

# ДИТ

ISSN 0354-7140

НАУЧНО  
СТРУЧНИ  
ЧАСОПИС

ГОДИНА XX \*\*\* БРОЈ **21-22**  
DECEMBER 2014.

SCIENTIFIC  
PROFESIONAL  
JOURNAL

YEAR XX \*\*\* ISSUE **21-22**  
DECEMBER 2014

ЕЛЕКТРОТЕХНИКА-  
ЕЛЕКТРОМАГНЕТНО ЗРАЧЕЊЕ И  
ЗДРАВЉЕ ЉУДИ  
МАШИНСТВО  
ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ  
МЕНАЏМЕНТ  
МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ  
ХЕМИЈА  
СТО ШЕЗДЕСЕТ ГОДИНА ОД  
РОЂЕЊА МИХАЈЛА ПУПИНА  
ИНЖЕЊЕРСКЕ ЛЕГЕНДЕ  
ЗРЕЊАНИНА

ДИТ Број \* 21-22/2014 \* ГОДИНА XX



COBISS.SR-ID 105108999





# ДИТ

Научно-стручни часопис  
Scientific-profesional journal

Година XX, Број 21-22, децембар 2014.год.  
Year XX, Issue 21-22, Decembar 2014.year

Оснивач: Друштво инжењера и техничара „Зрењанин“

Издавач: Друштво инжењера Зрењанин  
Висока техничка школа струковних студија Зрењанин

Главни уредник: Милан Зечар, дипл.инж.  
Одговорни уредник: Др Милорад Ранчић, професор

Уређивачки одбор:

Др Милан Николић, професор, Технички факултет Зрењанин  
Др Мирослав Ламбић, професор, Технички факултет Зрењанин  
Др Лазо Манојловић, професор, Висока техничка школа у Зрењанину  
Др Данијела Јашин, професор, Висока техничка школа у Зрењанину  
Др Горан Јанић, професор, Основна школа Клек  
Др Миленко Сташевић, професор, Висока техничка школа у Зрењанину  
Др Жељко Еремић, професор, Висока техничка школа у Зрењанину

Издавачки савет:

Др Матилда Лазић, професор- председник, Висока техничка школа у Зрењанину  
Никола Адамовић, дипл.инж., Телеком Србија  
Др Душко Салемовић, професор, Висока техничка школа у Зрењанину  
Др Роберт Молнар, професор, Висока техничка школа у Зрењанину  
Горан Максимовић, дипл.инж., Културни центар Зрењанин  
Данило Поповић, професор, Специјална школа „9 Мај“ у Зрењанину  
Милан Пештерац, дипл.инж., Дирекција за изградњу града Зрењанин  
Мр Иван Девић, Град Зрењанин  
Дубравка Булован Бенгин, Град Зрењанин

Технички уредник: Др Жељко Еремић, професор  
Лектор: Мр Олга Деретић, професор

Штампа: Висока техничка школа струковних студија Зрењанин  
Тираж: 300

Часопис је први пут уписан у Регистар средстава јавног информисања  
Министарства за информисање Републике Србије 24.11.1994.године  
под редним бројем 1807.

ISSN 0354-7140

## ИЗДАВАЧИ



ДРУШТВО ИНЖЕЊЕРА  
ЗРЕЊАНИН



ВИСОКА ТЕХНИЧКА ШКОЛА  
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА ЗРЕЊАНИН

CIP - Каталогизација у публикацији  
Библиотека Матице српске, Нови Сад

62

ДИТ : научни-стручни часопис / главни уредник Милан  
Зечар. - Год. 1, бр. 1 (1995)-год. 9, бр. 19/20 (2003) ;  
Год. 20, бр. 21/22 (2014)- . - Зрењанин : Друштво  
инжењера Зрењанин, 1995-2003; 2014-. - 29 cm

Полугодишње.

ISSN 0354-7140 = ДИТ

COBISS.SR-ID 105108999

# РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА

30 година Друштва инжењера и техничара „Зрењанин“  
20 година Научно-стручног часописа ДИТ

Поштоване колеге, уважени читаоци,

Навршило се 30 година од оснивања Друштва инжењера и техничара „Зрењанин“, како нагласих у првом броју, струковне, мултидисциплинарне, техничке асоцијације, која делује на основним начелима поштовања инжењерско-техничарског позива, на принципима добровољности и ентузијазма, али и вредновања и валоризације уложеног рада, памети и знања, која обједињава, јача, анимира и организује међусобну сарадњу и сарадњу са одговарајућим међународним асоцијацијама, ради увећања њиховог стручног знања, усавршавања и образовања, побољшања њиховог сталешког интереса и статуса, друштвеног угледа и заштите својих чланова, на бази доприноса научно-техничком, економском и привредном развоју земље.

Такође, ове године је прошло 20 година од објављивања првог броја Научно-стручно-информативног часописа ДИТ чији је оснивач и издавач било Друштво инжењера и техничара „Зрењанин“. Врло брзо, после првих пар бројева, овом великом и значајном издавачком покушају су се прикључили Технички факултет „Михајло Пупин“ и тада Виша, данас Висока техничка школа у Зрењанину, које су као високо образовне установе на најбољи начин препознале могућност презентовања и афирмације својих стручних и научних потенцијала.

Концепт часописа је био мултидисциплинаран, управо онако како је организована и Инжењерска организација, при чему је објављено и неколико тематских бројева који су произишли са научно-стручних скупова посвећених одређеној научној дисциплини.

Желећи да афирмишемо наше велике научнике и стручњаке, да их избавимо из немара и заборавља, са сазнањем да су многи маргинализовани у времену иако је већина њих оставила најдубље трагове и у светској науци, већину бројева Научно-стручног часописа ДИТ смо посветили управо њима, где смо објавили најзначајније податке из њиховог научног дела.

