20 minuta što približno simulira zagrijavanje dizel motora.

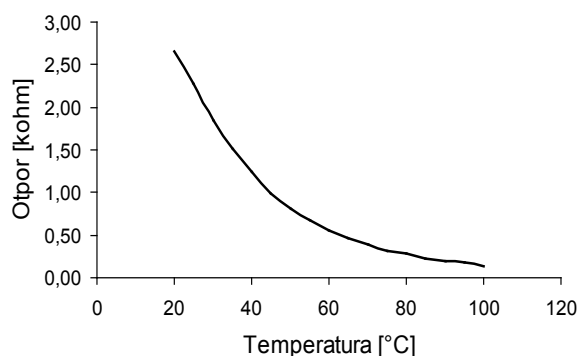
Za provedbu ispitivanja korištena su sljedeća sredstva:

- termometar TMDT 900 A sa sondom
- električna grijača ploča 1500 W
- metalna posuda 1,5 litra / Ø 120 mm
- rashladna tekućina Antifriz Al 40, specifikacija ASTM D 3306-00a TIP III INA N 22-112 TIP 2

Pri promjeni temperature za svakih 5 °C, očitana je vrijednost otpora na senzoru. Pritom su dobivene uglavnom različite vrijednosti za senzore različitih proizvođača. U tabeli 1 navedene su izmjerene vrijednosti otpora za određene temperature, a na slici 2 grafički je prikazana ovisnost otpora o promjeni temperature na senzoru „X“

**Tabela 1.** Mjerene vrijednosti otpora u ovisnosti o temperaturi senzora „X“

TEMPERATURA [°C]	OTPOR [ kΩ ]
20	2,660
30	1,850
40	1,250
50	0,810
60	0,550
70	0,390
80	0,280
90	0,200
100	0,134



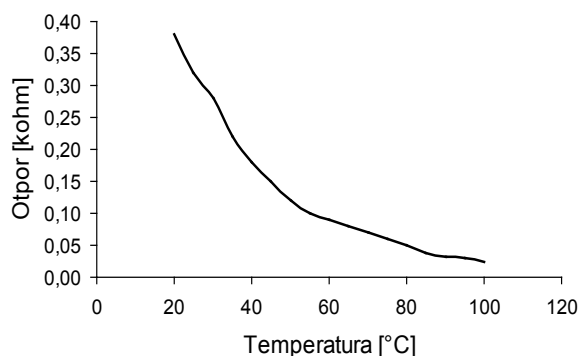
**Slika 2.** Ovisnost otpora o temperaturi senzora „X“

Kako bi se vidjela razlika koja se pojavljuje kod različitih tipova senzora u tabeli 2 navedene su očitane vrijednosti otpora pri različitim temperaturama na senzoru „Y“.

**Tabela 2.** Mjerene vrijednosti otpora u ovisnosti o temperaturi senzora „Y“

TEMPERATURA [°C]	OTPOR [ kΩ ]
20	0,380
30	0,280
40	0,180
50	0,120
60	0,090
70	0,070
80	0,050
90	0,032
100	0,024

Na senzoru „Y“ iznosi izmjerenih otpora znatno su manji od otpora izmjerenih na sensorima drugih proizvođača. Otpor ovoga senzora na sobnoj temperaturi je 380 Ω, a kod drugih senzora kreće se od 2500-7000 Ω. Na slici 3 grafički je prikazana ovisnost otpora o promjeni temperature. Krivulja nije glatka tako da se unosi pogreška u pokazni instrument na upravljačkoj ploči elektroagregata.



**Slika 3.** Ovisnost otpora o temperaturi senzora „Y“

### 2.1.2. Prijedlog ugradnje senzora temperature poznatih karakteristika

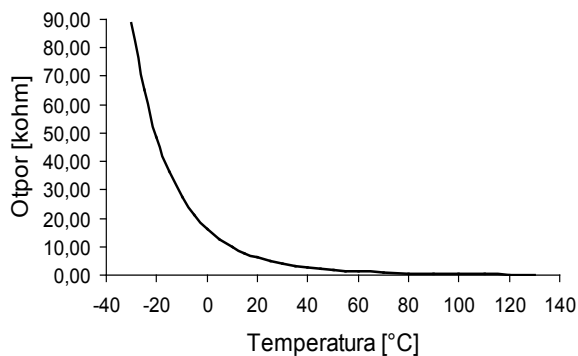
Budući da je cilj opremanje elektroagregata univerzalnim sustavom za zaštitu i upravljanje, predlaže se ugradnja senzora istog tipa na sve elektroagregate. Pritom bi se na svim tipovima elektroagregata za iste

iznose mjerenih veličina dobili isti električni signali, što je jedan od uvjeta da svi elektroagregati budu opremljeni jednakim sklopom za zaštitu i upravljanje. Stoga se predlaže ugradnja senzora poznatog proizvođača koji je lako dobavljiv i često se koristi u autoindustriji. Njegove karakteristike točno su poznate i dolaze uz tehničke upute, a prikazane su u tabeli 3.

**Tabela 3.** Vrijednosti iz kataloga poznatog proizvođača senzora

TEMPERATURA [°C]	OTPOR [kΩ]	DOPUŠTEN Odstupanje [Ω]
-30	88,50	± 5301
-20	48,54	± 2494
-10	27,67	± 1225
0	16,33	± 610,0
10	9,950	± 310,0
20	6,245	± 162,0
30	4,028	± 95,0
40	2,663	± 54,0
50	1,801	± 32,0
60	1,244	± 19,0
70	0,876	± 12,0
80	0,629	± 7,1
90	0,459	± 6,9
100	0,340	± 5,8
110	0,256	± 4,6
120	0,195	± 3,7
130	0,151	± 3,0

Iz slike 4 vidi se da je njegova krivulja promjene otpora glatka, što je bitno pri određivanju točne vrijednosti temperature i za daljnju obradu informacija.



**Slika 4.** Ovisnost otpora o temperaturi

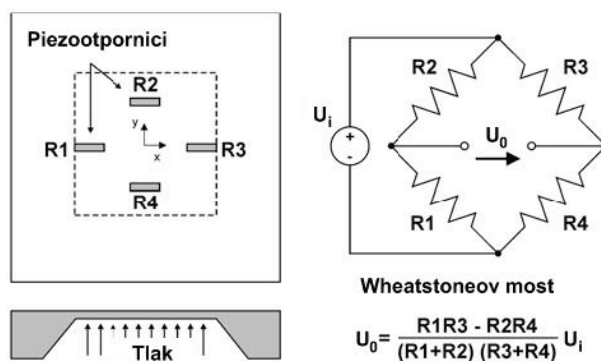
## 2.2. Senzori za mjerenje tlaka ulja

Kod dizel i benzinskih četverotaktnih motora potrebno je održavanje određenog tlaka ulja u sustavu za podmazivanje. Informaciju o visini tlaka daje senzor koji je postavljen na bloku motora. Ta informacija se prenosi do pokaznog instrumenta i sklopa za upravljanje koji zaustavlja motor ako dođe do pada tlaka. Ovisno o temperaturi ulja i brzini vrtnje motora tlak ulja se kreće u granicama od 1 do 5 bara.

Analizom je utvrđeno da se na elektroagregatima koriste različiti senzori za mjerenje tlaka, te da analogno kao prethodno navedeni senzori za mjerenje temperature,

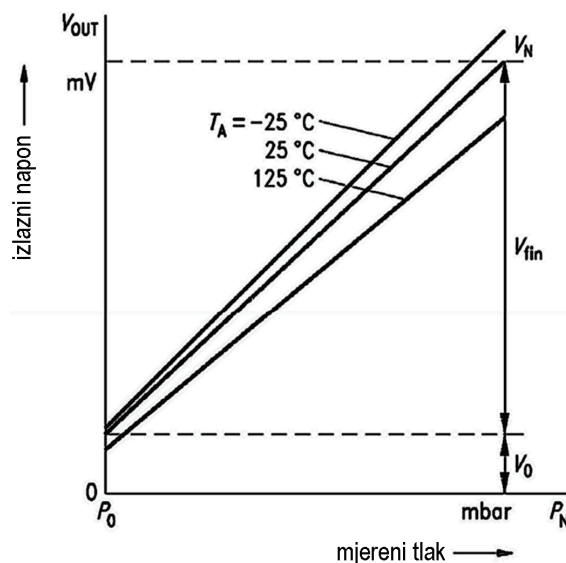
za istu mjerenu veličinu daju različiti električni signal. Da bi se mogla predložiti adekvatna zamjena, pristupilo se proučavanju literature i snimanju karakteristika senzora.

U promatranim elektroagregatima se za mjerenje tlaka koriste piezootpornički senzori, koji se izrađuju postupkom difundiranja tako da se na pločicu od silicija nanose metalni elementi koji sačinjavaju četiri otpornika. Djelovanjem tlaka na tako izvedenu piezootporničku pločicu dolazi do deformacije materijala, a time se mijenjaju i vrijednosti otpornika u površinskom sloju. Otpornici su povezani u Wheatstoneov most tako da se promjena otpora pretvara u naponski signal koji je razmjernan mjerenoj tlaku (slika 5). Pri tome vrijednosti izvedenih otpornika su u rasponu između 120 Ω i 5 kΩ, a promjene otpora nastale djelovanjem tlaka dosežu iznos od oko 0,05 Ω/mbar [3]. Mjerno područje im je između 0,1 i 1000 bara, uz temperature između -55 i 150°C, te točnost od ±0,1 bar.



**Slika 5.** Princip djelovanja piezootporničkog senzora tlaka

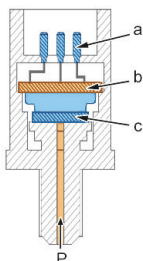
Silicijevi piezootpornički senzori imaju velik koeficijent pretvorbe (promjena otpora prouzročena tlakom), oko 120 puta veći od metalnih, što im je prednost, a glavni nedostatak im je temperaturna ovisnost što ima za posljedicu smanjenje osjetljivosti s porastom temperature što se vidi na slici 6.



**Slika 6.** Dijagram promjene izlaznog napona u ovisnosti o mjerenoj tlaku [6]

### 2.2.1. Prijedlog ugradnje senzora tlaka poznatih karakteristika

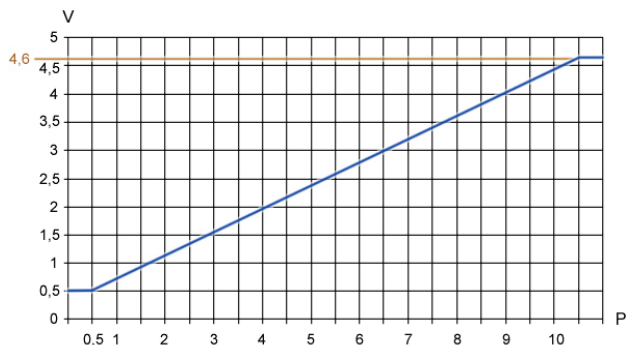
Kao što je navedeno i kod senzora temperature, cilj je na većinu sredstava ugraditi iste senzore, odnosno senzore istih karakteristika, kako bi se pojednostavilo praćenje i upravljanje pogonskim motorima. Prijedlog je ugradnja senzora tlaka ulja poznatog proizvođača čiji se presjek vidi na slici 7.



Slika 7. Presjek senzora tlaka ulja

Detekcijska ćelija "c" sadrži piezootpornike koji su na membrani koja je izložena tlaku ulja i spojeni su u Wheatstoneov most. Piezootpornici deformaciju membrane pretvaraju u variranje otpora, zatim u variranje napona od strane Wheatstonova mosta. Elektronički stupanj "b" pojačava signal koji proizvodi detekcijska ćelija na iskoristivu razinu i predaje ga na konektor "a".

Električna karakteristika senzora na slici 8 preuzeta je zajedno sa slikom 7 iz kataloga proizvođača.



Slika 8. Ovisnost napona o tlaku na senzoru

### 3. OBRADA PRIKUPLJENIH INFORMACIJA

Osim navedenih senzora, tijekom ispitivanja elektroagregati će se opremiti i drugim sensorima, kao što su senzori za mjerenje brzine vrtnje, senzori za detekciju vode u gorivu i sl.. Uz senzore, sredstva će se opremiti i preklopkama za vanjsko upravljanje kojima će se definirati dodatni režimi rada, npr. odabir frekvencije (50 Hz ili 60 Hz) i odabir vrste goriva (dizel gorivo ili kerozinsko gorivo). Sve informacije prikupljat će se u Sklopu za zaštitu i upravljanje (SZU), gdje će se obrađivati i donositi odluka o stanju sredstva. Temeljem donesene odluke preko izlaznih elemenata SZU provodit će se zaštita i upravljanje elektroagregata te ispis stanja na displayu.

Obrada informacija i donošenje pravilne odluke odvijat će se na principima ekspertnih sustava. Za pravilan rad sustava potrebna je točna informacija sa senzora i vjerodostojna „Baza znanja“. U bazi znanja koja je djelomično prikazana u tabeli 4 prvo su navedene najčešće neispravnosti, a zatim je hipotezama pridružena određena vjerojatnost. Podaci u tabeli 4 dobiveni su provedbom istraživanja i prikupljanjem podataka od ispitanika koji imaju višegodišnje iskustvo na održavanju elektroagregata. Prikazana tabela je samo isječak do sada sačinjene baze znanja, a koja će se u nastavku istraživanja proširivati, ovisno o opsegu provedbe modernizacije.

Tabela 4. Baza znanja s ulaznim vjerojatnostima

Hipoteza p(H)		pogonski dizel motor			električni generator	
		pokretanje je u redu	pokretanje nije u redu	pregrijava se u radu	pregrijava se u radu	
Kvar na pumpi visokog tlaka p(H <sub>1</sub> )=0,001	DA	0,8	0,2	0,2	-	
	NE	0,3	0,7	0,8	-	
Zaprljan filter goriva p(H <sub>2</sub> )=0,1	DA	0,3	0,7	-	-	
	NE	0,8	0,2	-	-	
Zrak u sustavu za dovod goriva p(H <sub>3</sub> )=0,02	DA	0,6	0,4	-	-	
	NE	0,4	0,6	-	-	
Prazan akumulator p(H <sub>4</sub> )=0,2	DA	0,7	0,3	-	-	
	NE	0,4	0,6	-	-	
Greška na elektro-pokretaču p(H <sub>5</sub> )=0,005	DA	0,9	0,1	-	-	
	NE	0,2	0,8	-	-	
Nedovoljna količina tekućine za hlađenje p(H <sub>6</sub> )=0,3	DA	-	-	0,99	-	
	NE	-	-	0,1	-	
Zaprljan hladnjak p(H <sub>7</sub> )=0,3	DA	-	-	0,8	-	
	NE	-	-	0,3	-	
Neispravna pumpa za vodu p(H <sub>8</sub> )=0,001	DA	-	-	0,95	-	
	NE	-	-	0,1	-	
Nedovoljna količina ulja u motoru p(H <sub>9</sub> )=0,05	DA	-	-	0,7	-	
	NE	-	-	0,3	-	
Preopterećen generator p(H <sub>10</sub> )=0,005	DA	-	-	0,5	0,95	
	NE	-	-	0,5	0,1	
Kratki spoj između faza generatora p(H <sub>11</sub> )=0,001	DA	-	-	-	0,99	
	NE	-	-	-	0	

Pojednostavljeni princip rada SZU može se prikazati na jednom jednostavnijem primjeru na sljedeći način:

1. senzor temperature signalizira povišenu temperaturu motora
2. iz tablice znanja po stupnju vjerojatnosti vidi se mogućnost nastanka sljedećih kvarova (nedovoljna količina tekućine za hlađenje, neispravna pumpa za vodu, zaprljan hladnjak, nedovoljna količina ulja u motoru, ...)

3. Bayesovom metodom izračunavaju se prave vrijednosti za određene činjenice
4. iz pravih vrijednosti izračunatih Bayesovom metodom određuje se i ispisuje stanje elektroagregata
5. sredstvo se zaustavlja ukoliko je kvar na popisu kvarova koji mogu prouzročiti nastanak većih oštećenja

Kao što je već navedeno, ovo je jednostavniji primjer, gdje je promatrana informacija s jednog senzora. Za preciznije određivanje kvara koristit će se informacije s više različitih senzora.

Primjena opisanih metoda trebala bi bitno pojednostaviti uporabu i održavanje elektroagregata, pri čemu će omogućiti rad bez stalnog nadzora rukovatelja i detektiranje kvarova bez eksterne dijagnostičke opreme i visoko specijaliziranih mehaničara. To je naročito bitno u međunarodnim vojnim operacijama, gdje se sredstva koriste u otežanim uvjetima rada.

### 3.1. Bayesova shema

Obrada prikupljenih informacija provodi se po Bayesovoj shemi koja se temelji na klasičnoj teoriji vjerojatnosti. Preko uvjetne vjerojatnosti određuje se vjerojatnost nekog događaja „y“ ako je poznato da se dogodio događaj „x“. Događajem „x“ smatra se informacija dobivena sa senzora, a „y“ nam predstavlja vjerojatnost stanja elektroagregata, odnosno vjerojatnost određenog kvara koju treba saznati. Ta se vjerojatnost naziva uvjetna vjerojatnost  $p(y|x)$ .

$$p(y|x) = \frac{p(x \wedge y)}{p(x)} \quad (5)$$

Ako su dva događaja nezavisna tada vrijedi

$$p(x|y) = p(x) \quad (6)$$

$$p(y|x) = p(y) \quad (7)$$

Prema definiciji, obrat, tj. vjerojatnost događaja x uz uvjet da se dogodio y je:

$$p(x|y) = \frac{p(y \wedge x)}{p(y)} \quad (8)$$

$$Iz(7) \Rightarrow p(y \wedge x) = p(x|y)p(y) \quad (9)$$

Zbog komutativnosti

$$p(x \wedge y) = p(x|y)p(y) \quad (10)$$

Uvrštavanjem (10) u (5) dobiva se najjednostavniji oblik Bayesovog pravila.

$$p(y|x) = \frac{p(x|y)p(y)}{p(x)} \quad (11)$$

$$p(x) = p(x \wedge y) + p(x \wedge (\sim y)) = p((x \wedge y) \vee (x \wedge \sim y)) \quad (12)$$

Iz definicije vjerojatnosti

$$(x \wedge y) \cap (x \wedge \sim y) = \Phi \quad (13)$$

$$p(x) = p(x \wedge y) + p(x \wedge \sim y) \quad (14)$$

$$p(x \wedge y) = p(x|y)p(y) \quad (15)$$

$$p(x \wedge \sim y) = p(x|\sim y)p(\sim y) \quad (16)$$

$$p(x) = p(x|y)p(y) + p(x|\sim y)p(\sim y) \quad (17)$$

Raspisivanjem članova temeljem definicije uvjetne vjerojatnosti dobiva se Bayesovo pravilo [7]

$$p(y|x) = \frac{p(x|y)p(y)}{p(x|y)p(y) + p(x|\sim y)p(\sim y)} \quad (18)$$

Iz Bayesovog pravila slijedi Bayesova shema u produkcijskim sustavima:

AKO je X istina, tada je zaključak Y sa vjerojatnošću p. Bayesovim pravilom može se zaključiti o vjerojatnosti X-a.

Interpretacijom ovoga pravila uz formulu (11):

- Y iz pravila označava jedan dokaz ili činjenicu (engl. evidence)  $\rightarrow E$
- X iz pravila označava pretpostavku ili hipotezu (engl. hypothesis)  $\rightarrow H$

$$p(H|E) = \frac{p(E|H)p(H)}{p(E)} \quad (19)$$

$$p(H|E) = \frac{p(E|H)p(H)}{p(E|H)p(H) + p(E|\sim H)p(\sim H)} \quad (20)$$

### 3.2. Izračun „Pravih vrijednosti“

Za donošenje odluke o nastalom kvaru uz određene činjenice proveden je izračun pravih vrijednosti kao što je razrađeno u [2], poglavlje 7. Pri tome je dobiven niz podataka potrebnih za točno određivanje kvara.

U nastavku je prikazan primjer izračuna s vrijednostima iz tabele 4 za jedan slučaj pregrijavanja motora

➤ Slučaj: neispravna pumpa za vodu

$$p(H_8) = p(\text{neispravna pumpa za vodu}) = 0,001$$

$$\overline{p(H_8)} = 0,999$$

$$p(E|H_8) = p(\text{motor se pregrijava} | \text{neispravna pumpa za vodu}) = 0,95$$

$$p(E | \bar{H}_8) = p(\text{motor se pregrijava} | \text{ispravna pumpa za vodu}) = 0,1$$

$$p(E) = p(\text{motor se pre.}) = p(E | H_8) \cdot p(H_8) + p(E | \bar{H}_8) \cdot p(\bar{H}_8) \\ = 0,95 \cdot 0,001 + 0,1 \cdot 0,999 \\ = 0,10085$$

$$p(H_8 | E) = p(\text{neispravna pumpa za vodu} | \text{ako je ocito da se motor pregrijava}) = \\ = \frac{p(E | H_8) \cdot p(H_8)}{p(E)} = \frac{0,95 \cdot 0,001}{0,10085} = 0,00942$$

$$p(H_8 | \bar{E}) = p(\text{neispravna pumpa za vodu} | \text{uz činjenicu da se motor ne pregrijava}) = \\ = \frac{p(\bar{E} | H_8) \cdot p(H_8)}{p(\bar{E})} = \frac{(1 - 0,95) \cdot 0,001}{1 - 0,10085} = 0,00006$$

Usporedbom  $p(H_8 | E)$  i  $p(H_8)$  zaključujemo:

- Činjenica da se motor pregrijava povećava vjerojatnost da je neispravna pumpa za vodu za približno 9,4 puta.

Istim postupkom izračunate su sve ostale prave vrijednosti za ulazne podatke iz tabele 4 i dobiveni iznosi prikazani u tabeli 5. Iz njih se može zaključiti da određene činjenice povećavaju ili smanjuju neku pretpostavku. Temeljem određenih činjenica i pravih vrijednosti u SZU provodi se analiza i definiraju nastali kvarovi, a potom poduzimaju radnje potrebne za zaštitu elektroagregata.

**Tabela 5.** Prikaz pravih vrijednosti

POGONSKI DIZEL MOTOR – POKRETANJE NIJE U REDU	Kvar na pumpi visokog tlaka	$p(H_1)=0,001$
		$p(H_1 E)=0,00266$
		Činjenica da se motor ne pokreće povećava vjerojatnost da je greška na pumpi visokog tlaka za približno 2,7 puta.
	Zaprlian filter goriva	$p(H_2)=0,1$
		$p(H_2 E)=0,04$
	Zrak u sustavu za dovod goriva	$p(H_3)=0,02$
		$p(H_3 E)=0,0297$
	Prazan akumulator	Činjenica da se motor ne pokreće povećava vjerojatnost da je zrak u sustavu za dovod goriva za približno 1,5 puta.
		$p(H_4)=0,2$
		$p(H_4 E)=0,30435$
	Greška na elektropokretaču	Činjenica da se motor ne pokreće povećava vjerojatnost da je prazan akumulator za približno 1,5 puta.
		$p(H_5)=0,005$
		$p(H_5 E)=0,02211$
	Činjenica da se motor ne pokreće povećava vjerojatnost da je greška na elektropokretaču za približno 4,4 puta.	

POGONSKI DIZEL MOTOR – PREGRIJAVA SE U RADU	Kvar na pumpi visokog tlaka	$p(H_1)=0,001$
		$p(H_1 E)=0,00025$
	Nedovoljna količina tekućine za hlađenje	Činjenica da se motor pregrijava povećava vjerojatnost da je kvar na pumpi visokog tlaka za 0,25 puta.
		$p(H_6)=0,3$
	Zaprlian hladnjak	$p(H_6 E)=0,80926$
		Činjenica da se motor pregrijava povećava vjerojatnost da je nedovoljna količina tekućine za hlađenje za približno 2,7 puta.
	Neispravna puma rashladnog sustava	$p(H_7)=0,3$
		$p(H_7 E)=0,53333$
	Nedovoljna količina ulja u motoru	Činjenica da se motor pregrijava povećava vjerojatnost da je zaprlian hladnjak za približno 1,8 puta.
		$p(H_8)=0,001$
Preopterećen generator	$p(H_8 E)=0,00942$	
	Činjenica da se motor pregrijava povećava vjerojatnost da je neispravna pumpa rashladnog sustava za približno 9,4 puta.	
Preopterećen generator	$p(H_9)=0,05$	
	$p(H_9 E)=0,10938$	
Preopterećen generator	Činjenica da se motor pregrijava povećava vjerojatnost da je nedovoljna količina ulja u motoru za približno 2,2 puta.	
	$p(H_{10})=0,005$	
Preopterećen generator	$p(H_{10} E)=0,005$	
	Činjenica da se motor pregrijava ne mijenja vjerojatnost da je preopterećen generator.	
Preopterećen generator	$p(H_{11})=0,005$	
	$p(H_{11} E)=0,04556$	
Kratki spoj između faza	Činjenica da se generator pregrijava povećava vjerojatnost da je preopterećen generator za približno 9 puta.	
	$p(H_{11})=0,001$	
Kratki spoj između faza	$p(H_{11} E)=1$	
	Činjenica da se generator pregrijava povećava vjerojatnost da je kratki spoj između faza za 1000 puta.	

## 4. ZAKLJUČAK

Provedbom modernizacije, uz povećanje pouzdanosti i produljenje životnog vijeka, pojednostavljuje se održavanje sredstava i omogućuje rad bez stalnog nadzora rukovatelja.

Zbog logističkih problema otežane nabave starijih tipova senzora, pristupilo se snimanju karakteristika postojećih i iznalaženju rješenja za ugradnju zamjenskih. Analizom na određenom broju elektroagregata utvrđeno je da su elektroagregati opremljeni različitim tipovima senzora koji za istu mjerenu veličinu daju različite električne signale, što predstavlja problem kod održavanja, pa je predložena ugradnja senzora istih tipova na sve elektroagregate. Na taj način, osigurali bi se „standardizirani“ oblici električnih signala koji bi se prikupljali u unificiranom sklopu za zaštitu i upravljanje, koji bi uz primarni zadatak zaštite i upravljanja imao i sekundarni zadatak utvrđivanja i prikaza nastalog kvara. Rad sklopa zasniva se na principima rada ekspertnih sustava. U tome bitnu ulogu ima tablica znanja koja je sačinjena provedbom istraživanja među djelatnicima koji

imaju dugogodišnje iskustvo na održavanju elektroagregata. Temeljem tablice znanja ne može se točno definirati vjerojatnost svih mogućih stanja, tako da je Baysovom shemom proveden izračun „pravih vrijednosti“ koje se koriste za daljnju analizu i definiranje stanja elektroagregata.

## 5. LITERATURA

- [1] Barešić, D.; Hederić, Ž.; Barukčić, M.: Ispitivanje elektroagregata s pogonskim dizel motorom na uporabu modificiranog kerozinskog goriva, 26. međunarodni simpozij, EIS, Šibenik, 2013.
- [2] Jović, F.: Expert Systems in Process Control, Chapman & Hall, London, 1992.
- [3] Valter, Z.: Procesna mjerenja, ETF Osijek, 2008.
- [4] Fraden, J.: Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications, Springer, New York, 2010.
- [5] [https://www.fer.unizg.hr/\\_download/repository/Mjerenje-Temperature\\_1.pdf](https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Mjerenje-Temperature_1.pdf) (Dostupno:10.02.2015.)
- [6] [http://www.fer.unizg.hr/\\_download/repository/Mjerenje\\_Tlaka.pdf](http://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Mjerenje_Tlaka.pdf) (Dostupno:16.02.2015.)
- [7] [http://www.zemris.fer.hr/predmeti/is/nastava/Modeliranje\\_neizvjesnosti.pdf](http://www.zemris.fer.hr/predmeti/is/nastava/Modeliranje_neizvjesnosti.pdf) (Dostupno:20.02.2015.)

### Kontakt autora:

#### **Dejan Barešić, dipl. ing.**

Oružane snage Republike Hrvatske  
098/539-258, dejan.baresic@kc.t-com.hr

#### **izv.prof.dr.sc. Željko Hederić, dipl. ing.**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Elektrotehnički fakultet Osijek  
Kneza Trpimira 2B, 31000 Osijek  
031/224-665, zeljko.hederic@etfos.hr

#### **doc.dr.sc. Marinko Barukčić, dipl. ing.**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Elektrotehnički fakultet Osijek  
Kneza Trpimira 2B, 31000 Osijek  
031/224-685, marinko.barukcic@etfos.hr

# OSIGURAVANJA KVALITETE VISOKOG OBRAZOVANJA NA PRIMJERU SVEUČILIŠTA SJEVER

## IMPLEMENTATION METHODOLOGY OF INTERNAL AUDITS OF QUALITY ASSURANCE SYSTEM IN HIGHER EDUCATION

*Živko Kondić, Vinko Višnjić, Damir Maderić*

Stručni članak

**Sažetak:** U radu se prikazuju osnove ustroja sustava osiguravanja kvalitete u visokoškolskim institucijama te mjesto i uloga internih prosudbi u njegovom funkcioniranju. Nadalje se detaljnije razrađuje proces interne prosudbe i postupci za njegovu praktičnu primjenu na primjeru jedne visokoškolske institucije.

**Ključne riječi:** interna prosudba, visoko obrazovanje, sustav osiguravanja kvalitete (SOK)

Professional paper

**Abstract:** This paper elaborates the methodological approach to planning, implementation and documentation of internal audits of quality assurance system in higher education institutions. Its role and importance in the processes of continuous improvement in the efficiency and effectiveness of the quality assurance system are emphasized. The approach is compliant with the ESG standards and guidelines and as such can be used for other quality standards.

**Key words:** quality assurance, internal audit, improvements, ESG

### 1. UVOD

Postupci povezani s procesom osiguravanja kvalitete unutar Europskog prostora visokog obrazovanja postaju sve kompleksniji i sofisticiraniji. Visoka učilišta se potiče na posvećivanje osobite pozornosti praćenju, provjeravanju i vrednovanju svih aspekata svoje djelatnosti te uspostavi usporedivih kriterija procjene i pripadnih metodologija. Sve ovo vodi izgradnji cjelovitih sustava osiguravanja kvalitete.

Izgradnja sustava za osiguravanje kvalitete (SOK) na visokim učilištima (QA) postavljena je kao nužnost i svakodnevica na svim visokim učilištima te neupitan osnovni pojam i najviše postavljeni cilj Bolonjske reforme. U središtu sustava za osiguranje kvalitete na visokoškolskim učilištima sve se više koristi pojam kulture kvalitete. Riječ je o pojmu koji prenosi ideju kvalitete kao zajedničke vrijednosti i zajedničke odgovornosti svih dionika visokoškolskih učilišta, uključujući ne samo nastavno nego i administrativno osoblje, studente, poslodavce, zainteresirane udruge, širu društvenu zajednicu i dr. Ovakvo shvaćanje kvalitete podrazumijeva i ugrađivanje kontinuiranog poboljšavanja svih glavnih, upravljačkih i logističkih procesa na učilištu. Kad je riječ o operacionalizaciji ovako načelnog shvaćanja kulture kvalitete, valja reći da ipak postoje stanovite smjernice na koje se moguće osloniti u konkretnom djelovanju u visokoškolskim učilištima. U posljednje vrijeme može se primijetiti da se pojam osiguravanja kvalitete sve češće povezuje s

konkretnim primjerima dobre prakse na nacionalnoj i na međunarodnoj razini, uz brojne poticaje da se kao temelj sustava usvoje Europski standardi i smjernice.

- Za uspješan postupak prilagodbe navedenim smjernicama potrebno je provesti:
- Ustroj sustava za osiguranje kvalitete;
- Implementaciju smjernica u postojeće procese visokog učilišta;
- Interne prosudbe sustava za osiguranje kvalitete;
- Vanjsku neovisnu prosudbu sustava kvalitete;
- Proces stalnog poboljšavanja efikasnosti sustava za osiguranje kvalitete

Osim navedenog, za efikasan i učinkovit sustav za osiguranje kvalitete postavljaju se tri uvjeta:

1. sustav mora postojati,
2. sustav mora biti operativan (mora biti održavan) i
3. sustav mora biti efikasan (moraju se pokretati mjere poboljšavanja).

Sustav postoji ukoliko je implementiran u sve procese (studijske programe, odjele, ustrojbene jedinice i sl.), odnosno ukoliko se može sagledati i prikazati, i ukoliko se razumije od svih zaposlenika i podržava svim potrebnim resursima od najvišeg vodstva visokog učilišta. Da bi se SOK sagledao i prikazao mora imati jasnu strukturu te mora imati dokumentirane postupke i ostalu potrebnu dokumentaciju koja mora biti raspoloživa na mjestima korištenja.



Nakon učinkovito provedenih postupaka implementacije SOK-e potrebno ga je održavati. Nekad je lakše provesti postupke ustroja i primjene od postupaka održavanja efikasnog sustava. Ako se ne provode primjerice, mjere kontrole, nadzora ili analiza moguće je s velikom vjerojatnošću očekivati da će efikasnost dobro ustrojenog sustava ići prema dolje. Sve te aktivnosti treba promatrati kao sustavni način potvrđivanja da je SOK-e definiran i shvaćen na odgovarajući način, da se primjenjuje i da osigurava odgovarajući stupanj pouzdanosti i sigurnosti. Iz tih razloga nadzori, provjere, kontrole i sl. predstavljaju jednu od najznačajnijih njegovih komponenti jer je njihov rezultat dokumentirani zapis i dokaz da je sustav efikasan i da se u njemu otkrivaju i uočavaju nesukladnosti. Kad se nesukladnosti konstatiraju, sustav mora osigurati alate i metode te potrebne resurse za njihovo otklanjanje te poduzimanje procijenjenih korektivnih i preventivnih aktivnosti.

U biti, uspješni SOK-e zahtijeva sustavne, formalne, stalne i dokumentirane nadzore s planiranim povratnim nadzorima u cilju provjere primjene poduzetih preventivnih ili korektivnih mjera, odnosno njihove učinkovitosti kako se uočene nesukladnosti ne bi ponovile ili spriječila pojava drugih mogućih nesukladnosti.

Aktivnosti nadzora su postupci prikupljanja podataka i informacija koji se zasnivaju na objektivnim i nepristranim dokazima. Njihovom planiranom i koordiniranom provedbom:

- Rukovodstvu visokog učilišta se osiguravaju jasne i objektivne informacije o procesima i funkcioniranju sustava,
- poboljšavaju se interne i eksterne komunikacije na učilištu te organizacija rada,
- poboljšavaju se postupci pokretanja preventivnih i korektivnih aktivnosti koje rješavaju ili sprječavaju pojavu nesukladnosti tijekom realizacije izobrazbe ili u drugim procesima,
- djeluje se na kritična mjesta u sustavu gdje bi se mogli pojaviti problemi,
- doprinosi se podizanju svijesti o kvaliteti kod svih dionika, i dr.

## 2. USTROJ SUSTAVA OSIGURAVANJA KVALITETE

Sustav osiguravanja kvalitete na visokoškolskim učilištima treba slijediti potrebe svih dionika uključenih u procese [2, 3]. Ovakva su razmišljanja prethodila usvajanju dokumenta „Standardi i smjernice za osiguravanje kvalitete u Europskom prostoru visokog obrazovanja“ („Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European higher Education Area“, ili skraćeno ESG). Ovaj je dokument izradila Europska organizacija za osiguranje kvalitete u visokom obrazovanju (ENQA) u suradnji s Europskom udruženjem sveučilišta (EUA), Europskim udruženjem institucija visokog obrazovanja (EURASHE) i nacionalnim savezom studenata Europe (ESIB), a prihvatili su ga svi

ministri nazočni na konferenciji u Bergenu 2005. godine [4].

Konkretno je riječ o dokumentu koji ne predstavlja popis zahtjeva što ih je potrebno ostvariti u sustavu obrazovanja, nego o vrlo široko postavljenim savjetima o standardima i mehanizmima koje bi trebalo ostvariti na visokoškolskim učilištima koje žele pripadati Europskom prostoru visokog obrazovanja (EHEA). Dokument se odnosi na tri područja osiguravanja kvalitete, i to:

1. Područje unutaršnjeg osiguravanja kvalitete (uspostavlja se unutar učilišta visokog obrazovanja),
2. Područje vanjskog osiguravanja kvalitete (aktivnosti usmjerene na ono što bi trebalo izvana evaluirati u učilištima visokog obrazovanja),
3. Načini na koje bi trebalo provoditi aktivnosti vezane uz vanjsko osiguravanje kvalitete.

Sušтина i sama filozofija definiranja ESG je da se učilištima u Europskom prostoru visokog obrazovanja ne nude formalni i kruti zahtjevi nego da se ponude smjernice i sugestije o tome što je potrebno učiniti da bi se približile učinkovitom sustavu osiguravanja kvalitete. Na ovaj se način izbjeglo nametanje rješenja koja se u pojedinim tradicijama osjećaju kao strana ili neprikladna. S druge strane na taj se način željela naglasiti razlika između procesa osiguravanja kvalitete u visokom školstvu, u odnosu na one koji se provode u poslovnim organizacijama.

Prilikom ustroja sustava za osiguravanje kvalitete na načelima standarda i smjernica ESG treba imati u vidu sljedeće činjenice [1]:

- ESG ne propisuje procedure nego nudi mehanizme za ostvarivanje standarda koji bi trebalo stalno razvijati,
- Postupke osiguravanja kvalitete na visokoškolskom učilištu odlikuje neprestana potraga za specifičnim i kompleksnim rješenjima koja odgovaraju prirodi obrazovnog procesa,
- Prilikom implementacije standarda u visokoškolskim učilištima, u pravilu dolazi do otpora akademske zajednice,
- Zaposlenici i ostali dionici ignoriraju sustav osiguravanja kvalitete, sve dok ih se ne uspije uvjeriti u potrebu i vrijednosti uvođenja takvog sustava. U tom procesu uvjeravanja ESG standardi mogu odigrati ključnu ulogu, jer njihovo usvajanje ne znači inspekciju nego dijalog,
- Uspostavljanje sustava osiguravanja kvalitete prema ESG-u ponekad ugrožavaju političari koji žele brzo popravljati standarda,
- Primjena ESG-a sve se više koristi za usporedbu učilišta i njihovo rangiranje,
- ESG uzima u obzir nastavne procese kao i sve druge procese,
- Dio prepreka u primjeni ESG-a posljedica je stava unutar akademske zajednice, prema kojem se s Bolonjskom reformom humanistički ciljevi zamjenjuju političkim i ekonomskim,
- Bolonjski proces na principima ESG-a je segment „regulirane globalizacije“, koji zasad postoji jedino na europskom kontinentu.

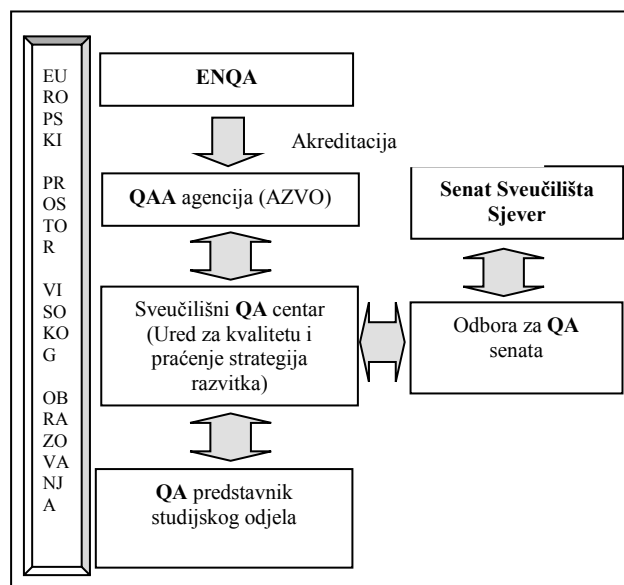
Ustroja sustava osiguravanja kvalitete pokriva područja [4, 7]:

1. Strategije razvoja i postupke za osiguravanje kvalitete;
2. Odobranja, nadziranja i periodičnih pregleda programa i kvalifikacija;
3. Ocjenjivanja studenata;
4. Osiguranja kvalitete nastavničkog kadra;
5. Resursa za učenje i pomoć studentima;
6. Sustave informiranja;
7. Javno informiranje.

Ustroj sustava osiguravanja kvalitete na visokoškolskim učilištima, treba se temeljiti na načelima:

- a) Sustavnog pristupa;
- b) Procesnog pristupa;
- c) Uključivanja studenata;
- d) Zadovoljstvu svih dionika;
- e) Stalnog poboljšavanja;
- f) Cjeloživotne izobrazbe.

Prema Zakonu o osiguravanju kvalitete u znanosti i visokom obrazovanju između ostaloga uređeno je osiguravanje i unapređivanje kvalitete postupcima inicijalne akreditacije, reakreditacije, tematskog vrednovanja i vanjske neovisne periodične prosudbe unutarnjeg sustava osiguravanja kvalitete (audit) [2, 3].



Slika 1. Mreža za osiguranje kvalitete

Ustroj, funkcioniranje, održavanje i poboljšavanje sustava za osiguranje kvalitete (SOK) na primjeru Sveučilišta Sjever promatra se kao proces u kojem se prepoznaju sljedeće glavne aktivnosti ali poštujući okvir nacionalne mreže za osiguranje kvalitete, slika 1[7]:

1. Pokretanje projekta SOK-e;
2. Imenovanje Povjerenstva za kvalitetu;
3. Orijentacija Povjerenstva o sustavu za osiguranje kvalitete;
4. Edukacija članova Povjerenstva i svih dionika;
5. Ustroj Ureda za kvalitetu;
6. Dokumentiranje SOK-a;

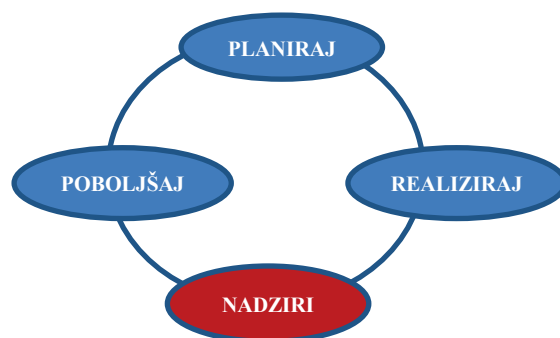
7. Odobranje i objava dokumenata;
8. Usklađivanje prakse i dokumenata;
9. Interna prosudba SOK-a;
10. Vanjska neovisna prosudba SOK-a;
11. Poboljšanja nakon prosudbi (follow-up-proces);
12. Certifikacija SOK-e;
13. Poboljšavanje.

### 3. NADZORI U SUSTAVU OSIGURANJA KVALITETE

Na slici 2 prikazan je krug kvalitete ili PDCA (Demingov krug). Vrlo važna aktivnost u njemu je aktivnost „nadzora“ kojom se u biti kontrolira i ocjenjuje u kojoj mjeri se realiziraju planirane aktivnosti, odnosno kako sustav kvalitete funkcionira i gdje su njegove slabe točke. Na osnovu informacija dobivenih nadzorom i provjerom poduzimaju se mjere poboljšavanja.