Квалитет нашег часописа ДИТ је врло брзо са различитих страна побрао симпатије и похвале за концепт и квалитет, па је тако од СИТ-Србије, једне од најстаријих европских техничких организација основане 1868. године, поводом 03. фебруара-Дана инжењера и техничара Србије, добио највеће признање као најбоља техничка публикација у Србији за 1996. годину.

Додатни мотив свих нас који смо са много воље и ентузијазма радили на пројекту часописа ДИТ је био веза науке, струке и привреде, која се посебно урушила у нашем граду и Средњембанатском округу. Од некада, уз Београд и Загреб, најразвијенијег града и регије у бившој држави Југославији, дошли смо до неславне позиције једног од неразвијенијих градова и регија, у суженој и скраћеној нам Отаџбини. Скоро да није било, не тако давно, привредне и индустријске гране и делатности која није била успешно заступљена у нашем граду. Сва бурна дешавања на простору бивше Југославије последњих 25 година из различитих разлога су у многоме зауставила развој и уназдила привреду и индустрију Србије у целини, а посебно у нашем граду. Тешка економска ситуација у наведеном периоду и све лошији статус и позиција добровољних, неинтересних и непрофитабилних организација попут Друштва инжењера и техничара, условила је застој, или привремени прекид многих активности, па тако и издавачке.

Како се и данас статус и услови рада и егзистенције привреде, Високог школства, еснафских организација, након доста година паузе није битно променио, она иста група ентузијаста Друштва инжењера „Зрењанин“, појачана са неколико млађих колега, уз велико разумевање и учешће Високе техничке школе у Зрењанину која је, уз Друштво инжењера, издавач овог броја часописа ДИТ, је смогла снаге, енергије и умећа да изнова јавности презентира научна и стручна достигнућа и знања наше средине, да створи претпоставке за унапређење и афирмацију расположивих техничких потенцијала, надајући се да ће нове младе снаге са још већом енергијом, жељом и знањем наставити и унапредити све наше активности, а посебно Научно-стручни часопис ДИТ.

Обзиром да се у овој години навршило 160 година од рођења једног од највећих српских и светских научника Михајла Пупина, почасног грађанина Зрењанина, великог родољуба и патриоте рођеног на благословеној земљи банатској, овај двоброј Научно-стручног часописа ДИТ, који презентира веома квалитетне радове из области електротехнике, машинства, менаџмента, заштите животне средине, хемије и математике, са највећом радошћу и поносом посвећујемо Михајлу Пупину.

Срећно !  
Милан М. Зечар

## САДРЖАЈ - CONTENTS

РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА .....	3
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА- ЕЛЕКТРОМАГНЕТНО ЗРАЧЕЊЕ И ЗДРАВЉЕ ЉУДИ	
Л. Манојловић: ЕЛЕКТРОМАГНЕТНО ЗРАЧЕЊЕ И ЖИВОТНА СРЕДИНА FACTORS ELECTROMAGNETIC RADIATION AND THE ENVIRONMET .....	5
Ћ. Ivanović: NOVI BEZBEDNOSNI RIZIK PO MLADE PSIHOTRONSKO ELEKTOMAGNETNO PULSIRAJUĆE ZRAČENJE NEW SAFETY RISK YOUTH PSYCHOTRONIC PULSED ELECTROMAGNETIC RADIATION .....	11
Z. Ždrale: MEDICINSKI ASPEKTI EFEKTA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA - BALANS KORISTI I POTREBE ZAŠTITE ZDRAVLJA LJUDI MEDICAL ASPECTS OF THE EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION - BALANCE BETWEEN THE BENEFITS AND THE NEED TO PROTECT HUMAN HEALTH .....	17
МАШИНСТВО	
М. Сташевић, С. Максимовић: ПРОЦЕДУРА ПРОЦЕНЕ ВЕКА ШИРЕЊА ПРСЛИНЕ ЕЛЕМЕНАТА КОНСТРУКЦИЈЕ ТОРЊА PROCEDURE FOR ESTIMATION THE LIFE CRACK PROPAGATION OF ELEMENTS CONSTRUCTION THE TOWER .....	21
Ž. Stojanović, S. Erić, A. Rajić: MOGUĆNOSTI PRIMENE PLC-A POSSIBILITIES OF APPLICATION PLC-A .....	31
V. Mulić, R. Kuručki, G. Janjić: SALAŠARSKA VETRENJAČA I ZAŠTITA PTICA ROOSTER WINDMILLS AND PROTECTION OF BIRDS .....	39
G. Janjić, Ђ. Коруга, Ј. Мунђан, V. Mulić: АКВАФОТОМИКС ВОДА НА МОЛЕКУЛАРНОМ НИВОУ КАО ОГЛЕДАЛО AQUAFOTOMIKS WATER AT THE MOLECULAR LEVEL AS MIRROR .....	49
ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ	
М. Rančić, М. Drašković, D. Milićević: ZAGAĐENJE VAZDUHA I MERE ZA POBOLJŠANJE NJEGOVOG KVALITETA AIR POLLUTION AND MEASURES TO IMPROVE ITS QUALITY .....	57
Д. Јашин, А. Шућуровић, В. Нађалин, Ј. Киурски-Милошевић, М. Ковачевић: ЗДРАВСТВЕНИ И ЕКОЛОШКИ АСПЕКТ КОРИШЋЕЊА ФЛАШИРАНИХ ВОДА ЗА ПИЋЕ HEALTH AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF USING BOTTLED WATER FOR DRINKING .....	65
МЕНАџМЕНТ	
Р. Молнар: ОБЕЗБЕЂЕЊЕ ОПСТАНКА КАО ФУНДАМЕНТАЛНИ ПРОБЛЕМ МАЛИХ И СРЕДЊИХ ПРЕДУЗЕЋА И ПРЕДУЗЕТНИЧКИХ ОРГАНИЗАЦИЈА SURVIVAL ENSURING AS A FUNDAMENTAL PROBLEM OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES AND ENTREPRENEURIAL ORGANIZATIONS .....	73
R. Popović R. Jaćimović, Ћ. Ivanović: PROCENA BEZBEDNOSNIH RIZIKA – PRIRODNIH, TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH I DRUGIH HAZARDA U USLOVIMA NASTAJANJA KRIZE, SA ASPEKTA KRIZNOG MENADŽMENT-METODOLOŠKI PRISTUP ASSESSMENT OF SECURITY RISKS -NATURAL, TECHNICAL, TECHNOLOGICAL AND OTHER HAZARDS IN TERMS OF THE EMERGENCE OF THE CRISIS FROM THE POINT OF VIEW OF CRISIS MANAGEMENT- METHODOLOGICAL APPROACH .....	81
МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛИРАЊЕ	
В. Костић, Т. Секулић: МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛОВАЊЕ У УНИВЕРЗИТЕТСКОЈ НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ MATHEMATICAL MODELING IN MATHEMATICS EDUCATION AT UNIVERSITY LEVEL .....	89
S. Erić, Д. Ранчић, М. Ранчић: MODELIRANJE SEKVENCIJALNIH TEHNOLOŠKIH PROCESA PRIMENOM GRAFOANALITIČKOG JEZIKA GRAFČART MODELLING OF SEQUENTIAL TECHNOLOGICAL PROCESSES BY GRAPH-ANALYTICAL LANGUAGE GRAPHCHART .....	95
ХЕМИЈА	
М. Lazić: PRIMENA KATALIZATORA NIO-AL2O3 U BAZNOJ HEMIJSKOJ I PETROHEMIJSKOJ INDUSTRIJI USING A CATALYST NIO - AL2O3 IN THE BASE CHEMICAL AND PETROCHEMICAL INDUSTRY .....	101
СТО ШЕЗДЕСЕТ ГОДИНА ОД РОЂЕЊА МИХАЈЛА ПУПИНА .....	105
ИНЖЕЊЕРСКЕ ЛЕГЕНДЕ ЗРЕЊАНИНА .....	106
УПУТСТВО ЗА ПИСАЊЕ РАДОВА .....	109