Nadzori u sustavu osiguranja kvalitete uključuju provjeru:

- Ustroja SOK-e;
- Dokumentacije i zapisa (upravljanje, distribucija, povlačenje i sl.);
- Uključenosti najvišeg vodstva visokog učilišta u funkcioniranje SOK-e;
- Svih aktivnosti Ureda za kvalitetu;
- Svih aktivnosti Povjerenstva za kvalitetu;
- Planova i realizacije povjerenstva (za studentske ankete, etička pitanja i dr.);
- Strategije razvoja i postupaka za osiguranje kvalitete;
- Odobranja, nadziranja i periodičnih pregleda programa i kvalifikacija;
- Ocjenjivanja studenata;
- Osiguranja kvalitete nastavničkog kadra;
- Resursa za učenje i pomoć studentima;
- Sustave informiranja;
- Javno informiranje;
- Rješavanje pritužbi studenata i nastavnika;
- Kao i ostale aktivnosti koje utječu na efikasnost sustava kvalitete.



Slika 2. Krug kvalitete

Kod svih oblika nadzora zahtijevaju se zapisi koji se čuvaju bez obzira na rezultate provjere. Ukoliko su rezultati nezadovoljavajući, zahtijevaju se dokazi o pokretanju korektivnih aktivnosti, a u slučaju da su

rezultati zadovoljavajući, zapisi predstavljaju objektivni dokaz da je provjera obavljena te da postoji i primjenjuje se djelotvoran sustav osiguranja kvalitete.

Aktivnosti mjerenja i nadzora se trebaju planirati i primjenjivati zbog:

- osiguranja dokaza o sukladnosti sa zahtjevima proizvoda,
- osiguranja sukladnosti SOK-e, i
- neprekidnog poboljšavanja učinkovitosti SOK-e.

Na visokim učilištima treba osigurati uporabu učinkovitih i djelotvornih metoda za utvrđivanje procesa i usluga u kojima treba poboljšavati sposobnost SOK-a i mjesta gdje se mogu očekivati problemi ili neželjene situacije. Primjeri tih postupaka obuhvaćaju:

- Interne prosudbe u SOK-e;
- Eksterne nezavisne prosudbe u SOK-e;
- Samoanalize;
- Akreditacije i reakreditacije;
- Preispitivanja sustava od strane najvišeg vodstva (primjerice, senat sveučilišta);
- Nadzor nad procesima i mjerenje efikasnosti procesa izobrazbe (primjerice, izračun indikatora kvalitete, praćenje ocjenjivanja i ishoda učenja i dr.);
- Mjerenje zadovoljstva studenata;
- Mjerenje zadovoljstva ostalih dionika (nastavnici, asistenti, završeni studenti, poslodavci koji zapošljavaju završene studente, lokalna zajednica, šira društvena zajednica, i dr.);
- Financijska mjerenja te
- Ostali oblici nadzora i mjerenja.

### 3.1 Interna prosudba sustava osiguranja kvalitete

Interna prosudba SOK-e je obveza koja proizlazi iz smjernice I ESG koja definira unutarnje osiguranje kvalitete u visokoobrazovnim institucijama a koje se odnosi na strateški razvoj sustava kvalitete i postupaka za osiguranje kvalitete gdje su jasno definirani formalni mehanizmi odobravanja, revizije i nadzora nad studijskim programima.

Cilj interne prosudbe je utvrditi sukladnost sustava osiguranja kvalitete sa zahtjevima usvojenih Standarda i smjernica za osiguravanje kvalitete u Europskom prostoru visokog obrazovanja i potvrditi da je sustav za osiguranje kvalitete primjenjivan i djelotvorno održavan. Osim toga, interna prosudba provodi se i zbog ocjenjivanja učinkovitosti implementiranog sustava osiguranja kvalitete, uočavanja nesukladnosti u procesima, pomoći zaposlenicima pri ispunjenju zahtjeva iz normi, prikupljanja podataka i informacija potrebnih za ocjenu funkcioniranja sustava u cjelini, priprema za provedbu vanjske (eksterne) prosudbe, i ostalih razloga koji se mogu javiti u trenutnoj situaciji.

Poželjno je u realnim sustavima da provedba interne prosudbe bude definirana u priručniku kvalitete ili odgovarajućom procedurom kojom je definiran postupak planiranja, provedbe, dokumentiranja interne prosudbe i praćenje učinkovitosti sustava osiguranja kvalitete.

Provedba interne prosudbe provodi se kroz četiri faze [detaljnije opisano u 8]:

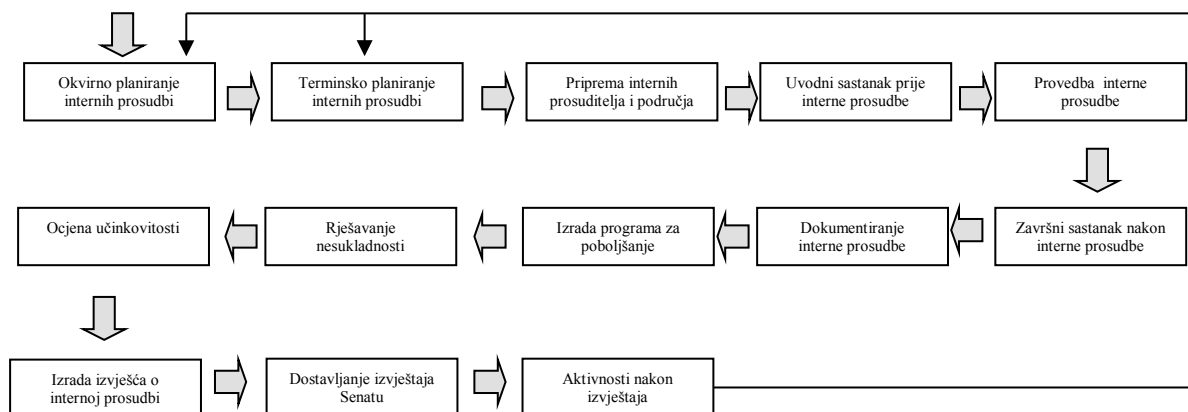
1. Priprema za provedbu interne prosudbe;
2. Provjera procesa (područja);
3. Dokumentiranje interne prosudbe;
4. Praćenje učinkovitosti sustava osiguranja kvalitete.

Važna pitanja koja trebaju biti razrađena prije provedbe postupaka internih prosudbi su:

- Kada provoditi interne prosudbe? Da li je to učinkovitije planirati i provoditi u periodu predavanja ili ispitnih rokova ili obuhvatiti oba period?
- Kako često provoditi interne prosudbe? Postavlja se pitanje njegove periodičnosti. Zapravo, koliko je potrebno internih prosudbi u jednoj akademskoj godini? Odgovor je moguće naći u pokazateljima ili rezultatima prethodne interne prosudbe. Univerzalnog recepta nema, ali praksa pokazuje da je u kompletnom SOK-e razumno provesti jedan do dva postupka interne prosudbe tijekom akademske godine, ali to ne znači da u pojedinim procesima nije moguće provesti i više prosudbi. Kroz takve postupke pojedini se procesi odnosno SOK-e se u cjelini „brusi“ ili „polira“ do zahtijevane i očekivane razine efikasnosti.
- Koja su konkretna pitanja za internu prosudbu? Da li prije svake prosudbe provoditi pripreme internih prosuditelja?
- Koliko traje proces interne prosudbe? Da li je efikasnije planirati i provesti internu prosudbu u jednom ili više dana? Koliko vremena predvidjeti za prosudbu pojedinih procesa i sudionika?
- Kako organizirati postupak interne prosudbe? Da li internu prosudbu provoditi na jednom mjestu ili na mjestu rada pojedinih dionika? Da li je efikasnije podijeliti interne prosuditelje na više radnih točaka? Kako se pouzdano uvjeriti u kompatibilnost napisanog u dokumentima i realnom načinu rada?
- Kako organizacijski u proces interne prosudbe uključiti studente, vanjske suradnike, poslodavce i druge dionike?
- Gdje, tko, kad i u kojem opsegu treba provesti izobrazbu internih prosuditelja na visokom učilištu?
- Koja je dokumentacija potrebna za provedbu interne prosudbe?
- Koji su kriteriji za prosudbu stupnja razvijenosti SOK-a? Da li je najbolje uzeti kriterije od FINHEEC-a (pripremna, početna, razvijena i napredna faza)? Da li pored navedenih kriterija uzeti kriterije iz interne, nacionalne i druge regulative?
- Kako prosuđivati način povezivanja sustava kvalitete i sustava upravljanja visokim učilištem?
- Kako prosuđivati definirane makro i mikro organizacijske strukture i na osnovu kojih elemenata?
- Na koji način prosuđivati trenutnu SWOT analizu, odnosno njezin smisao za definiranje strategije razvitka? Kako je često obnavljati u slučaju promjene okolnosti i kako se to reflektira na promjene strategije razvitka koja se uglavnom definira za duži vremenski period?
- Kako oblikovati izvješće o provedenoj internoj prosudbi SOK-e?

### 3.2 Proces provedbe interne prosudbe

Dijagram tijeka na slici 3 prikazuje detaljnije razrađen postupak provedbe interne prosudbe.



Slika 3. Proces provedbe interne prosudbe

## 4. ZAKLJUČAK

Interna prosudba je interno vrijednovanje odnosno proces sustavne i kritičke analize koji vodi k prosudbama o kvaliteti visokih učilišta ili njihovih programa. Rezultati interne prosudbe trebaju dati uvid u stvarno stanje sustava za osiguravanje kvalitete te potvrdu da li je učinkovito primjenjivan i djelotvorno održavan te da li se poduzimaju mjere poboljšavanja. Donošenje zaključaka i ocjena moguće je temeljiti na kriterijima ESG kao i drugoj internoj i nacionalnoj regulativi.

Interna prosudba je proces koji nikad ne prestaje. Njegova uloga u održavanju i poboljšavanju sustava je vrlo bitna. Treba ga shvatiti kao alat za poboljšavanje. Iz tih razloga može se provoditi na sustavu, procesima ili pojedinim segmentima djelovanja. Njihova učestalost je veća dok se ne dođe do željenih rezultata [7,8].

Uspjeh internih prosudbi jamče educirani prosuditelji, dobra organizacija i stvarna podrška vodstva visokoškolske institucije. Pri tome valja voditi računa da se u interne prosuditelje uključe sve zainteresirane strane, odnosno dionici koji participiraju oko učilišta.

## 5. LITERATURA

- [1] Proroković, A.; Tomić-Koludrović, I.: Bolonja u praksi, Doprinos razvoju sustava osiguranja kvalitete na Sveučilištu u Zadru, Sveučilište u Zadru, Zadar, 2011.
- [2] Zakon o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju
- [3] Zakon o osiguravanju kvalitete u znanosti i visokom obrazovanju
- [4] Standardi i smjernice za osiguranje kvalitete u europskom prostoru visokog obrazovanja, ESG-ENQA (Europska organizacija za osiguranje kvalitete u visokom obrazovanju), 2005.

[5] Norma, EN ISO 9001:2008

[6] Priručnik o kvaliteti, Sveučilište Sjever, 2014.

[7] Interni audit, procedura, Sveučilište Sjever, 2014.

[8] Kondić, Ž.; Gotal, M.; Kondić, V.: Metodologija provedbe interne prosudbe sustava osiguravanja kvalitete na visokim učilištima, 14. Hrvatska konferencija o kvaliteti i 5. znanstvenom skupu HDK, Baška, svibanj 2014.

### Kontakt autora:

**Živko Kondić, dr. sc.**

Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
zivko.kondic@unin.hr

**Vinko Višnjic, dr. sc.**

Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
vvisnjic@unin.hr

**Damir Maderić, dipl. ing.**

Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
damir.maderic@unin.hr

## PRORAČUN KRATKOG PILOTA S PROŠIRENJEM UZ POMOĆ SUVREMENIH RAČUNALA

### CALCULATION OF SHORT LENGTH PILE WITH WIDENING USING MODERN COMPUTERS

*Barchukova T.N., Zavrak N.V.*

Review article

**Abstract:** In this article proposed an algorithm designed to calculate the bearing capacity of soil subgrade and pile foundation. The calculation was made on the base of soil strength and deformation. The program allows to determine the bearing capacity of pile foundation of a short pile with widening (slab at the top) considering composite components of the foundation construction with use of a personal computer (PC).

**Keywords:** algorithm, bearing capacity, pc, short pile, pile with widening

Pregledni rad

**Sažetak:** U ovom članku predložen je algoritam/program za proračun nosivosti podloge temelja i pilota. Proračun je rađen na temelju karakteristika čvrstoće tla i deformacija. Program omogućava proračun nosivosti temelja od kratko pilota s proširenjem uzevši u obzir sastavne dijelove zadane konstrukcije uz pomoć računala.

**Ključne riječi:** algoritam, nosivost, pc, kratki pilot, piloti s proširenjem

## 1. INTRODUCTION

In this article proposed an algorithm designed to calculate the bearing capacity of soil subgrade and pile foundation. The calculation is made on the base of soil strength and deformation. The program allows to determine the bearing capacity of pile foundation of a short pile with widening (slab at the top) considering composite components of the foundation construction with use of a personal computer (PC).

## 2. ASSUMPTIONS AND ALGORITHM OF THE CALCULATION

The numerical implementation of the calculating scheme for short pile with widening by used methodology is reduced to algorithms, which requires the implementation of a large amount of computation. This requires the use of modern computer technology. With the help of a specially compiled program, the algorithm for calculating the short piles with widening was implemented.

The program for calculating a horizontally loaded short pile with widening is based on the consideration of the pile foundation as a foundation structure located on the soil subgrade, characterized by rectangular diagram of coefficient of subgrade reaction at uneven compression in the vertical direction and by triangle diagram in the horizontal direction. In the process of

calculation considered parts of the construction one by one – widening as a slab and a pile. Interference on each other slab on pile taken into account by introducing an additional continuity equation of components movements at their junction.

In the calculation the following assumptions was made:

- Pile and slab are absolutely rigid in comparison to the soil subgrade;
  - Foundation soil is considered as linearly deformable medium characterized by coefficients of subgrade reaction;
  - Coefficient of subgrade reaction at uneven compression of subgrade under the slab in the vertical direction under the entire area of the sole is constant in magnitude;
  - Coefficient of subgrade reaction at uneven slab base compression in the horizontal direction is taken as linear increasing function with depth and intensity of its distribution across the cutting edge assumed to be constant on any horizon;
  - The resistance of the subgrade to the horizontal shear by the slab sole and base of the pile is not considered.
- The calculation scheme of the foundation is shown in Fig. 1.

Calculation of short pile with the widening at the top is made on the basic combination of design loads with load factor equal to one.

The calculation scheme of short piles with widening is shown in Table 1.

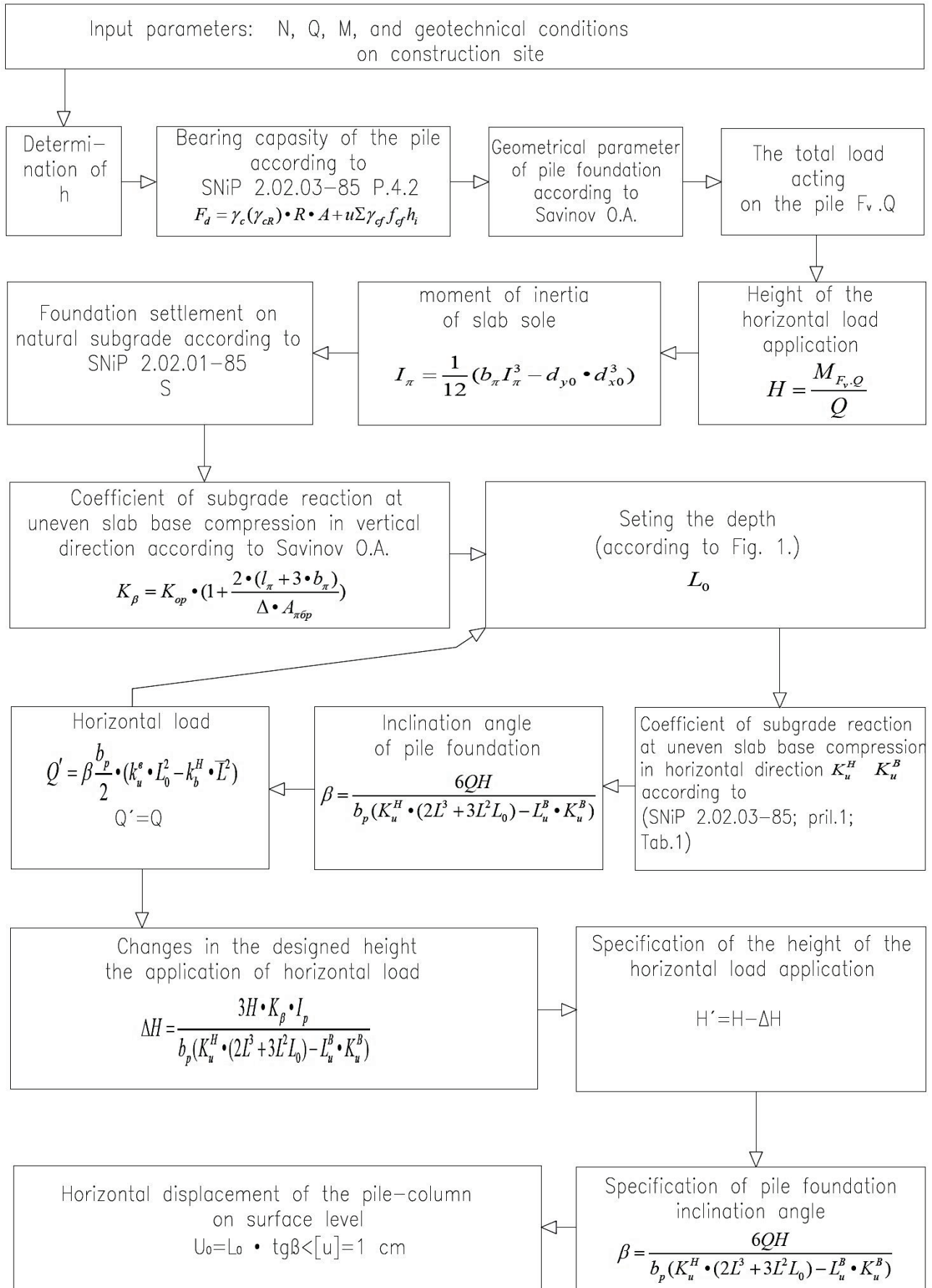


Figure 1. The calculation scheme of short piles with widening



## DIFERENCIJALNA METODA OCIJENIVANJA KARAKTERISTIKA TLA PREMA REZULTATIMA ISPITIVANJA PILOTA

### DIFFERENTIAL METHOD OF ESTIMATION OF SOIL RESISTANCE CHARACTERISTIC ACCORDING TO THE RESULTS OF THE PILE TESTS

*Yuri Tugaenko, Anatoly Tkalic, Michael Marchenko, Ludmila Loginova*

Professional paper

**Abstract:** Piles testing for determination of their bearing capacity performs by applying a load with measurement of the value of settlement on its head. By standard pile test, it is impossible to determine the value of shear resistance along the shaft of a pile and a compression below its toe. The new test procedure allows to determine the values of these characteristics. Tests were performed using equipment for standard pile tests. The essence of the developed method is to use the elastic properties of the soil and pile material to estimate characteristics of soil resistance. For this purpose, instead of the stepwise-increasing method was applied cyclically increasing load. Each stage represents an independent cycle, consisting of the load application, holding it up to the stabilization of strains and unloading stage.

**Keywords:** pile; load; shift; compression; structural strength

Stručni članak

**Sažetak:** Ispitivanja nosivosti pilota provodi se tako da se na glavu pilota aplicira opterećenje te se tijekom tog opterećenja mjeri slijeganje njegove glave. Prema rezultatima standardnih ispitivanja nije moguće odrediti vrijednost smicanja uzduž podzemnog djela oplošja pilota a niti kompresiju ispod vrha. Nova, predložena u ovom radu, metoda ispitivanja omogućuje određivanje tih traženih karakteristika. Ispitivanja se provode uz pomoć standardne opreme koja se koristi za ispitivanje pilota. Suština razrađene metode je u korištenju elastičnih svojstava tla i materijala pilota za određivanje parametara čvrstoće tla. Sukladno tome, umjesto stupnjevito rastućeg opterećenja primjenjuje se ciklički rastuće opterećenje. Svaki stupanj je zapravo samostalni ciklus koji se sastoji od nanošenja opterećenja, njegovog zadržavanja do trenutka stabilizacije slijeganja te rasterećenja.

**Ključne riječi:** opterećenje, pilot, strukturna čvrstoća, tlak

## 1. INTRODUCTION

Pile is deep foundation construction that transfer the load from the construction deep into the soil massif. Its bearing capacity is determined by sum of shear resistance along the shaft surface and compression under the pile toe.

According to Ukraine current regulations, a preliminary value of the maximum load on the pile calculate by using tabulated values of shear and compression resistance, depending on the composition and condition of soil. Calculated values must be adjusted according to results of pile tests in natural conditions. Control tests of piles on construction site performs on 0.5% of piles, but at least on two. The current standard requires determination of the pile ultimate load without taking into account soil resistance characteristics.

In the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture was developed a new test method that allows to determine the resistance characteristics of soils using standard equipment for static tests. Its essence is in considering of elastic properties of reinforced concrete piles to determine the limits of soil resistance.

## 2. METHODOLOGY

Pile surrounded by soil, which is compacted in the process of its installation. The shear resistance by surface of the pile shaft limits compressed portion of the pile length. Therefore, each stage of load corresponds to a certain portion of the pile length, in which its elastic deformation observed. With increasing of load, compressed portion of length increases. Increasing of pile length portion  $\Delta l_{f,i}$  from the next stage is influenced by the respective load increment  $\Delta P_i$ . This happens because at the higher interval of shaft length value of limit shear resistance are preserved, which proved earlier by field studies [1; 2].

Elastic deformation consist of two parts - elastic and viscoelastic. Groundwater environment surrounding pile shaft is viscoelastic. The elastic part of the deformation disappears at once, almost immediately after removal of the load, but reduction of viscoelastic component continues for a long time [3].

In the New method, changes in technology of the load application are proposed. Instead of stepwise increasing, provided by current standard methodology applied cyclically increasing load. Each stage is an independent



cycle consists of load applications, its keeping to the stabilization of settlement and unloading stage. At each stage total and residual value of settlement is measured. According to its difference, elastic part of pile settlement is determined. Dependence of instant-elastic deformation on the load measured during 10 - 15 minutes after its removal is used in applied technique.

According to the test results we get graph of elastic component settlement in dependence of load  $s_y = f(P)$ . Graph consists of two branches: first describes the elastic compression of pile shaft, second - is the sum of an elastic compression of pile shaft and the compression below the toe. Breakpoint corresponds to load equals to limit shear resistance  $P_f$  along the underground pile shaft surface  $A_f$ . The resulting relationship is the starting point for estimation of the soil resistance characteristics. Starting point is displaced from the start of the axes, since it does not take into account viscoelastic deformation of the elastic component.

Elastic component in dependence of pile top settlement on load is the result of an elastic compression of pile shaft. The length of the compressed portion by depth  $l_f$  depends on the magnitude of the applied load  $P_i$  and soil shear resistance  $f_i$  on pile shaft interface with soil  $A_f$ . The lower is shear resistance, the greater the length of the compressed portion.

In the practice of studies of stress-strain state of the pile-soil system two methods to estimate the shear resistance are used: integral and differential. By integral method we get the mean value of the shear resistance across the surface. With this purpose performs pulling out tests of pile using stamp piles, et al. [4]. By differential method, we get shear resistance in some parts of the length of the pile shaft when applied tensile piles, tensor instruments, strain gauge et al. [4; 5].

## 2.1. Determination of shear resistance of the pile shaft surface

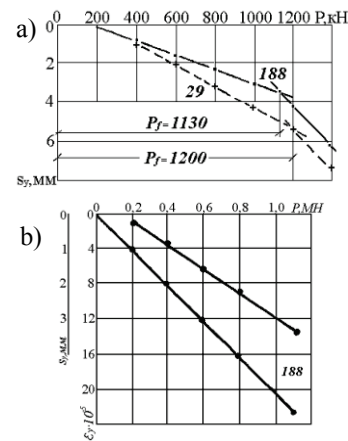
Using the procedure of cyclically - increasing load, shear resistance along the shaft surface can be estimated as mean value of  $f$  along the pile and in some areas of its length  $\Delta f_i$ . The mean value of the shear resistance is equal to the quotient of the load  $P_f$  and the surface area of the shaft surface  $A_f$ , formula 1:

$$F = \frac{P_f}{A_f} \quad (1)$$

The limit load  $P_f$  determined by the intersection of the first and second branch of elastic component of its settlement in the graph of load dependence, Fig. 1.

The shear resistance of any portion of the shaft length can be determined by the values of either the elastic modulus of the pile material, or the strain in its elastic compression.

## 2.2. Estimation of shear resistance using elastic modulus values



**Figure 1.** a) Graphs of settlement elastic component dependence on the load; b) Graphs of elastic settlement ( $s_y$ ) and the relative deformation ( $\epsilon_y$ ) dependence on the load. The numbers shown numbers of piles on construction site.

The modulus of elasticity of reinforced concrete piles at a load equal to the limit shear strength  $P_f$  is determined by the formula 2:

$$E_y = 0,5 \cdot \frac{P_f \cdot l_f}{d^2 \cdot s_y} = \sigma_{cp} \cdot \frac{l_f}{s_y} \quad (2)$$

where:  $P_f$  - load equal to the limit of shear resistance by the pile shaft surface;  $l_f$  - the length of the underground part of the pile;  $d^2$  - its cross-section area;  $s_y$  - elastic component of settlement, at a load  $P_f$ ;  $\sigma_{cp} = 0,5 \cdot P_f / d^2$  - average stress value in the cross section a pile.

Taking assumption about equality of elasticity modulus within the pile length, we can determine the length of the compressed portion length of each load stage by Equation 3:

$$l_{f,i} = \frac{E_y \cdot s_y}{\sigma_{cp}} \quad (3)$$

## 2.3. Estimation of shear resistance using the values of relative deformation

The strain of the pile shaft elastic compression at the limit shear resistance along its surface is determined by the ratio of the elastic settlement and pile length by formula 4:

$$\epsilon_y = \frac{s_y}{l_f} \quad (4)$$

By the obtained data, we can draw the graph of dependence of the elastic settlement and strain on load (Fig.1.b). For the elastic component of settlement graph is drawn using the results of measurements at every stage of the loading, and for the strain - with two points: the origin and end value of  $P_f$ . By the graphs on Fig. 1b the

length of the compressed portion is defined for any load  $P_i$  by formula 5:

$$l_{f,i} = \frac{S_{y,i}}{\varepsilon_{y,i}} \quad (5)$$

Using formula (5) graph  $l_f = f(P)$  can be drawn, by which value of the limit shear resistance is determined at any portion of the length of the pile shaft  $\Delta l_{f,i}$  by the formula 6:

$$\Delta f_i = \frac{\Delta P_f}{\Delta l_{f,i}} \cdot u \quad (6)$$

where:  $u$  is perimeter of the pile.

According to the obtained values graph of changes in shear strength along the length of the pile shaft can be drawn.

As examples two pile test results are given, with cross sections 0.35 x 0.35 m and length 16.0 m and 15.0 m in Ilyichevsk city and the Yuzhni city of Odessa region [4; 10]. Parameters of soil properties based on investigation in situ presented in Table. 1, and the geological structure in Fig. 2, b, d. Geological column shown from the bottom level of the construction pit with depth of 3.5 and 1.0 m.

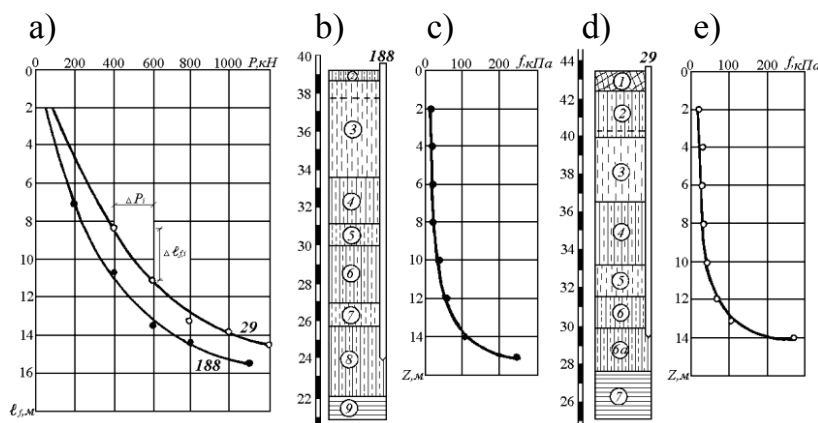
**Table 1.** Parameter of soil properties of loess soil strata

No	Type of soil	$\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	$\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>	$w_L$ -	$w_P$ -	$S_r$ -	$E_s$ MPa	$\varphi,^\circ$	$c_s$ kPa
Ilyichevsk city of Odessa region (pile No 188)									
2	loam	2,69	1,44	0,34	0,21	0,68	14/8	22	22
3	sandy loam	2,67	1,40	0,25	0,18	0,81	4	17	8
4	loam	2,68	1,42	0,33	0,21	0,72	13	22	22
5	sandy loam	2,67	1,40	0,26	0,18	0,80	4	17	8
6	loam	2,68	1,41	0,30	0,20	0,62	10	17	15
7	sandy loam	2,67	1,40	0,25	0,18	0,80	4	17	8
8	loam	2,72	1,53	0,38	0,23	0,80	16	23	25
9	clay	2,73	1,63	0,40	0,22	0,81	23	19	50
Yuzhni city of Odessa region (pile No 29)									
2	loam	2,70	1,50	0,33	0,21	0,68	12/8	20	24
3	sandy loam	2,69	1,46	0,28	0,20	0,93	4	20	6
4	loam	2,70	1,61	0,34	0,22	0,96	13	18	23
5	sandy loam	2,69	1,54	0,28	0,20	0,87	7	15	9
6;6a	loam	2,72	1,57	0,42	0,26	0,93	14	21	35
7	clay	2,73	1,55	0,46	0,27	0,93	20	18	30

Note: The soil surrounding the piles is loess soil strata composed of loam and sandy loam with a high level of groundwater.

The measurement results of the elastic settlement component in dependence on load are shown in Table. 2. By the obtained data graphs of dependencies are drawn in Figure 1.

The elastic deformation along the length of pile shaft is uneven and depends on the shear resistance of the soil layers, which the pile passed. When the load increments are equal in layers with lower shear resistance increment of compressed length portion is greater than in the layers with large values. Fig. 2a. shows the dependence of the compressed length portion on the load.



**Figure 2.** Determination of shear resistance along the pile length: a) Graphs of the elastic-compressed length portion dependence on the load; b), d) Engineering - geological structure of construction sites; c), e) graphs of shear strength variations in depth for piles No 188 and 29. The dotted line shows groundwater level.

From the graph on Fig. 2, it can be determine the shear strength anywhere on the length of the pile shaft by the formula 5. On Fig. 2, c), e). Given its values along the pile length determined by the results of investigation.

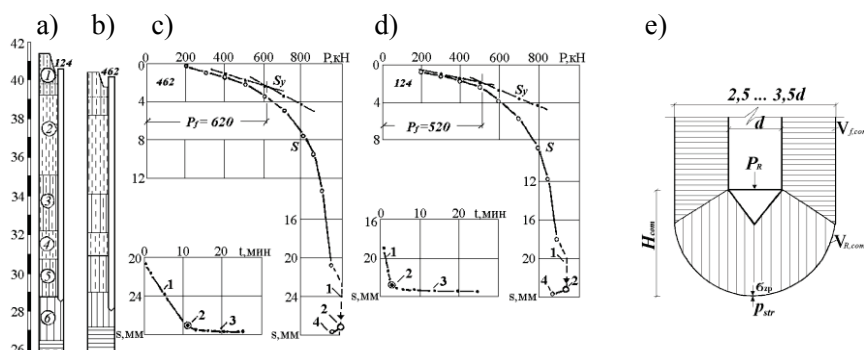
## 2.4. Estimation of ultimate compressive strength and structural strength

The pile shaft, after it installation is surrounded by compacted soil around the shaft and the compacted core under the toe. The scheme of the soil state of the lower part is shown in Figure 3c). When the load exceeds the limit shear resistance at the side surface,  $P > P_f$ , there are elastic and permanent deformations below the pile toe. In clay soils in process of compacted core formation occurs increase in the density of the soil skeleton and the reduction of structural strength, which value is lower than in natural soil [6]. That is why, the residual strain occurs within the compacted core until the load at which stress at the boundary of the compacted zone are equilibrated with structural strength of the surrounding soil. For the loess sandy loam and loam the depth of compacted core  $H_{com}$  is in range 1,9 - 2,0  $d$  [7 - 10; 12]. Then the stress at the lower boundary of the compacted zone will be equal to:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot \frac{P_R}{d^2} \quad (7)$$

where:  $\alpha$  - coefficient taking into account change of additional pressure in the ground by depth (Fig. 3e) its value is defined by the DBN [13].

Soil testing by piles with the application of vertical pressed and pull out loads performed on four location of the construction site of residential buildings on crossing of the Zatonsky str. and Crimean Boulevard in Odessa. Piles with a cross section of 0.35 m and a length of 12.0 m were tested.



**Figure 3.** Test results of soil by piles with vertical compressive load: a), b) Engineering - geological profile sections of the test piles; c) and d) Graphs of settlement dependence on load. 1. Pile 'jump' failure. 2. Completion of pumping the oil into chamber of the jack. 3. Process of load reduce and strain stabilization. 4. The load counterbalanced by the resistance of the soil; e) Groundwater level after pile installation.  $V_{f,com}$  - the volume of compacted soil around the pile shaft.  $V_{R,com}$  - compacted soil core below the pile toe.

Structural strength is equal to the voltage at the border of the compacted core of the limit value of the load on the tip of the pile  $P_R$ . The results of determinations are shown in Table. 4.

**Table 2.** Parameters of pile shaft and soil deformation

No of a pile	$P$ , MN	$s_{yy}$ , cm	$\ell_{fi}$ , cm	$\Delta P_i$ , kN	$\Delta \ell_{fi}$ , cm	$f_i$ , kPa
Ilyichevsk city of Odessa region						
188	0,2	0,029	699	200	699	20,4
	0,4	0,085	1052	200	353	40,5
	0,6	0,16	1336	200	284	50,3
	0,8	0,226	1419	-	-	-
	1,13	0,346	1540	530	204	185,6
					1540	1130
Yuzhni city of Odessa region						
29	0,4	0,103	822	400	822	34,8
	0,6	0,210	1144	200	322	44,4
	0,8	0,319	1312	200	168	85,0
	1,0	0,420	1382	-	-	-
	1,2	0,527	1440	400	128	223,2
						1440

The geological structure on the two test sites on opposite sides of the site are shown in Fig. 3, a) and b), while parameters of soils shown in the Table. 3. The groundwater level in the test period was at the depth of 1.8 m below soil surface (0.4 - 0.6 m below the bottom of the construction pit).

According to the research the values of limit load  $F_u$  and structural strength  $p_{str}$  of bearing soil layer are determined. To this purpose, after reaching the critical load at its constant value there is undamped increase of settlement, the load is maintained until reaching 5.0 - 7.0 mm of settlement value, and then pumping oil into the jack stops. As a result of stress relaxation significantly reduced the duration of the deformation stabilization. The value of the load after reaching equilibrium is a limit value and counterbalanced with sum of shear resistance along the shaft surface ( $P_f$ ) and compression below the pile toe ( $P_R$ ) and is determined by the formula 8:

$$F_u = P_f + P_R \quad (8)$$

**Table 3.** Parameters of soil properties

No	Soil type	$\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	$\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>	$w_L$ -	$w_P$ -	$S_r$ -	$E_s$ MPa	$\phi$ , °	$c$ , kPa
Odessa city (pile No 24 and 624)									
1	loam	2,70	1,41	0,32	0,20	0,62	6	18	15
2	sandy loam	2,69	1,38	0,27	0,19	0,79	3	15	6
3	loam	2,69	1,53	0,29	0,17	0,78	7	17	18
4	sandy loam	2,70	1,52	0,28	0,19	0,80	5	16	9
5	loam	2,71	1,57	0,33	0,18	0,82	10	19	24
6	loam	2,71	1,59	0,35	0,19	0,85	12	20	36
7	clay	2,73	1,58	0,40	0,21	0,90	15	20	41

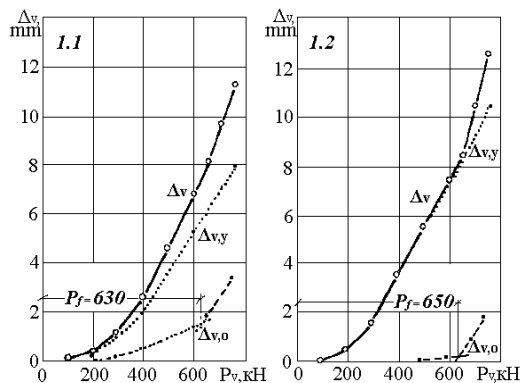
**Table 4.** Soil resistance properties by pile tests

No of pile	$P_{lim}$ kN	$P_{sp.}$ kN	$F_{ub}$ kN	$P_f$ kN	$P_R$ kN	$P_R/d^2$ kN	$P_{str.}$ kN	$P_{str.ep.}$ kPa
124	900	950	880	520	360	2939	317	293
404	850	900	850	580	270	2204	238	
462	950	1000	950	620	330	2694	291	
129	900	950	930	570	370	3020	326	

## 2.5. Reliability of soil resistance characteristics according to soil tests by piles with cyclically - increasing load method

The reliability of the applied method for determining the average value of the shear resistance along shaft surface was confirmed by results of tests on piles with compression and pull out load [4].

Tests on vertical pulling load performed close to pile No 462 was made twice, Fig. 4. For the first time in 11 days after an installation and again after an interval of 12 days. The test results are shown in Table 5.



**Figure 4.** The results of pile testing on the vertical pull out load: 1.1 - the first test; 1.2 – repeated test

**Table 5.** The shear resistance along pile shaft surface

No of Building	No of pile	$P_f$ , kN	$l_f$ , m	$A_{f_s}$ m <sup>2</sup>	$P_f + G_{cb}$ kN	$P_f - G_{cb}$ kN	$f_{cp.}$ kPa
3	124	520	11,67	16,3	555	-	34
3a	404	580	11,58	16,2	615	-	38
7	462	620	11,38	15,9	655	-	41
8	129	560	11,56	16,2	595	-	37
7	1.1	630	11,52	16,1	-	595	37
7	1.2	650	11,52	16,1	-	615	38

Notes:  $P_f$  - limit load counterbalanced by lateral surface of the pile;  $l_f$  and  $A_f$  - length and area of the underground part of the pile lateral surface;  $G_{sv}$  - pile weight of 35 kN;  $f_{sr.}$  - average value of shear resistance along the lateral surface

Research are performed by the method of cyclically increasing load. When tested on pull out load tensile force taken by reinforcement of the pile in the elastic deformation stage. At the first test, there were considerable residual deformation, which can be explained by the appearance of micro-cracks in the pile concrete at the contact with the reinforcement when the pull out load was applied.

At repeated testing the residual deformation was part of a millimeter. The dependence of the residual strain on the load has two branches. First describes joint deformation of reinforcement and pile concrete, and second defines pile pulling out of the soil. Their intersection fixes the load corresponding to the beginning of pile "pulling out" of soil. Resulting load value minus the weight of the pile determines the limit value pull out load, by which was determined average value of shear resistance along the surface of the pile shaft. The results are shown in Table 5. The discrepancy between the results of the limit shear resistance along the shaft surface by the results of compress and pull out tests of two adjacent piles was about 8%.

## 3. CONCLUSION

1. Method of cyclically - increasing load allow to determine a number of parameters of the stress-strain state of the pile - soil subgrade system

2. Its application is possible using standard equipment and requires no additional equipment and measuring systems.

3. The validity of the results verified by field investigations.

#### 4. REFERENCES

- [1] Novozhilov, G. F.; Platonov, Ju. N.: Ispytanija tenzometricheskikh svaj v razlichnyh gruntovyh uslovijah Leningrada, Proektirovanie i vozvedenie fundamentov transportnyh zdaniy i sooruzhenij iz svaj i obolochek v slozhnyh gruntovyh uslovijah, Tezisy dokladov nauchno-tehnicheskogo seminar, Leningrad, 1974, 56–60
- [2] Rabotnikov, A. I.; Kovanev, B. M.; Nahmurov, A. N.: O soprotivlenii grunta po bokovoj poverhnosti i pod pjatoj buronabivnoj svai, Proektirovanie i vozvedenie fundamentov transportnyh zdaniy i sooruzhenij iz svaj i obolochek v slozhnyh gruntovyh uslovijah, Tezisy dokladov nauchno-tehnicheskogo seminar, Leningrad, 1974, 39–42
- [3] Ermolaev, N. N.; Prokudin, I. V.: Osnovnye napravlenija razvitija i zadachi nauki po dinamike osnovanij i fundamentov, Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij Ministerstva vysshego i srednego special'nogo obrazovanija SSSR, Stroitel'stvo i arhitektura, №1, (1976) 3–20
- [4] Grigorjan, A. A.: Svajnye fundamenty zdaniy i sooruzhenij na prosadochnykh gruntah, Strojizdat, Moskva, 1984
- [5] Trofimenkov, Ju. G.; Baholdin, B. V.; Shvec, V. B.; Mariupol'skij, L. G.; Rabotnikov, A. I.; Alekseev, A. I.; Lobov, O. I.: Sovershenstvovanie metodov opredelenija nesushhej sposobnosti svaj, Trudy k VIII Mezhdunarodnomu kongressu po mehanike gruntov i fundamentostroeniju, Moskva, 1973, 150–161
- [6] Tugaenko, Yu. F.; Marchenko, M. V.: Nekotorye osobennosti razvitija deformacij v osnovanijah opytnykh fundamentov, Inzhenernaja geologija, №3, (1988) 46–54
- [7] Arshakuni, D. E.; Nagornyh, I. M.; Golubkov, V. N.; Tugaenko, Yu. F.: Issledovanija sovmestnoj raboty zabivnykh korotkikh svaj s gruntami osnovanija, Transportnoe stroitel'stvo, № 4. (1974) 41–42
- [8] Grigorjan, A. A.; Mamonov, V. M.: O rabote visjachej svai v prosadochnom grunte, Sbornik dokladov i soobshhenij po svajnym fundamentam, Moskva, 1968, 246–252
- [9] Golubkov, V. N.: Osnova celenapravlenogo proektirovanija svajnykh fundamentov uplotnenija, Raschet i proektirovanie svaj i svajnykh fundamentov. Trudy II Vsesojuznoj konferencii: «Sovremennye problemy svajnogo fundamentostroenija v SSSR», Perm', 1990, 14–15
- [10] Tugaenko, Yu. F.: Processy deformirovanija gruntov v osnovanijah fundamentov, svaj i svajnykh fundamentov, Astroprint, Odessa, 2008
- [11] Rabotnikov, A. I.; Korjakin, V. S.: Issledovanija deformacii lessovykh gruntov v skvazhinah shtampami, Mezhdomstvennyj Respublikanskij nauchnyj sbornik. Osnovanija i fundamenty, Kiev, Vyp.2, (1969) 77– 80
- [12] Tugaenko, Yu. F.; Novskij, A. V.; Tklich, A. P.; Vasilevskaja, L. A.: Differencial'nyj podhod k ocenke povyshenija sil trenija po bokovoj poverhnosti svaj vo vremeni, Zbirnik naukovih prac' (galuzeve mashinobuduvannja, budivnictvo), Poltava, Vip. 19., (2007) 114–120
- [13] Osnovi ta fundamenti sporud. Osnovni polozhennja proektuvannja: DBN V.2.1-10-2009. Zmina 1. Pali i pal'ovi fundamenti. - [Chinnij vid 2011-07-01]. - Kiev, Minbud Ukraïni, 2011, - 56 s. 116.