# ЕЛЕКТРОМАГНЕТНО ЗРАЧЕЊЕ И ЖИВОТНА СРЕДИНА

## FACTORS ELECTROMAGNETIC RADIATION AND THE ENVIRONMENT

др ЛАЗО М. МАНОЈЛОВИЋ, професор струковних студија  
Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину

### РЕЗИМЕ

У непосредном човековом окружењу ради велики број електричних уређаја и опреме без којих је данас живот незамислив. Као последица употребе електричних уређаја јавља се повећани ниво електромагнетног зрачења у животној средини. У раду су прегледно приказани нивои RF (Radio Frequency) зрачења које генеришу типични електрични уређаји у кућном окружењу. Резултати мерења показују да највећи ниво зрачења имају CRT (Cathode Ray Tube) телевизори, преносиви рачунари и CRT монитори, као и црвене и плаве флуоресцентне лампе, иако се очекивало да то буду мобилни и кућни бежични телефони или микроталасне пећи.

### ABSTRACT

In the close human environment there are a large number of different electrical devices that have been extensively used on a regular basis. As a result of the use of electrical devices, there is an increased level of electromagnetic radiation in the environment. In this paper, the levels of RF (Radio Frequency) radiation generated by typical electrical appliances in the home environment are presented. The measurement results show that the highest levels of radiation have a CRT (Cathode Ray Tube) television sets, notebook computers and CRT monitors, as well as red and blue fluorescent lamps, although it was expected to be mobile and home cordless phones or microwave ovens.

### 1. УВОД

Протекли век обележен је веома интензивним развојем уређаја за чији је рад потребно обезбедити електричну енергију. У претходне две деценије поготово је био буран развој уређаја за бежичну комуникацију, која је постала саставни део свакодневног живота. Како ови уређаји за међусобно повезивање користе емисију електромагнетних таласа, као последица имамо појаву извора електромагнетног зрачења налазе у непосредној човековој близини. Такође, електрични уређаји које човек користи у свакодневном животу, а који не користе електромагнетне таласе, представљају изворе електромагнетног зрачења које загађују животну средину.

Електромагнетно зрачење спада у групу тзв. нејонизујућих зрачења, због тога што не изазива јонизацију материје. Ултраљубичаста, видљива и инфрацрвена светлост, микро-таласи, радио-таласи,

електрична и магнетна поља спадају у групу нејонизујућих зрачења, док X-зрачење и зрачење радиоактивних материја спадају у групу јонизујућих зрачења. У наставку овог рада биће анализирани једино утицаји нејонизујућег електромагнетног зрачења.

Повећан ниво густине електромагнетне енергије у човековом радном и животној окружењу изазива на људима ефекте који се грубо могу класификовати у две основне категорије [1]:

- топлотни ефекти и
- стимулативни ефекти.

Топлотни ефекти се испољавају у порасту температуре тела који је изложен повећаној густини електромагнетне енергије (ткиво се загрева). Овај ефекат се снажније испољава у оним деловима тела у којима постоји мањи број крвних судова, будући да су крвни судови регулатори телесне температуре.