#### Author contact:

**Yuri Tugaenko, Prof. Dr. Tech. Sci.**  
Odessa State Academy  
of Civil Engineering and Architecture  
65029 Odessa, Didrihsona 4, Ukraine

**Michael Marchenko, PhD.**  
Odessa State Academy  
of Civil Engineering and Architecture  
65029 Odessa, Didrihsona 4, Ukraine

**Anatolij Tklich, PhD.**  
Odessa State Academy  
of Civil Engineering and Architecture  
65029 Odessa, Didrihsona 4, Ukraine

**Ludmila Loginova, PhD**  
Odessa State Academy  
of Civil Engineering and Architecture  
65029 Odessa, Didrihsona 4, Ukraine  
e-mail: milalloginova@ukr.net

# LEGALIZACIJA NEZAKONITO IZGRAĐENIH ZGRADA

## LEGALIZATION OF ILLEGALLY CONSTRUCTED BUILDINGS

*Jure Tomić*

Stručni rad

**Sažetak:** Članak obrađuje postupke i radnje potrebne da bi se izvršila legalizacija nezakonito izgrađenih zgrada. Zbog mnogobrojnih razloga je došlo do izgradnje zgrada koje su napravljene bez valjane ili nikakve dokumentacije. Novim Zakonom o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama je formiran smjer urbanističkih procesa za budućnost, ali glavna svrha ovog zakona je rješavanje nagomilanih prostorno-urbanističkih problema nastalih neodgovornim ponašanjem gradnje objekata u prošlosti. Tim se Zakonom uređuju uvjeti, postupak i pravne posljedice uključivanja u pravni sustav nezakonito izgrađenih zgrada uvažavanjem prostornih, socijalnih, gospodarskih i tehničkih zahtjeva. U radu je opisan cjeloviti postupak legalizacije nezakonito izgrađenih zgrada.

**Ključne riječi:** Zakon o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama, geodetski snimak, DOF5/2011, građevinska dozvola, doprinosi, rješenje o izvedenom stanju

Professional paper

**Abstract:** The article deals with the processes and activities needed to carry out the legalization of illegally constructed buildings. Because of the many reasons there has been a building structure that are made without a valid or no documentation. The new Act on the Treatment of illegally constructed buildings was formed bearing zoning process for the future, but the main purpose of this law is to resolve the accumulated spatial planning problems caused by irresponsible behavior of building structures in the past. The Act regulates the conditions, procedures and legal consequences of involvement in the legal system of illegal buildings, taking into account the physical, social, economic and technical requirements. The paper describes the complete process of legalization of illegally constructed buildings.

**Keywords:** The law on the treatment of illegally constructed buildings, geodetic survey, DOF5 / 2011, building permits, contributions, a decision on the derived condition

### 1. UVOD

Zakonom o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama [1] uređuju se uvjeti, postupak te pravne posljedice uključivanja nezakonito izgrađenih zgrada u pravni sustav Republike Hrvatske. Zakonom je regulirano da se nezakonito izgrađena zgrada ozakonjuje donošenjem rješenja o izvedenom stanju. Za donošenje toga rješenja nadležno je upravno tijelo jedinice područne (regionalne) odnosno lokalne samouprave koje inače obavlja poslove izdavanja akata za provođenje dokumenata prostornog uređenja i građenje. Da bi ovo upravno tijelo donijelo spomenuto rješenje potrebno je pripremiti niz geodetsko-arhitektonskih elaboriranih dokumenata. Nezakonito izgrađenom zgradom u smislu ovoga Zakona smatra se zgrada, odnosno rekonstruirani dio postojeće zgrade izgrađene bez akta kojim se odobrava građenje, odnosno protivno tom aktu, vidljiva na digitalnoj ortofoto karti u mjerilu 1:5000 Državne geodetske uprave izrađenoj na temelju aerofotogrametrijskog snimanja Republike Hrvatske započetog 21. lipnja 2011. (u daljnjem tekstu: DOF5/2011), na kojoj su izvedeni najmanje grubi konstruktivni građevinski radovi (temelji sa zidovima, odnosno stupovima s gredama i stropom ili krovnom

konstrukcijom) sa ili bez krova, najmanje jedne etaže. Također rekonstruirani dio postojeće zgrade izgrađen bez akta kojim se odobrava građenje, odnosno protivno tom aktu na kojoj su izvedeni najmanje grubi konstruktivni građevinski radovi (temelji sa zidovima, odnosno stupovima s gredama i stropom ili krovnom konstrukcijom) sa ili bez krova, najmanje jedne etaže, koja nije nedvojbeno vidljiva na DOF5/2011 ako je vidljiva na drugoj digitalnoj ortofoto karti Državne geodetske uprave izrađenoj na temelju aerofotogrametrijskog snimanja do 21. lipnja 2011. ili je do tog dana evidentirana na katastarskom planu ili drugoj službenoj kartografskoj podlozi, a o čemu tijelo nadležno za državnu izmjeru i katastar nekretnina na zahtjev stranke izdaje uvjerenje. Građevine izgrađene do 15. veljače 1968. nije potrebno legalizirati ukoliko iste nisu rekonstruirane ili dograđivane nakon tog datuma. Uvjerenje o vremenu evidentiranja takve građevine izdaju katastarski ured, odnosno Središnji ured Državne geodetske uprave na temelju podataka s kojima raspolažu (katastarski operat, katastarski plan, posjedovni list, Hrvatska osnovna karta, snimke iz zraka). Ukoliko takvih podataka nemaju uvjerenje može izdati nadležno upravno tijelo. Sastavni dio tog uvjerenja je snimka postojećeg stanja građevine i preslika katastarskog plana s ucrtanom

građevinom ili geodetski situacijski nacrt stvarnog stanja za izgrađenu građevinu, te zahtjev za izdavanje uvjerenja.

Prethodnim zakonima za legalizaciju nezakonito izgrađenih zgrada kao što je Zakon o prostornom uređenju i gradnji iz 2007. god. i dr., nije bilo moguće legalizirati objekte koji nisu bili u skladu s prostornim planom i GUP-om, što je ovim Zakonom omogućeno. Također se plaćala posebna upravna pristojba koja je iznosila 50% (2010.god. smanjena na 30%) komunalnog doprinosa, koju je zamijenila naknada za zadržavanje zgrade u prostoru. Iznosi plaćanja posebne upravne pristojbe, te komunalnog i vodnog doprinosa bili su višestruko veći. Novim Zakonom je omogućena i legalizacija zgrada koje se nalaze na dvije ili više katastarskih čestica, pa čak i ako je dio zgrade na susjedovoj čestici ukoliko nije prijavljeno građevinskoj inspekciji do 21. lipnja 2011. godine. Sada je moguće legalizirati zgradu na kat. čestici koja ne mora imati ni prilazni put. To su neke od osnovnih razlika.

Razlika Zakona o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama iz 2012. i Zakona iz 2011. god. je sljedeća:

- primjena Zakona se proširuje na sve zgrade na kojima su izvedeni najmanje grubo konstruktivni građevinski radovi (temelji sa zidovima, odnosno stupovima s gredama i stropom ili krovnom konstrukcijom) sa ili bez krova, najmanje jedne etaže,
- uređuje se pitanje dovršenja zgrada koje su ozakonjuju kao nedovršene,
- primjena Zakona se proširuje na druge građevine koje neposredno služe za uporabu nezakonito izgrađene zgrade, odnosno postojeće zgrade ili odvijanje tehnološkog procesa u zgradi,
- omogućava se ministru nadležnom za graditeljstvo i prostorno uređenje donošenje nalogom kojim se uređuje način rada u tijelima državne uprave, tijelima jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave i pravnim osobama koje imaju javne ovlasti u vezi s provedbom Zakona,
- primjena Zakona se proširuje na zgrade izgrađene na svim površinama izvan građevinskog područja u zaštićenom obalnom području mora, na svim kategorijama poljoprivrednog zemljišta u gospodarskim i zaštitnim šumama te šumama s posebnom namjenom, te pod određenim uvjetima na zgrade izgrađene, unutar određenih zaštićenih područja prirode ili na vodnom dobru i na zgrade koje su registrirane kao pojedinačno kulturno dobro,
- omogućava se upravnim tijelima nadležnim za donošenje rješenja o izvedenom stanju pristup ortofoto karti (DOF5) u mjerilu 1:5000 Državne geodetske uprave izrađenoj na temelju aerofotogrametrijskog snimanja Republike Hrvatske od 21. lipnja 2011.,
- pojednostavljuje, skraćuje i podrobnije se uređuje postupak donošenja rješenja o izvedenom stanju,
- produžuje se rok za podnošenje zahtjev za donošenje rješenja o izvedenom stanju do 30. lipnja 2013., osim za za ozakonjenje nezakonito izgrađene zgrade za koju je građevinski inspektor donio rješenje za

uklanjanje do dana stupanja na snagu ovoga Zakon podnosi se najkasnije do 31. prosinca 2012. i po proteku toga roka ne može se više podnijeti,

- smanjuju se troškovi ozakonjenja zgrade za investitora, te se njihovo plaćanje uređuje na način da svi troškovi ne moraju biti podmireni prije donošenja rješenja o izvedenom stanju,
- omogućava se prijenos nadležnosti za donošenje rješenja o izvedenom stanju s jednog upravnog tijela na drugo u slučajevima u kojima nadležno upravno tijelo nije u mogućnosti riješiti zahtjev u razumnom roku,
- prenosi se nadležnost za donošenje rješenja o naknadi za zadržavanje nezakonito izgrađene zgrade u prostoru i za praćenje njihova izvršenja sa upravnog tijela županije, odnosno velikog grada nadležnog za poslove prostornog uređenja na upravno tijelo jedinice lokalne samouprave nadležno za poslove komunalnog gospodarstva,
- smanjuje se broj kriterija za obračuna iznosa naknade, smanjuje se iznos naknade te se pojednostavljuje postupak izračuna naknade,
- briše se zabrana otuđenja nezakonito izgrađene zgrade i zemljišta na kojemu je izgrađena takva zgrada te se uređuje postizanje valjanosti ugovora i akata donijetih protivno toj zabrani.

U članku je obrađen postupak legalizacije po novom Zakonu o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama [1].

## 2. OSNOVNI UVJETI OZAKONJENJA OBJEKTA

Pod uvjetima i u postupku propisanom ovim Zakonom ozakonjuje se nezakonito izgrađena zgrada koja je izgrađena u skladu s prostornim planom, odnosno danom podnošenja zahtjeva ili na dan donošenja rješenja o izvedenom stanju rješenja o izvedenom stanju te nezakonito izgrađena zgrada koja je izgrađena protivno tom planu, ako njezino ozakonjenje nije isključeno člankom 6. Zakona [1].

Na nezakonito izgrađenoj zgradi mogu se, protivno prostornom planu, ozakoniti najviše dvije etaže od kojih je zadnja potkrovlje, osim ako odlukom predstavničkog tijela jedinice lokalne samouprave nije određen veći broj etaža. Ako prostornim planom ili odlukom za određeno područje nije propisan broj etaža zgrade koji se može izgraditi, ozakoniti se može najviše četiri etaže. Nezakonito izgrađena zgrada ne može ozakoniti ako se nalazi na području zaštićene prirodne vrijednosti koje su proglašene zaštićenima, a odnose se na zaštitne kategorije, područja koja su od višeg interesa za društveni razvoj, odnosno područja koje je prostornim planom uređenja općine, grada i velikog grada, Prostornim planom Grada Zagreba ili generalnim urbanističkim planom, određeno kao:

- površine izvan građevinskog područja u nacionalnom parku, parku prirode, regionalnom parku, park-šumi, strogom rezervatu, posebnom rezervatu, spomeniku prirode i spomeniku parkovne

arhitekture, osim za nezakonito izgrađene zgrade unutar tradicijske naseobine,

- planirani ili istraženi koridori i površine prometnih, energetskih i vodnih građevina od važnosti za Republiku Hrvatsku te jedinice područne (regionalne) i lokalne samouprave, osim zgrada za koje nadležno tijelo za upravljanje tom građevinom izda potvrdu da je izgrađena u skladu s posebnim uvjetima koje to tijelo utvrđuje u postupku izdavanja lokacijske dozvole, odnosno rješenja o uvjetima građenja,
- planirani ili istraženi koridori i površine komunikacijskih građevina od važnosti za Republiku Hrvatsku te jedinice područne (regionalne) i lokalne samouprave, osim zgrada za koje nadležno tijelo također izda potvrdu sukladno uvjetima u prethodnoj točki,
- površine javne i društvene namjene unutar građevinskih područja naselja za sadržaje upravnih, socijalnih, zdravstvenih, predškolskih, obrazovnih, komunalnih, sportskih, kulturnih i vjerskih funkcija, osim nezakonito izgrađene zgrade na tim površinama koje su u skladu s tom namjenom,
- izdvojeno građevinsko područje izvan naselja koje je prostornim planom predviđeno za gospodarsku namjenu (proizvodnja, ugostiteljstvo i turizam, sport) i groblja, osim za nezakonito izgrađene zgrade unutar tog područja koje su u skladu s tom namjenom
- područje posebne zaštite voda – zona sanitarne zaštite vode za piće u kojoj je prema posebnim propisima zabranjeno građenje zgrada za kakvu je podnesen zahtjev za donošenje rješenja o izvedenom stanju kojim bi se ugrozio ekološki i vodni potencijal,
- eksploatacijsko polje mineralne sirovine, osim zgrada izgrađenih na eksploatacijskom polju nafte, plina ili geotermalnih voda.

Nezakonito izgrađena zgrada se također ne može ozakoniti ako se nalazi na područjima primjene posebnih nacionalnih i internacionalnih pravilnika ili kulturne baštine:

- unutar arheološkog nalazišta ili zone, prostornih međa nepokretnog kulturnog dobra ili kulturno-povijesne cjeline koja je upisana u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske ili ako je rekonstruirani dio pojedinačnog nepokretnog kulturnog dobra upisanog u taj Registar, osim zgrade za koju javnopravno tijelo nadležno za poslove zaštite kulturne baštine izda potvrdu da je izgrađena u skladu s posebnim uvjetima koje to tijelo na temelju posebnih propisa utvrđuje u postupku izdavanja lokacijske dozvole, odnosno rješenja o uvjetima građenja,
- na području upisanom u listu svjetske baštine UNESCO-a,
- na postojećoj površini javne namjene, pomorskom dobru ili vodnom dobru, osim zgrade izgrađene na vodnom dobru uz suglasnost Hrvatskih voda

Nezakonito izgrađena zgrada ne može se ozakoniti u slučaju kada ne udovoljava tehničkim uvjetima i ako je izgrađena:

- na međi sa drugom građevnom česticom planiranom za građenje zgrade ako na pročelju koje se nalazi na međi ima otvor (prozor, vrata, otvor za prozračivanje, balkon, loggiu i sl.) ili istaku koja prelazi na drugu građevnu česticu,
- kao sklop trajno povezan s tлом (kamp-kućica, kontejner i sl.), odnosno na način i od materijala kojima se ne osigurava dugotrajnost i sigurnost korištenja (baraka i sl.)

Da bi se pristupilo samom postupku građani su trebali predati zahtjev za donošenje rješenja o izvedenom stanju za ozakonjenje nezakonito izgrađene zgrade do 30. lipnja 2013. osim objekata sa Rješenjem za rušenje kod kojih je rok bio do 31.12.2012. godine. Zahtjev se predaje u upravni odjel nadležan za izdavanje akata za gradnju na području na kojem se građevina nalazi. Zahtjevu je trebalo priložiti određenu dokumentaciju. Vrsta dokumentacije ovisi o kategoriji u koju građevina pripada. Ukoliko se ne posjeduje nikakva dokumentacija predaje se samo ispunjen obrazac sa osobnim podacima i podacima o katastarskoj čestici na kojoj se zgrada nalazi.

Ukupno je zaprimljeno 822 335 zahtjeva za legalizaciju nezakonito izgrađene zgrade.

### 3. POSTUPAK OZAKONJENJA ZGRADA

#### 3.1. Zahtjev za donošenje rješenja o izvedenom stanju

Prilikom legalizacije s obzirom na zahtjevnost zgrade dijelimo na četiri skupine:

1. **ZAHTJEVNA ZGRADA** – svaka građevina površinom veća od 400 m<sup>2</sup>, građevine namijenjene isključivo poljoprivrednoj djelatnosti površinom veće od 1000 m<sup>2</sup> te sve zgrade javne namjene bez obzira na površinu
2. **MANJE ZAHTJEVNA ZGRADA** – svaka građevina koja površinom nije veća od 400 m<sup>2</sup> i građevina namijenjena isključivo poljoprivrednoj djelatnosti koja površinom nije veća od 1000 m<sup>2</sup>
3. **JEDNOSTAVNA ZGRADA** – svaka građevina koja površinom nije veća od 100 m<sup>2</sup> i građevina namijenjena isključivo poljoprivrednoj djelatnosti koja površinom nije veća od 400 m<sup>2</sup>
4. **POMOĆNA ZGRADA** – građevina u funkciji osnovne zgrade, garaža, sušara, vrtne kućica, zimska kuhinja itd., koja ima jednu etažu i čija tlocrtna površina nije veća od 50 m<sup>2</sup>

Zakonski potpun Zahtjev osim obrasca za prijavu sadrži:

#### Za zahtjevnu zgradu:

- tri primjerka geodetske snimke izvedenog stanja koju je izradio i ovjerio ovlaštenu inženjer geodezije ili pravna osoba za obavljanje stručnih geodetskih poslova – ako je zgrada evidentirana u katastarskom planu u gabaritima u kojima je sagrađen umjesto



geodetske snimke prilažu se 3 kopije katastarskog plana,

- tri primjerka arhitektonske snimke izvedenog stanja koju je izradio ovlaštenu arhitekt,
- izjavu ovlaštenog inženjera građevinarstva da zgrada ispunjava bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti.

#### Za manje zahtjevnu zgradu:

- tri primjerka geodetske snimke izvedenog stanja koju je izradio i ovjerio ovlaštenu inženjer geodezije ili pravna osoba za obavljanje stručnih geodetskih poslova - odnosno 3 kopije katastarskog plana ako je nezakonito izgrađena zgrada evidentirana na katastarskom planu,
- tri primjerka snimke izvedenog stanja koju je izradio ovlaštenu arhitekt ili ovlaštenu inženjer građevinarstva

#### Za jednostavnu zgradu:

- tri primjerka geodetske snimke izvedenog stanja koju je izradio i ovjerio ovlaštenu inženjer geodezije ili pravna osoba za obavljanje stručnih geodetskih poslova - odnosno 3 kopije katastarskog plana ako je nezakonito izgrađena zgrada evidentirana na katastarskom planu,
- iskaz površina i obračunske veličine zgrade (građevinska (bruto) površina, broj etaža i visina zgrade (u metrima), te obračunske veličine zgrade koji je izradio ovlaštenu arhitekt ili ovlaštenu inženjer građevinarstva,
- najmanje četiri fotografije u boji ili crno bijele koje prikazuju sva pročelja zgrade
- iskaz podataka za obračun naknade za zadržavanje zgrade u prostoru koji je izradio ovlaštenu arhitekt ili ovlaštenu inženjer građevinarstva.

#### Za pomoćnu zgradu:

- tri primjerka kopije katastarskog plana,
- akt na temelju kojega je osnovna zgrada izgrađena ili drugi dokaz da je osnovna zgrada zakonito izgrađena.

### 3.1.1. Geodetski snimak izvedenog stanja

Geodetski snimak izvedenog stanja nezakonito izgrađene zgrade sadrži:

1. Naslovnu stranicu
2. Presliku suglasnosti Državne geodetske uprave za obavljanje stručnih geodetskih poslova
3. Presliku suglasnosti Državne geodetske uprave za obavljanje stručnih geodetskih poslova
4. Tehničko izvješće
5. Geodetski snimak
6. Geodetski snimak preklapljen na DOF5/2011

### Primjer izrade geodetskog snimka izvedenog stanja

Sam početak izrade geodetskog snimka izvedenog stanja zahtjeva izlazak na teren, te snimanje stvarnog stanja izgleda objekata na predmetnoj katastarskoj čestici. Snimanje se vrši zakonski određeno prema pravilniku o geodetskim elaboratima. Snima se stvarno stanje na terenu, odnosno moguće je da objekt u

konačnici bude na jednoj ili više katastarskih čestica. U obrađenom primjeru snimanje je izvršeno pomoću GNSS uređaja tipa Trimble R8, te mjerne vrpce. Prije samog mjerenja objekta izvršena je lokalizacija GNSS uređaja na poligonsku točku u blizini snimanja. Podaci o snimanju i mjerenju zapisani su na skicu pomoću koje se objekti u uredu kasnije kartiraju.

Nakon izvršenog terenskog snimanja pristupilo se uredskoj obradi podataka. Obrada odnosno kartiranje objekata i katastarske čestice izvršeno je pomoću programskog paketa Autocad 2006.


Nakon kartiranja snimljenih objekata pristupa se izradi geodetskog elaborata.

**Naslovna stranica** elaborata sadrži:

- podatke o naručitelju: ime prezime i adresa, u slučaju pravne osobe naziv i sjedište podnositelja zahtjeva,
- podatke o ovlaštenom inženjeru geodezije: ime i prezime ovlaštenog inženjera, podatke o organizacijskom obliku u kojem ovlaštenu inženjer radi (ured ovlaštenog inženjera geodezije, zajednički geodetski ured, pravna osoba registrirana za obavljanje stručnih geodetskih poslova), podatke o stručnim suradnicima i suradnicima ovlaštenog inženjera geodezije koji su sudjelovali u izradi geodetske snimke,
- podaci o nezakonito izgrađenoj zgradi: matični broj i ime katastarske općine, brojevi katastarskih čestica na kojima je izgrađena nezakonita zgrada, ime naselja ulice/trga u kojem se zgrada nalazi i kućni broj ako je određen,
- svrha izrade - ishođenje rješenja o izvedenom stanju nezakonito izgrađene zgrade,
- mjesto i datum izrade.

Sve se ovjerava od strane odgovorne osobe za obavljanje stručnih geodetskih poslova i odgovorne osobe same tvrtke.

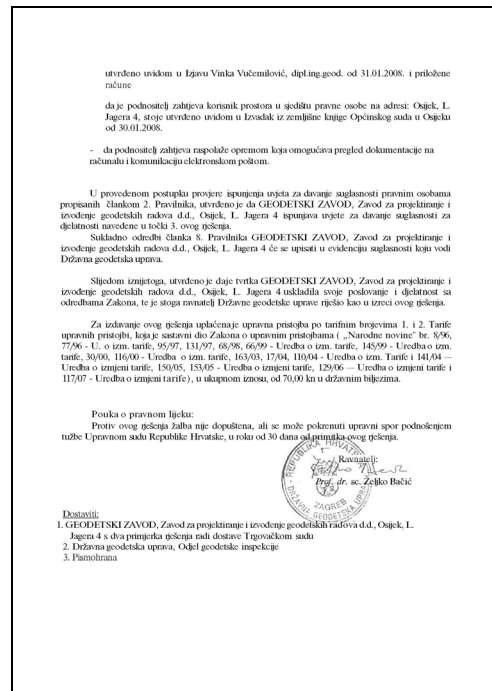
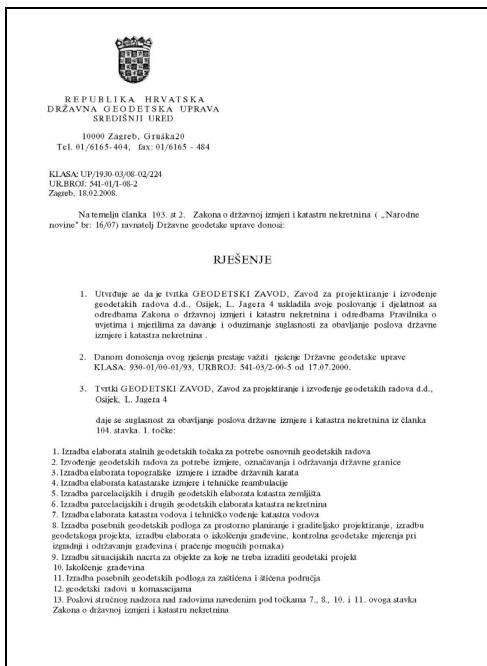
Izgled naslovne stranice je prikazan na slici 1.

<b>GEODETSKI ZAVOD d.d. OSIJEK</b> 	
<small>ZAVOD ZA PROJEKTIRANJE I IZVEDBNE GEODETSKIH RADOVA          31000 OSIJEK, LORENSOVA KULISA 4, TEL. 00385 1 225 800 FAX 00385 1 223 301</small>	
<small>Rješenje o davanju suglasnosti za obavljanje poslova državne zemlje i katastra nekretnina          Klasa: UPI 930-03/08-02/224, Ur. broj: 541-01/11-08-2, Zagreb, 18.02.2008.</small>	
Oznaka: 132/2013	Osijek, 20.03.2013.
<b>GEODETSKI SNIMAK IZVEDENOG STANJA          NEZAKONITO IZGRAĐENE ZGRADE</b> u svrhu ishođenja rješenja o izvedenom stanju	
<small>Podnositelj zahtjeva: BOGDANIĆ MARKO, OIB: 91915498833          DONJA MOTIČINA, ULICA BANA JOSIPA JELIČIĆA 19</small>	
<small>PODATCI O NEZAKONITO IZGRAĐENOJ ZGRADI</small>	
<small>Matični broj i ime katastarske općine: 317276 DONJA MOTIČINA          Katastarska čestica: 1260/10          Ime naselja, ulica/trg, kućni broj: DONJA MOTIČINA, ULICA BANA JOSIPA JELIČIĆA 19</small>	
<small>Odgovorna osoba za obavljanje stručnih geodetskih poslova          ovlašteni inženjer geodezije Vlado Brzović, dipl.ing.geod</small>	<small>Službu suradnik i suradnik ovlaštenog inženjera geodezije          Jure Tomić, ing.geod</small>
<small>Odgovorne osobe za obavljanje stručnih geodetskih poslova</small>	<small>Direktor</small>
<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px;"></div>

Slika 1. Naslovna strana

Slijedeće strane elaborata geodetskog snimka izvedenog stanja nezakonito izgrađene zgrade sadrže presliku rješenja o suglasnosti od strane Državne geodetske uprave za obavljanje stručnih geodetskih poslova ( slika 2).

To je preslika rješenja od strane Državne geodetske uprave u kojoj se navodi da je ured ovlaštenog inženjera geodezije, zajednički geodetski ured ili pravna osoba registrirana za obavljanje stručnih geodetskih poslova dobila suglasnost za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina, odnosno da ima obučene djelatnike i potrebnu opremu za obavljanje geodetskih poslova propisanih Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina.



Slika 2. Rješenje o suglasnosti

Potom se u elaboratu prilaže **tehničko izvješće**. Tu se nalaze podaci o predmetnoj katastarskoj čestici ( jedna ili više ). Izvješće sadrži naziv izvođača radova, podatke o rješenju o suglasnosti, naslov. Navodi se ime i matični broj katastarske općine, broj katastarske čestice, te adresa na kojoj se nalazi čestica odnosno objekt. Potrebno je navesti metodu mjerenja, te podatke o opremi s kojom je izvršeno mjerenje i podatke o opremi za obradu podataka. Identifikacija katastarske čestice je izvršena preklapanjem katastarskog plana i geodetskog snimka na temelju podataka mjerenja na terenu i utvrđenih identičnih točaka . Ti podaci o uklopu su potrebni isključivo zbog identifikacije čestica na kojima se zgrada nalazi, ali nisu dio geodetskog snimka. Tehničko izvješće je ovjereno od strane odgovorne osobe za obavljanje stručnih geodetskih poslova ( slika 3 ).

Vlasnik posjeduje građevinsku dozvolu za stambeni objekt koja ne odgovara objektu na predmetnoj katastarskoj čestici. Za ostale objekte nema nikakvih dokumenata. Sukladno tome svi su objekti na geodetskom snimku izvučeni crvenom bojom.

**Geodetski snimak** je izrađen u mjerilu 1:1000 ( po potrebi se može i u krupnijem mjerilu npr; 1:500) i prikazuje nezakonito izgrađenu zgradu i građevine za koju će se pokrenuti postupak za donošenje rješenja o izvedenom stanju te okolne izgrađene objekte zemljine površine u obimu koji je nužan za identifikaciju katastarskih čestica na kojima je izgrađena nezakonita zgrada (preklop/uklop), a prema stručnoj procjeni ovlaštenog inženjera geodezije. Na geodetskom snimku vanjski rub nezakonito izgrađene zgrade prikazuje se neprekinutom zatvorenom linijom crvene boje debljine 0,3 mm. Zgrade, terase uz zgradu, stepenice uz zgradu i istake na zgradama na geodetskom snimku prikazuje se sukladno Pravilniku o kartografskim znakovima (NN 104/11). U slučajevima kada će, nakon ishoda rješenja o izvedenom stanju, biti potrebno izraditi geodetski

elaborat za evidentiranje, brisanje ili promjenu podataka o zgradama ili drugim građevinama prikaz zgrada na katastarskom planu činiti će vertikalna projekcija svih zatvorenih, otvorenih i natkrivenih konstruktivnih dijelova zgrade, osim balkona, uključivši i terase u prizemlju zgrade kada su iste konstruktivni dio podzemne etaže [3].

U zaglavlju su upisani ime i prezime podnositelja zahtjeva, matični broj i ime katastarske općine, katastarska čestica, ime naselja odnosno adresa na kojoj je predmetni objekt, koordinatni sustav/projekcija te mjesto i datum izrade.

Također se navodi odgovorna osoba i ime suradnika ( slika 4 ).

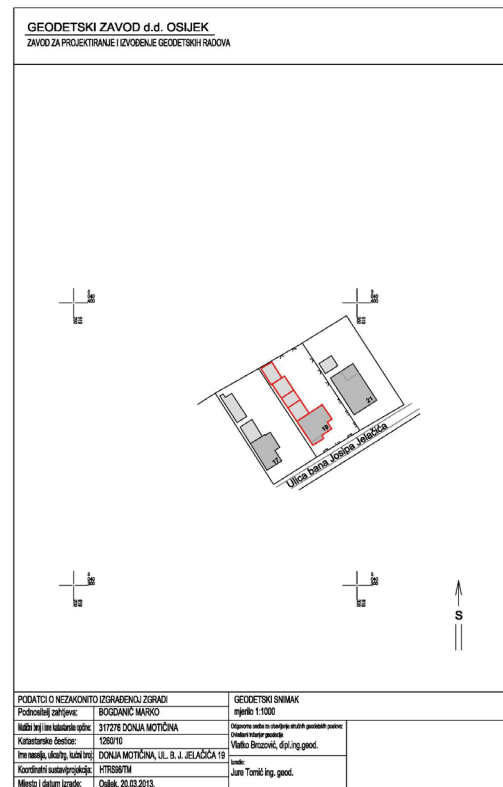
**Geodetski snimak preklapljen na DOF5/2011** izrađen je u mjerilu 1:2000 i prikazuje nezakonito izgrađenu zgradu, okolne izgrađene objekte zemljine površine u nužnom obimu preklapljene na DOF5/2011 (Slika 5). U svrhu utvrđivanja činjenica je li nezakonito izgrađena zgrada nedvojbeno vidljiva na DOF5/2011 na geodetskom snimku preklapljenom na DOF5/2011 vanjski rub nezakonito izgrađene zgrade prikazuje se neprekinutom zatvorenom linijom crvene boje debljine 0,3 - 0,4 mm. Na geodetskom snimku preklapljenom na DOF5/2011 zgrade se prikazuju bez ispune kako bi se osigurala vidljivost zgrada na digitalnoj ortofoto karti [3].

Podatak DOF5/2011 dohvaćen je preko preglednika Geoportala DGU upotrebom WMS servisa (URL4), koji je DGU omogućila ovlaštenim inženjerima.

Također su u zaglavlju upisani ime i prezime podnositelja zahtjeva, matični broj i ime katastarske općine, katastarska čestica, ime naselja odnosno adresa na kojoj je predmetni objekt, koordinatni sustav/projekcija te mjesto i datum izrade. Navodi se i odgovorna osoba i ime suradnika.

GEODETSKI ZAVOD d.d. OSIJEK ZAVOD ZA PROJEKTIRANJE I IZVOĐENJE GEODETSKIH RADOVA	
Rješenje o davanju suglasnosti za obavljanje poslova državne izmjere i katastra nekretnina Klasa: UP/1930-03/08-02/224, Ur.broj: 541-01/1-08-2, Zagreb, 18.02.2008.	
Oznaka: 132/2013	Osijek, 20.03.2013.
<b>Tehničko izvješće o izradi geodetskog snimka izvedenog stanja nezakonito izgrađene zgrade</b>	
PODATCI O NEZAKONITO IZGRAĐENOJ ZGRADI	
Matični broj i ime katastarske općine:	317276 DONJA MOTIČINA
Katastarska čestica:	126010
Ime naselja, ulica/trg, kućni broj:	DONJA MOTIČINA, ULICA BANA JOSIPA JELAČIĆA 19
Geodetski snimak je izmjeren uporabom VPPS servisa CROPOS sustava. Identifikacija katastarske čestice je izvršena preklapanjem katastarskog plana i geodetskog snimka na temelju terenskih mjerenja i utvrđivanja identičnih točaka. Geodetska i programska oprema korišteni za mjerenja, obradu podataka i izradu geodetskog snimka izvedenog stanja nezakonito izgrađene zgrade:	
- Trimble R8 GNSS	
- Mjerna vrpca	
- Autocad 2008	
Odgovorna osoba za obavljanje stručnih geodetskih poslova ovlašteni inženjer geodezije Vlatko Brozović, dipl.ing.geod.	

Slika 3. Tehničko izvješće



Slika 4. Geodetski snimak



Slika 5. Geodetski snimak preklapljen na DOF5/2011

Izradom svih ovih dijelova završen je geodetski elaborat. Izrađen je u pet primjeraka. Tri primjerka elaborata podnositelj zahtjeva predaje upravnom odjelu nadležnom za izdavanje akata za gradnju županije odnosno grada na području kojeg se nalazi građevina koja se legalizira. Jedan primjerak zadržava za sebe, a jedan ostaje izvođaču radova.

Nakon što stranka u postupku ishodi i arhitektonski snimak izvedenog stanja će u ovom slučaju morati za stambeni objekt platiti komunalni i vodni doprinos za razliku prostornih metara iz građevinske dozvole i stvarne veličine objekta. Pošto je izgrađeni stambeni objekt potpuno različit ( nije se radilo o nadogradnji ili proširenju ) od objekta navedenog u građevinskoj dozvoli iznos za naknadu za zadržavanje nezakonito izgrađene zgrade u prostoru će se obračunati za ukupnu veličinu prostornih metara stambenog objekta. Za svaku od četiri pomoćne zgrade plaća se samo naknada u iznosu od 500 kuna. Podmirenjem ovih obveza vlasnik objekata će dobiti pravovaljanu dokumentaciju kojom će objekti biti legalizirani. Samim time će se na predmetnoj katastarskoj čestici moći obavljati svi pravni poslovi koji zahtijevaju vlasniku.

Pošto je autor ovog članka geodetske struke ostali dio dokumentacije potrebne za legalizaciju nezakonito izgrađenog objekta je opisnog karaktera te je potkrijepljen pojedinim slikama.

### 3.1.2. Arhitektonski snimak izvedenog stanja

Arhitektonski snimak izvedenog stanja prilaže se uz zahtjev za izdavanje rješenja o izvedenom stanju za građevine površinom veće od 400 m<sup>2</sup> i poljoprivredne građevine veće od 1000 m<sup>2</sup> [5]. On treba sadržavati sljedeće podatke:

1. Podatke o podnositelju zahtjeva i ovlaštenom arhitektu:
  - ime, prezime i adresa, odnosno naziv i sjedište podnositelja zahtjeva, te osobni identifikacijski broj,
  - tvrtka/ured, ime i prezime ovlaštenog arhitekta te njegov pečat,
2. Opće podatke o lokaciji zgrade:
  - ulica i kućni broj (ako je određen),
  - broj katastarske čestice i ime katastarske općine,
3. Arhitektonski opis zgrade (arhitektonska struktura i opis dijelova zgrade),
4. Opis instalacija (opskrba vodom, odvodnja, elektrotehničke i strojarske instalacije različitih funkcija koje ostvaruju osnovnu namjenu zgrade s načinom priključenja na odgovarajuću mrežu te način rješavanje otpada),
5. Iskaz površina i obračunske veličine zgrade (slika 6):
  - građevinska (bruto) površina,
  - broj etaža i visina zgrade (u metrima),
  - obračunske veličine zgrade prema posebnim propisima kojima se uređuje obračun komunalnog doprinosa i vodnog doprinosa,

6. Nacrte (tlocrti, presjeci i pročelja) u primjerenom mjerilu,
7. Foto dokumentaciju (najmanje četiri fotografije u boji ili crno bijele koje prikazuju sva pročelja zgrade),
8. Opis stupnja završenosti zgrade,
9. Podatke za obračun naknade za zadržavanje zgrade u prostoru.

### 3.1.3. Snimak izvedenog stanja

Snimak izvedenog stanja prilaže se zahtjevu za izdavanje rješenja o izvedenom stanju za građevine bruto površine od 100 do 400 m<sup>2</sup> te poljoprivredne građevine bruto građevinske površine od 400 do 1000 m<sup>2</sup> [4]. On obavezno sadrži sljedeće podatke:

1. Podatke o podnositelju zahtjeva i ovlaštenom arhitektu, odnosno inženjeru građevinarstva:
  - ime, prezime i adresa, odnosno naziv i sjedište podnositelja zahtjeva, te osobni identifikacijski broj,
  - tvrtka/ured, ime i prezime ovlaštenog arhitekta, odnosno ovlaštenog inženjera građevinarstva te njegov pečat,
2. Opće podatke o lokaciji zgrade:
  - ulica i kućni broj (ako je određen),
  - broj katastarske čestice i ime katastarske općine,
3. Iskaz površina i obračunske veličine zgrade:
  - građevinska (bruto) površina,
  - broj etaža i visina zgrade (u metrima),
  - obračunske veličine zgrade prema posebnim propisima kojima se uređuje obračun komunalnog doprinosa i vodnog doprinosa,
4. Nacrte (tlocrti, presjeci i pročelja) u primjerenom mjerilu (slika 7),
5. Foto dokumentaciju (najmanje četiri fotografije u boji ili crno bijele koje prikazuju sva pročelja zgrade),
6. Opis stupnja završenosti zgrade,
7. Podatke za obračun naknade za zadržavanje zgrade u prostoru.

Arhitektonski snimak ili snimak izvedenog stanja nezakonito izgrađene zgrade se izrađuje u pet primjeraka, gdje se jedan primjerak predaje naručitelju, jedan primjerak ostaje izvođaču radova, a tri se primjerka predaju upravnom odjelu nadležnom za izdavanje akata za gradnju županije odnosno grada na području kojeg se nalazi građevina koja se legalizira.

Nakon predaje potpune dokumentacije stranka u postupku je ispunila osnovne uvjete za donošenje rješenja o izvedenom stanju nezakonito izgrađene zgrade.

ANALITIČKI ISKAZ IZRAČUNA MJERA GRAĐEVINE			
<b>ZGRADA A</b>			
<b>OBUJAM - IZVEDENO STANJE</b>			
<b>PODRIJUM</b>			
segment	obujam = P x h	V (m <sup>3</sup> )	koef. k x V (m <sup>3</sup> )
A	15,04 x 1,59	23,89	0,50
B	otvorena vanjska stubišta, ne uklat u proračun obujma	-	-
UKUPNO		23,89	
<b>PRIZEMLJE</b>			
segment	obujam = P x h	V (m <sup>3</sup> )	koef. k x V (m <sup>3</sup> )
A	51,52 x 2,98	153,53	1,00
B	2,11 x 1,00	2,11	1,00
C	66,08 x 2,98	196,22	1,00
D	10,18 x 2,98	30,34	1,00
E	10,55 x 1,00	10,55	1,00
F	20,57 x 2,99	61,50	1,00
UKUPNO		354,25	
<b>I. KAT</b>			
segment	obujam = P x h	V (m <sup>3</sup> )	koef. k x V (m <sup>3</sup> )
A	84,04 x 2,81	236,15	1,00
B	97,08 x 2,77	268,91	1,00
C	(20,57 x 2,43) + (20,57 x (1,52/2))	65,62	1,00
D	7,92 x 1,00	7,92	1,00
E	otvorena vanjska stubišta, ne uklat u proračun obujma	-	-
F	otvorena vanjska stubišta, ne uklat u proračun obujma	-	-
G	balcon, ne uklat u proračun obujma	-	-
UKUPNO		587,59	
<b>POTKROVLJE</b>			
segment	obujam = P x h	V (m <sup>3</sup> )	koef. k x V (m <sup>3</sup> )
A	64,83 x 6,22((1,07 + 6,89)/2) + (0,67 x 6,22)((1,07 + 3,50)/2)	405,39	1,00
B	(12,91 x 6,22) x 0,67 + (12,91 x 6,22)(2,10/2)	115,81	1,00
UKUPNO		521,20	
UKUPNO		1457,80	
<b>RAZLIKA OBUJMA ZA KOMUNALNI I VODNI DOPRINOS</b>			
			V (m <sup>3</sup> )
OBUJAM PREMA ARHITEKTONSKI ENINAK IZVEDENOG STANJA			1457,80
OBUJAM PREMA GLAVNOM PROJEKTU			896,10
RAZLIKA OBUJMA			561,70
projektar:	vrsta i faza projekta:	projekat:	
TRINAS projekt	ARHITEKTONSKI ENINAK IZVEDENOG STANJA	-	
investitor:	zajednička oznaka:	broj projekta:	
Urbana Općina Franje Račkog 187, 31400 Delavce	-	013/13-53	
naslov građevine i njezin:	sažetak:	režiser:	datum:
Stambena zgrada i pomoćna zgrada	ZGRADA "A"	Arh. Crublić, mag.ing.aedf.	lipanj 2014.
h.č.br. 6096 Luč. Delavce	ANALITIČKI IZRAČUN MJERA	let broj:	revizija:
Franje Račkog 187, 31400 Delavce	-	02	-

ANALITIČKI ISKAZ IZRAČUNA MJERA GRAĐEVINE			
<b>ZGRADA A</b>			
<b>GRAĐEVINSKA BRUTO POVRŠINA ZGRADE ODREĐENA GLAVNIM PROJEKTOM</b> (prema Rješenju o gradnji; Broj: UP-1-04/2-2413/1-1973., Đakovo 17. kolovoza 1973.)			
<b>PRIZEMLJE</b>			
segment	pozoršna	P (m <sup>2</sup> )	koef. k x P (m <sup>2</sup> )
A	(6,00 x 5,00) + (6,50 x 2,25)	60,25	1,00
B	0,50 x 1,25	0,63	0,75
UKUPNO		60,88	
<b>I. KAT</b>			
segment	pozoršna	P (m <sup>2</sup> )	koef. k x P (m <sup>2</sup> )
A	6,00 x 5,00	30,00	1,00
B	1,25 x 4,03	5,04	0,25
UKUPNO		35,04	
<b>POTKROVLJE</b>			
segment	pozoršna	P (m <sup>2</sup> )	koef. k x P (m <sup>2</sup> )
A	2,00 x 6,00	12,00	1,00
UKUPNO		12,00	
UKUPNO		181,59	
<b>OBUJAM ZGRADE ODREĐEN GLAVNIM PROJEKTOM</b> (prema Rješenju o gradnji; Broj: UP-1-04/2-2413/1-1973., Đakovo 17. kolovoza 1973.)			
<b>PRIZEMLJE</b>			
segment	obujam = P x h	V (m <sup>3</sup> )	koef. k x V (m <sup>3</sup> )
A	60,88 x 2,50	152,20	1,00
B	0,63 x 1,00	0,63	1,00
UKUPNO		152,83	
<b>I. KAT</b>			
segment	obujam = P x h	V (m <sup>3</sup> )	koef. k x V (m <sup>3</sup> )
A	81,00 x 2,50	202,50	1,00
B	balcon, ne uklat u proračun obujma	-	-
UKUPNO		202,50	
<b>POTKROVLJE</b>			
segment	obujam = P x h	V (m <sup>3</sup> )	koef. k x V (m <sup>3</sup> )
A	(6,00 x 2,00)(0,67 + 1,00) + (6,00 x 6,00)(2,10/2)	122,50	1,00
UKUPNO		122,50	
UKUPNO		596,10	
projektar:	vrsta i faza projekta:	projekat:	
TRINAS projekt	ARHITEKTONSKI ENINAK IZVEDENOG STANJA	-	
investitor:	zajednička oznaka:	broj projekta:	
Urbana Općina Franje Račkog 187, 31400 Delavce	-	013/13-53	
naslov građevine i njezin:	sažetak:	režiser:	datum:
Stambena zgrada i pomoćna zgrada	ZGRADA "A"	Arh. Crublić, mag.ing.aedf.	lipanj 2014.
h.č.br. 6096 Luč. Delavce	ANALITIČKI IZRAČUN MJERA	let broj:	revizija:
Franje Račkog 187, 31400 Delavce	-	03	-

Slika 6. Iskaz površina i obračunske veličine zgrade

ZGRADA A			
<b>TLOCRT PRIZEMLJA</b>			
projektar:	vrsta i faza projekta:	projekat:	
TRINAS projekt	SNINAK IZVEDENOG STANJA	-	
investitor:	zajednička oznaka:	broj projekta:	
IN FOCUS d.o.o.	-	013/13-57	
Miroslava Križić 2, Delavce		Arh. Crublić, mag.ing.aedf.	
naslov građevine i njezin:	sažetak:	režiser:	datum:
Stambeno-proizvodna stambena zgrada	ZGRADA "A"	Arh. Crublić, mag.ing.aedf.	lipanj 2014.
h.č.br. 6096 Luč. Delavce	TLOCRT PRIZEMLJA	let broj:	revizija:
Miroslava Križić 2, Delavce	-	01	-

ZGRADA A			
<b>TLOCRT POTKROVLJA</b>			
projektar:	vrsta i faza projekta:	projekat:	
TRINAS projekt	SNINAK IZVEDENOG STANJA	-	
investitor:	zajednička oznaka:	broj projekta:	
IN FOCUS d.o.o.	-	013/13-57	
Miroslava Križić 2, Delavce		Arh. Crublić, mag.ing.aedf.	
naslov građevine i njezin:	sažetak:	režiser:	datum:
Stambeno-proizvodna stambena zgrada	ZGRADA "A"	Arh. Crublić, mag.ing.aedf.	lipanj 2014.
h.č.br. 6096 Luč. Delavce	TLOCRT POTKROVLJA	let broj:	revizija:
Miroslava Križić 2, Delavce	-	02	-

Slika 7. Tlocrt zgrade

### 3.2. Rješenje o izvedenom stanju

Osnovni cilj svakog podnositelja zahtjeva je ishođenje rješenja o izvedenom stanju uz prethodno izvršenje svih propisanih zakonskih obveza. Njime se ozakonjuje nezakonito izgrađena zgrada. Rješenje o izvedenom stanju donosi upravno tijelo jedinice područne (regionalne), odnosno lokalne samouprave koje prema posebnom zakonu obavlja poslove izdavanja akata za provođenje dokumenata prostornoga uređenja i građenje na čijem se području ingerencije nalazi nezakonito izgrađena zgrada.