Стимулативни ефекти се испољавају у појачаним надражајима нервних и мишићних ћелија, што у одређеним ситуацијама може изазвати повећану раздражљивост и замор, нарочито при дугој изложености великој густини електромагнетне енергије.

Интензитет наведених ефеката расте са повећањем густине електромагнетне енергије. Из тог разлога су ови ефекти израженији у непосредној близини извора електромагнетног зрачења. На већој удаљености од извора електромагнетног зрачења, смањује се ниво електромагнетног поља, те је стога и утицај на људски организам мањи. Потребно је истаћи да утицај електромагнетног поља на људски организам има кумулативан карактер и да је директно сразмеран дужини трајања експозиције.

Дозвољене вредности нивоа електромагнетног поља одређене су на основу обимних истраживања спроведених у последњих неколико деценија. Граничне вредности електромагнетног поља утврђене су углавном истраживањем утицаја ефеката загревања и стимулативних ефеката на људско тело. Потребно је напоменути да су установљене максималне дозвољене вредности испод оних вредности интензитета електричног и магнетног поља за које су уочени евентуални негативни ефекти [1]. У последње време се води велики број дискусија око других потенцијалних ефеката који могу негативно утицати на људско тело.

Истраживања у овој области у свету су знатно интензивирани са обзиром на чињеницу да је у животној средини електромагнетна интерференција све израженија. У овом раду дат је приказ нивоа електромагнетног зрачења типичних електричних уређаја који се користе свакодневно у човековом животном окружењу у RF (Radio Frequency) опсегу

до 3 GHz, са циљем да се стекне увид у свакодневно излагање људи електромагнетном зрачењу, као и да се провери усклађеност са постојећим стандардима и нормама.

## 2. ПОСТОЈЕЋА РЕГУЛАТИВА, СТАНДАРДИ И НОРМЕ

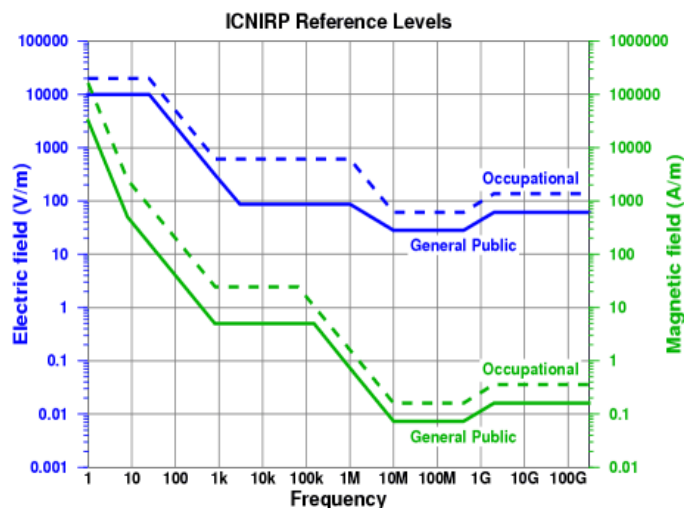
У свету постоји већи број организација које се баве доношењем регулативе у области нејонизујућих зрачења као што су: ICNIRP [2], FCC [3], ARPANSA [4], итд. Највећи број земаља Европске Уније прихватио је препоруке ICNIRP. У складу с тим, Светска здравствена организација WHO [5] започела је процес хармонизације националних стандарда на глобалном нивоу, који за основу има ICNIRP препоруке. У новембру 2008. године усвојени су нови српски стандарди у вези са овом области, а од посебног значаја је стандард SRPS EN 50392 [6]. Норме прописане овим стандардом су у сагласности са нормама за општу људску популацију дефинисаним ICNIRP стандардом [2]. ICNIRP норме обухватају генерално две групе норми и то:

- норме за техничко особље и
- норме за општу људску популацију.

Норме за општу људску популацију су знатно строжије од норми за техничко особље, будући да техничко особље зна и мора да поштује процедуре којима се врши њихова додатна заштита. У табели 1 приказане су ICNIRP граничне вредности интензитета електричног поља (E), интензитета магнетног поља (H) и средње густине снаге (S) за општу људску популацију, док је слици 1. то графички приказано.

**Табела 1.** ICNIRP граничне вредности интензитета електричног поља (E), интензитета магнетног поља (H) и средње густине снаге (S) за општу људску популацију.

Фреквенција	E [V/m rms]	H [A/m rms]	S [W/m <sup>2</sup> ]
до 1 Hz	–	$3.2 \times 10^4$	–
1 – 8 Hz	10000	$3.2 \times 10^4 / f^2$	–
8 – 25 Hz	10000	$4000 / f$	–
0.025 – 0.8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	–
0.8 – 3 kHz	$250 / f$	5	–
3 – 150 kHz	87	5	–
0.15 – 1 MHz	87	$0.73 / f$	–
1 – 10 MHz	$87 / f^{1/2}$	$0.73 / f$	–
10 – 400 MHz	28	0.073	2
400 – 2000 MHz	$1.375 f^{1/2}$	$0.0037 f^{1/2}$	$f / 200$
2 – 300 GHz	61	0.16	10



Слика 1. ICNIRP граничне вредности интензитета електричног поља и интензитета магнетног поља за општу људску популацију (General Public) као и за техничко особље (Occupational).

### 3. ЕЛЕКТРОМАГНЕТНО ЗРАЧЕЊЕ ПОЈЕДИНИХ УРЕЂАЈА

У [7] је извршена анализа електромагнетног зрачења електричних уређаја. Укупно је изабрано 19 карактеристичних типова уређаја, који се најчешће налазе у човековом животном окружењу. За сваки тип понаособ су извршена мерења на више модела. Циљ је био да се добије општа слика о RF зрачењу одређених типова електричних уређаја.

Мерења су вршена у више различитих карактеристичних тачака у непосредној близини уређаја и то на начин прилагођен постојећим стандардима [2,7,8]. Тачке у којима је вршено мерење изабране су тако да је омогућено утврђивање просторне расподеле интензитета електромагнетног зрачења уређаја. Током мерења, у свакој појединачној тачки одређивана је максимална вредност електромагнетног поља.

Анализом великог броја измерених података добијене су укупне карактеристике RF зрачења типичних електричних уређаја, као што је приказано у оквиру табеле 2 и на слици 2. Може се уочити да су највећи измерени ниво RF зрачења имају CRT (Cathode Ray Tube) телевизори, преносиви рачунари и CRT монитори. Потребно је истаћи да су

максималне вредности RF зрачења код преносивих рачунара измерене у малој зони на саставу између монитора и дела рачунара са тастатуром. Код осталих мерних тачака преносивог рачунара измерене вредности су биле знатно мање. Кад је реч о CRT мониторима и телевизорима, као и осталим типовима монитора и телевизора, максималне вредности зрачења измерене су на задњој страни, док су на страни где се емитује слика вредности биле мање, али ипак незанемарљиве.

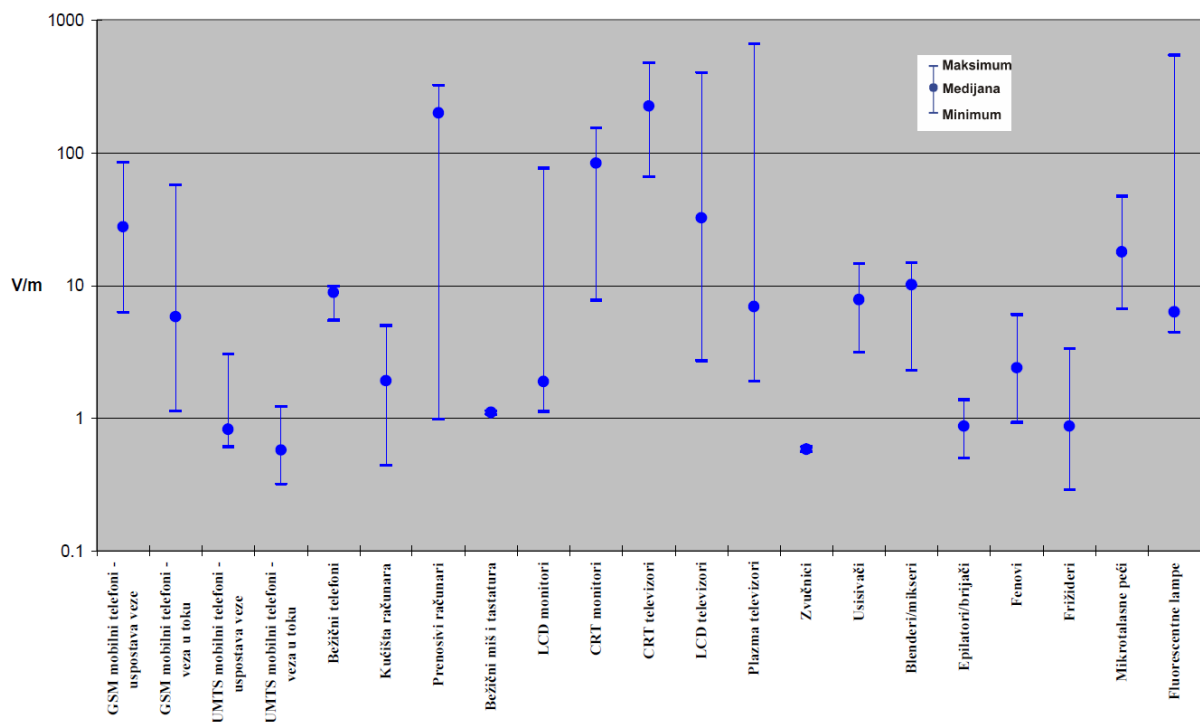
Уређаји који су следећи на лествици по нивоу RF зрачења су: LCD телевизори, GSM мобилни телефони при успостављању везе и са нешто мањим нивоом RF зрачења, микроталасне пећи. Ови типови уређаја имају вредности нивоа RF зрачења блиске ICNIRP нормама. Следећу категорију по нивоу RF зрачења чине: кућни бежични телефони, усисивачи, плазма телевизори, флуоресцентне лампе и GSM телефони са успостављеном везом. Потребно је истаћи да се у зависности од типа флуоресцентне лампе и нивои зрачења знатно разликују. Црвене и плаве флуоресцентне лампе се по нивоу електромагнетног зрачења могу поредити са CRT телевизорима.