Podnositelj zahtjeva, odnosno vlasnici zgrade dužni su prije donošenja rješenja o izvedenom stanju platiti naknadu za zadržavanje nezakonito izgrađene zgrade u prostoru (u daljnjem tekstu: naknada), odnosno prvi obrok naknade u slučaju obročne otplate iste.

Visina naknade propisuje se ovisno o veličini, lokaciji (položaju u prostoru) i namjeni zgrade te načinu plaćanja naknade i drugim kriterijima. Naknada ne može biti niža od 500 kuna. Za sve pomoćne zgrade naknada je fiksna i iznosi 500 kuna po građevini [4].

Visina naknade utvrđuje se prema izrazu:

$$VN = Non \cdot Lk$$

u kojem su:

$VN$  – visina naknade (u kn)

$Non$  – naknada po obujmu i namjeni (u kn)

$Lk$  – koeficijent lokacije.

Naknada po obujmu i namjeni ( $Non$ ) utvrđuje se prema izrazu:

$$Non = No \cdot Kn$$

u kojem su:

$No$  – naknada po obujmu (u kn)

$Kn$  – koeficijent namjene.

Naknada po obujmu ( $No$ ) se računa ovisno o veličini zgrade (dijela zgrade koji se ozakonjuje) utvrđuje se prema obujmu zgrade ( $m^3$ ). Obujam zgrade ( $O_{1,2,3,4}$ ) iskazani u  $m^3$  množi se pripadajućom jediničnom vrijednosti naknade ( $J_{n_{1,2,3,4}}$ ) iskazanom u  $kn/m^3$ , ovisno o veličini prostora koji se zauzima prema izrazu:

$$No = O_1 \cdot J_{n_1} + O_2 \cdot J_{n_2} + O_3 \cdot J_{n_3} + O_4 \cdot J_{n_4}$$

Dijelovi obujma zgrade ( $O_{1,2,3,4}$ ), pripadajuće jedinične vrijednosti naknade ( $J_{n_{1,2,3,4}}$ ), koeficijenti lokacije ( $Lk$ ) i koeficijenti namjene ( $Kn$ ) utvrđuju se prema vrijednostima koje se mogu pronaći u tablicama [3].

Stranka dobiva poziv za uvid u spis predmeta radi izjašnjenja o rješenju o izvedenom stanju. Rješenje se dostavlja bez priloga koji su sastavni dio tog rješenja. Strankama koje se nisu odazvale pozivu na uvid, rješenje o izvedenom se dostavlja javnom objavom na oglasnoj ploči nadležnog upravnog tijela. Rješenje o izvedenom stanju ne može se donijeti za nezakonito izgrađenu

zgradu u vezi s kojom je u tijeku sudski spor pokrenut prije podnošenja zahtjeva za donošenje tog rješenja. Rješenje se može donijeti za jednu ili više zgrada na jednoj ili više čestica. Izvršno rješenje o izvedenom stanju te rješenje o odbijanju, odnosno odbacivanju zahtjeva za donošenje tog rješenja dostavlja se radi znanja građevinskoj inspekciji bez priloga koji su sastavni dijelovi rješenja. O žalbi protiv rješenja kojim se odbija ili odbacuje zahtjev za donošenje tog rješenja, odlučuje središnje tijelo državne uprave nadležno za poslove graditeljstva i prostornoga uređenja.

#### 3.2.1. Sadržaj rješenja o izvedenom stanju

Izreka rješenja o izvedenom stanju obvezno sadrži:

- utvrđenje da se zgrada ozakonjuje, odnosno da se ozakonjuju radovi izvedeni u svrhu promjene namjene, promjene broja funkcionalnih jedinica ili sl.,
- popis i opis građevina koje nisu zgrade, a ozakonjuju se zajedno sa zgradom, ako takvih ima,
- ime katastarske općine i broj jedne ili više katastarskih čestica na kojima je zgrada izgrađena,
- podatak o stupnju dovršenosti zgrade, odnosno radova (završena zgrada ili nezavršena zgrada),
- podatke o zgradi, odnosno radovima s obzirom na način smještaja na katastarskoj čestici, odnosno česticama (slobodnostojeća, poluugrađena ili ugrađena) i njezinoj zahtjevnosti (zahtjevna zgrada, manje zahtjevna zgrada, jednostavna zgrada ili pomoćna zgrada), namjenu za koju se zgrada koristi, vanjsku veličinu zgrade (visinu, dužinu i širinu), broj i vrstu etaža, broj i vrstu funkcionalnih jedinica i oblik krova.

Uz predhodno navedene podatke a s obzirom na zahtjevnost zgrade izreka rješenja o izvedenom stanju obvezno sadrži:

Za zahtjevu zgradu:

- oznaku geodetskog snimka, odnosno kopije katastarskog plana,
- oznaku arhitektonske snimke,
- oznake izjava ovlaštenog arhitekta te ovlaštenih inženjera građevinarstva, elektrotehnike i strojarstva da nezakonito izgrađena zgrada ispunjava bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti, bitni zahtjev sigurnosti u korištenju i bitni zahtjev zaštite od požara u slučajevima u kojima je to propisano Zakonom, ako se radi o dovršenoj zgradi, odnosno njezinom dijelu,
- napomenu da ispitivanje ispunjavanja lokacijskih uvjeta, bitnih zahtjeva za građevinu, osim bitnih zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti u korištenju i zaštite od požara, te
- drugih uvjeta i zahtjeva, nije prethodilo donošenju rješenja.

Sastavni dio rješenja o izvedenom stanju (slika 8) je i geodetski snimak, odnosno kopija katastarskog plana i arhitektonska snimka zgrade, a što na njima i rješenju

mora biti navedeno i ovjereno potpisom službenika i pečatom nadležnog upravnog tijela.

Za manje zahtjevu zgradu:

- oznaku geodetskog snimka, odnosno kopije katastarskog plana,
- snimke izvedenog stanja
- napomenu da ispitivanje ispunjavanja lokacijskih uvjeta, bitnih zahtjeva za građevinu te drugih uvjeta i zahtjeva nije prethodilo donošenju rješenja.

Sastavni dio rješenja o izvedenom stanju je i geodetski snimak, odnosno kopija katastarskog plana i snimka izvedenog stanja, a što na njima i rješenju mora biti navedeno i ovjereno potpisom službenika i pečatom nadležnog upravnog tijela.

Za jednostavnu zgradu:

- oznaku geodetskog snimka, odnosno kopije katastarskog plana,
- napomenu da ispitivanje ispunjavanja lokacijskih uvjeta, bitnih zahtjeva za građevinu te drugih uvjeta i zahtjeva nije prethodilo donošenju rješenja.

Sastavni dio rješenja o izvedenom stanju je i geodetski snimak, odnosno kopija katastarskog plana, a što na njima i rješenju mora biti navedeno i ovjereno potpisom službenika i pečatom nadležnog upravnog tijela.

Za pomoćnu zgradu:

- napomenu da ispitivanje ispunjavanja lokacijskih uvjeta, bitnih zahtjeva za građevinu te drugih uvjeta i zahtjeva nije prethodilo donošenju rješenja.

Oznaka geodetskog snimka, arhitektonskog snimka, snimka izvedenog stanja i izjave ovlaštenog arhitekta i/ili ovlaštenih inženjera sadrži ime i prezime ovlaštenog arhitekta, odnosno ovlaštenog inženjera, broj, odnosno drugu evidencijsku oznaku i datum izrade, odnosno davanja izjave.

**REPUBLIKA HRVATSKA**

**VUKOVARSKO-SRIJEMSKA ŽUPANIJA**  
**UPRAVNI ODJEL ZA PROSTORNO UREĐENJE,**  
**GRADNJU I ZAŠTITU OKOLIŠA**

KLASA: UPII\*-361-03/13-05/8629  
URBROJ: 2196/1-14-01-14-7  
Vukovar, 04. travnja 2014. godine

Upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša Vukovarsko-srijemske županije, povodom zahtjeva Milić Željko iz Tovarnika, N.S. Zrinski 38, za donošenje rješenja o izvedenom stanju, na temelju članka 8. stavka 2. Zakona o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama („Narodne novine“, broj 88/12. i 143/13.), donosi sljedeće

**RJEŠENJE O IZVEDENOM STANJU**

- Ozakonjuje se dovršena pomoćna zgrada – garaža, koja je odmaknuta od međe, kosog dvostrešnog krovišta, visine vijenca 2,70 m, te vanjske tlocrtno dužine i širine 8,60 m x 4,22 m, koja ima jednu etažu – prizemlje, izgrađena na k.č. broj 1427 k.o. Tovarnik, u Tovarniku, N.S. Zrinski 38, koja je u funkciji stambene zgrade i koja je označena oznakom P na situaciji prikazanoj na Kopiji katastarskog plana u mjerilu 1:2000, KLASA: 935-06/13-01/3511, URBROJ: 541-25-01/7-13-2 od 19.04.2013. godine izdanju od Državne geodetske uprave, Područnog ureda za katastar Vukovar, koja je sastavni dio ovog rješenja.
- Ispitivanje ispunjavanja lokacijskih uvjeta, bitnih zahtjeva za građevinu, te drugih uvjeta i zahtjeva, nije prethodilo donošenju ovog rješenja.

**Obrazloženje**

Milić Željko, Tovarnik, N.S. Zrinski 38, podnio je dana 26. lipnja 2013. godine zahtjev za donošenje rješenja o izvedenom stanju za ozakonjenje zgrade iz točke 1. izreke ovoga rješenja.

Podnositelj zahtjeva uz zahtjev je priložio propisane dokumente:

- Kopiju katastarskog plana za k.č. broj 1427 k.o. Tovarnik, KLASA: 935-06/13-01/3511, URBROJ: 541-25-01/7-13-2 od 19.04.2013. godine izdanju od Državne geodetske uprave, Područnog ureda za katastar Vukovar,
- presliku Potvrde o obnovi u ratu oštećene obiteljske kuće u Tovarniku, na k.č. broj 1427 k.o. Tovarnik, KLASA: 370-01/13-01/6882, URBROJ: 510-13-2 od 13.08.2013. godine izdanju od Državnog ureda za obnovu i stambeno zbrinjavanje, Zagreb

Uz svoj zahtjev priložio je također:

- Izvadak iz zemljišne knjige - zk ul. broj 2124 k.o. Tovarnik za k.č. broj 1427 od 24.09.2013. godine, izdan od Općinskog suda u Vukovaru, Zemljišno-knjižni odjel u Iloku

Povodom pravovremenog zahtjeva proveden je postupak u kojem je utvrđeno sljedeće:

Uvidom u digitalnu ortofoto kartu u mjerilu 1: 5000 Državne geodetske uprave, izrađenoj na temelju aerofotogrametrijskog snimanja Republike Hrvatske do 21. lipnja 2011. godine (DOF5/2011), utvrđeno je da je predmetna zgrada vidljiva na njeji, te je o izvršenom uvidu sastavljena službena bilješka i izrađen je ispis iz spomenute ortofoto karte koji je priložen u spis.

Uvidom u Prostorni plan uređenja općine Tovarnik ("Sl. vjesnik" Vukovarsko-srijemske županije, br. 18/2006. i 08/2012.), koji vrijedi na dan podnošenja zahtjeva i na dan donošenja ovog rješenja, kopiju

2

KLASA: UPII\*-361-03/13-05/8629

katastarskog plana iz točke 1. izreke ovoga rješenja, izvadak iz zemljišne knjige za zemljište na kojem je izgrađena predmetna zgrada, te očevidom obavljenim dana 16. siječnja 2014. godine utvrđeno je:

- da se predmetna zgrada nalazi unutar obuhvaata navedenog plana i to u građevinskom području naselja Tovarnik, te da je ista izgrađena protivno tom planu u pogledu smještaja na čestici
- da je predmetna zgrada u funkciji osnovne - stambene zgrade,
- da predmetna zgrada ima jednu etažu - prizemlje,
- da tlocrtna površina predmetne zgrade iznosi 36,29 m<sup>2</sup>,
- da se predmetna zgrada ne nalazi na području i površinama iz članka 6. stavak 1. i 2. Zakona o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama na kojemu se ne mogu ozakoniti nezakonito izgrađene zgrade,
- da je predmetna zgrada sljedeće namjene:
  - pomoćna zgrada – garaža – na situaciji prikazanoj na kopiji katastarskog plana označena oznakom P,
  - da predmetna zgrada nije izgrađena na međi građevne čestice i nema istake koji prelaze na drugu česticu,
  - da predmetna zgrada nije kamp-kućica ili kontejner, trajno povezan s tlom niti baraka ili sličan sklop,
  - da je zgrada dovršena i koristi se

O izvršenom očevidu na predmetnoj katastarskoj čestici sačinjen je Zapisnik. Očevidu je bio nazočan podnositelj zahtjeva Milić Željko, te Milić Jasenka iz Tovarnika, N.S. Zrinski 38, suvlasnik k.č. broj 1427 k.o. Tovarnik, a vlasnici i nositelji drugih stvarnih prava na česticama zemljišta koje neposredno graniče s predmetnom česticom zemljišta na kojoj se nalaze nezakonito izgrađene zgrade istom nisu bili nazočni.

Milić Jasenka iz Tovarnika, N.S. Zrinski 38, suvlasnik k.č. broj 1427 k.o. Tovarnik upoznata je sa postupkom ozakonjenja predmetne zgrade, te je na Zapisnik od 16. siječnja 2014. godine izjavila da nema primjedbi na zadržavanje izgrađene predmetne zgrade i da je suglasna sa izdavanjem rješenja o izvedenom stanju za istu.

Prema izjavi podnositelja zahtjeva i saznanju na izvršenom očevidu ne vodi se sudski spor u vezi sa zgradom ili zemljištem na kojem je izgrađena.

Izvršen je uvid u popis inspeksijskih predmeta dostavljen ovom Upravnom odjelu dana 09.11.2012. godine od strane Uprave za inspeksijske poslove Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja, te je utvrđeno da se ne vodi inspeksijski postupak u vezi sa zgradom ili zemljištem na kojem je izgrađena.

U skladu s člankom 17. stavak 3. Zakona o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama pozvani su:

- vlasnici i nositelji drugih stvarnih prava na čestici zemljišta na kojoj se nalazi nezakonito izgrađena zgrada
- vlasnici i nositelji drugih stvarnih prava na česticama zemljišta koje neposredno graniče s predmetnom česticom zemljišta:
  - Tržić Marko, Tovarnik, Jaukovac 8, vlasnik k.č. broj 1428 k.o. Tovarnik
  - Ujaković Ante, Tovarnik, N.S. Zrinski 38, vlasnik k.č. broj 1426/2 k.o. Tovarnik
  - Čačić Marinko, Tovarnik, Zagrebačka 3, vlasnik k.č. broj 1442/2 k.o. Tovarnik
  - Čačić Mara, Tovarnik, Marinka Petrušića 3, Sušić Ljilja, Sisak, T. Ujevića 28, vlasnici k.č. broj 1442/1 k.o. Tovarnik
  - Petrović Jozo, Tovarnik, Marinka Petrušića 37, vlasnik k.č. broj 1441/2 k.o. Tovarnik
  - jedinica lokalne samouprave na čijem se području nalazi predmetna nezakonito izgrađena zgrada.
  - Općina Tovarnik, Tovarnik, A.G. Matiša 2

na uvid u spis radi izjašnjenja, pozivom od 18. veljače 2014. godine koji im je dostavljen javnom objavom na oglasnoj ploči ovoga Upravnog odjela od 18. veljače do 05. ožujka 2014. godine.

Navedene stranke pozvane su da izvrše uvid u spis radi izjašnjenja u roku 15 dana od dana objave na oglasnoj ploči, ali se pozivu nisu odazvali osobno niti putem ovomogućenika, a to je utvrđeno zapisnikom sastavljenim dana 03. travnja 2014. godine od strane ovoga Upravnog odjela.

Sukladno odrednici članka 17. Stavka 5. Zakona o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama, stranka koja se nije odazvala pozivu na uvid u spis predmeta radi izjašnjenja ne može zbog toga tražiti obnovu postupka.

3

KLASA: UP/I\*-361-03/13-05/8629

Uvidom u Rješenje o naknadi izdano od Jedinственog upravnog odjela Općine Tovarnik, KLASA: UP/I\*-361-01/14-01/01, URBROJ: 2188/12-01/01-14-2 od 10.02.2014. godine i Potvrdu Jedinственog upravnog odjela Općine Tovarnik, KLASA: UP/I\*-361-01/14-01/01, URBROJ: 2188/12-01/01-14-3 od 10.02.2014. godine koju je podnio zahtjev priložio u spis, utvrđeno je da je jednokratno i u cijelosti plaćena naknada za zadržavanje predmetnih nezakonito izgrađenih zgrada u prostoru u iznosu od 500,00 kuna.

Budući da je u provedenom postupku utvrđeno da su ispunjeni svi propisani uvjeti za ozakonjenje predmetne zgrade, postupljeno je prema odredbi članka 18. Zakona o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama te je odlučeno kao u točki 1. izreke ovoga rješenja.

Sadržaj točke 1. i 2. izreke ovoga rješenja sukladan je odredbama članka 23. stavak 1. i 5. Zakona o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama.

Upravna pristojba na zahtjev za donošenje ovoga rješenja i njegovo donošenje prema Tar. broj 1. i 2. Tarife Zakona o upravnim pristojbama („Narodne novine“, broj 8/96, 77/96, 95/97, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 30/00, 118/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06, 117/07, 25/08, 60/08, 20/10, 69/10, 126/11, 112/12, 19/13 i 80/13) u iznosu od 70,00 kuna, plaćena je u cijelosti.

**UPUTA O PRAVNOM LJUKU:**  
Protiv ovog Rješenja može se izjaviti žalba Ministarstvu graditeljstva i prostornoga uređenja u roku od 15 dana od dana njegova primitka. Žalba se predaje u pisanom obliku poštom ili usmeno na zapisnik, putem upravnog tijela koje je izdalo ovo rješenje. Na žalbu se plaća upravna pristojba u iznosu od 50,00 kuna.


**PROČELNICA:**  
Silvana Toz, dipl.ing.grad.

**DOSTAVITI:**

- Milić Željko, Tovarnik, N.S. Zrinski 38
- Milić Jasenka, Tovarnik, N.S. Zrinski 38
- Pulem oglasne ploče
  - Tržić Marko, Tovarnik, Jaukovac 8
  - Ujaković Ante, Tovarnik, N.S. Zrinski 36
  - Čačić Marinko, Tovarnik, Zagrebačka 3
  - Čačić Mara, Tovarnik, Marinka Petrušić 35
  - Šušić Ljilja, Sisak, T. Ujevića 28
  - Petrović Jozo, Tovarnik, Marinka Petrušića 37
  - Općina Tovarnik, Tovarnik, A.G. Matoša 2
- Evidencija, ovdje
- Arhiva

**NA ZNANJE:**

- Gradska inspekcija, Vukovar, Frankopanska 6
- Ured državne uprave u Vukovarsko-srijemskoj županiji, Služba za gospodarstvo i imovinsko-pravne poslove, Vukovar, Zupanijska 11



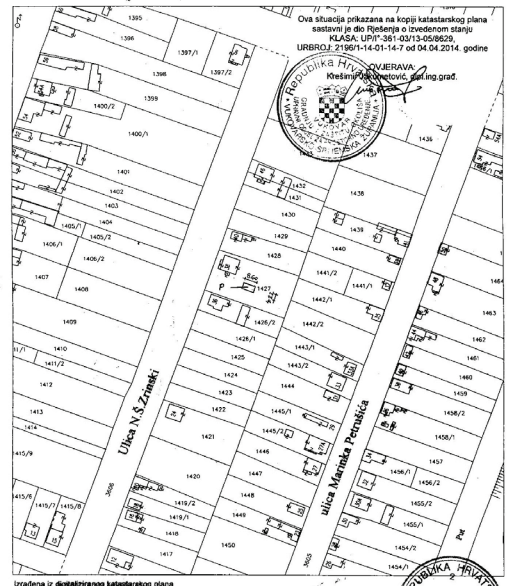
**Kopija katastarskog plana** mjerilo 1 : 2000

k.o. Tovarnik  
Kat. plan br. ....  
Katastarska pristojba naplaćena u iznosu 40,00 kn, pristojba poništena na podnesku.  
zavedena pod broj  
KLASA: 935-06/13-01/3511  
URBROJ: 541-25-01/7-13-2


**SITUACIJA**  
Broj katastarske čestice: 1427  
1427  
p - Posednik zgrade - GARAZA

REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA  
POSREDOVNI URED ZA KATASTAR VUKOVAR  
32 000 VUKOVAR, L. Ružičke 2A

Ova situacija prikazana na kopiji katastarskog plana sastavljen je što Rješenja o izvedenom stanju KLASA: UP/I\*-361-03/13-05/8629, URBROJ: 2196/1-14-01-14-7 od 04.04.2014. godine



Izdana iz digitaliziranog katastarskog plana  
NAPOMENA: Komunalizacija nije izvršena  
Vukovar, dne 19.04.2013. Izradio: Hrvoje Sesar



Slika 8. Rješenje o izvedenom stanju

## 3.2. Komunalni i vodni doprinos

Upravni odjel koji je izdao rješenje o izvedenom stanju obaviješćava tijela nadležna za utvrđivanje komunalnog doprinosa i vodnog doprinosa i dostavlja im podatke potrebne za obračun iznosa doprinosa.

Po izvršnosti rješenja o izvedenom stanju podnositelj zahtjeva plaća komunalni i vodni doprinos, osim za pomoćne zgrade koje su oslobođene plaćanja. Za dijelove zgrada za koje se posjeduje dokumentacija o legalnosti od ranije također nije potrebno platiti vodni i komunalni doprinos. Komunalni doprinos i vodni doprinos mogu se platiti s odgodom od godinu dana od izvršenosti rješenja ako to zatraži vlasnik građevine.

### 3.2.1. Komunalni doprinos

Komunalni je doprinos prihod proračuna općine odnosno grada na području kojeg se nalazi građevina. Sredstva komunalnog doprinosa namijenjena su financiranju gradnje objekata i uređaja komunalne infrastrukture. Odluku o komunalnom doprinosu donosi općinsko vijeće odnosno gradska skupština. Odlukom se utvrđuju zone, jedinična vrijednost, način i rokovi plaćanja itd.

Rješenje o komunalnom doprinosu donosi upravno tijelo općine odnosno grada nadležno za komunalno gospodarstvo. Isto koje donosi i rješenje o naknadi za zadržavanje nezakonito izgrađene zgrade u prostoru. Protiv rješenja može se izjaviti žalba upravnom tijelu županije nadležnom za poslove komunalnog gospodarstva, a protiv rješenja koja donosi Grad

Zagreb žalba se izjavljuje Ministarstvu graditeljstva i prostornog uređenja.

Mnogi gradovi i općine su odobrili olakšice za pojedine grupe investitora, ili su smanjali iznos komunalne naknade na simboličnu vrijednost ( 1kn/m<sup>2</sup>).

### 3.2.2. Vodni doprinos

Vodni doprinos obračunavaju i naplaćuju Hrvatske vode rješenjem. Sredstvima vodnog doprinosa financira se vodno gospodarstvo, njima se osigurava dostupnost i zaštita voda, izgradnja, upravljanje i održavanje vodnih sustava itd. Osnovica za plaćanje vodnoga doprinosa prostorni je metar (m<sup>3</sup>). U svrhu određivanja visine vodnoga doprinosa, područje Republike Hrvatske dijeli se u 3 zone:

- zona A (Grad Zagreb i zaštićeno obalno područje mora),
- zona B (ostalo područje Republike Hrvatske, osim Zone A i Zone C.
- zona C (područja posebne državne skrbi).

## 4. ANALIZA POZITIVNIH I NEGATIVNIH KONOTACIJA POSTUPKA LEGALIZACIJE NA KATASTAR I ZEMLJIŠNU KNJIGU

Postupak legalizacije je uglavnom u katastar i zemljišnu knjigu utjecao na vrlo sličan način. Pozitivne konotacije su te što se povećao broj elaborata za upis objekata u katastar i zemljišnu knjigu. Od informacija iz pojedinih katastara to povećanje u 2014.godini u



odnosu na 2013. godinu iznosi oko 30%, a 3/4 predmeta je vezano uz rješenje o izvedenom stanju dobivenog postupkom legalizacije. Prilikom upisa usklađivane su i katastarske čestice sa stvarnim stanjem na terenu te se i tako došlo do točnijih podataka. Sukladno tome uskladilo se i stanje katastra sa zemljišnim knjigama što je vrlo pozitivno jer u većini slučajeva to nije bilo tako.

Negativni učinci postupka legalizacije su povećane gužve zbog povećanja broja predmeta i zbog traženja informacija od strane stranaka, često za pitanja koja nisu u nadležnosti katastarske i zemljišnih knjiga. Također je i negativno to što su strankama dani prekratki rokovi dopune dokumentacije ( uglavnom iz Agencije za ozakonjenje nezakonito izgrađenih zgrada iz Zagreba ) a koje stranke većinom zbog financijske situacije vrlo teško mogu realizirati.

## 5. ZAKLJUČAK

Postupak legalizacije nezakonito izgrađenih objekata pruža osnovu za početak pravilnog razvijanja odnosno planskog građenja. Jedino uređenom i zakonski propisanom gradnjom vlasnici nekretnina dobivaju njihovu pravu vrijednost.

Samo legalne građevine mogu se priključiti na elektroenergetsku mrežu, komunalnu infrastrukturu za opskrbu pitkom vodom i odvodnju otpadnih voda, itd. Obavljanje gospodarskih djelatnosti bilo u ugostiteljstvu, trgovini, turizmu i sl. moguće je samo u legalnim građevinama. Dokaz legalnosti gradnje građevine jedan je od nužnih uvjeta za prijavu za sredstva iz Europskih fondova. Etažiranje zgrade radi prodaje, podjele imovine, iznajmljivanja, poklanjanja itd. može se provesti samo za legalne građevine. Svi ovi navedeni primjeri pokazuju da samo legalna zgrada odnosno građevina omogućava vlasniku rješavanje imovinsko-pravnih odnosa i omogućava obavljanje svih zahvata vezanih uz istu.

## 6. LITERATURA

- [1] Narodne novine: Zakon o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama. Službeni list Republike Hrvatske, br. 86/12., Zagreb, 2012.
- [2] Državna geodetska uprava: Uputa za izradu, sadržaj i izgled geodetskog snimka izvedenog stanja nezakonito izgrađene zgrade, Zagreb, 2012.
- [3] Narodne novine: Uredba o naknadi za zadržavanje nezakonito izgrađene zgrade u prostoru. Službeni list Republike Hrvatske, br. 98/12, Zagreb, 2012.
- [4] Hrvatska komora arhitekata: Naputak za pružanje usluga ovlaštenih arhitekata prema Zakonu o postupanju s nezakonito izgrađenim zgradama, Zagreb, 2012.

### Kontakt autora:

**Jure Tomić, ing. geod.**

Geodetski zavod d.d. Osijek

Lorenza Jagera 4, Osijek

e-mail: juretomicdj@gmail.com

# BRENDIRANJE GRADOVA KAO EKONOMSKA NUŽNOST

## CITY BRANDING AS ECONOMIC NECESSITY

*Zdravko Mihevc*

Prethodno priopćenje

**Sažetak:** *Kvalitetno brendiranje grada je preduvjet za njihovu prepoznatljivost, kvalitetno pozicioniranje i stvaranje dodatne vrijednosti. Praksa i mnogobrojni primjeri potvrđuju ispravnost ove teze. Brendiranje gradova je nužno kako bi se pojačala konkurentnost, ostvarila veća dobit i osigurao razvoj mjesta. No ne radi se samo o ekonomskim kategorijama jer se pod razvojem mjesta podrazumijevaju i pozitivna demografska kretanja, obogaćivanje kulturnih sadržaja kao i drugih činitelja koji podižu ukupnu kvalitetu života. Izazov je to i nužnost i za gradove u Hrvatskoj kako bi bili konkurentni u oštroj tržišnoj konkurenciji.*

**Ključne riječi:** *brendiranje, dodana vrijednost, gradovi, konkurentnost, kvaliteta života*

Preliminary communication

**Abstract:** *Quality city branding is a precondition for their recognazibility, quality positionig and creating of added value. Practice and numerous examples confirm correction of this theses. City branding is necessary to enhance concurence, gain bigger profit and ensure place development. But this is not only about economic categories because under place development it is understandable alsto positive demographic movement, enrichment of cultural contens as well as other factors which raise total quality of life. This is as well a challenge as it is a necessity for cities in Croatia so they could be concurente in harsh economy concurence.*

**Key words:** *branding, added value, cities, concurence, quality of life*

### 1. UVOD

Upravo kao kompanije i proizvodi tako se i gradovi, regije i države moraju natjecati sa konkurentima u nemilosrdnoj tržišnoj utakmici. Brendiranje mjesta odnosno stvaranje marke mjesta postaje nužnost i jedan od preduvjeta za kvalitetno pozicioniranje na tržištu.

Moderni gradonačelnici i gradske uprave upravljaju gradovima kao kompanijama koje nude svoje proizvode i usluge. Žele da im gradovi budu privlačni investitorima, popularno mjesto za dolazak turista, poželjno mjesto za studiranje a da kupci širom svijeta kupuju proizvode proizvedene u tom gradu.

U svijetu koji je globaliziran treba imati svoju marku, dakle treba biti prepoznatljiv i drukčiji od drugih. Tu je već kraj predrasudi o potrebi nekakve unificiranosti u globalizaciji. Upravo suprotno, različitost je potrebna više nego ikad prije. Različitost je prednost.

Brendiranje, odnosno stvaranje marke mjesta- države, regije ili grada je složen i zahtjevan proces.

“Bit novih programa stvaranja marke jest u tome da oni uhvate duh vremena i mjesta, da to pojedinci i organizacije osjete te da se dobrovoljno pridruže. Prisilom se ništa ne može postići jer će osobnost isplivati iz mnogih poruka sa zajedničkim elementima, a ne samo iz pojedinih velikih događaja.”[1]

### 2. ŠTO JE PLACE BRANDING

American Marketing Association definira marku kao ime, izraz, znak, simbol ili dizajn ili njihovu kombinaciju sa ciljem identifikacije roba ili usluga jednog ili grupe prodavača od strane kupaca i njihovo razlikovanje od roba ili usluga konkurenata. Brand ili marka je dakle više od vizualnog identiteta i od imidža, loga ili slogana. Odnosno sve je to i još više.

“Poznata marka postiže više cijene. Cilj je kreiranje identiteta marke, prema jednom ciniku, dobiti za neki proizvod više novca nego što vrijedi. No to je uskogrudno gledište o koristima koje pouzdana marka daje korisnicima. Korisnici prema imenu marke znaju kakve kvalitete i svojstva proizvoda mogu očekivati i kakva će im usluga biti pružena, a to vrijedi dodatnih iznosa.”[2]

U place brendingu se radi u stvari o primjeni klasičnih marketinških modela i postupaka na određenom području sa ciljem stvaranja i povećavanja njegove ekonomske vrijednosti. Dakle između brendiranja grada i stvaranja korporativne marke se može povući paralela. “Snažna korporativna marka zahtijeva temeljit rad na predodžbi u pogledu opće teme, etikete, grafike, logotipa, prepoznatljivih boja i ulaganja u oglašavanje. Ali kompanija se ne smije previše oslanjati na reklamni pristup. Korporativna predodžba može se djelotvornije izgraditi načinom rada i rezultatima kompanije nego bilo

čime drugim. Dobra izvedba uz dobre odnose s javnošću potaknut će mnogo veće kupnje od korporativnog oglašavanja.”(Ibid) Ipak se postupak brendiranja donekle razlikuje što je uvjetovano prirodom subjekta koji se brendiraju jer su zemlje, regije i gradovi su, za razliku od proizvoda i usluga, “živi” i puno složeniji sustavi.

Place branding se koristiti za postizanje društvenih, političkih i ekonomskih ciljeva a u fokusu je uvijek povećanje konkurentnosti i povećanje profita.

Brendiranje mjesta je dugoročni pothvat a ne kratkoročna kampanja. Za osmišljavanje odgovarajuće strategiju brendiranja i njenu temeljitu provedbu treba vremena i truda, mudrosti i strpljenja. Ako se pravilno radi, dugoročne prednosti, i materijalne i nematerijalne, će daleko nadmašiti troškove.

Brendiranje će saživjeti ako ljudima nudi priliku da ga iskuse kroz aktivno sudjelovanje.[3]

### 3. BRENDIRANJE GRADA

U globaliziranom svijetu, svako se mjesto mora natjecati sa svim drugim mjestima za svoj dio tržišta. Baš kao poznata tvrtka, tako će poznati grad, regija ili država mnogo lakše prodati svoje proizvode i usluge i ostvariti profit, zaposliti najbolje ljude, privući posjetitelje, ulaganja i događaje. Previše je lako postati poznat iz pogrešnih razloga. Ugled mjesta treba graditi na osobinama koje su pozitivne, atraktivne, jedinstvene, održive i relevantne za mnogo različitih ljudi širom svijeta. Place branding strategija određuje najrealnije, najkonkurentnije i najsnažnije strateške vizije za grad, regiju ili državu, i osigurava da je ta vizija podržana, ojačana i obogaćena svakim činom ulaganja i komunikacije između tog mjesta i ostatka svijeta.[Ibid]

Mjesto mora postati i ostati konkurentno a svijet saznati za njega iz uvjerljivih razloga. To je ono što održava zajednicu, privlači i zadržava ljude, tvrtke, događaje, posjetitelje i institucije koje mjesto treba kako bi raslo i razvijalo se.

Kako se globalizacija pojačava, mjesta se natječu s drugim mjestima za pozornost, utjecaj, tržište, ulaganja, tvrtke, posjetitelje, stanovnike, talente i događaje. A konkurencija više nije ograničena sa poznatim mjestima u blizini. Mjesta se sada natječu s gradovima, regijama i zemljama iz cijelog svijeta. Neočekivane i brze promjene u konkurenciji dovode do toga da mjesta naglo gube svoju konkurentsku prednost, bilo da je ekonomska, socijalna ili kulturna.[Ibid]

Stvaranje marke je zahtjevan proces i zahtijeva određeno vrijeme te se ne može obaviti u kratkom roku. Proces brendiranja iziskuje i financijske izdatke. Međutim ukoliko je posao kvalitetno obavljen, korist daleko nadmašuje troškove. Brendiranje treba tretirati kao investiciju a ne kao trošak.[4]

#### 3.1. Postupak brendiranja

Prije svega potrebno je za grad koji brendiramo kreirati zajedničku viziju, zajednički cilj, strategiju, plan djelovanja i implementaciju. Strategija mora imati oslonac na jasno definiranoj viziji budućnosti koja se

temelji na postojećim resursima, motivaciji, sposobnostima, intelektualnom kapitalu i percepciji mjesta. Proces stvaranja marke izaziva velike promjene koje mogu uključivati i utjecaj na urbanistički plan, prenamjenu poslovnih prostora, školovanje specijalističkih kadrova, zaštitu okoliša i kulturna događanja. Postupak brendiranja, osim povezivanja unutar lokalne zajednice, ima utjecaj i na povezivanje s drugim institucijama u zemlji i inozemstvu, sa drugim mjestima te povezivanja na personalnoj razini.

Cijeli proces stvaranja marke zbog osiguranja zajedništva u ciljevima i provođenju mora biti vođen sa najvišeg mjesta. Posebna vještina je potrebna kako bi se osigurala podrška, vođenje i financiranje s najviše moguće razine a istovremeno iz procesa brendiranja isključila politika. Naime političari često žele postići brze efekte, u trajanju njihovog mandata, a u cilju političke promocije što je u suprotnosti sa dugotrajnim poslom brendiranja i rezultatima koji nisu odmah vidljivi.

Od bitne je važnosti izbor najkonkurentnije, najrealističnije i najjače strateške vizije. U proces moraju biti uključeni stručnjaci ali i svi stanovnici mjesta. Od izuzetne je važnosti i senzibiliziranje domaće javnosti o potrebi stvaranja marke jer, primjerice, nemoguće je stvarati marku turističkog mjesta ako svi stanovnici svojim ponašanjem i djelovanjem tome ne doprinesu. A uvjet za njihov doprinos i za prihvaćanje takve marke je čvrsto uvjerenje o ekonomskoj koristi za svakog od njih i njihove potomke te uvjerenje o koristi za cijelu zajednicu. To jedan od najvažnijih, najtežih i najzahtjevnijih zadataka i postupaka jer je stanovništvo svakog mjesta heterogeno sa različitim razmišljanjima, stavovima i interesima.

Svako mjesto je komplicirani sustav sa često kontradiktornim i kompliciranim podsustavima i njihovim vezama, a bit učinkovitog brendinga je jednostavnost što nije jednostavno postići. Treba biti realan i nimalo subjektivan u sagledavanju činjenica o nama samima, o našem gradu. Stoga je važno sudjelovanje i stručnjaka izvan mjesta za koje se radi brendiranje. Ne samo zato da se stručno ojača tim nego da se izbjegne subjektivnost i postignu realniji temelji za brendiranje. Štetan je pristup po kojem “mi to možemo sami, mi najbolje znamo i poznamo svoj grad”. Svako uljepšavanje rezultirati će nerealnim brendiranjem, biti će potrošen novac i vrijeme a rezultat će biti porazan. Nanesena šteta je dugoročna jer će pogrešno brendiranje ostaviti posljedice u javnosti, internoj i vanjskoj te je kasniji rebranding puno zahtjevniji pošto se prvo moraju sanirati posljedice pogrešnog brendiranja. Stvaranje primjerice turističke marke nekog grada, zbog povezanosti turizma sa drugim djelatnostima zahtijeva daleko širi obuhvat aktivnosti od primarno turističkih.

Kreiranje turističke marke treba obuhvatiti i promet, komunalnu infrastrukturu, zaštitu okoliša, kulturu, sportsko – rekreacijske i druge sadržaje. Stoga je zbog obuhvata i kompliciranosti potrebna koordinacija sa odgovarajuće razine, dobra koordinacija svih sudionika, onih gradskih kao onih izvana te multidisciplinarni pristup. Zadatak nije nimalo lak jer svako mjesto obiluje suprotnostima a samo organiziranost i kreativnost može kompleksnost jednog mjesta prevesti u učinkovitu brend strategiju.

Place branding strategija će imati šanse za uspjeh ako stanovnici mjesta imaju pozitivan stav prema procesu brendiranja te usklađuju svoje aktivnosti i ponašanje u skladu s brendom. Sve interesne skupine trebaju sudjelovati u aktivnostima koje su definirane strategijom brendiranja te aktivno međusobno komunicirati. Jako je važna motivacija i edukacija pojedinaca i interesnih skupina kako bi im stečena znanja omogućila potrebnu kvalitetu u skladu sa brendom.

U Europi mnogobrojni su gradovi proveli postupak brendiranja ili ga upravo provode. Uz svjetske metropole kao što su Pariz ili London uspješno su brendirani i manji gradovi, do sada gotovo nepoznati u udaljenijim krajevima. Primjerice grad Cork u Republici Irskoj sa oko 120 000 stanovnika donedavno je bio relativno nepoznat i percipiran kao samo jedan od mnogobrojnih gradova te veličine u Europi. Uspješnim brendiranjem, u skladu sa stvarnom situacijom i mogućnostima, on je brendiran kao grad sa velikim mogućnostima za zaposlenje mladih ljudi, kao prosperitetan i ugodan za život. Društvene mreže su pune komentara mladih ljudi koji su se zaposlili u Corku i iznose svoja pozitivna iskustva koja su u skladu s brendom Corka i porukama koje on šalje. Danas je Cork, kao konačno i Dublin poželjno mjesto za život, naravno zbog mogućnosti zaposlenja ali i pozitivne poruke i asocijacije koja je rezultat brendiranja koje je u skladu sa stvarnim stanjem i mogućnostima.