**Табела 2.** Карактеристике RF зрачења типичних електричних уређаја из животног окружења.

Тип уређаја	Број уређаја	$E_{\max}$ [V/m]	Зона максималне емисије	Фрекв. опсег емисије [Hz]	Тип емисије	Превлази ICNIRP норму
GSM мобилни телефон	27	85 <sup>*</sup> /57 <sup>**</sup>	Уз антену	900/1800	Рад са прекидима <i>DutyCycle</i> 1/8	Често <sup>*</sup> Врло ретко <sup>**</sup>
UMTS мобилни телефон	6	3.0 <sup>*</sup> /1.2 <sup>**</sup>	Уз антену	2000	Континуална	Не
Кућни бежични телефон	4	9.9	Уз антену	Зависно од модела	Зависно од модела	Не
Кућиште рачунара	10	5.0	Задња страна	<2000 <sup>****</sup>	Континуална	Не
Преносиви рачунари	10	322	Зона преклопа	<2000 <sup>****</sup>	Континуална	Да
Бежична тастатура/миш	4	1.14	-	2400	Рад са прекидима	Не
LCD монитори	10	77 <sup>***</sup>	Задња страна	<1000 <sup>****</sup>	Континуална	Врло ретко
CRT монитори	10	154	Задња страна	<550 <sup>****</sup>	Континуална	Често
CRT телевизори	10	474	Задња страна	<600 <sup>****</sup>	Континуална	Често
LCD телевизори	11	403	Задња страна	<850 <sup>****</sup>	Континуална	Понекад
Плазма телевизори	9	661	Напред и позади	<2000 <sup>****</sup>	Континуална	Зависно од модела
Звучници	2	0.6	-	<200 <sup>****</sup>	Континуална	Не
Усисивачи	7	14.6	Код мотора	<2500 <sup>****</sup>	Континуална	Не
Блендери/миксери	6	14.8	Код мотора	<2500 <sup>****</sup>	Континуална	Не
Епилатори/електрични бријачи	11	1.4	Код мотора	<2500 <sup>****</sup>	Континуална	Не
Фенови за сушење косе	10	4.6	Код мотора	<2500 <sup>****</sup>	Континуална	Не
Фрижидери	12	3.3	-	<20 <sup>****</sup>	Континуална	Не
Микрораласне пећнице	7	47	-	<200 <sup>****</sup>	Континуална	Врло ретко (зависно од модела)
Флуоресцентне лампе	7	542	-	<75 <sup>****</sup>	Континуална	Често код црвених и плавих лампи

\* успостава везе, \*\* конверзација, \*\*\* 19" монитор, \*\*\*\* већи број компоненти.



Слика 2. Измерени интензитет електромагнетног зрачења за све разматране типове уређаја

#### 4. ЗАКЉУЧАК

У раду је приказано да највећи ниво електромагнетног зрачења од свих електричних уређаја који се свакодневно користе у блиском окружењу људи имају CRT телевизори, преносиви рачунари и CRT монитори, као и црвене и плаве флуоресцентне лампе, иако се заправо то могло очекивати од уређаја који за обављање своје функције емитују електромагнетно поље, као што су мобилни и кућни бежични телефони или микроталасне пећи. Код преносивих рачунара максималне вредности емисије измерене су у малој зони на саставу између монитора и дела рачунара са тастатуром, док су у осталим зонама измерене вредности знатно мање. У случају монитора и телевизора, максималне вредности зрачења измерене су на задњој страни уређаја, док су на страни где се емитује слика вредности биле мање, али ипак незанемарљиве. GSM мобилни телефони знатно више емитују електромагнетно зрачење у фази успостављања везе, док по успостављању везе ниво значајно опада. Ниво електромагнетног зрачења мобилног телефона знатно је мањи када он ради у UMTS моду.

Мерења су показала да у непосредној близини великог броја стандардних електричних уређаја интензитет електромагнетног зрачења превазилази норму прописане ICNIRP, односно српским стандардом. Међутим, потребно истаћи да са удаљавањем корисника од уређаја, чак и на малом растојању од уређаја (реда величине од 15 cm до 30 cm зависно од уређаја), ниво електромагнетног

зрачења знатно слаби и налази се у границама прописаним стандардом.

#### 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bernardini A., Valutazione previsionale della compatibilita alla normativa di protezione dai campi elettromagnetici delle tipologie standard di siti radio fissi (radio base) ERICSSON per servizio radiomobile DCS-1800, Universita degli Studi La Sapienza di Roma, 1997.
- [2] International Commission on Nonionizing Radiation Protection, <http://www.icnirp.org>.
- [3] Radiofrequency Radiation Exposure Limits, U.S. Federal Communications Commission, <http://www.fcc.gov/encyclopedia/radio-frequency-safety>.
- [4] Radiation Protection Standard, Maximum exposure levels to radiofrequency fields from 3 kHz to 300 GHz, Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, 2002, <http://www.arpansa.gov.au>.
- [5] WHO. International EMF Project: <http://www.who.int/peh-emf/en>.
- [6] Општи стандард за показивање усаглашености електронских и електричних апарата са основним ограничењима која се односе на излагање људи електромагнетским пољима (од 0 Hz до 300 GHz), Српски стандард, SRPS EN 50392, Институт за стандардизацију Србије, октобар 2008.

- [7] Nešković A., Nešković N., Koprivica M., Paunović Đ., Rezultati merenja RF zračenja tipičnih električnih uređaja iz životnog okruženja, ELEKTROTEHNIKA 58 (2009) 4.
- [8] Radiofrequency Radiation, Principles and Methods of Measurements – 300 kHz to 100 GHz, Australian standard AS 2772.2, The Standards Association of Australia, North Sydney, 1988.

# NOVI BEZBEDNOSNI RIZIK PO MLADE PSIHOTRONSKO ELEKTOMAGNETNO PULSIRAJUĆE ZRAČENJE

## NEW SAFETY RISK YOUTH PSYCHOTRONIC PULSED ELECTROMAGNETIC RADIATION

Dr. ČEDOMIR S. IVANOVIĆ, profesor strukovnih studija  
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

### РЕЗИМЕ

Razvojem prirodnih nauka, posebno fizike i biologije, kao i usavršavanjem naučnih metoda, došlo se do značajnih rezultata u vezi sa postojanjem svega vidljivog i nevidljivog, kao što su: zvuk, vibracije, frekvencije, energija i njihov uticaj na čovekov organizam. Vulgarni materijalizam dao je osnov o postojanju materijalnog sveta, proglašavajući atom i atomsko-jezgro primatom. Razvojem kvantno-talasne teorije, naučnik De Broj otkriva i proglašava, foton-svetlosti, kao jednu od najfinijih materijalnih čestica, koji se sastoji od mnoštva zgnusnutih talasa i njihovih vibracija, što je dalje omogućilo proučavanje fizike jezgra- atoma i njegovih sastavnih čestica. Na taj način je i zvanična nauka priznala, da je materija posledica frekvencije energije, a ne obrnuto, što je prihvatljivo sa stanovišta teorijskog razvoja fizike i biologije kao nauka. Sa druge strane, izopačeni umovi nekih naučnika, skloni su da pozitivna naučna dostignuća preobrate (zloupotrebe) u druge svrhe. Naime, došlo je do razvoja i napredovanja neokortičkog uticaja elektromagnetnih talasa na čovekov organizam, koje ima za cilj poremećaj svesti kako pojedinaca tako i čitavih naroda i slamanje njihove volje (kontrolu uma onih nad kojima je izvršeno uslovno „pranje mozga“). Drugim rečima, došlo je do uslovno „neokortičkog ratovanja“. Dakle, osnova ovog naučnog saopštenja, ogleda se u tome da je celokupno postojanje materije, zasnovano na različitim oblicima ispoljavanja energo – vibracionih matrica. Poremećajem frekventno – energetskog bilansa pojedinih organa u ljudskom telu, a pre svih – mozga, kod mladog čoveka u celini se postiže poremećenost u načinu funkcionisanja, čime se od zdravog, dobije potpuno disfunkcionalno (izopačeno) ponašanje.

**Ključne reči:** psihotronika, elektro–magnetno zračenje, bezbednosni rizik, mlad, kontrola uma, poremećaj svesti, poništenje memorije, mozak, energetski bilans, elektronski snop, vibracije, amnezija.

### ABSTRACT

With the development of science and scientific methods, especially in the area of physics and biology, many important discoveries were found about everything visible and invisible. Especially in the area of: sounds, vibrations, frequencies, energy and their influence on human organism. Vulgar materialism founded its' theory on material world declaring that atom and atom's nucleus is the primate. With the development of quantum-wave theory, scientist De Broglie discovers the photon of light, declaring it as one of the finest material particles. Discovery of Photon, which consists of many compressed waves and their vibrations, enabled further physical researches of atoms nucleus and its' particles. That way, science admitted that the matter is a consequence of Energetic Frequency, and not conversely, which is acceptable with the standpoint of theoretical development of physics and biology. On the other hand, perverse minds of some scientists are/were capable and inclined on using of positive scientific discoveries in bad purposes (to abuse them). Connected to that, development is made in the neocortical influence of electromagnetic waves on human organism, which has an aim to disorder the conscience of individuals and whole nations and to brake their will / control of mind of the ones which were tentatively "brain washed". With another words, tentatively speaking we came up to "Neocortical warfare".

So, the basis of this scientific report is the viewpoint which explains and declares that the



existence of matter is based on different manifesting shapes of energo-vibrational matrix. Disorder of frequent energetic balance in some of human body organs, above all – brain, influences on youngsters' in whole, achieving disorder in functioning. That way, from the healthy behavior, we get total dysfunctional/perverted behavior.

**Key words:** psychotronic, electro-magnetic radiation, security risk, young people, mind control, disturbance of consciousness, reversal of memory, the brain, energy balance, electron beam, vibration, amnesia.

---

## 1. UVODNA RAZMATRANJA

Naučni pokušaji negiranja mitoloških i/ili mističnih shvatanja Boga kao tvorca života na planeti Zemlji, ogleda se u vulgarnom materijalizmu, koji za osnov materijalnog sveta proglašava atom (atomska jezgra). Razvojem naučnih metoda i tehnika u naučnim istraživanjima (eksplorativnim i eksperimentalnim) došlo se do rezultata da vulgarni materijalizam kao teorija, ima svojih slabosti, koje se ogledaju u najosnovnijim zakonima fizike i biologije, koji nisu uspjeli da je potvrde. Tek naučnik De Broj, uspeva da dokaže u „kvantno–talasnoj teoriji“ da je jedna od najfinijih materijalnih čestica „foton svetlosti“– koga čini zgusnuti talas mnoštva vibracija. Ta teorija omogućava dalji razvoj fizike kao naučne discipline – jezgra atoma i njegovih sastavnih čestica. Na taj način je i zvanična nauka priznala, da je zapravo materija posledica frekvencije energije, a ne obrnuto. Međutim, dešava se da neki naučnici zloupotrebljavaju pozitivna naučna dostignuća, i stavljaju ih u službu negativnog uticaja u ponašanju (naročito mladih ljudi) pa čak i do njihovog biološkog opstanka. Negativan uticaj se pre svega ogleda u: izopačenju svesti kako pojedinaca tako i velikih uslovno grupa mladih ljudi, pa u nekim slučajevima i čitavih naroda u psihološkom smislu (slamanja volje i kontrole uma). Sa druge strane u savremenoj psihologiji se to naziva „pranje i/ili ispiranje mozga“. Dakle, dešavaju se drastične promene u ponašanju ljudi nakon izlaganja vibracionom elektro–magnetnom zračenju, naročito kod mlađe populacije u smislu: bizarnosti, nastranosti, usporenost refleksa, panika, konfuzija, zabrinutost, hiperaktivnost, kompulzivno manijakalno ponašanje, vrtoglavica, bes, premor, nekontrolisano trzanje, mučnina i dr. Takva i slična, da kažemo uslovno „oružja“, slučajno se ne razvijaju, nego su ciljano usmerena na ostvarenje zadataka neokotičkog rata. Bilans energetske uspešnosti se ogleda u razvoju informativne i kulturološke matrice (ponašanja ljudi, a vremenom i čitavih naroda).