### 3.2. Komuniciranje brenda

Važno je sa svijetom komunicirati na način koji je istinit, jednostavan, privlačan, motivirajući i pamtljiv odnosno nezaboravan. Jedan od zadataka place brandinga je da osigura da se istina o nekom mjestu efikasno komunicira.

Istinitost je nužnost za uspjeh brendiranja i ne smije se ničim kompromitirati.

Poruke moraju biti istinite jer stvaranje lažne marke uvijek je neuspješno i kratkoga vijeka. Moraju biti izrečene na jednostavan, lako pamtljiv način tako da budu lako prepoznatljive u mnoštvu svih ostalih poruka kojima su primatelji stalno izloženi, motivirati primatelja na akciju, na djelovanje, ali isto tako na sve subjekte u mjestu odakle je poslana. Nije dovoljno govoriti o "najljepšem gradu na svijetu" jer je svakome jasno da svi koji su tu rođeni ili koji su odabrali to mjesto za život tako misle. Kao i oni u drugom gradu za svoje mjesto. Konačno, i ukusi su različiti. Uloga komunikacije nije dakle, prije svega metoda pričanja o mjestu, nego način da svijet dozna njegove mogućnosti koje najbolje dokazuju kakvo je to mjesto.

Važan je izbor komunikacijskih kanala. Ne umanjujući vrijednost ni jednog od njih internet se pokazuje kao izuzetno moćan kanal. Ako smo brendirani primjerice kao grad koji pruža izuzetne mogućnosti za obrazovanje ili za zaposlenje u IT sektoru a ciljana su nam skupina slijedom toga mladi ljudi, najjaču ulogu u komuniciranju brenda imati će internet. Kvalitetan i privlačan portal, prisustvo na društvenim mrežama i interaktivna komunikacija je najjače sredstvo za slanje poruke o nama.

Najčešća i najupečatljivija poruka o nekom gradu do

javnosti stiže putem slogana. Slogan, iako se radi o dijelu ukupnog brendiranja, je izuzetno važan jer u nekoliko riječi pruža esenciju brenda. On se šalje, njega se prima i primatelji će temeljem slogana stvarati sliku i percepciju nekog mjesta ne znajući možda puno podataka i informacija o tom mjestu. Slogan kao i nadimci sadrže poruke koje oblikuju mišljenje.

Slogani su najlakši i najučinkovitiji način za komuniciranje brend poruke, nove ili izmijenjene.

Oni mogu povećati vrijednost i važnost svog brenda, proširiti njegov doseg i obnoviti mu snagu. Bio konkretan ili apstraktan, ozbiljan ili duhovit, slogan treba izraziti značenje tvrtke, vizije i misije, prenijeti bitne osobine karaktera brenda i naglasiti ključnu razlikovnu ili konkurentsku prednost. Poruka slogana treba biti prilagođena specifičnoj javnosti ili ciljanom tržištu i obećavati ispunjenje želja i potreba onih kojima je namijenjena.

Slogan sažima smisao organizacijske vizije, konkurentsku poziciju, brend obećanje, koristi od proizvoda ili iskustvo u uvjerljivu priču. To je destilirana suština poruke brenda- zamišljena strateški, vješto izražena i uvjerljivo isporučena. Slogan bi trebao reći nešto bitno o tome tko ste, što vas čini posebnim, i zašto svijet to treba imati na umu. To bi trebalo dati krovnu vrijednost brendu.

Konzultantska kompanija Tagline Guru provela je istraživanje sa ciljem utvrđivanja najboljih slogana i nadimaka američkih gradova.

U konkurenciji nekoliko stotina gradova po kriterijima originalnosti, stilu, osobnosti i poticaju da se sazna više ili posjeti taj grad kao i drugim kriterijima na prvih pet mjesta su se plasirali slijedeći gradovi:

Slogani:

1. What Happens Here Stays Here  
Las Vegas, NV
2. So Very Virginia  
Charlottesville, NV
3. Always Turned On  
Atlantic City, NJ
4. Cleveland Rocks  
Cleveland, OH
5. The Sweetest Place on Earth  
Hershey, PA

Zanimljivo je da se New York sa možda kod nas najpoznatijim sloganom, The City That Never Sleeps, plasirao na dvadeseto mjesto.

Nadimci:

1. The Big Apple  
New York City, NY
2. Sin City  
Las Vegas, NV
3. The Big Easy  
New Orleans, LA
4. Motor City  
Detroit, MI
5. Windy City  
Chicago, IL [5]

## 4. BRENDIRANJE MJESTA U HRVATSKOJ

Iz kojeg će se razloga turist u obilju ponude odlučiti za dolazak baš u Hrvatsku, našu županiju i baš u naš grad, investitor odlučiti investirati baš kod nas u konkurenciji mnogih koji vape za investicijama i nude različite pogodnosti, a mlada, visokoobrazovana obitelj odlučiti doći živjeti u naš grad? Kakve im asocijacije izaziva naše ime, imamo li identitet koji je različit i privlačniji od drugih? I, konačno, jesmo li, kao grad, marka?

Mali test: što nam prvo padne na pamet kad kažemo Pariz, Milano, Salzburg ili New York? Možda romantika, moda, Mozart i energija. A što nam pada na pamet kad kažemo Zagreb, Vinkovci, Opatija, Dubrovnik, Varaždin ili Koprivnica? Koja nam je prva asocijacija? Imamo li je?

Asocijacija, pozitivna ili negativna, koju imamo pri spomenu nekog grada može biti rezultat informacija koje smo primali u dugom periodu i nije rezultat sustavne aktivnosti na brendiranju grada.

Mjesta često ustvari trpe štetu od slike koju imaju u javnosti a koja je zastarjela, neodgovarajuća, neistinita i razvija se po inerciji. Isto tako asocijacije na neke gradove, iako toga ne moramo biti svjesni, su rezultat sustavnog rada na brendiranju.

Stvaranje marke mjesta ( brendiranje mjesta) je relativna novina u Hrvatskoj za razliku od Sjedinjenih Američkih Država i pojedinih zemalja u Europi. Rijetki su primjeri dobre prakse i rijetki su gradovi koji su nešto sustavno poduzeli na tom području ili se uspješno brendirali (u sjeverozapadnom djelu hrvatske je to Varaždin). Jednim dijelom se radi o gotovo uobičajenom kašnjenju za trendovima iz svijeta (kao i u nekim drugim područjima) a dijelom i u tome što se postupak brendiranja ne prepušta struči nego se vodi sa razine politike sa svim greškama posljedicama koje iz te činjenice proizlaze. Naime često se tome pristupa na način da se omalovažava struka i brendiranje pokušavaju provesti ljudi koji su na pozicijama ali nisu stručni za taj posao. Pri tome se najčešće događa da se pod brendiranjem podrazumijeva definiranje slogana i smatra se da je time napravljeno brendiranje. Takva praksa rezultira time da imamo primjerice inflaciju "gradova znanja" bez ozbiljne visokoškolske ustanove, zato jer to dobro zvuči.

## 5. ZAKLJUČAK

Uspješno brendirani grad lakše će privući investitore i turiste, obogatiti kulturnu ponudu, potaknuti doseljavanje, smanjiti odlazak mladih, razvijati obrazovanje, povećati javne prihode i standard i općenito učiniti grad boljim za život. Primjeri dobre prakse u svijetu potvrđuju tezu o važnosti brendiranja i pozitivnih učinaka koji iz brendiranja proizlaze.

U Hrvatskoj ima do sada malo primjera sistematskog i uspješnog brendiranja gradova. Za podizanje konkurentnosti i povećanje tržišnog udjela kao i postizanje svih drugih pozitivnih rezultata brendiranja, gradovi će u budućem vremenu, kao nužnost, morati raditi na brendiranju, od određivanja strategije do provedbe. Koliko je strategija dobra pokazati će uspješnost implementacije pri čemu formiranje pozitivnih stavova i ponašanje ljudi ima presudan utjecaj.

Uspješno brendirani gradovi i regije poboljšavaju imidž države i utječu pozitivno na stvaranje marke države a naravno i obratno, dobro brendirana država olakšava posao kreiranja marke regijama i gradovima. Iz tog razloga je još veća važnost brendiranja gradova jer pozitivni učinci nisu samo lokalni i ne odnose samo na grad nego i na državu u cjelini.

## 6. LITERATURA

- [1] Olins, W.: Brandovi – marke u suvremenom svijetu, Golden Marketing-tehnička knjiga, 2008
- [2] Kotler: Marketinška znanja od A do Z, Binoza Press, 20043.
- [3] [www.placebrands.net](http://www.placebrands.net).
- [4] Clifton, R.; Simmons, J.: Brands and branding, The Economist, 2003
- [5] [www.taglineguru.com](http://www.taglineguru.com)

### Kontakt autora:

**mr.sc. Zdravko Mihevc, predavač**  
Sveučilište Sjever  
Koprivnica  
[zdravko.mihevc@gmail.com](mailto:zdravko.mihevc@gmail.com)

## PRIMJENA TIG POSTUPKA ZAVARIVANJA U SPAJANJU POZICIJA

### THE APPLICATION OF THE TIG WELDING PROCESS IN THE MERGING POSITIONS

*Ivan Samardžić, Dean Bogovac, Tomislav Jorgić, Kristijan Kovačić*

Stručni članak

**Sažetak:** Napretkom tehnologija i pojeftinjenjem izrade elektroničkih komponenti danas je cijena uređaja za zavarivanje pristupačna tako da su TIG uređaji za zavarivanje našli široku primjenu i dostupniji su nego prije. Pojeftinjenjem uređaja TIG postupak zavarivanja često se primjenjuje kod zavarivanja korijenskog vara gdje je potrebna visoka kvaliteta zavara. Primjenjuje su u prehrambenoj industriji gdje su bitna čistoća i izgled zavara iz sanitarnih razloga. U avio-industriji TIG postupak zavarivanja ima veliku ulogu zbog kvalitete zavara i mogućnosti zavarivanja posebnih materijala koji su teško zavarljivi. TIG postupak zavarivanja zahtjeva kvalificiranog zavarivača jer je zahtjevniji od ostalih postupaka zavarivanja.

**Cljučne riječi:** položaji zavarivanja, Volframova elektroda, TIG postupak zavarivanja

Professional paper

**Abstract:** Advances in technology and cheaper production of electronic components today's prices of welding machines make them accessible and widely used and more available than before. Price cuts on TIG welding machines makes process often in use. Especially welding the root weld where a high quality weld is required. TIG welding machines are applied in the food industry where is important cleanliness and appearance of welds for sanitary reasons. In the aviation industry TIG welding plays a major role because of the quality of welds. TIG welding requires special skilled welders because it is more demanding than other welding methods.

**Key words:** welding positions, tungsten electrodes, TIG welding process

## 1. UVOD

Zavarivanje je spajanje dvaju ili više, istorodnih ili raznorodnih materijala, taljenjem ili pritiskom, s ili bez dodavanja dodatnog materijala, na način da se dobije homogen zavareni spoj.

Zavarivanje je neizostavna tehnika spajanja materijala koji su u eksploataciji izloženi vrlo visokim ili vrlo niskim temperaturama, agresivnim medijima, udarnom i dinamičkom opterećenju, te različitim kombiniranim opterećenjima. U nekim situacijama zavarivanje se nameće kao naj-tehnološnije rješenje (spajanja uz postizanje zahtjevanje kvalitete spoja i uz najniže troškove spajanja). Zavarene spojeve susrećemo svugdje oko sebe, a danas se u praksi primjenjuje nekoliko stotina različitih postupaka zavarivanja koji su prilagođeni za određenu vrstu zavarenih konstrukcija ili proizvoda. Mnogi postupci zavarivanja su automatizirani i/ili robotizirani. Najveći broj robota koristi se upravo za zavarivanje (roboti za elektrootporno točkasto zavarivanje, roboti za MAG zavarivanje u automobilskoj industriji, roboti za zavarivanje TIG postupkom elemenata od nehrđajućeg čelika i.t.d.). [1]

## 1.1. Razvoj zavarivanja kroz povijest

Prvi tragovi izdvajanja željeza iz ruda datiraju oko 2 500 g. p.K., a do šire primjene dolazi kasnije. Željezno doba odnosno željezni predmeti se počinju nalaziti oko 1 500 g.p.K., a prvi zapisi (Herodot) o kovačkom zavarivanju željeza u staroj Grčkoj govore da je zavarivanje korišteno u VI st. p.K., za izradu postolja posuda. Dobivanje čelika počinje oko 1 000 g.p.K. u Indiji. Zavarivanje se razvijalo kao sastavni dio vještina kovača, zlatara i ljevača pri izradi oruđa za rad, oružja, posuda, nakita i građevina (ograde, vrata, mostovi, okovi, rešetke na prozorima,...).

1936. Počela je primjena zavarivanja u zaštitnoj atmosferi He -TIG postupak .

Pred, a posebno poslije drugog svjetskog rata, počinje razvoj i primjena zavarivanja u zaštitnim plinovima TIG (arc-atom s vodikom, te argonarc s argonom ili helijem kao zaštitnim plinom).

1930.g.-Hobart i Devers-zavarivanje u komori ispunjenoj inertnim plinom.

1941.g.-Meredith i Pavlecka-prvi TIG gorionik. 1942.g. HeliArc welding-zavarivanje Mg legura u zrakoplovnoj industriji. [1]

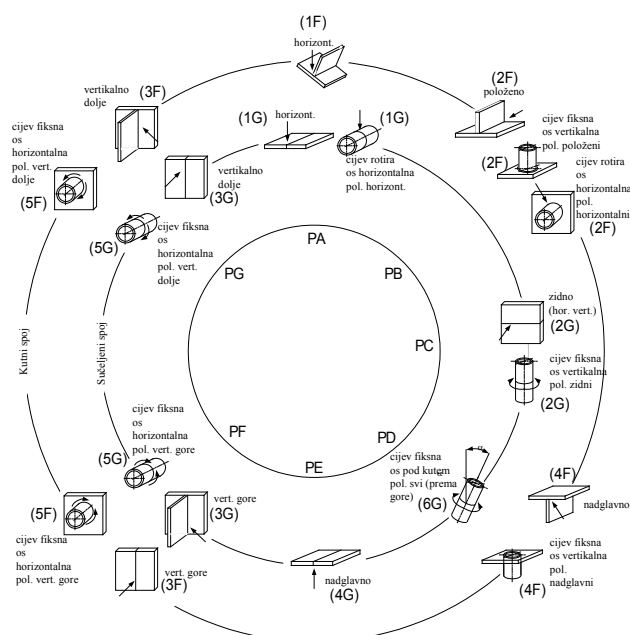
## 2. UVOD U ZAVARIVANJE (TERMINI, POLOŽAJI, PRIPREMA MATERIJALA)

### 2.1. Termini i definicije vezano uz zavarivanje

- **Zavarivač** je osposobljen i provjeren radnik za određeni opseg zavarivačkih radova: postupak, materijali (OM,DM), položaj zavarivanja, geometrijske oblike radnog predmeta, (uvjete zavarivanja, npr. Arktik, svemir, ...).
- **Zavareni spoj** je cjelina ostvarena zavarivanjem, koja obuhvaća dodirne dijelove zavarenih komada, a karakterizirana je međusobnim položajem zavarenih dijelova i oblikom njihovih zavarenih krajeva.
- **Zavarljivost** je sposobnost materijala, da se pri određenim povoljnim uvjetima zavarivanja ostvari kontinuirani zavareni spoj, koji će svojstvima udovoljiti predviđenim uvjetima i vijeku eksploatacije.
- **Zona taljenja** - ZT (zavar, navar, šav) je dio površine poprečnog presjeka zavarenog spoja koji je bio rastaljen. Sastoji se najčešće od mješavine OM i DM, ali ponekad samo od DM (lemljenje) ili samo od OM (zavarivanje bez DM).
- **Zona utjecaja topline** - ZUT (prelazna zona) je onaj dio OM (uz ZT) koji se nije rastalio, ali čija su se mikrostruktura i svojstva izmijenili pod utjecajem topline zavarivanja (lemljenja ili toplinskog rezanja).
- **Predgrijavanje.** Zagrijavanje neposredno prije zavarivanja u zoni OM gdje će se zavarivati, lemiti ili toplinski rezati. Potrebno je propisati minimalnu potrebnu temperaturu predgrijavanja  $T_o$  s tolerancijama (Tomin, Tomax). Temperatura predgrijavanja se najčešće mora održavati sve do završetka zavarivanja.
- **Metalna kupka** je volumen rastaljenog metala u trenutku zavarivanja.
- **Prolaz** je deponit (rastaljeni metal) ostvaren u jednom prolazu elektrodom kod ručnog zavarivanja ili automatom kod automatskog zavarivanja.
- **Sloj** se sastoji od više paralelnih prolaza.

### 2.2. Položaji zavarivanja

U osnovi, četiri su osnovna položaja zavarivanja: horizontalni ili položeni, zidni ili horizontalno - vertikalni, vertikalni i naglavni. Najpovoljnije je zavarivanje u horizontalnom položaju jer je brzina zavarivanja najveća, najlakše je zavarivanje u tom položaju i manja je vjerojatnost nastajanja grešaka u odnosu na ostale položaje zavarivanja. [1]



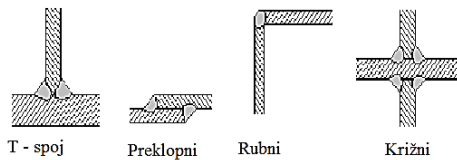
**Slika 1.** Osnovni položaji zavarivanja prema ASME (eng. ASME - the AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS) sekciji IX i HRN EN 287 [5]

**Tablica 1.** Objašnjenje kratica osnovnih položaja zavarivanja

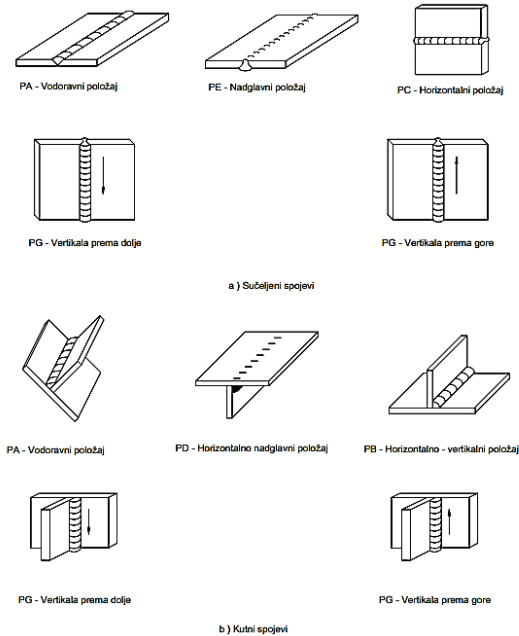
PA	vodoravni položaj
PB	horizontalno - vertikalni položaj
PC	horizontalni položaj
PD	cijev fiksna, pod kutom, svi položaji, prema gore
PE	naglavni položaj
PF	cijev fiksna, os vodoravna, prema gore
PG	vertikalna, prema dolje
G	zavar u žlijebu (eng. Groove weld)
F	kutni spoj (eng. Fillet weld)

### 2.3. Tipovi zavarenih spojeva i pripreme žljebova za zavarivanje

Najčešći oblici zavarenih spojeva su kutni spojevi i sučeoni ili sučeljeni (slika 3. ). Kutni zavareni spojevi mogu biti izvedeni kao: T-spoj, preklopni, rubni i križni (slika 2). Rubni zavarenih spoj treba izbjegavati zbog koncentracije naprezanja, a kod križnog kutnog spoja dolazi do gomilanja zavora na jednom mjestu što također nije dobro



Slika 2. Varijante kutnih zavarenih spojeva [1]



Slika 3. Prikaz varijanti spojeva i nekih od položaja zavarivanja objašnjenih u tablici 1.



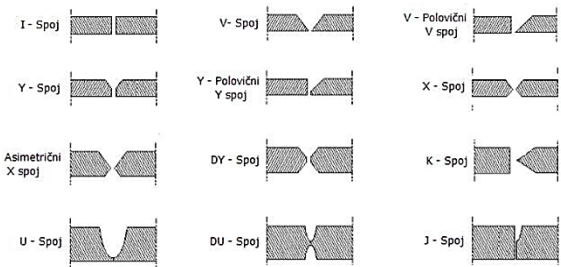
Slika 4. Prikaz vertikalnog zavarivanja T - spoja prema gore



Slika 5. Prikaz zavarenog vodoravnog preklopnog spoja

## 2.4. Priprema spoja za zavarivanje

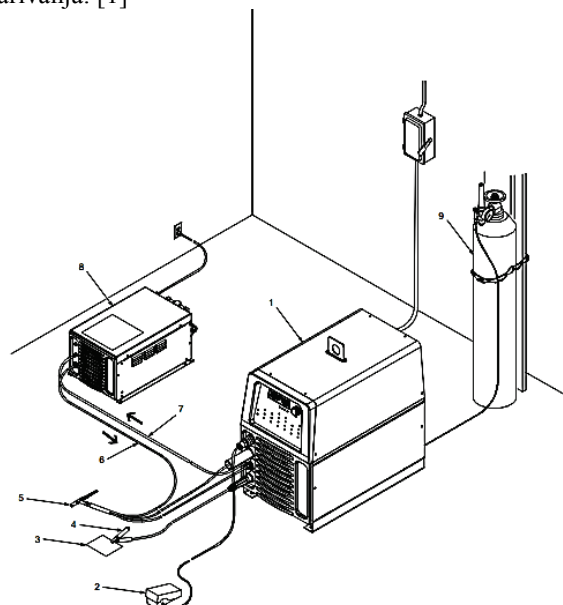
Priprema žlijeba zavarenog spoja može se izvoditi različitim postupcima rezanja ili mehaničkom obradom, pri čemu sredstvo, odnosno alat kojim se provodi postupak može biti vođen ručno ili mehanički, kod visokih tehničkih zahtjeva na pripremu stranice se strojno obrađuju ili se postupak robotizira. Izbor oblika zavarenog spoja za zavarivanje ovisi o nizu čimbenika, od kojih su najvažniji debljina i vrsta materijala, položaj i postupak zavarivanja, te vrsta spoja. Tri su osnovne skupine zavarenih spojeva: sučeljeni, kutni i naliježući. Prikaz najčešće korištenih spojeva gdje se obrađuju kosine prije zavarivanja. [6]



Slika 6. Prikaz oblika obrade spojeva prije zavarivanja [6]

## 3. ELEKTROLUČNO ZAVARIVANJE NETALJIVOM ELEKTRODOM POD ZAŠTITOM PLINA (ENG. TIG-TUNGSTEN INERT GAS; GTAW-GAS TUNGSTEN ARC WELDING )

TIG postupak zavarivanja je postupak zavarivanja koji daje visoku kvalitetu zavarenog spoja što je najveća prednost ovog postupka zavarivanja. U usporedbi s ostalim postupcima zavarivanja ovaj je postupak relativno spor dok je izobrazba za TIG zavarivača i automatizacija kompleksnija u odnosu na ostale postupke zavarivanja. [1]



Slika 7. Prikaz TIG stroja [3]



**Tablica 2.** Dijelovi TIG stroja

1	izvor struje
2	nožna kontrola jakosti struje
3	radni komad
4	kliješta suprotnog pola
5	gorionik
6	crijevo rashladne tekućine
7	crijevo rashladne tekućine
8	sustav za kontrolu hlađenja
9	zaštitni plin

### 3.1. Princip rada

Elektrolučno zavarivanje netaljivom elektrodom u zaštiti inertnog plina (eng. Tungsten Inert Gas ) je postupak zavarivanja kod kojeg se električni luk stvara između netaljive (volframove) elektrode i materijala koji se zavaruje. Dodatni materijal najčešće u obliku šipke ili žice dodaje se u prednji rub kupke rastaljenog metala. Inertni plin ( uglavnom argon, helij ) stvara zaštitnu atmosferu koja sprečava kontaminaciju volframove elektrode i rastaljene kupke materijala. TIG postupak je precizan jer se elektroda ne troši tijekom zavarivanja a dodatni materijal se po potrebi dodaje u kupku rastaljenog materijala. [7]

### 3.2. Izvori struje za TIG zavarivanje

Izvor struje ima padajuću karakteristiku kao kod REL postupka zavarivanja. Zbog toga većina novih strojeva ima mogućnost TIG i REL zavarivanja.

Izvori struje za TIG zavarivanje mogu biti:

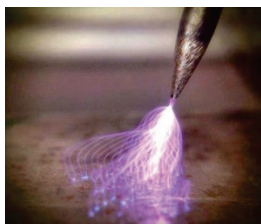
- za standardno TIG zavarivanje
- za impulsno TIG zavarivanje.

Prednosti impulsnog zavarivanja su :

- stabilniji električni luk (ako se dobro odrede parametri )
- precizna kontrola penetracije smanjenje veličine taline zavara smanjenje unosa topline u radni komad a time i smanjenje deformacija

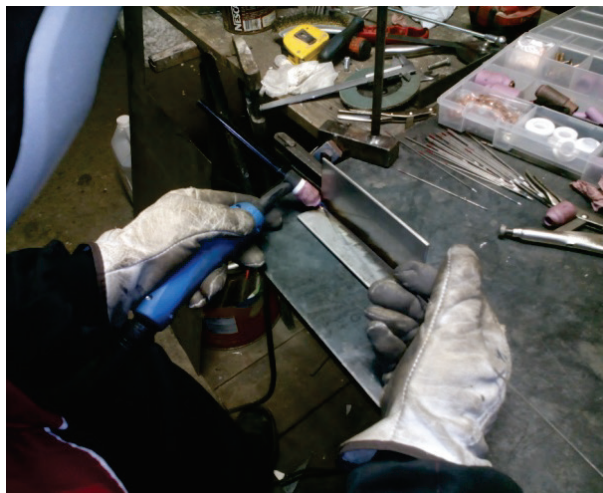
Uspostavljanje električnog luka:

- dodirivanjem volframove elektrode s radnim komadom tzv. "kresanje" (Koristi se kod starijih strojeva koji nemaju VF-generator, postoji mogućnost oštećivanja volframove elektrode i kontaminacija radnog komada).
- uz pomoć visokofrekventnog generatora (VF-generator)- koji služi za uspostavljanje električnog luka (slika 8.) bez dodira volframove elektrode sa radnim komadom. [7]



**Slika 8.** Uspostavljanje električnog luka uz pomoć VF-generatora [8]

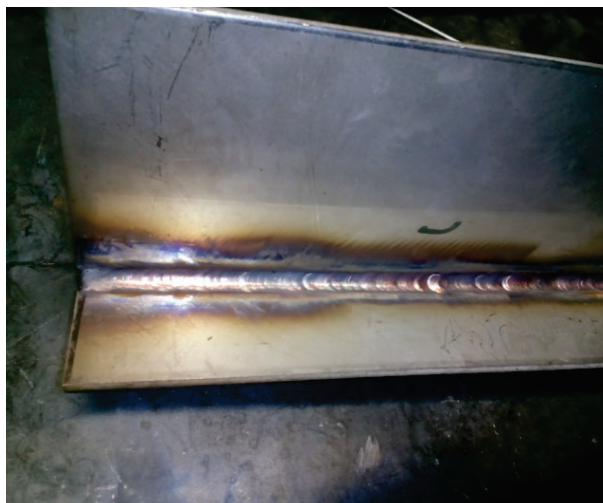
Nakon uspostavljanja električnog luka između netaljive volframove elektrode i radnog komada, tj. priključaka na polove električne struje, proces zavarivanja se odvija s ili bez dodavanja dodatnog materijala (žice) u električni luk (slika 9.). Nakon toga slijedi zavarivanje i formiranje zavarenog spoja. [1]



**Slika 9.** Početak procesa zavarivanja



**Slika 10.** Proces zavarivanja u tijeku



**Slika 11.** Izgled zavara vodoravnog T- spoja

### 3.3. Vrste električne struje u primjeni sa izvorima za TIG zavarivanje:

- DC - istosmjerna struja se uglavnom koristi za zavarivanje "crnih" čelika, nehrđajućih čelika, legura bakra, itd.
- AC - izmjenična struja se koristi uglavnom za zavarivanje aluminija i magnezija.

### 3.4. Gorionici za TIG zavarivanje

Osnovna podjela gorionika:

- Zrakom hlađeni gorionici za ručno zavarivanje - koriste se za manje jakosti struje i manju interminenciju (najčešće do 200A).
- Vodom hlađeni gorionici za ručno zavarivanje - koriste se za veće jakosti struje i veću interminenciju (uglavnom od 200 do 600A).
- Vodom hlađeni gorionici za strojno(automatsko) zavarivanje.

Najčešći dijelovi gorionika su ( Slika 12. ):

- držač za ruku (na/u njemu se nalaze: prekidač, provodnici plina, rashladnog sredstva). (Slika 12.: br. 13)
- vodilica volfram elektrode(Slika 12. br. 5,9)
- raspršivač plina (Slika 12. br. 6, 10)
- kapa gorionika (Slika 12. br. 1, 2, 3)
- keramička sapnica za plin (Slika 12. br. 7, 8, 11, 12)
- volfram elektroda ( slika 12. br. 4 )



Slika 12. Dijelovi TIG gorionika

### 3.5. Volframova elektroda

Volframova elektroda služi kao provodnik električne struje sa polikabela na radni komad. Talište volframa je na 3422°C

Elektrode se izrađuju iz:

- čistog volframa
- volfram sa dodacima torijevog oksida ( $\text{ThO}_2$ )
- volfram sa dodacima cirkonijeva oksida ( $\text{Zr O}_2$ )
- volfram sa dodacima lantanova oksida ( $\text{La O}_2$ )
- volfram sa dodacima cerijeva oksida ( $\text{Ce O}_2$ )

Tablica 3. Označavanje volframovih elektroda

Oznaka (ISO)	Dodatak oksida (%)	Tip oksida	Boja
W	--	--	Zelena
WC20	1,8-2,2	$\text{CeO}_2$	Siva
WL10	0,9-1,2	$\text{La}_2 \text{O}_3$	Crna
WL15	1,4-1,6	$\text{La}_2 \text{O}_3$	Zlatna
WL20	1,9-2,1	$\text{La}_2 \text{O}_3$	Plava
WZ8	0,7-0,9	$\text{Zr O}_2$	Bijela
WT10	0,8-1,2	$\text{ThO}_2$	Žuta
WT20	1,7-2,2	$\text{ThO}_2$	Crvena
WT30	2,8-3,2	$\text{ThO}_2$	Ljubičasta
WT40	3,8-4,2	$\text{ThO}_2$	Narandžasta

Brušenje volframovih elektroda:

- pravilno u smjeru osi volframove elektrode (daje stabilan luk)
- nepravilno u smjeru okomitom na os volframove elektrode



Slika 13. Pravilno i nepravilno brušenje volframove elektrode

### 3.6. Primjena TIG postupka kod zavarivanja različitih vrsta materijala

TIG postupak se također široko primjenjuje: kod proizvodnih zavarivanja, navarivanja i reparaturnog zavarivanja aluminijskih legura i drugih nehrđajućih materijala i legura. On se uglavnom uspoređuje sa MIG i plazma postupkom zavarivanja. Primjenjuje se za zavarivanje limova i cijevi debljine do debljine 6 mm. TIG postupak je izvorno ručni postupak. Koristi se i kao automatski i robotizirani postupak zavarivanja, ali je primjena tih uređaja kompleksnija i skuplja. [1]

**Prednosti:**

- kvaliteta zavarenog spoja vrlo visoka (kako u pogledu broja grešaka u zavarenom spoju, tako i sa stajališta estetskog izgleda i mehaničkih svojstava zavara),
- pogodan za reparaturna zavarivanja,
- mogućnost zavarivanja u svim položajima zavarivanja,
- primjenjiv je za sve metale i oblike radnog komada [1].

**Nedostaci:**

- viša cijena opreme za zavarivanje (uređaja za zavarivanje) u odnosu na MIG postupak zavarivanja,
- kvaliteta zavara uvelike ovisi o vještini zavarivača ,
- manje pogodan za automatizaciju i robotizaciju,
- vrijeme za izobrazbu dobrog zavarivača je dugo

- manja učinkovitost (kg depozita/h) u odnosu na MIG i plazma zavarivanje, neekonomičan za zavarivanje materijala veće debljine od 6 mm,
- dolazi do jakog bljeskanja pri zavarivanju, potrebna dobra ventilacija prostora,
- dugotrajni rad može ostaviti štetne posljedice na zdravlju zavarivača (reuma, oštećenja dišnog sustava...),
- visoka cijena zaštitnog plina i otežan rad na otvorenome,
- visoki zahtjevi s obzirom na kvalitetu obrade i čistoću u pripremi spoja. [1]

### 3.7. TIG postupak zavarivanja konstrukcijskih čelika

Zavari konstrukcijskih čelika TIG postupkom mogu se izvesti jako kvalitetno. Zbog sporosti postupka koristi se uglavnom zavarivanje tankih limova i cijevi za zavarivanje korijenskog prolaza na debljim materijalima (Slika 14.)



Slika 14. Čelična cijev zavarena TIG postupkom

Koriste se torirne voframove elektrode sa zašiljenim vrhom te promjerom ovisno o korištenoj struji zavarivanja. Primjenjuje se DC struja, volfram elektroda na minus polu. Dvije trećine topline električnog luka se prenosi na pozitivni pol (radni komad) dok se jedna trećina topline razvija na minus polu (elektrodi). Elektroda na plus polu bi se pregrijavala.

Priprema spoja: -I do 4 mm bez zračnosti, -V od 4-10 mm (sa zračnošću između ivica). Pripremljeni spoj bez nečistoća i masnoća

Položaj gorionika bi trebao biti oko 45° u odnosu na radni komad, a materijala za dodavanje oko 15° u odnosu na radni komad ( Slika 15. ).



Slika 15. Položaj gorionika i materijala za dodavanje u odnosu na radni komad

Kod zavarivanja cijevi od nehrđajućeg čelika potrebno je zaštititi korijen zvara zaštitnim plinom (argonom i sl.). Zaštita korijenskog zvara izvodi se pomoću specijalnih naprava koje osiguravaju zaštitnu atmosferu bez kisika (odnosno s malim promilima kisika) ( Slika 16. )



Slika 16. Naprava kućne izrade za zaštitu korijenskog zvara kod zavarivanja cijevi



Slika 17. Prikaz pripremljene cijevi za početak zavarivanja s napravom za zaštitu korijenskog zvara



Slika 18. Unutrašnjost cijevi zavarena korištenjem naprave za zaštitu korijenskog zvara

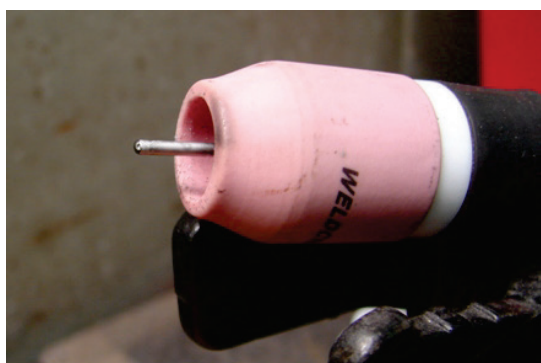
### 3.8. TIG postupak zavarivanja aluminija i njegovih legura

- kod zavarivanja aluminija najveći problem je njegova sklonost oksidaciji odnosno stvaranju aluminijeva oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) na površini aluminija koji se nakon čišćenja brzo ponovno stvara te ometa spajanje taline osnovnog i dodatnog materijala.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ima visoku točku tališta ( $2050^\circ\text{C}$ ) za razliku od legura aluminija ( $520\text{-}660^\circ\text{C}$ ) te veću specifičnu težinu pa se teško tali i lako uključuje u talinu zavara
- primjenjuje se AC struja za zavarivanje koja najuspješnije razara površinski sloj oksida ( + pol razbija kožicu, a - pol hladi elektrodu ). Na slici 19. se može vidjeti sloj razbijenog oksida uz zavar.



Slika 19. Prikaz sloja razbijenog oksida uz zavar [11]

- Volframova elektroda mora imati zaobljen vrh (Slika 20. ) i koristi se cirkonirana elektroda ili čisti volfram (ne preporuča se), a najbolje rezultate daje 2% latanova oksida jer daje najstabilniji električni luk



Slika 20. Prikaz oblika vrha volframove elektrode za zavarivanje aluminija [10]

## 4. ZAKLJUČAK

TIG postupak zavarivanja je visoko kvalitetan postupak koji ima puno prednosti pred ostalim postupcima ali ga njegova sporost, mali depozit i viša cijena opreme sprečava da se koristi u puno većoj mjeri. Ali pojeftinjenjem elektroničkih komponenti i

robotiziranom proizvodnjom cijene opreme su sve pristupačnije i može se primijetiti sve veća upotreba TIG postupka zavarivanja.

Svugdje gdje postoje zahtjevi za visokom kvalitetom spoja, estetikom zavara ili gdje su potrebna specijalna zavarivanja TIG postupak ima dobru i opravdanu prednost ( npr. prehrambena industrija - cjevovodi ).

## 5. LITERATURA

- [1] Samardžić, I.: Proizvodne tehnologije - Nastavni materijali, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, 2014.
- [2] Kralj, S.; Andrić, Š.: –Osnove zavarivačkih i srodnih postupaka, Sveučilišna skripta, Zagreb. 1992.
- [3] <http://www.millerwelds.com/pdf/gtawbook.pdf> (Dostupno: 05.07.2014.)
- [4] [http://www.wilhelmsen.com/services/maritime/companies/buss/DocLit/ProductLiterature/Documents/Welding\\_Handbook.pdf](http://www.wilhelmsen.com/services/maritime/companies/buss/DocLit/ProductLiterature/Documents/Welding_Handbook.pdf) (Dostupno: 05.07.2014.)
- [5] [https://www.sfsb.hr/kth/zavar/tii/vr\\_spo.pdf](https://www.sfsb.hr/kth/zavar/tii/vr_spo.pdf) (Dostupno: 05.07.2014.)
- [6] <http://www.metalvar.hr/sites/default/files/Novosti/Priprema%20krajeva%20limova%20i%20cijevi.pdf> (Dostupno: 05.07.2014.)
- [7] Crnalić, N.: Zavarivanje u zaštiti inertnog plina netaljivom elektrodom (TIG)- 2. Seminar -Izbor optimalnog postupka zavarivanja, Pula, Prosinac, 2005.
- [8] <http://media-cache-ak0.pinning.com/736x/31/6b/d7/316bd75500b64574e5b722ba010748f6.jpg> (Dostupno: 05.07.2014.)
- [9] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQf0UxAmOTJfmoAiDggiftkibuvp4UTd1vMk39lIFbCmalP0VTV> (Dostupno: 05.07.2014.)
- [10] <http://www.weldingtipsandtricks.com/images/tig-welding-aluminum-electrode.JPG> (Dostupno: 05.07.2014.)
- [11] [https://fbcdn-sphotos-g-a.akamaihd.net/hphotos-ak-xap1/t1.0-9/1526960\\_669633109747329\\_1576943785\\_n.jpg](https://fbcdn-sphotos-g-a.akamaihd.net/hphotos-ak-xap1/t1.0-9/1526960_669633109747329_1576943785_n.jpg) (Dostupno: 05.07.2014.)

### Kontakt autora:

Visoka tehnička škola u Bjelovaru  
Trg Eugena Kvaternika 4, Bjelovar

**Ivan Samardžić, Prof.dr.sc.**  
E-mail: Ivan.Samardzic@sfsb.hr

**Dean Bogovac** (student)  
E-mail: dean1389@gmail.com

**Tomislav Jorgić** (student)  
E-mail: tomislavjorgic20@gmail.com

**Kristijan Kovačić** (student)  
E-mail: kristijan.kovacic@hotmail.com

# ASIMETRIJA INFORMACIJA I MORALNA OPASNOST U FINACIJSKOJ EKONOMIJI

## INFORMATION ASYMMETRY AND MORAL HAZARD IN FINANCIAL ECONOMICS

*Tomislava Majić, Boris Pongrac, Georg Richter*

Prethodno priopćenje

**Sažetak:** Jedna od najvažnijih neoklasičnih ekonomskih teoretskih pretpostavka je savršena informacija. Pretpostavlja potpuno vladanje potrebnim informacijama za sudjelovanje na tržištu, posebno o motivima drugih dionika. Ipak, kad god su dvoje pojedinaca u realnosti u kontaktu, nemoguće je u potpunosti znati motive i misli druge osobe. Asimetrija informacija veoma je važno pitanje na području ponašanja potrošača, osiguranja, teorije agenata i bankarskih kredita. Kako bi informacija imala pravu vrijednost, mora se smanjiti neizvjesnost dionika. Rizik pogrešnog izbora može nastati ukoliko agent zataška privatne informacije prije početka veze. Moralna opasnost nastaje u trenutku trajanja veze postoje asimetrične informacije zbog nepostojanja radnje od strane agenta koja se može potvrditi ili ako on dođe do novih informacija. Ovaj rad pokazuje modele rizika pogrešnog izbora i moralne opasnosti sa odgovarajućim područjima primjene. Jedna metoda koja bi mogla smanjiti asimetriju informacija i na taj način smanjiti trošak donošenja loših odluka, je signalizacija, koja je također prikazana u ovom radu.

**Key words:** rizik pogrešnog izbora, teorija agenata, asimetrija informacija, moralna opasnost, signalizacija

Preliminary communication

**Abstract:** One of the most important neoclassical economic theory assumption is the perfect information. It assumes complete knowledge of required information for acting in the market, especially of other party's motives. However, whenever two individuals interact in reality, complete knowledge of the other party's motives and thoughts is simply impossible. Information asymmetry is an extremely important issue in the fields of consumer behavior, insurance, agency theory and bank loans. For the information to be of real value it must reduce the uncertainty of the parties involved. Adverse selection can emerge if the agent holds private information before the relationship is begun. Moral hazard occurs at a point in time later in the relationship where asymmetric information is due to the lack of verifiable action on the side of the agent or if he obtains new information. This paper shows models of adverse selection and moral hazard, with their application areas. One method that could reduce information asymmetry and, in this way, decrease the costs of bad decision making is the signaling, also shown in this paper.

**Key words:** adverse selection, agency theory, information asymmetry, moral hazard, signaling

### 1. INTRODUCTION

Whenever two individuals interact in reality, complete knowledge of the other party's motives and thoughts is impossible. This is the common pattern, which appears in different fields in business administration and economics. Many researchers, whose object of interest is the agency theory, consumer behavior or the debt market, deal with this issue, namely information asymmetry.

Information economics starts with uncertainty. The initial endowment of every individual involves beliefs about possible future states in which different actions are optimal. [1] Information changes this initial set of beliefs. If an interaction between two individuals is considered, the information must additionally be relevant. For the information to be of value it must reduce the uncertainty of the parties involved. [2]

Information asymmetry describes the fact that one party knows more about the important transaction's parameters than the other party. Information asymmetries are commonly studied in the context of the agency theory, where one party – the agent is mostly the one with the informational advantage. By definition an agency relationship is “a contract under which one or more persons (the principal(s)) engage another person (the agent) to perform some service on their behalf which involves delegating some decision making authority to the agent.” [3] Within business literature, the principal – agent problem is considered as consequence of the separation of ownership (principal) and management (agent). In this paper is shown this particular relationship, but also the general application horizon, which is much broader.

The two main sections deal with adverse selection and moral hazard. Initially, the verbal and mathematical definitions of the respective terms are given. In advance,

the collection of application areas is provided. The fourth section deals with the method that could reduce information asymmetry and respective costs: signaling. The paper concludes with a summary.

## 2. ADVERSE SELECTION

### 2.1. Definition

Adverse selection or negative selection is a term originally used in insurance. It describes a situation where an individual's demand for insurance is positively correlated with the individual's risk of loss, i. e. higher risks buy more insurance. It is due to existing private information known only to the individual (information asymmetry) or some regulations and social norms. The consequence is that the insurer cannot allow for this additional risk in the price of the insurance.

Adverse selection and moral hazard differ in the timing when the asymmetric information evolves. Adverse selection can emerge if the "agent holds private information before the relationship is begun." [4] The application of the adverse selection process in the context of economics refers back to Akerlof. Akerlof analyzes the market of used cars, known as lemons problem. The broad range of qualities offered in the market is modeled with the parameter  $k$  which is, due to simplicity, uniformly distributed on the interval  $[0, 1]$ . Assuming that both parties buyers and sellers have the same information about the products, the result is quite intuitive. The seller, representing the agent, is willing to sell a used car at  $p_s k$  which is his personal valuation for the car. Symmetrically,  $p_b k$  is the valuation of the buyer, representing the principal. If  $P$  is the actual price, both participants agree on the seller's utility is  $U_s = P - p_s k$  and the buyer's utility is  $U_b = p_b k - P$ . Consequently, a deal only occurs if  $p_b \geq p_s$  (alternatively  $p_b k \geq P \geq p_s k$ ) since both participants want to benefit from the trade. In case of  $p_b = p_s$  both have the same valuation and are indifferent between trading and not trading. In this case we just assume there is trading. In this constellation all cars on the market will be sold. The exact market price is hereby determined by the relative bargaining power of the participants. If the seller has all the power, the price is  $P = p_b$  and the entire surplus of the trade goes to the seller. However, in case of asymmetric information, the process seems differently. Now, the buyer does not know the quality of the car. This means, that  $k$  could take values from the whole range of the interval  $[0, 1]$ . Hence, he rationally randomizes across the range calculating the average at a given price. From the previous assumption for the occurrence of a deal, we can take  $P \geq p_s k$  leading to the average quality in the market at price  $P$  of  $K = P / (2 p_s)$ . The sellers know about the randomization process of the buyers and adapt to the new valuation on the side of their buyers which must be higher as their own. Consequently, they do not sell cars with a quality higher than the average quality in the market at the given price. If we put the average quality on both sides, we obtain the average valuation of the buyers of  $p_b K = (p_b/2 p_s) P$ . Knowing that  $p_b \geq p_s$ ;

this means that, in order to fulfill the condition of a beneficial deal on the buyer's side  $p_b K \geq P$ , the equation only holds if the buyers' valuation is at least two times as high as the sellers' valuation  $p_b (k) \geq 2 p_s (k)$ . However, such a huge difference in valuation is highly irrational behavior which is why it can be neglected. The only price for which they are willing to buy is  $P = 0$  since then the buyers are sure that it is the worst possible quality. Following this logic the market breaks down and there are no trades at all. [4]

### 2.2. Areas of application

The market of used car, explicated in the Akerlof's lemon problem, is by far not the only application field of adverse selection. In the area of life insurance, the insurer is the principal and the person to be insured is the agent. Insurance companies buy risks from the agents in exchange of an insurance premium which is initially fairly priced. The individual risks for every insured person are thereby very different. If one considers life insurance, it is cheaper for a younger person since an elderly person is more likely to die. Due to the assumed independence of the individual events, pooling of the risks reduces risk for the insurer. [5] In this constellation the elderly people are subsidized by the younger ones because the price for a single insurance is higher for them as it is with pooling. However, the younger ones with the lower risk might in expectation be better off without insurance. Consequently, the lowest risk drop out and the price of the insurance rises. It becomes less attractive for the low risks to participate in the pooling and only the high risks remain causing the market to fail in a similar way than shown above. [5] An insurance company can abate this problem by discriminating between the clients offering different contracts which are individually designed in that way that every client intuitively chooses the contract designed for him and thereby reveals his type. This model is generally applicable in case of adverse selection. [6]

Simiral situations emerge in external financing. A bank has an informational disadvantage towards its borrowers since only they know if they are able to pay the debt back. An entrepreneur who needs funds, in order to finance his project, has an informational advantage towards bank since only he knows his capability of providing this project and the quality of the project.

## 3. MORAL HAZARD

### 3.1. Definition

Moral hazard emerges when one party takes more risks because someone else bears the burden of those risks. Moral hazard occurs at a point in time later in the relationship where asymmetric information is due to the lack of verifiable action on the side of the agent or if he obtains new information.[4] An alternative way of capturing this notion is for the lack of information to be a main driver of the risk involved in the relationship. This

understanding is the motivation behind Paul Krugman's definition of moral hazard: "[A]ny situation in which one person makes the decision about how much risk to take, while someone else bears the cost if things go badly." [7] A classic example of this situation is the principal-agent problem in today's listed firms. As pointed out earlier, the management performs tasks on the behalf of the owners. It is impossible (or too costly) for the owners to fully observe the behavior of the agents. The need to monitor stems from the fact that the motives of the two parties are different. Both want to maximize their utilities but for the principal this means maximizing firm value and for the agent this means maximizing salary to a given effort level. Formally, the maximization problem can be displayed as follows:

$$\begin{aligned} \max_{\{e, \{w(x_i)\}\}} & \sum_{i=1}^n p_i(e) B[x_i - w(x_i)] \\ \text{s.t.} & \sum_{i=1}^n p_i(e) u(w(x_i)) - v(e) \geq \underline{U}^1 \end{aligned} \quad (1)$$

The output ( $x_i$ ) depends on the effort  $e$  and a random component and is therefore also random. The utility for the principal is characterized by the output minus the wage ( $w(x_i)$ ) he has to pay to the agent over all possible states of the economy  $i$  to which a probability  $p_i(e)$  is assigned to.<sup>2</sup> For the agent, the utility assembles from the utility of the wages  $u(w(x_i))$  minus the disutility of his effort  $v(e)$ . This must be higher than or equal to the reservation utility  $\underline{U}$  for the agent to participate in the contract with the principal. The reservation value  $\underline{U}$  represents the utility an agent would get somewhere else, e.g., as employee in a different company.

To begin with, the paper briefly considers the case with the same level of information on both sides to develop some understanding of the model. Since there are no doubts about the real nature of the contract partner, the optimal solution only depends on the risk attitude of the parties. The risk is shifted between the parties towards the one which is more willing to take risks. After deriving with respect to  $w(x_i)$ , the first-order condition yields  $\lambda^* = \frac{B'(x_i - w(x_i))}{u'}$  where  $\lambda^*$  is a constant. To characterize the risk shifting process we have to find out what happens to the wage when the output level varies. This means we take the second derivative with respect to  $x_i$  and rearrange the equation to  $\frac{dw^*}{dx_i} = \frac{r_p}{r_p + r_A} \in [0,1]$  where  $r_j$  is the Arrow-Pratt measure of risk aversion for the principal and the agent respectively defined by  $r_p = \frac{B''}{B'}$  and  $r_A = \frac{-u''}{u'}$ . Risk neutrality is generally associated with  $r_j = 0$ .<sup>3</sup> Three different cases can be derived from this. (i) If the principal is risk neutral,  $r_p = 0$ , and  $\frac{dw^*}{dx_i} = 0$ . This means the wage does not change with the output resulting in a fixed salary for the agent. (ii) If the agent is risk neutral,  $r_A = 0$ , and

$\frac{dw^*}{dx_i} = 1$ , the agent gets the total output as a wage. However, for this condition to hold the agent must buy the license in exchange for a fixed franchise fee. (iii) Both parties are risk averse. This means  $\frac{dw^*}{dx_i}$  lies somewhere between 0 and 1 leaving the agent with a partly participation of the increased output as increased wage. The fourth case one can think of with risk neutrality on both sides is not implicitly solvable with the Lagrange method since both  $B'(\cdot)$  and  $u'(\cdot)$  need to be constant leading to all second derivatives to be zero. Hence, the sufficient condition is not fulfilled and the functions must be observed more closely. [4]

For the sake of completeness, besides the optimal wage, the optimal effort level must also be mentioned shortly. In case (i), which is generally the standard assumption for the players' risk attitude, the optimal effort for the agent is the point where the expected marginal utility equals the marginal disutility of his effort. [4] In return, the agent receives a fixed salary. This solution under symmetric information is also called the first-best solution. In the following paragraph the assumption of symmetric information is released in order to approach the core of the agency problem including unobservable actions in the sense of moral hazard.

From the agent's perspective, a high wage and a low effort is desirable. Therefore, the natural action for him is to exert as little effort as possible since it is not observable. However, the principal anticipates this behavior and pays only the minimum wage. If the principal wants the agent to work harder, he has to incentivize him to do so. This can be done by paying the agent according to the output level. Formally, the most obvious way to show this is to select two different effort levels, high effort and low effort,  $e \in \{e^H, e^L\}$ . As one would expect, the disutility for higher effort is bigger than for lower effort ( $v(e^H) > v(e^L)$ ) and the probability for low output is bigger when low effort is exerted referring to a first order stochastic dominance from  $p_i^H$  over  $p_i^L$ . Suppose, the outputs are order from low to high,  $x_1 < x_2 < \dots < x_n$ , then

$$\sum_{i=1}^k p_i^H < \sum_{i=1}^k p_i^L \text{ for all } k = 1 \dots n. \quad (2)$$

If the principal wants the agent to work only with low effort, he only pays the minimum wage. This is actually a case of symmetric information since all the parameters are known to the parties and therefore the solution is not different to the first-best solution of case (i). The situation becomes different if the principal wants the agent to work with high effort. The following problem occurs:

$$\max_{\{w(x_i)\}} \sum_{i=1}^n p_i^H [x_i - w(x_i)] \quad (3)$$

$$\text{s.t. } \sum_{i=1}^n p_i^H u(w(x_i)) - v(e^H) \geq \underline{U} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n p_i^H u(w(x_i)) - v(e^H) \geq \sum_{i=1}^n p_i^L u(w(x_i)) - v(e^L) \quad (5)$$

Now, there is an additional constraint to incentivize the agent, compared to the symmetric case. That is because the utility from high effort must be bigger or

<sup>1</sup> $B' > 0, B'' \leq 0, u' > 0, u'' \leq 0, v' > 0, v'' \geq 0$

<sup>2</sup>Precisely,  $\text{Prob}[x = e] = \text{for } i = 1, 2, \dots, n$ .

<sup>3</sup>Except for the rare case when  $u(\cdot)$  or  $B(\cdot)$  is constant which means that the person is equally satisfied with any level of the independent variable.

equal to the utility of low effort. Otherwise he would just stay with the low effort level. The first-order condition with respect to yields  $\frac{p_i^H}{u'(w(x_i))} = \lambda p_i^H + \mu [p_i^H - p_i^L]$  and summing up over all states  $i$  results in a Lagrange parameter for the participation constraint of

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \frac{p_i^H}{u'(w(x_i))} \quad (6)$$

which is obviously bigger than zero and therefore it binds. The second parameter constraint can be checked with a rearranged first-order condition (dividing by  $p_i^H$ ):

$$\frac{1}{u'(w(x_i))} = \lambda + \mu \left[ 1 - \frac{p_i^L}{p_i^H} \right] \quad (7)$$

representing the second-best solution of the problem, this time under information asymmetry. Here, it can be seen that the incentive compatibility constraint binds as well due to the fact that  $\mu$  cannot be 0 since then  $u'$  and  $w(x_i)$  respectively would be constant as in the symmetric case yielding a fixed salary for the agent. This contradicts the second constraint. With a fixed salary the agent would choose definitely low effort. A very interesting thing to focus on is the so-called likelihood ratio  $\frac{p_i^L}{p_i^H}$ . The smaller this ratio, the bigger the right-hand side. The left-hand side increases if  $u'(w(x_i))$  decreases and this happens per definition for bigger values of  $w(x_i)$ . For a smaller likelihood ratio, the possibility of a high output in a certain state to be associated with a high effort increases. In other words this means that the premium in wage paid for higher effort is bigger if less uncertainty about the effort level is involved and the result approaches the wage for high effort of the symmetric case. On the contrary, this means with uncertainty about the true nature of the agent, the principal loses utility because he could be compensating low effort with high wages and the agent loses utility because the premium for high effort decreases. Comparable to the adverse selection problem on the used car market, if the principal is totally unsure about the effort which was exerted  $p_i^H = p_i^L = \frac{1}{2}$ , only the agent in disguise delivering low effort could benefit from that. [4] The main message one should take from these considerations is that information asymmetry is costly. Although it might seem advantageous to have more information than someone else, the consequences can be severe, even resulting in complete failure of the market.

There are some restrictions to the model that are worth mentioning. First of all, the optimal contract can be rather complicated. Due to simplicity, a linear format is applied from analysts as well as practitioners.

$$w^*(x_i) = a + bx_i \quad (8)$$

Hence  $\frac{dw^*}{dx_i} = b$  and therefore is constant. Following this logic, there are not many constellations where this format can be applied since it demands the principal and the agent to have constant risk aversion. This restricts the possible utility functions dramatically.

Furthermore, both models about adverse selection as well as about moral hazard consider only one period. How the principal interprets the agent's action depends on the expectations on the stay in the market.[8] If a manager wants to be employed for the long-term it might not be in his best interest just to perform low effort since he might get fired. A multi period game changes all the findings severely. A player builds up reputation with all the previous moves that are general knowledge. This knowledge can also be interpreted as reduction of the uncertainty about the other party's true nature and thereby a reduction of the information asymmetry. [9]

The model of moral hazard can vary in many different ways including applications for audit, competing principles or situations where the agent has the informational disadvantage. [10]

### 3.2. Areas of application

Similar to adverse selection, the notion of moral hazard originates from the area of insurance. An insured person is more likely to waste resources than an uninsured person since he uses the terms of the insurance to his own personal advantage. One example of this is a car driver who is more reckless protected by the coverage from the insurance. The same dilemma occurs in the case of contractor repair shops. They have the tendency to charge a higher price because they know the insurer will cover it.

Another field of application is parallel to adverse selection the lending market. Banks cannot fully observe what the borrowers do with their money. However, banks can also be agents in this constellation as seen in the financial crisis. Some banks were simply "too-big-to-fail". A collapse of these banks would have caused severe damage to the entire economy what motivated governments to rescue them from default and thereby cover their immense risk which was taken earlier. A bank with this knowledge does not care about its risk anymore.

Speaking about the inefficiencies of asymmetric information, it is inevitable to mention the difference in interests and motives between the parties. It is in the power of the principal to design contracts that ensure a closer alignment of those interests. The agent participates as a consequence from the alignment in the risk as well as the returns of the principal. It is not exactly a direct monitoring device in the sense of transforming the unobserved action into an observed but it makes the principal less doubtful about the agent's intentions and the true nature. In the case of the previous example such a mechanism would be for the manager to be compensated according to the company performance, for the insured person a system of shared costs in case of an event covered by the insurance, for the borrower debt covenants or credit card limits in case of a private borrower respectively. The incentive must be both under the influence of the agent and directed towards the right action. These conditions are not always given.

In all of these examples of adverse selection and moral hazard it can be stated that informational advantage is rather a curse than an advantage. [11] The agents want to make a deal with the principal but they cannot credibly convince the principal of their quality



which leads to market inefficiencies. After all, everything the agents could say is nothing but “cheap talk”. [12] [13]

#### 4. SIGNALING AND INFORMATION ASYMMETRY

The key to master information asymmetry are costs. Cheap talk becomes meaningful when the words are backed up by costly actions. For example, a manager can signal the owner of a company his potential to perform high effort with his level of education. This signal decreases the principal's uncertainty about the agent, gives a higher premium to the agent and reduces consequently the information asymmetry. One has to be aware of the fact that such a message could also be used strategically to mislead the principal. Therefore the signal must be of the type that it discriminates between the different agents and only an agent of high format could use the correspondent signal.<sup>4</sup> Furthermore, an agent would only send a signal if it improves his utility despite the costs involved. Inversely, a principal only considers the signal if it is relevant.

The mechanism of signaling formally can be shown by a simple extension of the adverse selection example about the used car market. There we had the utility functions  $U_s = P - p_s k$  for the seller and  $U_b = p_b k - P$  for the buyer. Additionally, we introduce two different sellers, one offering good quality (G) and one offering bad quality (B) but trying to disguise it as good quality. Initially, they look the same for the buyer since he does not know about the quality. Now we assume the seller can signal the value with a guarantee that enables the buyer to get his money back if the car breaks down right after the sale. The utilities of the sellers are now  $U_{si} = P_i - p_s k_i - r_i P_i$  with  $r_i$  being the probability of a failing car for seller  $i = \{G, B\}$ . It seems very natural that  $r_G < r_B$ . The utility of the buyer changes to

$$U_b = \theta (p_b k_G - P) + (1 - \theta) (p_b k_B - P), \quad (9)$$

where  $\theta$  is the belief of the buyer that the seller offers good quality. If he does not know anything about the quality, his beliefs are logically  $\theta = 0.5$ . Using some numbers as example we get without signal  $U_{sG} = 100 - 85 = 15$ ,  $U_{sB} = 100 - 70 = 30$  and  $U_b = 0.5 (110 - 100) + 0.5 (75 - 100) = -7.5$ . In this example the one who benefits most from the trade is the seller of bad quality. His utility is bigger than the good quality seller and the buyer's utility is negative. On the contrary, including a guarantee we get the utilities  $U_{sG} = 100 - 85 - 0.1 * 100 = 5$ ,

$U_{sB} = 100 - 70 - 0.4 * 100 = -10$  and  $U_b = 1 * (110 - 100)$ . Recognizing the good seller's signal, the buyer is certain about the type of the seller since he knows that a bad seller would not offer any cars at these conditions.

In the area of corporate finance there are two major issues where signaling plays an important role: the payout policy and the capital structure. Both develop initially from information asymmetry between investors

and firm managers about the true firm value. In case of information asymmetry the parties evolved use every available source of new information which helps to reduce the uncertainty. Since there are private information before the investors finances a firm and unobservable actions by the firm's managers, this constellation combines the adverse selection as well as moral hazard.

The payout policy determines the decision making concerning the last year earnings. Either the company reinvests the funds in the company to buy new capital equipment or it shares the money to its shareholders. There are two common distribution methods: dividends and share repurchase. Both methods reveal the company's expectations for the future in some way. If a company decides to pay dividends, this has long-term implications. Increasing dividends is good news and decreasing dividends is bad news. However, the negative effect of decreasing dividends is much stronger than the positive effect. [14] This is the reason why dividends are quite stable even when the earnings increase because the fear of cutting the dividend and sending a bad signal is too high.

Distributing money via share repurchase also has a signaling effect about the true firm value, but it is weaker. Firstly, this is due to the fact that the interpretation depends on the management's motives. If the firm acts in the interest of long-term shareholders, share repurchases are believed to signal underpricing of the stock. In this case the firm tries to maximize long-term share price on the expense of those shareholder who sell. However, if the firm acts in the interest of all the shareholders the total net profit stays the same. Generally, the management is supposed to act on the behalf of long-term shareholders. Another reason for the repurchase to be a weaker signal is the difference in nature compared to dividends. A repurchase can take several years and does not have to be completed with the full amount which was previously announced. This makes this payout method rather inconclusive. [15]

Capital structure in combination with signaling draws attention to the pecking order hypothesis. [16] It claims that a manager tries to finance a new project initially with internal funds, followed by debt and equity. There are two major reasons for this. Firstly, the adverse selection issue drives entrepreneurs away from equity sources since it is difficult to signal a good project in advance to the investors. [17] Furthermore, issuing new equity signals the management's belief that the stock is overpriced since it benefits most this way. Therefore, the potential shareholders adjust the price downwards and the stock price declines. [15] Due to these reasons debt funds are preferred over equity funds. Furthermore, debt covenants and the danger of bankruptcy that comes along with debt financing can be interpreted as a statement of confidence about the company's performance. However, internal funds are preferred over external funds. This is simply because the company avoids any information asymmetries that involve strictly higher costs than symmetric information.

There are some opposite views to the pecking order hypothesis. Some empirical studies including Robertson and Leary show that capital structure decisions are not

<sup>4</sup>Signaling goes back to Spence (1973).

always based solely on the pecking order motive of minimizing costs of information asymmetry. It might be motivated by incentive conflicts that can be avoided with internal financing rather than be motivated by information asymmetry. Furthermore, agency costs such as large firms, firms with low market-to-book ratios, high cash flow, and low shareholder protection, or transaction costs can be reasons to follow the pecking order. [18]

The payout policy as well as the pecking order hypothesis as a signaling tool contradicts Modigliani and Miller's theorems strictly since they assume that the capital structure cannot display any new information. [15] Another theory which does not include the possibility of information asymmetry is the efficient market hypothesis, developed by Kendall. It states that there are no predictable patterns in stock price movements since all the information is already entailed in the prices. Counterexamples opposing this random walk are market anomalies and successful charter analysts. Latter ones have superior information compared to the average of the market since information is costly and not available for everyone. [19] To limit the extent of searching costs regulation can require a minimum level of information from companies. [20]

## 5. CONCLUSION

In the course of this paper, the importance of information asymmetry has been shown. The different models can be categorized according to the point of time when the asymmetry occurs resulting in the models of adverse selection and moral hazard. Although one would expect more information to be advantageous, it can cause inefficiencies in the relationship, even leading to the complete failure of the market. Thus, more information can have a negative effect on the utility. The inefficiencies can be abated with the help of signaling or in terms of contractual designs with contract menus in adverse selection and interest alignment in moral hazard. However, the second-best solution will always cost strictly more than the first-best solution under symmetric information.

There are several widely spread theories that assume total information in the market including the efficient market hypothesis or the Modigliani Miller theorems. If this assumption is relaxed, the results must be considered in a different light.

The issue of information asymmetry will continue to puzzle researchers all over the business and economy landscape in the future. There are still many open questions and more are arising with every. That is the reason why this topic will always be fascinating.

## 6. LITERATURE

[1] Hirshleifer, J.: Where Are We in the Theory of Information?, *The American Economic Review*, Vol. 63 Issue 2, (1973) pp. 31-39.

- [2] Christensen, J. A.; Demski, J. S.: *Accounting Theory: An Information Content Perspective*, International Edition, Boston: McGraw-Hill, 2003
- [3] Jensen, M. C.; Meckling, W. H.: Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure, *Journal of Financial Economics* Vol. 3, (1976) pp. 305-360.
- [4] Macho-Stadler, I.; Perez-Castrillo, J. D.: *An Introduction to the Economics of Information: Incentive and Contracts*, 2nd edition, Oxford: Oxford University Press, 2001
- [5] Arrow, K. J.: Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care, *The American Economic Review*, Vol. 53 Issue 5, pp. 941-973.
- [6] Gibbard, A.: Manipulation of Voting Schemes: A General Result, *Econometrica*, Vol. 41 No. 4, (1973) pp. 587-601.
- [7] Krugman, P.: *The Return of Depression Economics and the Crisis of 2008*, New York: W.W. Norton Company Limited, 2009
- [8] Spence, A. M.: Job Market Signaling, *Quarterly of Economics*, Vol. 87, (1973) pp. 355-374
- [9] Sobel, J.: (1985), A Theory of Credibility, *Review of Economic Studies*, Vol. 52, pp. 557-573
- [10] Ewert, R.: *Wirtschaftsprüfung und asymmetrische Information*, Heidelberg [u.a.], Springer, 1990
- [11] Leland, H. E.; Pyle, D. H.: Informational Asymmetries, Financial Structure and Financial Intermediation, *Journal of Finance* Vol. 32 Issue 2, (1977) pp. 371-387.
- [12] Crawford, V. P.; Sobel, J.: Strategic Information Transmission, *Econometrica*, Vol. 50 No. 6, (1982) pp. 1431-1451.
- [13] Aumann, R. J.; Hart, S.: (2003), Long Cheap Talk, *Econometrica*, Vol. 71 No. 6, (1963) pp. 1619-1660.
- [14] Grullon, G.; Michaely, M.; Swaminathan, R.: Are Dividend Changes a Sign of Firm Maturity?, *Journal of Business*, Vol. 75, (2002) pp. 387-424.
- [15] Berk, J.; De Marzo, P.: *Corporate Finance*, 2nd global edition, Munich: Pearson Education, 2011
- [16] Myers, S.: The Capital Structure Puzzle, *Journal of Finance*, Vol. 39, (1984) pp. 575-592
- [17] Gibbons, R.: *Game Theory for Applied Economists*, Princetown, New Jersey: Princetown University Press, 1992
- [18] Leary, M. T.; Robertson, M. R.: The pecking order, debt capacity, and information asymmetry, *Journal of Financial Economics*, Vol. 95, (2010) pp. 332-355.
- [19] Hens, T.; Rieger, M. O.: *Financial Economics: A concise introduction to Classical and Behavioral Finance*, Heidelberg [u.a.], Springer, 2010
- [20] Admati, A.R.; Pfleiderer, P.: Forcing Firms to Talk: Financial Disclosure Regulation and Externalities, *The Review of Financial Studies*, Vol. 13 No. 3, (2000) pp. 479-519.

**Kontakt autora:**

**mr. sc. Tomislava Majić, mag. oec.,**  
Sveučilište Sjever, Trg dr. Žarka Dolinara 1  
48000 Koprivnica  
tomislava.majic@unin.hr

**Boris Pongrac, bacc. ing. logist.,**  
Kralja Zvonimira 2, 40324 Goričan  
boris.pongrac45@gmail.com

**Georg Richter, struč. spec.**  
Sberbank Europe AG, Schwarzenbergplatz 3,  
1010 Vienna, Austria  
georg.alexander.richter@gmail.com

# EKONOMIKA LOGISTIKE PROIZVODNJE

## ECONOMICS OF PRODUCTION LOGISTICS

*Krešimir Buntak, Nikoleta Šuljagić*

Stručni članak

**Sažetak:** Logistika proizvodnje je dio logistike koji se bavi koordinacijom unutarnjih tokova materijala, od mjesta nabave materijala do mjesta proizvodnje. Promjene na proizvodu, kako njegova oblika, tako i mjesta i vremena upotrebe, često se smatraju dijelom ukupnog procesa proizvodnje tj. ukupnog procesa stvaranja ili dodavanja nove vrijednosti. Korištenje usluga kojima se povećava vrijednost proizvoda konkretno kroz logistiku - prijevoz robe, skladištenje, osiguranje robe i dr. isprepliće logističku i proizvodnu funkciju. Elementi logistike integrirani su u sve dijelove poslovnog procesa, a osobito u proizvodnju. Potrebno je nabaviti robu od adekvatnih dobavljača, kontrolirati materijal te ga transportirati do proizvodnog pogona. Poduzeća su došla do spoznaje da je kvaliteta jedno od najdjelotvornijih i najmoćnijih oružja u borbi s konkurencijom i kod proizvoda i kod usluga. Kvaliteta treba biti način razmišljanja i jednom kada se prihvati takav standard on ubrzo postane imperativ poduzeća.

**Ključne riječi:** ekonomika, logistika, proizvodni proces, kvaliteta

Professional paper

**Abstract:** Production logistics is a branch of logistics which manages coordination of internal material flow, from procuring the material to production sites. Changing the product, the shape as well as the time and location of its usage, is often considered to be a part of the overall production process, i.e. the overall process of creation or adding value. The application of services which add value to the product by means of logistics (transport, warehousing, procurement, etc.) interrelates logistics and production function. The elements of logistics are integrated in all stages of the business process, especially the production. It is necessary to procure goods from adequate suppliers, to control the material and transport it to the manufacturing plant. Companies have come to realize that quality is one of the most effective and powerful tools to contend with the competition when it comes to products as well as services. Quality should become a way of thinking and once this standard is accepted, it soon becomes a company's imperative.

**Key words:** economics, logistics, production process, quality

### 1. UVOD

Proces proizvodnje promatramo kao djelatnost u kojoj čovjek stvara nova dobra. U svakoj se proizvodnji kao neophodni elementi koriste sredstva za proizvodnju i ljudski rad. Rad se smatra najvažnijim elementom proizvodnje, ali za suvremenu proizvodnju veliko značenje imaju i sredstva za proizvodnju, kao što su tehnički usavršena sredstva za rad i kvalitetni reprodukcijски materijali. U procesu proizvodnje neminovno sudjeluje logistika kao ogromna podrška samom procesu. Počevši od nabave materijala, kontrole kvalitete materijala, unutarnjih tokova do proizvodnih mjesta, pripreme proizvodnje te upravljanje kvalitetom proizvodnje i cjelokupnom kvalitetom poduzeća.

### 2. TEORIJA PROIZVODNJE

Stvaranje nove vrijednosti u proizvodnim procesima glavna je funkcija svih proizvodnih organizacija. Proizvodnja je proces u kojem se dobra i usluge manje vrijednosti koje nazivamo resursima (inputima), pretvaraju u dobra i usluge veće vrijednosti koje nazivamo učincima (outputima). Svi elementi koji sudjeluju u tom procesu pretvorbe čine proizvodni sustav. Inputi su ulaz (temelj) proizvodnog sustava te ih zovemo temeljnim čimbenicima proizvodnje ili proizvodnim resursima. Outputi (proizvodi i usluge) su izlaz (ishod rezultat funkcioniranja) nekog proizvodnog sustava. Središnji element sustava je proces, tj. aktivnost fizičkog pretvaranja proizvodnih resursa u učinke (gotove proizvode i usluge). Glavne skupine proizvodnih resursa su zemlja, kapital, rad i poduzetništvo. Podjela temeljnih čimbenika proizvodnje je na sredstva za rad, predmeti rada i ljudski rad.

Korištenjem sredstava za rad, također nastaju troškovi kao što su troškovi amortizacije i troškovi investicijskog održavanja. Trošenjem predmeta rada nastaju materijalni troškovi. O troškovima ovisi financijski rezultat koji će se ostvariti proizvodnjom. Prihodi također određuju financijski rezultat, ali prihodi više ovise o tržištu. Na troškove proizvođač može izravno utjecati. Sve veći udio proizvodnje za tržište, intenzivno mehaniziranje proizvodnje te velika ulaganja u masovnu proizvodnju zahtijevaju redovito planiranje, praćenje kretanja i kontrolu trošenja svih ekonomskih resursa.

Visina troškova ovisi o količini i strukturi upotrijebljenih resursa, tj. o korištenoj tehnologiji, kao bitnom čimbeniku proizvodnje. Pod tehnologijom podrazumijevamo ne samo radne postupke nego i sva znanja primjenjiva u praksi. Tehnološki napredak unosi promjene u proizvodnju sa stajališta trošenja i korištenja pojedinih resursa proizvodnje. Napredak tehnologije omogućava proizvodnju većih količina dobara i usluga iz raspoloživih ograničenih resursa.

### 3. PROIZVODNA FUNKCIJA

Proizvodni proces obuhvaća različite vrste aktivnosti kojima se mijenja fizički oblik dobara (prerada), mjesto korištenja dobara (prijevoz) ili vrijeme korištenja dobara (skladištenje).

Svaka od tih promjena temelji se na korištenju resursa za proizvodnju željenih proizvoda. Promjene na proizvodu, kako njegova oblika, tako i mjesta i vremena upotrebe, često se smatraju dijelom ukupnog procesa proizvodnje tj. ukupnog procesa stvaranja ili dodavanja nove vrijednosti. Korištenje usluga kojima se povećava vrijednost proizvoda konkretno kroz logistiku npr. prijevoz robe, skladištenje, osiguranje robe i dr. zahtjeva proizvodnju u sličnom značenju kao kada se na nekom gospodarstvu koriste različiti resursi radi proizvodnje. Načela proizvodnje su ista neovisno o tome gdje se proizvodnja odvija, samo je različit način na koji se dodaje nova vrijednost.

Količini proizvoda i usluga (outputa) poduzeća ovisi o količini resursa (inputa) upotrijebljenih u proizvodnji. Taj fizički odnos između inputa i outputa može se prikazati u obliku proizvodne funkcije. Pod proizvodnom funkcijom podrazumijevamo matematički (količinski) odnos koji pokazuje ovisnost količina određenog proizvoda o količinama pojedinih upotrijebljenih resursa. Vrsta proizvoda i opseg proizvodnje koji će se dobiti ovise o vrsti i količini upotrijebljenih resursa. Između količine resursa i količine proizvoda postoji funkcionalni odnos.

Proizvodna funkcija je izraz postojeće razine znanja i obilježja tehnologije u određenom vremenu, te pruža informacije o količini proizvoda koja se u to vrijeme može očekivati kada se određeni resursi spajaju na unaprijed precizno određen način.

Svrha je proizvodne funkcije pokazati koliku količinu proizvoda možemo proizvesti mijenjanjem količine resursa.

Moguće ju je tumačiti na dva načina: [1]

1. maksimalna količina učinka koja se može dobiti iz određene količine resursa
2. minimalna količina resursa koja osigurava određenu količinu proizvoda

Prvo tumačenje ističe izdašnost resursa, a drugo štedljivost resursa pri njihovom korištenju.

Opću jednadžbu proizvodne funkcije možemo napisati:

$$y_1 = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

gdje je:

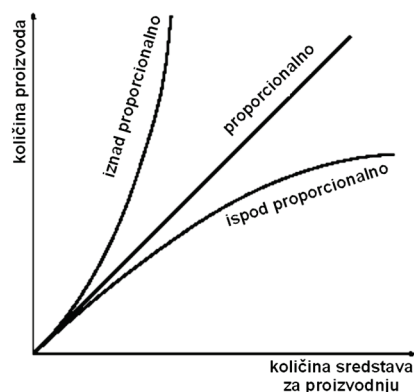
$y_1$  = količina proizvoda

$f$  = funkcionalni odnos

$(x_1, x_2, \dots, x_n)$  = varijabilni proizvodni inputi

Proizvodna funkcija može imati tri opća oblika:

1. Linearna
2. Degresivna
3. Progresivna



Slika 1. Proizvodna funkcija

Glavna područja primjene proizvodne funkcije su: [2]

1. predviđanje opsega proizvodnje uz poznate količine i kvalitetu resursa te uz određene uvjete i metode proizvodnje
2. izbor vrsta proizvodnih resursa i njihove količinski najpovoljnije kombinacije u proizvodnji određenog proizvoda
3. izbor najpovoljnije tehnologije proizvodnje

Mogućnost preciznog predviđanja pomoću proizvodne funkcije mogu biti ograničene. Stupanj vjerojatnosti ostvarenja predviđene proizvodnje različit je u mnogim sektorima jer u svakom sektoru postoje različiti rizici koje je vrlo teško predvidjeti.

Pri izboru najpovoljnije kombinacije resursa najprije se bira tehnički učinkovite kombinacije, a takvim ih smatramo ako uz njih ne postoje ni jedna druga kombinacija koja daje istu količinu prinosa s manjim ulaganjem bilo kojeg resursa. U tom okviru na temelju podataka o cijenama resursa i proizvoda, ekonomskom analizom se utvrđuju ekonomski učinkovita kombinacija resursa.

Za uspjeh proizvodnje potreban je resurs – tehnologija i znanje o tome kako se resursi mogu

transformirati u proizvode. Također i vrijeme potrebno za izvršenje pojedinih radnih operacija još je jedan bitan resurs. Proizvodnja može dati loše rezultate ako su pojedine radne operacije napravljene izvan vremenskog roka.

## 4. LOGISTIKA U PROIZVODNOM PROCESU

### 4. 1. Logistika nabave

Organizacija proizvodnje je sustav s velikim brojem operacija koje su izvorište visokih troškova. To proizlazi iz kompleksa koji započinje nabavom, a nastavlja se kontrolom materijala i pripremom, te konačnom raspodjelom po određenom programu na pojedine operacije. Sve je to kontrolirano kako bi se ostvarila kvaliteta ne samo proizvoda nego i cijeloga procesa, ali uz optimalne troškove.

Razmatranje proizvodne logistike polazi od analize same proizvodnje. Poznati su tipovi proizvodnje:

- pojedinačna proizvodnja
- serijska proizvodnja
- masovna proizvodnja

Značenje funkcije nabave u poduzeću može se ocijeniti prema udjelu troškova materijala u ukupnom prihodu poduzeća. Zadatak nabavne funkcije je osigurati stalnu opskrbljenost poduzeća potrebnim predmetima rada i sredstvima za rad. Predmet nabave su svi materijalni inputi poduzeća.

U logistiku nabave ulaze sljedeći logistički zadaci: [3]

- Odluka „proizvoditi ili kupovati“
- Uskladiti nabavu s proizvodnjom
- Smanjiti transportne troškove
- Suradivati sa dobavljačima
- Pronaći adekvatnog dobavljača
- Optimizirati troškove nabave
- Provoditi kontrolu kvalitete

Ekonomika nabave je dio ekonomike poduzeća koja se bavi proučavanjem racionalnog korištenja raspoloživih resursa u području nabave potrebnih materijalnih resursa. Ekonomska učinkovitost nabave mjeri se odnosom vrijednosti ostvarenih učinaka i troškova nabave.

### 4. 2. Kontrola materijala

Skladište s kontrolom materijala ima veliku ulogu u ostvarivanju učinkovite logistike u proizvodnji. S obzirom da je poznati cilj skladišta da bude što manje, logistički se posebna pozornost posvećuje kontroli materijala. Uobičajeno se koriste dva sustava za kontrolu toka materijala: „upravo na vrijeme“ (*JIT*), i planiranje potrebnih materijala (*MRP*). [4] Oba sustava su dostupna u obliku računalnih programa koje proizvode nekoliko proizvođača. Sustavi uključuju više od informacijske tehnologije i zahtijevaju temeljne promjene u načinu na koji poduzeće vodi svoje poslovanje. Tehnika planiranja je ona u kojoj se

zalihe koje drži poduzeće mjeri u obliku sati proizvodnje, a ne u danima ili mjesecima.



Slika 2. Planiranje potrebnih materijala

Razvijena je bliska poslovna suradnja između poduzeća i njegovih dobavljača tako da se materijali i komponente dostavljaju onda kada su potrebni i idu direktno od postrojenja opskrbljivača do postrojenja proizvođača. Troškovi koji nastaju zbog rukovanja i skladištenja proizvoda su minimalni iako je povećan rizik koji kašnjenje dostave ima na proizvodnu liniju. *MRP* je metoda naručivanja i organiziranja materijala koji su potrebni u proizvodnji. Ono je sad prošireno na druga područja izvan materijala i često se naziva sustav upravljanja proizvodnjom i zalihama, a *JIT* je alat za planiranje i kontrolu zaliha i kapaciteta u proizvođačkim kompanijama. On povezuje dnevne zadatke svih funkcija unutar organizacije sa cjelokupnim okvirima i planovima i na taj način ima pregled cjelokupnog rada.

### 4. 3. Priprema proizvodnje

U samoj proizvodnji priprema proizvodnje ima ključni utjecaj na cijenu proizvoda i vrijeme potrebno da dođe na tržište što konačno može utjecati na njegov tržišni udio i šanse da proizvod uspije. Proizvodnja počinje već prilikom razvoja proizvoda gdje se unose zahtjevi u cilju učinkovite logistike. Ovo je poznato kao projektiranje za proizvodnju, a može se nazvati i logističko projektiranje. Stručnjaci u sklopu pripreme trebaju iskoristiti prednosti postrojenja kao što je automatizacija da bi poboljšali učinkovitost procesa, smanjili troškove dijelova, smanjili potrebnu količinu novih alata i smanjili poluproizvode i troškove rukovanja njima. To zapravo znači da se stručnjaci iz pripreme i proizvodnje sve više inkorporiraju u službe razvoja proizvoda.

U tome im izuzetno pomažu informacijske tehnologije. Naime, računalni projektantski alati koji sadržavaju proizvodna pravila pomažu projektantima, ali za maksimalan učinak u projekt treba biti uključena i proizvodnja. Osim toga, projektanti moraju razumjeti proizvodni proces i njegova ograničenja. U cilju stimulacije razvojni stručnjaci se trebaju ocjenjivati na osnovi komercijalizacije proizvoda, a ne na osnovi brzine završetka projekta.

Većina funkcija kao što su marketing, projektiranje i proizvodnja su uključeni u fazu zahtjeva na proizvod. Važno je da su i dobavljači uključeni u ovu i kasniju projektantsku fazu budući da cijenu finalnog proizvoda u velikoj mjeri određuju materijali i komponente koje se kupuju pa je važno

da se oni izaberu zajedno sa opskrbljivačima. U svakoj fazi procesa projektiranja za proizvodnju se trebaju uvažiti zahtjevi kupaca. Ako oni nisu zadovoljeni, tada proizvod neće biti uspješan ma kako učinkovito bio proizveden.

#### 4. 4. Logistika proizvodnje

Logistika poduzeća je zbir zadataka i mjera koje proizlaze iz ciljeva poduzeća, a odnose se na optimalno osiguranje materijalnih, informacijskih i vrijednosnih tokova u procesu poduzeća. Logistika proizvodnje obuhvaća:

- razmatranja: proizvoditi ili kupovati, zajednički sa nabavom
- strukturiranje proizvodnje prema logističkim aspektima
- planiranje proizvodnje i upravljanje proizvodnjom
- uobličavanje fizičkog i informatičkog toka kroz proizvodnju

Suvremeni ekonomski sustavi se temelje na slobodnom djelovanju tržišta. Svaki je pojedinac slobodan u izboru zanimanja kojim će se baviti i načina na koji će obavljati svoje radne aktivnosti, ako pritom ne krši zakonske propise. Neki ljudi će raditi u državnim i privatnim poduzećima, a neki će sami organizirati određenu djelatnost. U takvim uvjetima, ekonomika proizvodnje treba odgovoriti na neka ključna pitanja funkcioniranja poduzeća, a to su: [3]

- što proizvoditi
- koliko proizvoditi
- kako proizvoditi
- kako raspodijeliti ostvarene rezultate
- gdje i kada nabaviti
- gdje i kada prodati

Odgovor na svako od navedenih pitanja zahtjeva poznavanja mogućih posljedica različitih odluka koje se u vezi s tim u određenom poduzeću donose. Ekonomske odluke su opredjeljenja između jednog od mogućih rješenja, a ekonomist mora težiti takvom rješenju koje će omogućiti postizanje ravnoteže između razmjerno neograničenih potreba i ograničenih resursa. Poduzetnik donosi odluke o vrstama i količinama proizvoda i usluga koje će proizvoditi pomoću ograničeno raspoloživih čimbenika proizvodnje (proizvodnih resursa).

Ekonomske stručnjaci u poduzeću prikupljaju, obrađuju, analiziraju različite podatke o troškovima i prihodima kako bi pomogli pri donošenju odluka o korištenju raspoloživih resursa (materijala, energije, strojeva, alata, ljudskog rada...). Stoga moraju poznavati ekonomsku teoriju, matematičke metode ekonomske analize i temeljne statističke postupke.

Troškovi koji se javljaju u logistici proizvodnje dijele se na :

- Varijabilne troškove ( $VT$ )
- Fiksne troškove ( $FT$ )

Oni čine ukupne troškove ( $T$ ) svakog poduzeća:

$$T = FT + VT$$

Varijabilne troškove čine:

$$VT = TPJ \cdot n$$

gdje je:

$TPJ$  – Varijabilni trošak po jedinici

$n$  – output

Fiksni troškovi se ne mijenjaju s obujmom proizvedenih proizvoda ili broja prodanih jedinica robe, dok su varijabilni troškovi proporcionalni broju proizvedenih/prodanih jedinica proizvoda/usluga. Ovisno o strukturi varijabilnih i fiksnih troškova, i razini outputa, uvijek se teži odabiru logističkog sustava s manjim ukupnim troškom.

Logistika je u ovom slučaju koncept koji obuhvaća tok robe od opskrbljivača, kroz proizvodno postrojenje i van do kupaca uključujući mnoge troškove. To znači da logistika treba pokriti aktivnosti dobave reprodukcijskog materijala, distribucija u samom procesu proizvodnje i u nekim prilikama i isporuku kupcima. Dakle, logistika pokriva mnoga područja unutar proizvodne okoline kao što su: nabava, prihvat robe, poluproizvodi, kontrola zaliha, skladištenje gotovih proizvoda i distribucija do kupaca.

U to je uključeno nekoliko tehnika kao: *JIT* (eng. Just in time) upravo na vrijeme i *MRP* (eng. Material Requirements Planning), planiranje potrebnih materijala. Komponente *JIT* nabave su: kvaliteta, prijevoz, dobavljači i količine. [4] To uključuje specifikacije na osnovu kojih se materijali ili komponente kupuju, cijenu proizvoda i popust zbog količine, vrijeme i način dostave, način plaćanja i dr.



Slika 3. Upravo na vrijeme

Proces proizvodnje kreće od nabave preko skladišta i pripreme u proizvodnju. U proizvodnom procesu (*PR*) se vrši kontrola kvalitete (*Q*) uz potporu informacijskih tehnologija (*IT*). Prema tome, logistika je sastavljena od nekoliko posebnih procesa koji sudjeluju u optimalizaciji proizvodnog procesa.

Ekonomika proizvodnje proučava mogućnosti i uvjete racionalnog korištenja resursa u području stvaranja gotovih proizvoda radi ostvarivanja što većeg dobitka. U širem smislu ekonomika proizvodnje se odnosi na područje pružanja usluga. Ključna pitanja kojima se bavi ekonomika proizvodnje odnose se na optimalizaciju proizvodnje (opsega proizvodnje, proizvodnih serija, proizvodnog programa, veličine kapaciteta, metode proizvodnje, izbora i zamjene prirodnih resursa, angažiranja radne snage i drugo.) Optimalizacija se sastoji u izboru najpovoljnijih rješenja sa stajališta odnosa prihoda i troškova. Troškove

proizvodne funkcije možemo podijeliti na materijalne troškove, bruto plaće zaposlenicima, troškove za amortizaciju te razne ostale izdatke.

#### 4. 5. Upravljanje kvalitetom

Uz pojam kvalitete se vežu razne definicije. Taj termin se upotrebljava za proizvode ili usluge koji udovoljavaju očekivanjima kupaca, ali vrijedi i interno za poduzeće. Politika kvalitete može se odnositi na ukupno poslovanje, ali kvaliteta proizvoda ili usluga mora biti predmet posebnog razmatranja. Kada su u pitanju proizvodi ili usluga onda treba imati u vidu sljedeće elemente kvalitete: [5]

- učinak
- svojstva
- povezanost
- trajnost
- cijena
- korist
- izgled

Kupac mora imati osjećaj da proizvod ili usluga vrijedi novca kojeg je on izdvojio. Dakle, kupac je konačan sudac kvalitete, a poduzeća moraju imati pojedince ili timove sa zadaćom da poboljšaju kvalitetu i predlože planove koji će poticati inovacije i promjene. Formalno, odjel kvalitete je zadržan, ali u mnogo manjem obujmu izvršavajući savjetničku funkciju. U svakom slučaju upravljanje kvalitetom utječe na ukupnu učinkovitost poduzeća i sastavni je dio logističkog sustava u proizvodnji.



Slika 4. Potpuno upravljanje kvalitetom

U sklopu proizvodnje je osobito važna kvaliteta materijala koji se nabavljaju. U prošlosti je naglasak stavljan na kupovanje po najnižoj cijeni i upotrebu unutarnjih inspekcija i jednostavnih testiranja kako bi se kontrolirala kvaliteta kupljenih materijala. Ovo se pokazalo kao vrlo skupo pa se umjesto inspekcije od dobavljača traži certifikat usklađenosti. Na taj način se zahtjev za kvalitetom kupljenih proizvoda premjestio od postrojenja proizvođača na postrojenje opskrbljivača. Poduzeća su došla do spoznaje da je kvaliteta jedno od najdjelotvornijih i najmoćnijih oružja u borbi s konkurencijom i kod proizvoda i kod usluga. Kvaliteta treba biti način razmišljanja i jednom

kada se prihvate niži standardi oni ubrzo postanu norma u organizaciji.

Kada se uvodi sustav kvalitete pojavljuju se sljedeći troškovi: [6]

- troškovi prevencije kao npr. kvalitetna obuka za osoblje, provjeravanje kvalitete i interno i kod opskrbljivača, razvoj procesa i procedura kvalitete.
- troškovi nastali zbog održavanja kvalitete putem procjenjivanja, inspekcija i testiranja robe u postrojenju i robe koja se kupuje.

Troškovi koji nastaju zbog toga što se proces ne odvija kvalitetno premašuju troškove uvođenja kvalitete. U troškove ne kvalitete su uključeni troškovi dorade robe i škarta, garancijskih popravaka i zamjene neispravne robe te vrlo ozbiljni troškovi zbog gubitaka kupaca.

Dobar sustav upravljanja kvalitetom mora težiti k ciljevima za poboljšanja kao što su stimulacija i mjera napredovanja. Ciljevi, primjerice, mogu biti smanjenje škarta u postrojenju, smanjenje garancijskih reklamacija. Dakle, treba težiti jednom permanentnom poboljšanju kvalitete za što je potreban informacijski sustav koji će skupljati i analizirati ove podatke te pratiti njihovo kretanje.

## 5. ZAKLJUČAK

Logistika proizvodnje je u ovom slučaju koncept koji obuhvaća tok robe od opskrbljivača, kroz proizvodni pogon te put do kupaca. Nakon što se donese odluka o proizvodnji u logističkoj funkciji proizvodnje kreće niz operacija kao što su JIT nabava, kontrola materijala, proizvodnja i kontrola kvalitete. Koristi od JIT nabave uključuju povećanu produktivnost i administrativnu efikasnost, niže materijalne troškove, veću kvalitetu i bolje oblikovanje materijala.

Upravljanje kvalitetom utječe na ukupnu učinkovitost poduzeća i sastavni je dio logističkog sustava u proizvodnji. Veličina dobiti izravno ovisi o prihodima od prodaje proizvoda ili usluga i o troškovima proizvodnje. Stoga je proučavanja prihoda i troškova, kao ključnih čimbenika poslovnog uspjeha bitan dio ekonomike logistike proizvodnje.

## 6. LITERATURA

- [1] Schroeder, G. R.: Upravljanje proizvodnjom, Mate d.o.o. Zagreb, 1999.
- [2] Karić, M.: Ekonomika poduzeća, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2006.
- [3] Segetlija, Z.: Uvod u poslovnu logistiku, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2008.
- [4] Bloomberg, J. D.; Lemay, S.; Hanna, J. B.: Logistika, Mate d.o.o. Zagreb, 2006.
- [5] <http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement08/bulimm0813.pdf>
- [6] <http://www.svijetkvalitete.com/index.php/radovi/1464-upravljanje-kvalitetom-u-logistickom-sustavu>



**Kontakt autora:**

**Doc.dr.sc. Krešimir Buntak**

Sveučilište Sjever

104. brigade 3, 42000 Varaždin

098/357-494

kresimir.buntak@inet.hr

**Nikoleta Šuljagić, dipl.ing.prometa**

Vladimira Gortana 1, 42000 Varaždin

095/ 815 77 81

nsuljagic@unin.hr

# POSTUPAK DEFINIRANJA ZADATAKA, ODGOVORNOSTI, OVLASTI I KOMPETENCIJA U SUSTAVIMA UPRAVLJANJA

## PROCEDURE OF DEFINING TASKS, RESPONSIBILITIES, POWERS AND COMPETENCES IN THE MANAGEMENT SYSTEMS

*Veljko Kondić, Branislav Bojanić, Marko Horvat*

Stručni članak

**Sažetak:** Za efikasan i učinkovit sustav upravljanja (kvalitetom, zaštitom okoliša, zaštitom zdravlja i sigurnosti na radu, sigurnosti hrane i dr.) potrebno je u sklopu sistematizacije radnih mjesta između ostalog što preciznije definirati svim zaposlenicima zadatke, odgovornosti, ovlasti i kompetencije. Na taj način se omogućava njihovo sudjelovanje u ostvarivanju ciljeva kvalitete, okoliša, sigurnosti i dr. te potpuna uključenost u funkcioniranje i poboljšavanje sustava što rezultira poboljšanjem motivacije i predanosti organizaciji. U članku se na jednostavan način opisuju navedeni pojmovi i proces u postupku definiranja.

**Ključne riječi:** kvaliteta, odgovornosti, ovlasti, kompetencije

Professional paper

**Abstract:** For an efficient and effective management system (quality, environmental protection, occupational health and safety, food safety, etc.) the tasks, responsibilities, powers and competences of an employee should be precisely defined as a part of a job description. In this way, their participation in achieving the objectives of quality, environment, safety, etc., and full involvement into the operation and improvement of the system are enabled. This results in an increase of motivation and commitment to the organization. These terms and the procedure in the process of defining them are described in the article in a simple way.

**Key words:** quality, responsibility, authority, competence

### 1. UVOD

Sustav potpore bilo kojoj aktivnosti obuhvaća: ljude, opremu (infrastrukturu), i prostor. Suvremene organizacije i njihovo vodstvo često naglašavaju ljude i ljudski potencijal kao najvažniji kapital i resurs koji imaju. To je neosporno iznimno važan poslovni resurs a upravljanje s tim resursom postaje vrlo bitna poslovna i razvojna funkcija u poduzećima. Upravljanje ljudskim potencijalima podrazumijeva realizaciju aktivnosti vezanih uz predviđanje potreba, pribavljanju i selekciji, motiviranje i nagrađivanje, definiranje njihovih zadataka, odgovornosti i ovlasti, obrazovanje i razvoj te ostale aktivnosti.

Utvrđeno je da su ljudi, odnosno ljudski faktor u procesima i u organizaciji, najutjecajniji. Naime, čovjek je u organizaciji subjekt i objekt i kao takav dominira u svim postavkama i dijelovima rješenja i njihova provođenja u procesima poduzeća. Poznato je da bi čovjek zadovoljio bilo koju svoju potrebu, on mora učiniti barem neku aktivnost, akciju ili, bolje rečeno, mora izvršiti neki rad. Izvršenje toga rada ostvaruje se preko njegovih potencijala, i to: fizičkog potencijala, potencijala znanja i umijeća, potencijala htijenja – motivacije i potencijala odnosa i komunikacije.

Pored zadovoljenja osobnih potreba bitno je da ljudi u poduzećima zadovolje i očekivanja poslodavaca te da svoje poslove izvršavaju dobro i to svaki put na zadovoljstvo svih dionika u poduzećima. Preduvjet za to su definirani i opisani poslovni zadaci, odgovornosti i kompetencije za svako radno mjesto. Tako opisana radna mjesta smatraju se temeljima suvremene organizacije rada.

Iz tih se razloga u svakom sustavu upravljanja (primjerice, kvalitetom, zaštitom okoliša, sigurnosti i zaštite zdravlja i dr.) zahtjeva točno utvrđivanje odgovornosti i ovlasti koje treba obznani kako bi se implementirani sustav održavao učinkovito i djelotvorno. Zaposlenicima na svim razinama u organizaciji najviše vodstvo treba dati odgovornosti i ovlasti te im omogućiti sudjelovanje u ostvarivanju ciljeva poslovanja te stvaranju uvjeta za njihovu uključenost uz visoku razinu motivacije i predanosti.

Prema Nacionalnoj klasifikaciji zanimanja (NN 111/98), posao (radno mjesto) definiran je kao skup radnih zadataka koje izvršava jedna osoba. Podaci o organizacijski i tehnološki srodnim poslovima odnosno radnim mjestima čine zanimanje. Drugim riječima, zanimanje je definirano kao skup poslova i radnih zadataka (radnih mjesta) koji su svojim sadržajem i vrstom organizacijski i tehnološki toliko srodni i međusobno

povezani da ih obavlja jedan izvršitelj koji posjeduje odgovarajuća znanja, sposobnosti i vještine.

Prema Nacionalnoj klasifikaciji zanimanja (NKZ) na najvišoj razini razvrstavanja zanimanja je rod, a postoji 10 rodova zanimanja. Vrste zanimanja su druga razina razvrstavanja zanimanja, a kriteriji za njihovo određivanje su približno ista složenost poslova, isti ili sličan predmet rada, te upotreba sličnog alata i ostale opreme. Prema NKZ-u postoji 28 vrsta zanimanja. Treća razina razvrstavanja zanimanja su podvrste, a kriteriji za njihovo određivanje su približno ista složenost zanimanja, slični materijali, oprema i alati koji se upotrebljavaju. Znanja i vještine potrebne za rad u tim zanimanjima srodna su. Prema NKZ-u postoji 115 podvrsta zanimanja. Skupina je četvrta, najniža klasifikacijska razina zanimanja. U skupini se nalaze međusobno srodna zanimanja ili zanimanja bliskih tehnologija. Prema NKZ-u postoji oko 400 skupina zanimanja. Kriteriji za stvaranje skupine su vrsta rada i složenost zanimanja. Svaka skupina zanimanja ima svoj opis. Opis poslova skupine zanimanja odnosi se na sva zanimanja u skupini. Skupina zanimanja uz opis sadrži i nazive karakterističnih poslova (radnih mjesta) i obrazovnih programa kojima se osposobljava za ta zanimanja.

Slijedom navedenih kriterija, predložena je metodologija za izradu opisa poslova, budući da opisi poslova predstavljaju prvi korak za izradu kataloga poslova uz točno definiranje zadataka, ovlasti, odgovornosti i kompetencija. Potrebno je utvrditi poslove koje jedna osoba obavlja na jednom radnom mjestu, kako bi se te poslove moglo strukturirati u više razine te ustanoviti potrebne kompetencije za njihovo obavljanje kao i potrebne radne uvjete. Katalog poslova, s definiranim poslovima, skupinama i grupama zanimanja, omogućuje poslovodstvu:

- definiranje razine složenosti posla, odnosno odgovornosti i rukovođenja,
- planiranje karijere i napredovanja u poslu,
- planiranje potrebnog broja radnika,
- planiranje radnog rasporeda,
- uspostavu veza između drugih poslovnih procesa i
- planiranje razvoja poslovnih procesa.

## 2. CILJEVI IZRADE SISTEMATIZACIJE RADNIH MJESTA

Sistematizacija radnih mjesta je dokument koji uključuje detaljniji opis radnih mjesta, kao što su radni zadaci, odgovornosti i ovlasti, te dodatne specifikacije poput stručne spreme, radnog iskustva, posebnih sklonosti i kompetencija zaposlenika.

Sistematizacija radnih mjesta je važna zbog radnika i razvijanja njegovog razumijevanja o području angažmana te poduzeća, koje sistematizacijom određuje sadržaje poslova, njihove odgovornosti i nadležnosti. Svakom radnom mjestu koje ima određeni naziv odgovara i određeni popis i opis poslova. Popis i opis poslova u sistematizaciji smatraju se sastavnim dijelom ugovora o radu. Iz tih razloga vrijedi i sljedeća izreka:

„Svaki radnik predstavlja unikatan i neponovljiv izvor konkurentske prednosti.“

Kome i zašto treba sistematizacija radnih mjesta?

- Poduzećima sa preko 20 zaposlenih koji prema članku 130. Zakona o radu imaju obvezu donošenja internog pravilnika o radu,
- Poduzećima koja su naglo narasla, te im se broj zaposlenih povećao, pa imaju potrebu za preciznim definiranjem i delegiranjem zadataka,
- Svakom poduzeću u kojem postoji niz nesporazuma i nedostatak komunikacije među zaposlenima,
- Svima koji žele dobiti kvalitetnu podlogu za uspostavu sustava motivacije i nagrađivanja kroz plaću.

Sistematizacija treba dati odgovore na pitanja:

- Što se radi? (zadaci koje treba izvršiti),
- Gdje se radi? (lokacija radnog mjesta),
- Kada se radi? (vrijeme i trajanje),
- Zašto se radi? (ciljevi posla za radnika i za organizaciju),
- Kako se radi? (radne metode i postupci),
- Tko radi? (mentalne i fizičke osobine izvršitelja).

## 3. PROCES DEFINIRANJA SISTEMATIZACIJE RADNIH MJESTA

Definirani zadaci, odgovornosti i ovlasti u procesima su ključni faktor za uspjeh bilo kojeg sustava upravljanja. Uspješan sustav upravljanja zahtijeva od svih zaposlenika, a ne samo rukovoditelja samokritičnost i iskrenost prema samom sebi, organizaciji, procesima, proizvodima, kvaliteti, okolišu, sigurnosti i općenito prema svim obvezama. Nikome nije lako priznati da njegov proces radi s poremećajima, štetnim utjecajima i velikim emisijama u okoliš, da se u njemu nalaze realni problemi. O uočenim problemima treba progovoriti glasno, bez ustručavanja, te ustrajati na njihovom rješavanju. Zauzvrat, pozitivne inicijative trebaju biti podržane i adekvatno nagrađene. Svaki proces mora imati odgovornu osobu - vlasnika procesa. Bez podrške vlasnika procesa, poboljšanja u procesima ne mogu zaživjeti, a promjene i optimizacije ako se uopće dogode, bit će „kratkog daha“. Uvijek će nedostajati vremena, resursa, podataka. Definiranje osobe odgovorne za proces (engl. Process owner) je ključno. Bez vlasnika procesa izostat će sustavna optimizacija, uključenost stručnjaka, a napokon će izostat i dugoročni rezultati koji su svrha svih sustava upravljanja.

Pored definiranja odgovornosti i ovlasti vlasnika procesa, bitno je precizno definirati odgovornosti i ovlasti drugih zaposlenika u procesima. Najčešća greška koja se pri tom javlja je samo detaljno opisivanje radnog mjesta, bez definiranja odgovornosti i ovlasti. Svaki zaposlenik mora znati svoje zadatke, odgovornosti i ovlasti. U protivnom, njegova uloga i značaj svode se na „broj“. Kako se u većini organizacija odgovornosti zaposlenika „preklapaju“ u više različitih procesa, to posebno pojačava potrebu preciznog definiranja.

Definirani zadaci (dužnosti), ovlasti (prava) i odgovornosti predstavljaju temelje bilo koje organizacije odnosno elemente pomoću kojih se utvrđuju i preciziraju odnosi u okviru odvijanja organizacijskih procesa. Njihova svrha je da u potpunosti definiraju organizacijski proces i to kako u smislu njegova postavljanja tako i u smislu njegova izvođenja.

Zadaci su svi poslovi koje obavlja pojedinac ili tim koji rezultiraju iz projektiranog organizacijskog procesa i koji se moraju u njegovim granicama realizirati na radnom mjestu. Prava predstavljaju (formalni) autoritet radnog mjesta. To su zapravo ovlaštenja vezana za radno mjesto koja su nužna da bi se uspješno mogli izvršavati zadaci koji su propisani za konkretno radno mjesto. Razlikuje se formalno pravo ili formalni autoritet i osobno pravo, odnosno stvari osobni autoritet. Formalno pravo sadrži dio prava koji se dodjeljuju (predviđaju) pojedinom radnom mjestu bez obzira na osobu koja ga popunjava (trenutno zauzima). Osobno pravo ili stvarni osobni autoritet postiže se dugogodišnjim radom, zalaganjem, odnosom, znanjem i drugim moralnim karakteristikama. Kod postavljanja ljudi na radna mjesta treba između ostalog težiti da njihov stvarni autoritet bude približan formalnom.

Iz navedenog se može zaključiti da su prava i dužnosti temelj organizacije koji definira što treba osigurati i omogućiti (prava - ovlasti) za izvođenje jedne ili više aktivnosti organizacijskog procesa te što je pri tome obveza (dužnosti) onoga koji tu aktivnost izvodi.

Odgovornost je snošenje posljedica za odstupanje od propisanog (projektiranog, dogovorenog). Razlikuje se formalna i moralna odgovornost. Formalna odgovornost je ona za koju se snose posljedice u slučaju značajnih odstupanja od propisanog. Moralna odgovornost je svojstvo osobe – svakog pojedinca tj. individualna značajka. Prema tome, može se odgovornost smatrati temeljem organizacije koji definira o čemu sve treba voditi računa kod izvođenja određene aktivnosti u cilju sprečavanja pojave poremećaja u odvijanju nekog procesa.

Između ovlasti i odgovornosti postoje određeni odnosi koji trebaju težiti optimumu za date uvjete, drugim riječima moraju biti međusobno usklađeni. Naime, tamo gdje postoji veći formalni autoritet, mora postojati i veća formalna odgovornost, jer su posljedice koje nastaju odstupanjem od propisanog, veće.

Definirani zadaci, ovlaštenja i odgovornosti za bilo koje radno mjesto u organizaciji moraju biti primjereni i kompatibilni. Svaki drugi odnos ova tri elementa dovodi do poremećaja u poslovanju i sustavu upravljanja kvalitetom (slika 1).

Popis i slijed aktivnosti pri definiranju i opisu zadataka, odgovornosti, ovlasti i kompetencija prikazuje tablica 1, a slika 3 prikazuje primjer mogućeg obrasca za njihov opis.

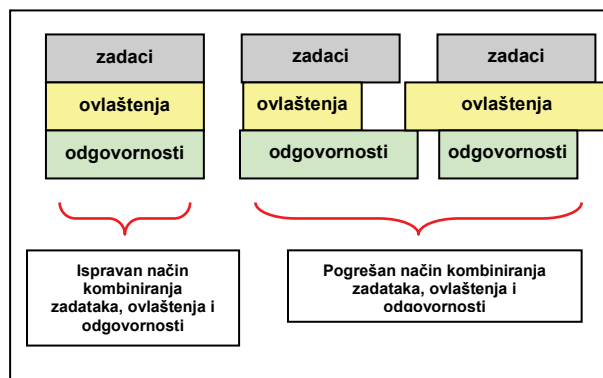
**Tabela 1.** Popis i slijed aktivnosti pri izradi sistematizacije radnih mjesta

POPIS I SLIJED AKTIVNOSTI	
1.	Imenovanje koordinatora za izradu sistematizacije (izbor konzultantske kuće, ukoliko se donese takva odluka).
2.	Imenovanje odgovornih zaposlenika za izradu opisa poslova u procesima (odjelima) te inicijalna edukacija.

3.	Identifikacija radnih mjesta koje treba opisati – definiranje organizacijskih shema (makro i mikro).
4.	Izrada prikladnog obrazaca za opis poslova i upute za rad.
5.	Izbor organizacijske cjeline za izradu pilot projekta (ili radnog mjesta u manjim organizacijama).
6.	Edukacija zaposlenika koji će realizirati opis radnih mjesta.
7.	Opis sistematizacije radnih mjesta u procesima – voditelji procesa.
8.	Opis sistematizacije radnih mjesta u procesima – predstavnici uprave za sustave upravljanja (kvaliteta, zaštita okoliša, zaštita zdravlja i sigurnost na radu, energetska učinkovitost, društvena odgovornost i dr.).
9.	Pregled i verifikacija opisa radnih mjesta te objava dokumenta.
10.	Konačno oblikovanje i validacija.
11.	Poboljšanja (prema konkretnim potrebama).

Tijekom izrade sistematizacije radnih mjesta treba voditi računa da svako radno mjesto sadrži nematerijalne i materijalne elemente. Nematerijalni elementi su: zadaci, odgovornosti, ovlaštenja i prava te specifičnosti radnog mjesta. Materijalni elementi su: djelatnik (kompetencije), sredstva i predmet rada.

Prilikom oblikovanja i opisa svakog radnog mjesta nužno je imati u vidu razmjere zadataka, ovlaštenja i odgovornosti (slika 1). Svaki drugi odnos zadataka, ovlaštenja i odgovornosti dovodio bi do disfunkcija u poslovanju.



**Slika 1.** Ispravan i pogrešan način definiranja zadataka, ovlaštenja i odgovornosti

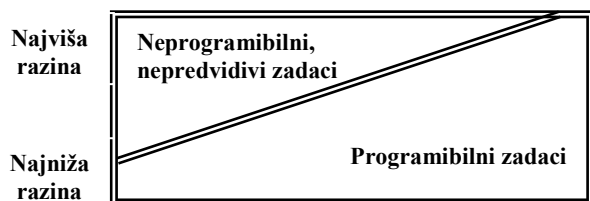
### 3.1. Zadaci

Zadaci predstavljaju obvezu izvršenja određene funkcije na određenom objektu u determiniranim dimenzijama prostora, vremena i količine. Prilikom opisa zadataka radnog mjesta postavljaju se sljedeća pitanja:

- Što (koje funkcije obavlja)?
- Na čemu (na kojim objektima)?
- Kada (u koje vrijeme)?
- Gdje (u kojem prostoru)?
- Koliko (u kojem opsegu treba obaviti)?

Kod definiranja zadataka potrebno je voditi računa da se zadaci razlikuju za mjesta na različitim hijerarhijskim razinama. To je zbog kvalitativnih razlika pojedinih zadataka. Dok se na najvišim razinama javljaju u malom broju programibilni rutinski zadaci, oni u pravilo na

najnižim mjestima najviše zastupljeni. Obrnuto je s neprogramabilnim, nepredvidivim zadacima, koji se mogu unaprijed jednoznačno odrediti (slika 2).



Slika 2. Vrste zadataka na različitim hijerarhijskim razinama

### 3.2. Ovlaštenja

Ovlaštenja se dodjeljuju radnim mjestima koja prema svojem položaju, aktivnostima, znanjima i informacijama što ih primaju mogu najpovoljnije oblikovati i provoditi određene poslovne odluke. Na primjer referent u procesu nabave određene skupine materijala mora imati pravo odlučivanja o izboru dobavljača jer najbolje pozna tržište i može analizirati podobnosti dobavljača i njegovih ponuda. Zbog istih razloga mora imati pravo odlučivanja u vezi s uvjetima nabave, nabavnih cijena, izbora transportnih putova i sredstava i dr.

Za svako radno mjesto (posebno rukovodeće) potrebno je voditi računa o točnom definiranju ovlaštenja u smislu odlučivanja kako bi nositelj zadatka mogao normalno i efikasno raditi. Kod izvršnih radnih mjesta potrebno je također voditi računa o definiranju ovlaštenja u smislu ako dva ili više različitih mjesta obavljaju funkcije u vezi s kojima valja donositi odluke koje se odnose na iste objekte. Na primjer, ne može odluke o izboru dobavljača donositi i referent u pripremi rada i referent nabave. Odluke koje su vezane uz izvršenje zadataka određenog mjesta nisu definirane kao ovlaštenja, primjerice:

- ovlaštenja davanja naloga i uputa za rad,
- ovlaštenja raspolaganja (stvarima, davanje slobodnih radnih dana i sl.),
- informacijska ovlaštenja (ovlaštenja dobivanja, korištenja i diseminacije određenih informacija) i
- ovlaštenja stvaranja obveza (potpisi dokumenata, punomoći, zastupanja i sl.).

### 3.3. Odgovornosti

Odgovornosti prirodno proizlaze iz dodijeljenih zadataka i ovlaštenja. Odgovornost se može definirati kao jamstvo djelatnika na određenom mjestu za izvršenje zadataka i za posljedice korištenja ovlaštenja. Odgovornosti su to veće što je hijerarhijska razina radnog mjesta viša. Tako primjerice, voditelj pogona odgovoran je za cjelokupnu proizvodnju u smislu da se:

- proces proizvodnje obavlja racionalno i osigura nesmetano odvijanje procesa,
- svi zaposlenici u pogonu djeluju usklađeno i da budu što učinkovitiji,
- proizvede planirana količina proizvoda uz zahtijevanu i očekivanu kvalitetu,

- izvršenje poslova povjeri kvalificiranim i kompetentnim zaposlenicima,
- proizvodnja obavlja u zahtijevanom okruženju (mikroklima, buka i drugi aspekti okoliša moraju biti u dozvoljenim granicama),
- proces odvija uz što manje poremećaja, zastoja i primjenu efikasnih mjera zaštite na radu i zaštite od požara,
- pokreću preventivne akcije s ciljem smanjivanja i eliminiranja mogućih nesukladnosti u pogonu,
- sredstva za rad održavaju i da se u radnom prostoru održava red i čistoća,
- svi dokumenti i zapisi iz proizvodnog pogona pravilno koriste, popunjavaju, distribuiraju i arhiviraju.

Navedene i druge odgovornosti mogu se u određenom opsegu prenijeti na poslovođu pogona u skladu s njegovim zadacima. Odgovorne osobe snose posljedice zbog neispunjenja ili lošeg ispunjenja zadatka. Posljedice mogu biti upozorenje od nadređenih instanci, financijske sankcije ili, u drastičnim slučajevima, premještanje na hijerarhijski niže razine ili dr., a u najgorem slučaju i otkaz.

### 3.4. Specifičnosti radnog mjesta

Pod posebnim specifičnostima radnog mjesta podrazumijevaju se kriteriji ili uvjeti koji su interesantni samo za konkretno radno mjesto. Na primjer, specifičnosti nekog radnog mjesta mogu biti, rad na visinama, poznavanje specijalnih materijala, nepušač, rad u izvanrednim uvjetima i sl.

### 3.5. Kompetencije

Djelatnici mogu biti nositelji zadataka na određenom mjestu ako imaju odgovarajuća znanja, sposobnosti iskustva (kriteriji kompetencija). Kompetencije su kriteriji koji se zahtijevaju na konkretnom radnom mjestu kako bi se definirani zadaci uz predviđena ovlaštenja i odgovornosti mogli uspješno realizirati. Kriteriji kompetencija vezani su uz: školsku spremu, radno iskustvo na istim ili sličnim poslovima, posebna i specijalistička znanja, posebne sposobnosti, informatičku naobrazbu, poznavanje stranih jezika i sl.

### 3.6. Sredstva

Sredstva kao element radnog mjesta mogu imati dvije različite pozicije:

1. Mogu biti u kombinaciji s djelatnikom ili djelatnicima (primjerice, računala ili sl.) te
2. Mogu poslužiti samo kao pomoćna sredstva kako bi se rad olakšao, te bio ekonomičniji ili da se postižu kvalitetniji rezultati (postrojenje, uređaj, stroj, viličar, uredski namještaj, uredski pomoćni strojevi, razna vozila, telekomunikacijska sredstva i sl.)

Pojedina sredstva mogu biti dodijeljena određenom mjestu isključivo za potrebe obavljanja zadatka na tom

mjestu, a neka sredstva može koristiti više različitih mjesta, naročito ako se radi o zajedničkim sredstvima.

### 3.7. Predmet rada

Predmet rada predstavlja materijalni element bez kojeg se ne može pokrenuti nikakva aktivnost. Zbog toga treba voditi računa na svim radnim mjestima u smislu što je predmet njihovog rada (proizvodi, informacije, dokumenti, materijali, energija i sl.).

SISTEMATIZACIJA RADNIH MJESTA	
<p><b>I. KLASIFIKACIJA RADNOG MJESTA</b></p> <p>1. (Prilikom o utvrđivanja i podvrga i državnih):</p> <p>Šifra:</p> <p>Ime:</p> <p>Organizacijska jedinica:</p> <p>2. Otvoriti i Nacionalna klasifikacija zanimanja NS (11/94, SS 114/98)</p> <p>1. Kod (01):</p> <p>2. Titul (02):</p> <p>3. Podskup (03):</p> <p>4. Skupina (04):</p>	<p><b>IV. ZADACI</b></p>
<p><b>II. PLAĆA</b></p> <p>Oznaka pozicije:</p> <p>Klasifikacija:</p> <p>Ostvareni opsezi: DA NE</p> <p>Veća izdavanja:</p> <p>Radovani do i od:</p> <p>Radovani opsezi:</p>	<p><b>V. ODGOVORNOSTI</b></p>
<p><b>III. VAŽNE NAPOMENE</b></p>	<p><b>VI. PRAVA I OVLAŠTI</b></p>
	<p><b>VII. KRITERIJI KOMPETENCIJA</b></p>
	<p><b>VIII. SPECIFIČNOSTI RADNOG MJESTA</b></p>
	<p><b>IX. SREDSTVA ZA RAD</b></p>
	<p><b>X. PREDMET RADA</b></p>

Slika 3. Primjer obrasca za definiranje i opis radnog mjesta

## 4. ZAKLJUČAK

Dobro opisani zadaci, odgovornosti, ovlaštenja i kompetencije u sustavima upravljanja pridonose;

- smanjuju ili sprečavaju konfuziju, nepotrebnih optuživanja i mogućih konfliktnih situacija,
- boljem definiranju obveza zaposlenika, kao i za uspoređivanje poslova, u svrhu adekvatnog nagrađivanja zaposlenika,
- pravovremenom poduzimanje mjera poboljšavanja u sustavima upravljanja,
- efikasnim i učinkovitim odzivima na neuobičajene situacije (reklamacije, dorade, škart i sl.).

U organizacijama gdje su uspostavljeni hijerarhijski odnosi lakše je definirati zadatke, ovlaštenja, odgovornosti i kompetencije pojedinih radnih mjesta. To podrazumijeva jasno definiranu organizacijsku shemu kao i druge elemente organizacijske strukture (informacijski tokovi, procesi i dr.). Ljude u procesima i organizaciji u cjelini potrebno je shematski i stvarno međusobno povezati, tako da svaki zaposlenik zna svoju poziciju i status kao i linije komunikacija i obvezne suradnje. Pri tom se uspostavlja linijski i hijerarhijski odnosi koji se moraju temeljiti na principu podređenosti svakog zaposlenika u organizaciji samo jednom rukovoditelju.

## 5. LITERATURA

- [1] HRN EN ISO 9004:2003; Sustavi upravljanja kvalitetom-Upute za poboljšavanje sposobnosti
- [2] Kondić, Ž.: Kvaliteta i ISO 9000 – primjena; Studija, Tiva, Varaždin, 2002.
- [3] Ferišak, V.: Organiziranje materijalnog poslovanja, Informator, Zagreb, 1995.
- [4] Bahterijarević Šiber, F.: Upravljanje ljudskim potencijalima, Golden marketing Zagreb, 1999.
- [5] „Narodne novine”, broj 111/98 i 124/08; Nacionalna klasifikacija zanimanja

### Kontakt autora:

**Veljko Kondić, mag. ing. mech.**

Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
veljko.kondic@unin.hr

**Branislav Bojanić, dr. sc.**

Pulaparking d.o.o.  
branisal.bojanic@pulaparking.hr

**Marko Horvat, dipl. ing.**

Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
mhorvat@unin.hr

## POLOŽAJ ŽENA MENADŽERA

### THE POSITION OF WOMEN MANAGERS

*Maria Helena Pavlek, Igor Klopotan, Mario Latin*

Prethodno priopćenje

**Sažetak:** *Položaj žena u poslovnom svijetu nije se puno istraživao. Nedostatak literature najbolje govori kako je problem položaja žena u poslovnom svijetu slabo istraženo područje na ovom području Europe. Dosadašnja istraživanja pokazuju kako društvo u kojem živimo najviše utječe na položaj žena u poslovnom svijetu. Na ovom našem području društvo je još uvijek patrijarhalno te je uvriježeno mišljenje da žena nije sposobna za najviša mjesta te da je menadžerski posao još uvijek zauzet samo za muškarce. Samostalno provedeni intervju na uzorku od desetak osoba, donio je slične rezultate kao i dosadašnja istraživanja. Nova istraživanja govore kako bi menadžeri trebali biti psiholozi, sociolozi i etičari, to jest posjedovati vještine koje se pripisuju muškarcima. Postavlja se pitanje da li je menadžer 21. stoljeća- žena?*

**Ključne riječi:** *društveni položaj, menadžment, poslovni svijet, žene*

Preliminary communications

**Abstract:** *The position of women in the business world is not much explored . The lack of literature is best explained as a problem of women in the business world poorly explored area in this region of Europe . Previous studies show that the society we live in the greatest impact on the status of women in the business world . In this area of our society is still patriarchal and the view that a woman is not capable of the highest places , and that the managerial job is still busy just for men . Independently conducted interviews with a sample of ten people , has brought similar results to previous studies . New studies suggest that the managers should be psychologists , sociologists and ethicists , that is equipped with the skills attributed to men . The question is the question is whether the manager of the 21st century- woman?*

**Key words:** *social status, management, business world, woman*

## 1. UVOD

O položaju žena u menadžerskom poslu malo se istraživalo, sve dok 2009. godine Elinor Ostrom nije dobila Nobelovu nagradu za ekonomiju. Te 2009. godine pokrenuta su brojna istraživanja jer je žena uspjela u „muškom poslu“, i to još u godini velike gospodarske krize, dobiti Nobelovu nagradu za ekonomiju. Mnoge je zanimalo je su li žene postale ravnopravne s muškarcima, koliko ih je na vodećim pozicijama, koje su njihove mane i prednosti kao menadžera. Cilj ovog rada je istražiti zašto je ženama teže doći do vodećih funkcija u poduzećima nego li je to muškarcima, postoje li određene predispozicije za vođenje poslova koje žene nemaju te koje su jake, a koje slabe strane žena menadžera.

## 2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Zamjećeno je kako se na Zapadu, posebice u Europi, povećava broj žena koje su na vodećim položajima u upravnim odborima ili na čelu kompanije, dok je u patrijarhalnim zemljama broj žena na vodećim pozicijama zanemariv. Direktorica Filaksa, Mlivić-

Budeš, 2010. godine je uoči konferencije u Zagrebu pod nazivom „Žene-pokretači promjena“ izjavila kako se položaj žena poboljšava, no da je većinom najveći doseg žena u menadžerskom poslu srednji menadžment. Žene većinom vode odjele marketinga ili ljudskih potencijala, no vođenje neke kompanije još uvijek je teško dostižno ako ste žena.<sup>[1]</sup> Iako se sve više počelo govoriti o problemima žena kojima je zbog neravnopravnosti spolova teško doći do vodećih pozicija u poduzećima, nedostatak literature o tom području najviše govori o tome kako se o ovoj temi jako malo zna. No, uz pomoć znanstvenih članaka, pregledati ćemo dosadašnja istraživanja na ovom području Europe.

### 2.1. „Žene menadžeri u hrvatskom hotelijerstvu“, Galičić i Ivanović (2007.)

Društvo u kojem odrastamo kao uzrok malog broja žena na vodećim pozicijama smatraju ključnim autori članka „Žene menadžeri u hrvatskom hotelijerstvu“

<sup>[1]</sup> <http://www.poslovni.hr/after5/zenama-je-i-dalje-plafon-srednji-menadzment-140813>

Galičić i Ivanović.<sup>[2]</sup> Dotaknuli su se ove teme te naveli kako se žene i muškarci od samoga rođenja različito socijaliziraju i usmjeravaju. U prilog poražavajućim podacima o vrijednosti žena u poslovnom svijetu naveli su podatke o tome kako žene obavljaju dvije trećine poslova u svijetu, a privređuju samo jednu desetinu svjetskog dohotka te istovremeno posjeduju manje od 1 posto svjetskih dobara. Kao kratki pregled položaja žena priložili su tablicu.

**Tablica 1.** Relativno učešće ženske populacije u različitim kategorijama

Opis/kategorija	% učešće žena
Ukupan broj zaposlenih u svijetu	41%
Obavljanje svih poslova u svijetu	75%
Nepismeni u svijetu	67%
Vlasnici nekretnina u svijetu	10%
Menadžerska pozicija u svijetu	15%
Direktorice u europskim poduzećima	1%
Predsjednice kompanija (korporacijski direktor) u SAD	2%
Ukupno stanovništvo RH	52%
Ukupan broj zaposlenih RH	48%
Zaposleni do 50 godina života	47%
Nezaposlenih u RH	58%
Stopa ženske nezaposlenosti	25%
Gradonačelnice	11%
Saborske zastupnice	22%
Nema osigurano puno radno vrijeme u državnoj upravi	89%
Nema osigurano puno radno vrijeme u prosvjeti	60%
Prvi puta traže posao i imaju VSS	63%
Radnica na crno	65%
U Nadzornim odborima u trgovačkim društvima	19%
Osnivači trgovačkih društava	25%
Kreditne poduzetnice	20%
Top menadžment u RH	6%

Također, navode kako žene smatraju da se ne bi smjele natjecati s muškarcima te da su manje važne od muškaraca. Tradicionalan odgoj koji je odredio položaj žena podrazumijeva kako žene mogu postati konkurentne muškarcima samo ako izgube svoju ženstvenost. Također, navode kako stereotipi o ženama otežavaju njihovo napredovanje do najviših pozicija. Autori smatraju da postavljanje žena na visoke pozicije ima puno više prednosti nego nedostataka. Žene imaju više sluha za probleme, lakše pronalaze inovativna rješenja i ne stvaraju neprijateljsko ozračje. Žena kao menadžer drugačije shvaća svoju ulogu od muškarca menadžera. Ona smatra da je njezin posao koordinacija članova tima te sudjelovanje u zajedničkim procesima. Žene ne vode posao autokratski, te se ne ponašaju prema radnicima kao prema podanicima već kao prema članovima istog tima. Autori također navode kako u budućnosti menadžeri će biti više psiholozi, sociolozi i etičari, a ne tehničari i

organizatori. Isto tako autori smatraju da će menadžeri 21. stoljeća imati više karakteristika žena nego muškarca, što bi moglo dovesti do obrata u omjeru žena i muškaraca u poslovnom svijetu.

## 2.2. „Žena u menadžmentu bosansko-hercegovačkih kompanija“, Penava i Šehić

Problematiku napredovanja žena istraživali su i u susjednoj BiH autori članka „Žena u menadžmentu bosanskohercegovačkih kompanija“ Penava i Šehić<sup>[3]</sup> Autori su sagledali ovaj problem kroz više razina po modelu Raginsa i Sundstroma (1989.) Razine su:

- razina društvenog sustava
- razina organizacije
- interpersonalna razina
- individualna razina

Kod prve razine ključnim se smatra proces socijalizacije spolova odnosno obrasca kojim se žene i muškarci usmjeravaju na biranje zanimanja. Po ovoj razini smatra se kako je malo žena kvalificirano za obavljanje menadžerskih poslova, iako ova hipoteza nije dokazana. Druga razina, razina organizacije, govori kako se ljudi najčešće drže „job-holder“ sheme, odnosno da donosilac odluke o npr. zaposlenju osobe na menadžersko mjesto često bira osobu onoga spola koje najčešće vidi na tim pozicijama, to jest muškarce. Također, autori spominju autoricu Rosabeth M. Kanter (Kanter, 1997.a) i njenu *Teoriju o strukturalnim barijerama*. Bit te teorije je tvrdnja po kojoj članovi koji su po bilo kojoj osnovi manjina u nekoj grupi nailaze na poteškoće u prilagođavanju i uklapanju u norme propisane kulturom većine (Vinkenburg et al, 2000.). Kod interpersonalne razine govori se o stereotipima o spolovima, odnosno kako su neke „ženske osobine“ kao što su brižnost, pokornost i blagost nepoželjne u menadžerskom poslu, dok se muške osobine smatraju onim što svaki menadžer treba imati. Zaključuje se kako je zajednički stav širom svijeta da žene najvjerojatnije ne posjeduju menadžerske vještine (Schein et al, 1996.). Posljednja, individualna razina govori o tome kako se muškarci i žene ne razlikuju previše kada je riječ o faktorima koji su ključni kako bi se predvidio menadžerski potencijal. No važnu ulogu ima uloga žene u obitelji i njezine obiteljske obveze te poslodavci smatraju kako će žena uvijek staviti na prvo mjesto obitelj, a ne karijeru te zbog toga oklijevaju unaprijediti osobu ženskog spola.

Autori su došli do zaključka da napredovanje žena osporava takozvani „glass-ceiling“, u prijevodu „stakleni plafon“. Ovaj pojam nastao je sedamdesetih godina u SAD-u kako bi opisao „nevidljivu, vještačku barijeru napravljenu od predrasuda u stavovima i predrasuda u samim kompanijama, koja ženama zatvara put k najvišim

<sup>[2]</sup> Vlado Galičić, dr.sc, asistent profesora, Zoran Ivanović, dr.sc., profesor, Sveučilište u Rijeci

<sup>[3]</sup> Suada Penava, Elektroprivreda Bosne i Hercegovine, Sarajevo, Dževad Šehić, izvanredni profesor Ekonomskog fakulteta u Sarajevu



menadžerskim pozicijama” (Wirth, 1998.). Autori zaključuju da je „stakleni plafon“ sveprisutan u poslovnom svijetu te da se ženama daju samo manji rukovoditeljski poslova. Smatraju da je razlog postojanja staklenog plafona društvo u kojem živimo, kao i raznih stereotipa te percepcije uspješnog menadžera kao muškarca.

### 3. INTERVJU O POZICIJI ŽENA MENADŽERA U HRVATSKOM DRUŠTVU

Na uzorku od deset osoba različitih spolova (pet ispitanika ženskog i pet ispitanika muškog spola) u rasponu od 19 do 60 godina, istraženo je što misle zašto je ženama teže doći do vodećih pozicija, koje su mane i prednosti poslovnih žena te zašto muškarci vladaju poslovnim svijetom. Prije provedbe intervjua, postavljena je pretpostavka da su žene u našem društvu manje zastupljene u ulogama menadžera zbog tradicionalnog shvaćanja uloga žena i diskriminacije naspram istih. Pitanja koja su u intervjuu postavljena, a trebala su potvrditi pretpostavku, bila su sljedeća:

- Zašto je ženama teže doći do vodećih pozicija u poslovnom svijetu?
- Koje su mane žena u poslovnom svijetu?
- Koje su prednosti žena u poslovnom svijetu?
- Zašto muškarci „vladaju“ poslovnim svijetom?

#### 3.1. Rezultati provedenog intervjua

Ženski dio intervjuiranih osoba smatrao je da je uzrok nenapredovanju žena posljedica diskriminacije žena u poslovnom svijetu. Diskriminaciju pripisuju društvu u kojem živimo, društvu koje je još uvijek patrijarhalno i „muško“. Zanimljivo je da su i muškarci koji su sudjelovali u ispitivanju to mislili te su opisali žene kao nepodobne za vodeće funkcije. Takvi su rezultati dobiveni ispitivanjem potvrdili početnu pretpostavku koja je glasila kako do manjka žena menadžera dolazi zbog tradicionalnog shvaćanja uloge žena i diskriminirajućeg pogleda na njihov status u poslovnom svijetu. Također, na pitanje o slabostima žena na vodećim funkcijama ispitanici su se složili da je ženska mana u poslovnom svijetu njihova emocionalnost, suosjećajnost i želja da svima bude dobro, što je često nemoguće. Kao prednosti žena u poslovnom svijetu često se spominjala mogućnost boljeg „čitanja“ ljudi te bolje sposobnosti u marketingu i upravljanju ljudskim resursima. Kod pitanja zašto muškarci upravljaju poslovnim svijetom, rečeno je kako su muškarci logični i racionalni te da se ne vode osjećajima kod donošenja poslovnih odluka (takvo je stajalište bilo kod svih ispitanih muškaraca, dok se ženski dio ispitanika opredijelio za razlog muške dominacije u poslovnom svijetu u vidu tradicionalnog shvaćanja poslovnog svijeta). Ovo malo istraživanje dovelo je do sličnih podataka kao i druga istraživanja provedena po ovom pitanju.

### 4. ZAKLJUČAK

Na temelju intervjua i analize članaka koji se spominju u radu došlo se do zaključka kako je glavni problem u napredovanju žena do najviših pozicija tradicionalno društvo u kojemu živimo. Još uvijek se smatra kako uspješan menadžer može biti samo muškarac te da žene nemaju potrebne vještine da bi postale uspješni menadžeri. No vidljivo je kako žene nisu toliko različite od muškaraca u vještinama potrebnima za postati menadžer, no percepcija poslodavaca je da su žene više okrenute obitelji te da se ne mogu nositi s menadžerskim poslovima. Važno je što više istraživati ovo polje jer istraživanja pokazuju kako će budući menadžeri morati biti psiholozi i etičari, a ne samo dobri organizatori. Time se potiče pitanje hoće li idealni menadžer 21. stoljeća biti žena? Jer, psihologija i etičnost su osobine koje se pripisuju ženama.

### 5. LITERATURA

- [1] <http://www.poslovni.hr/after5/zenama-je-i-dalje-plafon-srednji-menadzment-140813> (Dostupno 5.1.2015)
- [2] Galičić, V.; Ivanović, Z.: Žene menadžeri u hrvatskom hotelijerstvu, *Tourism and Hospitality Management*, Vol.12, No.1 (2006)
- [3] Penava, S.; Šehić, Dž.: Žene u menadžmentu bosanskohercegovačkih kompanija, *Ekonomski pregled*, Vol.58, No. 5-6 (2007)

#### Kontakt autora:

**Maria Helena Pavlek, student**

Sveučilište Sjever

Poslovanje i menadžment u medijima

**Igor Klopotan, mag.oec.**

Sveučilište Sjever

**Mario Latin, mag.oec.**

Sveučilište Sjever

# PRETILOST KAO FAKTOR RIZIKA ZA NASTAJANJE KARDIOVASKULARNIH-KORONARNIH BOLESTI

## OBESITY AS A RISK FACTOR FOR CARDIOVASCULAR-CORONARY DISEASES

*Natalija Uršulin-Trstenjak, Davor Levanić, Martina Hasaković-Felja*

Prethodno priopćenje

**Sažetak:** Kao vodeći uzrok smrtnosti današnjice, kardiovaskularne bolesti su u samom vrhu. Problem pretilosti, prekomjerne težine, manjak fizičke aktivnosti kao i loša svakodnevna ishrana izazivaju povećani rizik obolijevanja od kroničnih bolesti. Prevencija u ranoj dobi kao i doživotna kontinuirana edukacija svakako je bitan faktor u suzbijanju prekomjerne tjelesne težine pri čemu je rad medicinske sestre izuzetno važan. Medicinska sestra sudjeluje u edukaciji o pravilnoj prehrani, omogućuje istu u bolničkim uvjetima, te kontinuirano educira o važnosti fizičke aktivnosti unutar granica mogućnosti.

Ovim će se radom potvrditi pretpostavke o povezanosti pretilosti i nastajanja kroničnih bolesti. Na temelju dobivenih rezultata učinak medicinske sestre očituje se u osvješćivanju bolesnika na problem povećanog ITM (indeks tjelesne mase) kao i na zdravstvene tegobe koje iz njega proizlaze. Na sestri je veliki zadatak edukacije putem poticanja i provođenja plana smanjenja ITM bolesnika. Za taj cilj bitno je da zadobije povjerenje bolesnika i da se provodi dosljedno. Obuhvaća cjelinu zdrave prehrane, fizičke aktivnosti i suzbijanja loših navika.

**Ključne riječi:** ITM (indeks tjelesne mase), pretilost, kardiovaskularne bolesti, prehrana

Preliminary communication

**Abstract:** Among the leading causes of death today, cardiovascular diseases are at the top. The problems of obesity, being overweight, lack of physical activity and poor everyday diet, cause an increased risk of chronic diseases. Prevention at an early age, as well as a continuing lifelong education are important factors in the prevention of obesity. Here the nurse's work is of extreme importance. The nurse participates in educating in adequate nutrition and provides it in a hospital setting and continuously educates about the importance of physical activity within the boundaries of the person's capabilities.

This paper will confirm the assumptions regarding the connection between obesity and the appearance of chronic diseases. Based on the obtained results, the influence of a nurse is reflected in raising the patients' awareness of the increased BMI (body mass index) and of the health problems that arise from it. The nurse has a challenging task to educate by encouraging and implementing the plan to lower the patient's BMI. This aim requires gaining the trust of the patient and carrying out the plan consistently. It encompasses a healthy diet, physical activity and prevention of bad habits.

**Key words:** BMI (body mass index), obesity, cardiovascular diseases, diet

### 1. UVOD

Indeks tjelesne mase - ITM kao kategorizacija uhranjenosti usko je povezan sa nastajanjem kroničnih bolesti. Stoga i smjernice za prevenciju kroničnih bolesti (poput kardiovaskularnih bolesti) ističu važnost da ITM ne prelazi 25 i da opseg struka kod muškaraca ne prelazi 102 cm, a kod žena 88 cm (MZiSS, 2010-2012.). Glavni i najčešći razlog pretilosti leži u neskladu unosa kalorija i njihove potrošnje, a posebice u unosu visokokalorične hrane koja obiluje jednostavnim ugljikohidratima i zasićenim masnoćama. Povećani unos energije prati i sedentarni stil života tako da visok postotak pretilosti nije slučajna pojava (Uršulin-Trstenjak, 2013.). Opširnija definicija Svjetske zdravstvene organizacije definira pretilost kao stanje nagomilavanja masnog tkiva u mjeri

u kojoj dolazi do ugrožavanja zdravlja, smanjenja očekivanog trajanja života i povećanja rizika od pojedinih akutnih i kroničnih oboljenja (WHO, 1997.). Na pretilost, prekomjernu tjelesnu težinu imamo izravan utjecaj a time i na nastajanje kardiovaskularnih bolesti (Kaić-Rak, Pucarin, 2001.).

#### 1.1. Kardiovaskularne bolesti

Kardiovaskularne bolesti su bolesti srca i krvožilnog sustava. Glavne kliničke manifestacije se mogu podijeliti na one koje zahvaćaju: srce i srčani krvožilni sustav, koronarne (ishemične) bolesti, mozak i moždani krvožilni sustav, cerebrovaskularne bolesti, donje udove, okluzivna bolest perifernih arterija. Predstavljaju vodeći uzrok pobolijevanja u Hrvatskoj kao i u razvijenim

zemljama. U rizičnu skupinu spadaju ljudi sa predispozicijama povišene masnoće u krvi, arterijska hipertenzija ili povišen krvni tlak, pušači, dijabetičari, pretili osobe, muški spol, osobe smanjene fizičke aktivnosti, izloženost stresu, visoka životna dob (Kralj, 2011.).

Kardiovaskularne bolesti mogu biti prirodene - srčane greške (transpozicija velikih krvnih žila, trikuspidna atrezija, opstrukcija anomalnog utoka pulmonalne vena, teška pulmonalna stenoza, pulmonalna atrezija, prirodjena aortna stenoza, koarktacija aorte + VSD/Ductus Botalli itd.) i stečene (valvularne bolesti, bolesti miokarda, bolesti perikarda, tumori srca, shemijske bolesti srca, bolesti aorte) (Vincelj, 2004.).

U podlozi svih ovih stečenih bolesti najčešće je koronarna bolest -arteroskleroza, odnosno oštećenje arterija obilježeno sužavanjem lumena žile zbog lokalnog zadebljanja unutarnjeg sloja stjenke, čime se smanjuje protočnost krvi i elastičnost arterije (Hansson, Libby, Schonbeck, Yan, 2002.).

### 1.1.1. Faktori rizika

Osim pretilosti kao faktore rizika u nastajanju kardiovaskularnih bolesti svakako treba navesti hipertenziju, dijabetes i pušenje.

U nastanku koronarne bolesti jednako su važni sistolički i dijastolički krvni tlak, a izolirana sistolička hipertenzija je jedan od glavnih faktora rizika razvoja kardiovaskularnog i cerebrovaskularnog incidenta. Hipertenzija je poznati faktor rizika koronarne bolesti. Prema INTERHEART studiji predstavlja 18% atributivnog rizika za razvoj prvog infarkta miokarda (Yusuf, Hawken, Ounpu i sur., 2004.).

Prema podacima Copenhagen Heart Study, relativni rizik razvoja infarkta miokarda ili cerebrovaskularnog inzulta je povišen dva do tri puta u bolesnika sa šećernom bolesti tip 2, a rizik mortaliteta je povećan duplo neovisno o postojanju kardiovaskularne bolesti i drugih faktora rizika. Prilikom dijagnosticiranja koronarne bolesti velikom broju bolesnika se dijagnosticira i šećerna bolest. Prema rezultatima INTERHEART studije šećerna bolest predstavlja 10% atributivni rizik razvoja prvog infarkta miokarda (Norhammar, Tenerz, Nilsson, i sur., 2002.).

Pušenje je važan reverzibilni faktor rizika koronarne bolesti. Rizik razvoja koronarne bolesti se povećava šest puta u žena i tri puta u muškaraca koji puše bar 20 cigareta dnevno za razliku od osoba koje nikad nisu pušile (Almdal, Scharlin, Jensen, Vestergaard, 2004.). Prema INTERHEART studiji pušenje predstavlja 35% atributivnog rizika za razvoj prvog infarkta miokarda. Rizik razvoja koronarne bolesti raste s brojem cigareta i veći je u pušača koji uvlače dim nego u pušača koji ga ne uvlače. Rizik rekurentnog infarkta se smanjuje za 50% nakon prestanka pušenja a izjednačuje se s rizikom nepušača unutar dvije godine (Wilhelmsson, Vedin, Elmfeldt i sur., 1997.).

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je prikazati utjecaj pretilosti na nastanak kardiovaskularnih bolesti, kao i povezanost nezdrave prehrane te utjecaj prisutnosti faktora rizika (hipertenzija, dijabetes i nikotinizam) na nastanak istih.

## 3. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno na Klinici za kardijalnu kirurgiju, KBC-a Zagreb. U istraživanje su uključeni svi bolesnici (u daljnjem tekstu ispitanici) zaprimljeni na Kliniku za kardijalnu kirurgiju u razdoblju od 1. travnja do 1. kolovoza 2014. godine sa dijagnozom koronarne bolesti (isključivo, bez kombiniranih dijagnoza srčanih oboljenja). Podatci su uzimani iz anamneze medicinske sestre u e-njezi, sustava bolničko informatičkog sustava (BIS). Ispitivani parametri su: TT (tjelesna težina), TV (tjelesna visina) kao i izračun ITM (indeks tjelesne mase) s ciljem definiranja pretilosti. Evidentirane su dijagnoze od kojih boluje ispitanik u trenutku zaprimanja na Kliniku radi revaskularizacije miokarda. Također, bilježene su potrebe ispitanika za uzimanjem statina, radi povećane vrijednosti masnoća u krvi. Iz anamneze se uzimao u obzir podatak o pušenju, a koji se koristio na način da su svi ispitanici koji su ikada pušili (bez obzira što u trenu operacije možda više ne puše ili su u procesu odvikavanja) svrstani u grupu nikotinizam.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Grupiranje ispitanika prema spolu

Tijekom istraživanja zaprimljeno je na Kliniku za kardijalnu kirurgiju 73 ispitanika radi revaskularizacije miokarda (koronarna bolest). Od njih ukupno 73 je 15 žena i 58 muškaraca, što ukazuje na činjenicu da su muškarci zastupljenija skupina pri obolijevanju od koronarnih bolesti (Slika 1).

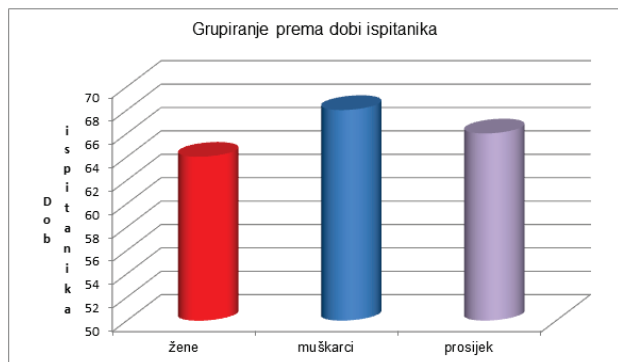


Slika 1. Grafički prikaz spola ispitanika

### 4.2. Grupiranje prema dobi ispitanika

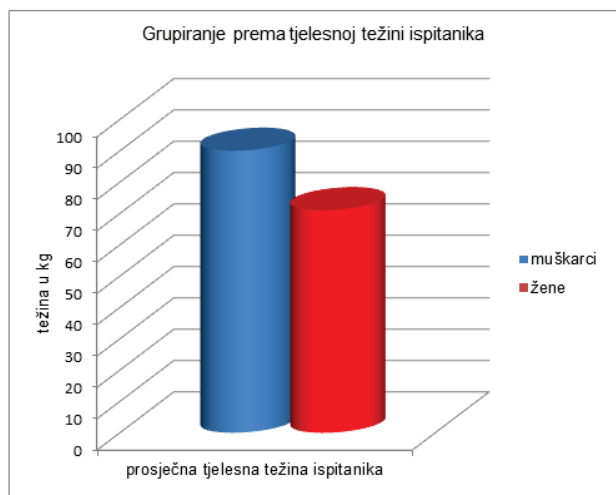
Prosječna dob ispitanika je 66,62 godine starosti. Prosječna dob žena je 64,34 godine dok je prosječna dob muških ispitanika 68,9 godina starosti. Dakle, dob

ispitanika je približno jednaka no možemo reći kako su najrizičnija skupina oboljelih od koronarnih bolesti mlađi pripadnici treće životne dobi (osobe starije od 60 godina) (Slika 2).



Slika 2. Grafički prikaz dobi ispitanika

#### 4.3. Grupiranje prema tjelesnoj težini



Slika 3. Grafički prikaz tjelesne težine ispitanika

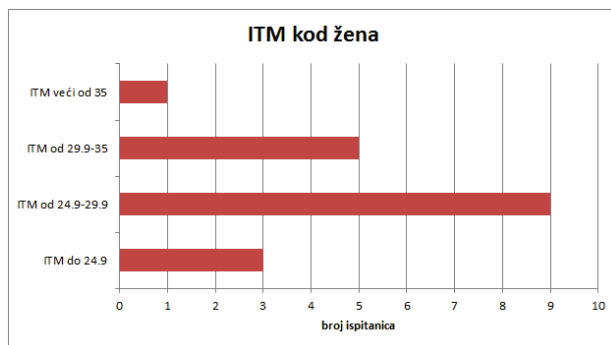
Prosječna tjelesna težina muškarca iz ispitnog uzorka je 90,7 kg dok je prosječna tjelesna težina žene iz ispitnog uzorka 71,18 kg (Slika 3).

Ovi podatci sami po sebi ukazuju na povećanu tjelesnu masu ispitanika kao oboljelih, što povezano sa izračunom ITM-a (indeksa tjelesne mase) ukazuje na vrlo veliku prisutnost povećanog ITM-a kao faktora rizika za oboljevanje od koronarnih bolesti. Mjerenjem tjelesne težine i visine po primitku na odjel te izračunom indeksa tjelesne mase dobiven je uvid u određene podatke. Prosječni ITM ispitanika zaprimljenih u vrijeme istraživanja je 28,49 a što spada u povećanu tjelesnu težinu.

#### 4.4. Grupiranje po ITM i prema spolu

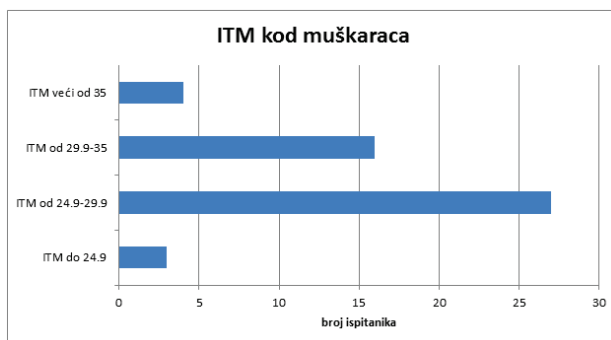
Tijekom istraživanja dobiveni su podatci kako je prosječni ITM žena iz ispitnog uzorka 27,88 dok je prosječni ITM muškaraca 29,10, a što je ITM povećane tjelesne mase na granici sa pretilošću I stupnja. Najviši zabilježen ITM muškog bolesnika iz uzorka je 40,12 što spada u pretilost III stupnja i vrlo visok rizik od

oboljevanja dok je najviši zabilježen ITM žena iz uzorka 34,97 i spada u pretilost II stupnja.



Slika 4. Grafički prikaz ITM-a kod žena

Čak 21 muškarac iz ispitnog uzorka ima ITM veći od 29,9 a što spada u pretilost I stupnja od čega njih 5 ima ITM veći od 35 a čime ulaze u kategorizaciju pretilosti II stupnja i velikog rizika od nastajanja kroničnih bolesti. Kod žena njih 5 ima ITM veći od 29,9 i kategorizira ih se u kategoriju pretilosti I stupnja. ITM manji od 24,9 ima samo 4 muška i 3 ženska ispitanika a što je svega 9,5% ispitnog uzorka. S obzirom da žena u postotku unutar ispitnog uzorka ima više sa povišenim ITM-om proizlazi kako prekomjerna težina zaista predstavlja velik problem kao faktor rizika (Slika 4, Slika 5).



Slika 5. Grafički prikaz ITM-a kod muškaraca

#### 4.5. Grupiranje prema dijagnosticiranoj hipertenziji

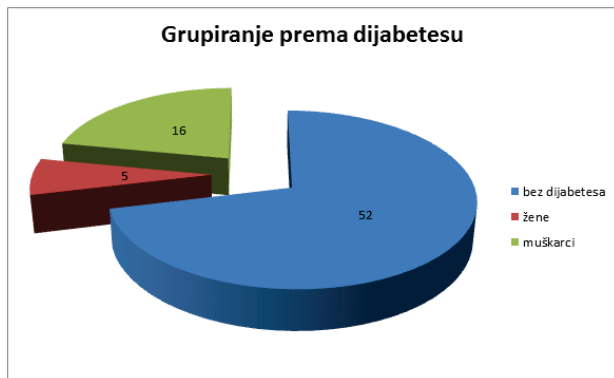


Slika 6. Grafički prikaz hipertenzije kod ispitanika

Zabilježenu dijagnosticiranu hipertenziju ima 60 bolesnika što iznosi 82%. Od ukupnog broja ispitanika sa dijagnosticiranom hipertenzijom 13 je žena tj. njih 86% i 47 muškaraca tj. njih 81%. Ovim izračunima potvrđuje

se kako je hipertenzija pridonosi pobolijevanju od koronarnih bolesti ali i kako su osobe prekomjerne tjelesne težine odnosno povećanog ITM-a također sklonije i obolijevanju od hipertenzije (Slika 6).

#### 4.6. Grupiranje prema dijagnosticiranom dijabetesu



Slika 7. Grafički prikaz dijabetesa kod ispitanika

Dijagnosticirani odnosno potvrđeni dijabetes ima 21 ispitanik iz uzorka što iznosi 29%. Od ukupnog broja ispitanika žena je 5 (33%) dok je muškaraca 16 (27%). Od tog ukupnog broja ispitanika sa dijagnosticiranim dijabetesom njih 11 je na terapiji inzulinom. Iz izračuna o učestalosti dijabetesa među ispitanicima proizlazi kako je kod više od četvrtine ispitnog uzorka dijabetes dokazan te se također ubraja u rizičnu skupinu za obolijevanje od koronarnih bolesti. Također, kao i kod hipertenzije proizlazi da osobe sa prekomjernom tjelesnom težinom imaju sklonost obolijevanja od dijabetesa (Slika 7).

#### 4.7. Grupiranje prema nikotinizmu



Slika 8. Grafički prikaz nikotinizma kod ispitanika

Od ispitnog uzorka 32 ispitanika, a što iznosi 43%, je pušilo do dolaska u bolnicu. Uzevši u obzir postotak neizbježno je utvrditi kako je nikotinizam zaista faktor rizika za obolijevanje od koronarnih bolesti (Slika 8).

Na odjelu Klinike za kardijalnu kirurgiju medicinska sestra prvi kontakt s bolesnikom ostvaruje već po zakazanom terminu za operaciju a kad ne postoji period koji bi omogućio znatne promjene u ITM bolesnika ukoliko je isti povećan. Stoga se usmjerava na edukaciju o daljnjoj prehrani, suzbijanju loših navika kao i važnost

fizičke aktivnosti unutar mogućnosti bolesnika. Po prijemu na odjel, odabire se prehrana bolesnika a dijeta koju se izabire kardiovaskularnim bolesnicima je HIPOLIPEMIČKA. Bolesnicima koji boluju od dijabetesa odabire se DIJABETIČKA dijeta sa unosom do 1800 Kcal.

## 5. ZAKLJUČAK

Iako je kao bolest današnjice prema rasprostranjenosti te mortalitetu koronarna bolest zabrinjava i svojom tendencijom rasta pobolijevanja. Prema podatcima dobivenim iz istraživanja u periodu od tri mjeseca, na oba spola bolesnika zaprimljenih radi revaskularizacije miokarda na Klinici dobili smo zabrinjavajuće podatke. Tako po primitku na Kliniku vrlo mali, gotovo zanemariv broj bolesnika ima ITM prosječne tjelesne težine. Ozbilnost situacije prikazuje i činjenica da je najveći broj zaprimljenih bolesnika stigao redovnim putem, nakon obrade preko ambulante i imali su vremenski period unutar kojeg su mogli smanjiti svoju tjelesnu težinu i time ITM. Izračunom postotka bolesnika koji se kategoriziraju kao pretili dokazali smo direktnu vezu sa obolijevanjem od kroničnih bolesti. Detaljnijim proučavanjem dobije se analiza kojom dokazujemo da muškarci u ispitnom uzorku imaju prosječno veći ITM što bi navodilo na veću učestalost pojave pretilosti kod muškog spola, no analizom ženske populacije ispitnog uzorka saznajemo kako je kod žena manja učestalost ITM-a u granicama normalne tjelesne težine. Kako povišen ITM sam predstavlja velikim djelom rezultat nepravilne prehrane i nedovoljne fizičke aktivnosti zaključuje se kako je pri prevenciji nastajanja koronarnih bolesti naglasak na pravilnoj prehrani i održavanju fizičke aktivnosti.

Usporedbom ostalih parametara koji su bilježeni u istraživanju dokazujemo kako su morbiteti poput hipertenzije, dijabetesa te nikotinizma također faktori rizika za obolijevanje od koronarnih bolesti.

Uloga medicinske sestre u prevenciji nastajanja kardiovaskularnih bolesti povezanih faktorima rizika poput pretilosti (povećanog ITM), konzumiranja alkohola ili nikotinizma, te nezdrave prehrane-kontinuirana je i vrlo važna. Na većini radnih jedinica u kojima dolazi do kontakta bolesnik- medicinska sestra moguće je djelovati preventivno, podučavati i naglašavati važnost prevencije.

## 6. LITERATURA

- [1] Almdal, T.; Scharling, H.; Jensen J.S.; Vestergaard, H.: The independent effect of type 2 diabetes mellitus on ischemic heart disease, stroke, and death: a population-based study of 13,000 men and women with 20 years of follow-up. Arch Intern Med. 164, 1422-1426, (2004).
- [2] Yusuf, S.; Hawken, S.; Ounpu, S. i sur.: Effect of potentially modifiable risk factor associated with myocardial infarction in 52 countries (the

- INTERHEART study): case-control study. *Lancet*. 364, 937-952, (2004).
- [3] Hansson, G. K.; Libby, P.; Schonbeck, U., Yan, Z. Q.: Innate and adaptive immunity in the pathogenesis of atherosclerosis. *Circ Res*. 91, 281–291, (2002).
- [4] Kaić-Rak, A.; Pucarín, J.: Planiranje i evaluacija prehrane. U: Valić F (Ur.) *Zdravstvena ekologija*. Zagreb: Medicinska naklada, str. 127-146, (2001).
- [5] Kralj, V.: Hrvatski zavod za javno zdravstvo. *Hrvatski časopis za javno zdravstvo*. 28, (Vol) 7, (2001).
- [6] Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi republike hrvatske (2010-2012) "Akcijski plan za prevenciju i smanjenje prekomjerne tjelesne težine za razdoblje od 2010. do 2012. godine" Zagreb.
- [7] Norhammar, A.; Tenerz, A.; Nilsson, G.; i sur.: Glucose metabolism in patients with acute myocardial infarction, and no previous diagnosis of diabetes mellitus: A prospective study. *Lancet*. 359, 2140-2144, (2002).
- [8] Vincelj, J.: *Bolesti srca i krvnih žila*, Naklada Slap, (2004).
- [9] Uršulin-Trstenjak N.: *Nastavni materijali*, Sveučilište Sjever, (2013).
- [10] Wilhelmsson, C.; Vedin, J.A.; Elmfeldt, D. i sur.: Smoking and myocardial infarction. *Lancet*, 415-420, (1975).
- [11] WHO, Geneva 1997.

**Kontakt autora:**

**Doc. dr. sc. Natalija Uršulin-Trstenjak**  
Sveučilište Sjever  
Sveučilišni centar Varaždin  
104. brigade 3,42000 Varaždin  
natalija.ursulin-trstenjak@unin.hr

**Davor Levanić, dipl. inf.**  
Sveučilište Sjever  
Sveučilišni centar Varaždin  
104. brigade 3,42000 Varaždin  
davor.levanic@unin.hr

**Martina Hasaković-Felja, bacc.med.techn.**  
mfelja@gmail.com

12pt

12pt

12pt

**NASLOV NA HRVATSKOM JEZIKU (Stil: Arial Narrow, 14pt, Bold, Verzal, Center)**

12pt

**NASLOV NA ENGLLESKOM JEZIKU (Stil: Arial Narrow, 14pt, Verzal, Center)**

12pt

***Ivan Horvat, Thomas Johnson (Stil: Times, 12pt, Bold, Italic, Center)***

12pt

Kategorizacija članka

**Sažetak:** Sažetak članka na hrvatskom jeziku sa najviše 150 riječ pisan jezikom članka (obično hrvatski). Sažetak mora što vjernije odražavati sadržaj članka. U njemu se navode upotrijebljene metode i ističu ostvareni rezultati kao i doprinos članka. Časopis *TEHNIČKI GLASNIK / TECHNICAL JOURNAL* objavljuje znanstvene i stručne radove iz područja strojarstva, elektrotehnike, graditeljstva, multimedije, logistike .... a također i iz njihovih graničnih područja. Ovaj dokument se koristiti kao predložak za pisanje članka kako bi svi članci imali isti način prijeloma (Stil: Times New Roman, 10 pt, Italic)

10pt

**Ključne riječi:** Abecedni popis ključnih riječi na hrvatskom jeziku (5-6 ključnih riječi). Ključne riječi u pravilu su iz naslova članka, a samo eventualno iz sažetka članka. (Stil: Times New Roman, 10 pt, Italic)

10pt

Categorization article

**Abstract:** Sažetak članka na engleskom jeziku (Stil: Times New Roman, 10 pt, Italic)

10pt

**Key words:** ključne riječi na engleskom jeziku (Stil: Times New Roman, 10 pt, Italic)

10pt

10pt

**1. OBLIKOVANJE ČLANKA (Stil: Arial Narrow, 12pt, Bold, Verzal, Align Center)**

10pt

Članak se piše latiničnim pismom, a za oznake se može koristiti i grčko pismo. Opseg članka u pravilu se ograničava na osam stranica A4 formata (sukladno predlošku s uključenim svim slikovnim priložima). Pri oblikovanju teksta članka ne smije se koristiti postavka za automatsko rastavljanje riječi.

10pt

**1.1. Osnovna uputstva (Stil: Arial Narrow, 12pt, Bold, Align Left)**

10pt

(Uvlaka prvog reda 5mm) Dokument je formata A4 sa marginama 20 mm sa svake strane. Koristi se prijelom u dvije kolone međusobno udaljene 7 mm. Za tekući tekst se koristi vrsta pisma Times New Roman sa jednostrukim proredom, veličina pisma 10 pt, obostrano poravnanje.

Naslov članka mora jasno odražavati problematiku članka (sadrži ne više od 15 riječi).

Tekst članka dijeli se na poglavlja, a po potrebi poglavlja se dijele na podpoglavlja. Poglavlja se označavaju rednim arapskim brojevima. Podpoglavlja, kao dijelovi poglavlja, označavaju se s dva redna arapska broja kao npr. 1.1, 1.2, 1.3, ... Podpoglavlje se može podijeliti na još manje cjeline koje se označavaju sa tri redna arapska broja, npr. 1.1.1, 1.1.2, ... Daljnja podjela nije poželjna.

Nazivi glavnih poglavlja se pišu velikim slovima (verzalom) i poravnavaju se u centar, a nazivi podpoglavlja (kao i manjih cjelina) pišu se malim

slovima (kurentom) te se poravnavaju u lijevo. Ako tekst naziva podpoglavlja i manjih cjelina prelazi u više redaka tada se definira viseća uvlačka (*Hanging intent*) 0,7 mm.

10pt

Grafičke oznake (*Bullet*) koje se koriste za označavanje stavki u nekoj listi, odnosno za nabrojanje započinju na početku retka, a nakon zadnje stavke dolazi razmak od 10pt:

- Stavka 1
- Stavka 2
- Stavka 3

10pt

Isto pravilo vrijedi prilikom numeriranja stavki u nekoj listi:

1. Stavka 1
2. Stavka 2
3. Stavka 3

10pt

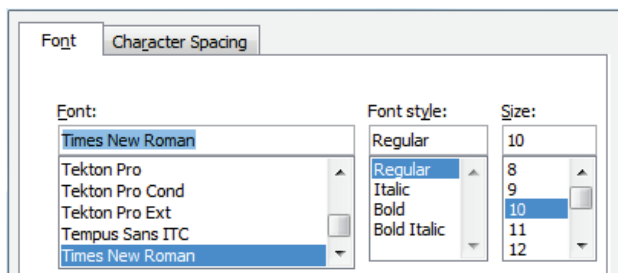
**1.2. Oblikovanje slika, tabela i jednadžbi (Stil: Arial Narrow, 12pt, Bold, Align Left)**

10pt

Slike (crteži, dijagrami, fotografije) koje čine sadržaj ugrađuju se u članak te poravnavaju se u centar. Kako bi slika uvijek zauzimala isto mjesto u odnosu na tekst prilikom uvoza moraju se definirati postavke *Text wrapping / Inline with text*.

Slike moraju biti pripremljene za grafičku reprodukciju sa minimalnom rezolucijom od 300dpi. Slike skinute s interneta sa 72dpi u veličini 1:1 nisu primjerene za reproduciranje u tisku zbog loše kvalitete.

10pt



Slika 1. Tekst ispod slike [1]

(Stil: Times New Roman, 10pt, Align Center)

10pt

Tisak knjižnog bloka je u crnoj boji stoga treba prilagoditi slike takvom načinu reproduciranja kako se svijetli tonovi (svijetle boje) ne bi izgubili u tisku ili tekst u slikama bio nečitljiv. Slike moraju ostati u koloru zbog objavljivanja u elektronskom obliku. Slike se kroz čitavi članak numeriraju u slijedu arapskim brojkama.

10pt

**Tabela 1.** Naslov tabele poravnat u centar  
(Stil: Times New Roman, 10pt, Align Center)

	1	2	3	4	5	6
ABC	ab	ab	ab	ab	ab	ab
DEF	cd	cd	cd	cd	cd	cd
GHI	ef	ef	ef	ef	ef	ef

10 pt

Tekst i ostali podaci u tabelama oblikuju se kao Times New Roman, 8pt, Normal, Align Center.

Prilikom opisivanja slika i tabela fizikalne veličine i njihovi faktori ispisuju se kosim slovima latinične abecede ili grčkog alfabeta, dok se za mjerne jedinice i brojke upotrebljavaju uspravni znakovi.

Jednadžbe u tekstu numeriraju se arapskim brojevima u okruglim zagradama uz desni rub teksta, a na njih se u tekstu poziva pomoću broja jednadžbe u okruglim zagradama, npr. ".... iz (5) slijedi ...."

10pt

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (1)$$

10pt

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \cos \frac{1}{2}(\alpha - \beta) \quad (2)$$

10pt

Veličine (varijable) koje se koriste u jednadžbama, ali i u tekstu članka ili u tabelama oblikuju se kao *kurziv* u istoj veličini teksta.

Slike i tabele koje su sastavni dio članka moraju se spomenuti u pratećem tekstu i na taj način povezati sa sadržajem, npr. „... prikazano na slici 1 ...“ ili „podaci iz tabele 1 ...“ i slično.

10pt

10pt

## 2. UVODNE NAPOMENE

10pt

Ponuđeni članak ne smije biti ranije objavljen, bilo u jednakom ili sličnom obliku, niti smije biti istodobno ponuđen drugom časopisu. Za sadržaj članka, autentičnost podataka i tvrdnji u njemu isključivo i u cijelosti odgovara autor ili autori.

Članci prihvaćeni za objavljivanje svrstavaju se u četiri kategorije: izvorni znanstveni članci (original scientific papers), prethodna priopćenja (preliminary

communications), pregledni članci (subject reviews) i stručni članci (professional papers).

U **izvorne znanstvene članke** svrstavaju se radovi, koji po ocjeni recenzenata i Uredničkog odbora, sadrže originalne teorijske ili praktične rezultate istraživanja. Ovi članci trebaju biti napisani tako da se na osnovi danih informacija može ponoviti eksperiment i postići opisane rezultate, odnosno autorova opažanja, teorijske izvode ili mjerenja.

**Prethodno priopćenje** sadrži jedan novi znanstveni podatak ili više njih, ali bez dovoljno pojedinosti koje bi omogućavale provjeru kao kod izvornih znanstvenih članaka. U prethodnom se priopćenju mogu dati rezultati eksperimentalnih istraživanja, rezultati kraćih istraživanja ili istraživanja u tijeku, kojih se objavljivanje procijeni korisnim.

**Pregledni članak** sadrži cjelovit prikaz stanja i tendencija određenog područja teorije, tehnologije ili primjene. Članci ove kategorije su preglednog karaktera s kritičkim osvrtom i ocjenom. Citirana literatura mora biti dovoljno cjelovita tako da omogući dobar uvid i uključivanje u prikazano područje.

**Stručni članak** može sadržavati prikaz originalnog rješenja nekog uređaja, sklopa ili instrumenta, prikaz važnijih praktičnih izvedbi i slično. Rad ne mora biti vezan uz originalna istraživanja, nego sadrži doprinos primjeni poznatih znanstvenih rezultata i njihovoj prilagodbi potrebama prakse, pa je doprinos širenju znanja, itd.

Izvan navedene kategorizacije Urednički odbor časopisa pozdravit će i članke zanimljivog sadržaja za rubriku "Zanimljivosti". U ovim člancima daju se opisi praktičnih izvedbi i rješenja iz proizvodnje, iskustva iz primjene uređaja i slično.

10pt

10pt

## 3. PISANJE ČLANKA

10pt

Članak se piše hrvatskim jezikom te se metrološki i terminološki valja uskladiti sa zakonskim propisima, normama (ISO 80000 serija) i međunarodnim sustavom jedinica (SI). Materija u članku izlaže se u trećem licu jednine.

**Uvod** sadrži opis problema i prikaz važnijih rezultata radova opisanih u citiranoj literaturi. Navodi se način rješavanja problema, koji se opisuje u članku, kao i prednosti predloženog postupka.

**Središnji dio članka** može se sastojati od nekoliko dijelova. Treba izbjegavati matematičke izvode koji opterećuju praćenje izlaganja. Neizbježni matematički izvodi mogu se po potrebi, dati kao cjeline u obliku jednog priloga ili više njih. Preporuča se navođenje primjera kad je potrebno ilustrirati proceduru eksperimenta, postupak primjene rezultata rada u konkretnom slučaju ili algoritam predložene metode. Razmatranje treba u pravilu eksperimentalno potvrditi.

**Zaključak** u kojem se navode ostvareni rezultati i naglašava efikasnost korištenog postupka. Istaknuti treba eventualna ograničenja postupka kao i područja moguće primjene dobivenih rezultata.

10pt

10pt



#### 4. ZAKLJUČNE NAPOMENE

10pt

Kako bi članci bili pripremljeni istovjetno ovom predlošku preporuča se ubacivanje sadržaja u njega. Gotovi članci pripremljeni u MS Word za Windows i prelomljeni prema ovom predlošku šalju se Uredništvu časopisa Tehnički Glasnik na slijedeću e-mail adresu: [zivko.kondic@unin.hr](mailto:zivko.kondic@unin.hr)

Urednički odbor zadržava pravo manjeg redakcijskog ispravka članka u okviru pripreme za tisak. Članke, koji u bilo kojem pogledu ne zadovoljavaju naputak autorima, Urednički će odbor vratiti autoru. Radi eventualnih nejasnoća u svezi predloženog članka, Urednički će odbor obraća samo prvom autoru, ako ima nekoliko autora, i uvažava samo stavove koje iznese prvi autor.

10pt

10pt

#### 5. LITERATURA

10pt

Literatura se navodi redoslijedom kojim se citira u članku. Pojedine literarne reference iz popisa literature u tekstu pozivaju se odgovarajućim brojem u uglatim zagradama, npr. "... u [7] je pokazano ...". Ako su literarne reference poveznice (linkovi) hiperveza se mora ukloniti kao što je vidljivo kod literarne reference 8. Također se uklanjaju hiperveze sa e-mail adresa kod kontakta autora. U popisu literature svaka se jedinica označava brojem, a navodi se prema sljedećim primjerima (podnaslovi iznad referenci se izostavljaju – navedeni su samo kao primjer izvora):

10pt

##### **knjige:**

- [1] Franklin, G. F.; Powel, J. D.; Workman, M. L.: Digital Control of Dynamic System, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1990
- [2] Kostrenčić, Z.: Teorija elastičnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1982.

##### **članci u časopisima:**

- [3] Michel, A. N.; Farrell, J. A.: Associative Memories via Artificial Neural Networks, IEEE Control System Magazine, Vol. 10, No. 3 (1990) 6-17
- [4] Dong, P.; Pan, J.: Elastic-Plastic Analysis of Cracks in Pressure-Sensitive Materials, International Journal of Solids and Structures, Vol. 28, No. 5 (1991) 1113-1127
- [5] Kljajin, M.: Prijedlog poboljšanja proračuna parametara dodira na primjeru evolventnih bokova zubi, Tehnički vjesnik/Technical Gazette, Vol. 1, No. 1,2 (1994) 49-58

##### **članci u zbornicima znanstveno-stručnih skupova:**

- [6] Albertsen, N. C.; Balling, P.; Laursen, F.: New Low Gain S-Band Satellite Antenna with Suppressed Back Radiation, Proc. 6th European Microwave Conference, Rome, September 1976, 14-17
- [7] Kljajin, M.; Ergić, T.; Ivandić, Ž.: Izbor robota za zavarivanje uvjetovan konstrukcijom proizvoda, Zbornik radova - 3. međunarodno savjetovanje proizvodnoga strojarstva/3rd International Conference on Production Engineering CIM '95, Zagreb, November 1995, C-35 - C-41

##### **poveznice (linkovi):**

- [8] [http://www.sciencedaily.com/articles/w/wind\\_power.htm](http://www.sciencedaily.com/articles/w/wind_power.htm) (Dostupno:19.06.2012.)

10pt

10pt

##### **Kontakt autora:**

10pt

##### **Ime Prezime, titula**

Institucija, tvrtka

Adresa

Tel./Fax,e-mail

---

---