## 2. DESTABILIZACIJA POJEDINIH ORGANA ČOVEKOVOG TELA S POSEBNIM OSVRTOM NA MOZAK

Metode i tehnike naznačene u uvodnom delu ovog naučnog saopštenja, odnose se na destabilizaciju frekventno–energetskog bilansa mozga, kao i drugih delova organizma, u smislu njihovog poremećaja rada od potpuno zdravog do destabilizovanog, ponašanja

pojedinih, mladih ljudi. Dakle, ne radi se o naučno fantastičnoj-teoriji, već o mentalnoj agresiji o bitnim promenama u ponašanju pojedinih mladih ljudi, nakon izlaganja elektromagnetnom – vibracionom zračenju. Naučne rezultate u ovoj oblasti na visokom nivou postigao je istraživač psihotronije, Edvard A. Toub, predsednik Fondacije za svest o zdravlju ljudi, inače osnivač integralne medicine, docent Kalifornijskog univerziteta –Ervin, dajući naučno saopštenje: „Ljudsko telo je energetski sistem, u kome su organizovani skupovi ćelija sa istovetnim obrascem vibracija, gde ćelije nemaju samo histološku sličnost, nego i istu energetsku frekvenciju. Destabilizacijom frekventno – energetskog bilansa pojedinih organa, uključujući mozak, kao i čoveka u celini, postiže se poremećenost njihovog rada, čime se od zdravog, dobije potpuno poremećen čovek.“ Drugim rečima, cilj uslovno „psihotronske oružja“ jeste da se elektro–magnetnim vibracijama različitog frekventnog opsega, poremeti (destabilizuje) energetski bilans pojedinih organa ili organizma u celini, pre svih - mozga, čime se postiže poremećaj u radu. Dakle, nakon delovanja energetskog signala, dolazi do slabljenja (umrtvljenja) sinapse – kore velikog mozga, zbog dejstva elektronskog snopa, koji može potpuno poništiti memoriju mlade osobe, i izazvati amneziju.

## 3. CILJEVI RAZVOJA „PSIHOTRONSKOG ORUŽJA“

Osnovni ciljevi razvoja uslovno „psihotronske oružja“ ogledaju se u promenama ponašanja ljudi, nakon dužeg izlaganja delovanju snopa elektromagnetnog zračenja. Reč je o dakle o mobilnoj telefoniji kao novom vidu bezbednosnog rizika po mlade. Elektromagnetno– vibraciono (pulsirajuće) zračenje najveći uticaj vrši na mozak i njegove centre (motorna somatska oblast, centar za govor, centar za pisanje, centar za ukus, slušna zona, vidna zona). Najviše je pogođena motorna somatska oblast kore velikog mozga. Drugi oblik deformacija, kako su pokazala istraživanja, ogleda se u povećanom broju slučajeva „tumora“ na mozgu, što ima direktne veze sa mobilnom telefonijom. Treći oblik negativnog uticaja uslovno „psihotronske oružja“, ogleda se na komercijalnom polju, tj. tržištu gde se mogu dobiti sheme za izradu „brejn blastera“, elektronskog spaljivača mozga. Dakle, u pitanju je pulsirajuće

elektromagnetno zračenje za ometanje moždanih talasa, slično ponašanju osobama sa mentalnim poremećajima.

#### **4. ISTRAŽIVANJA AUSTRALIJSKIH LEKARA**

Rezultati istraživanja australijskih lekara, sprovedenih poslednjih desetak godina, potvrdili su ranija naučna saopštenja u vezi povećanog broja slučajeva tumora na mozgu, koje su povezali sa razvojem upotrebe mobilne telefonije. Njihova istraživanja govore o značajnom uticaju elektromagnetnih - pulsirajućih talasa, koje uslovno nazivaju „pulsirajuće oružje“, za ometanje moždanih talasa, svrstavajući ponašanje pojedinih mladih ljudi u grupu ljudi sa – mentalnim poremećajem. Dakle, novi oblici, uslovno rečeno, psihotronskog oružja, nisu slučajno razvijeni. Da bi razvoj naznačenog oružja bio uspešan, jedan od osnovnih uslova jeste da se izmeni informativna i kulturološka matrica ponašanja, kako pojedinca, tako i čitavog naroda. Da bi se u praksi sproveli rezultati naučnih istraživanja, potrebno je poznavanje karaktera, navika, simbola, mentaliteta i istorije kao osnovnog izvora nacionalne svesti iz koje se oblikuje narodni duh, rađa volja i stvara otpor potčinjavanju, kako psihičkom, tako i fizičkom.

#### **5. PREPROGRAMIRANJE SADRŽAJA SVESTI**

Preprogramiranje sadržaja svesti predstavlja potpuno novi bezbednosni rizik po mlade u XXI veku. Posle brisanja kolektivne svesti, bilo elektro - magnetnim pulsirajućim snopom, bilo na drugi način, dolazi do psihičkog procesa pranja mozga, tj. vrši se preprogramiranje sadržaja svesti u skladu sa planovima i programima zainteresovane strane. Najčešće to rade destruktivne satanističke sekte širom sveta, koje su inspirator, nalogodavac i izvršilac tih savremenih kriminalnih radnji. Takve metode i tehnike koriste za negativan uticaj na mlade ljude u smislu kreiranja poželjnog modela ponašanja. Kumulativni bilans rezultata naučnih istraživanja, ogleđa se još i u zajedničkoj upotrebi metoda kojima se utiče na procesiranje informacija koje stignu u motornu zonu (sinapsu) kore velikog mozga i to preko centara čula. Za ovu vrstu negativnih uticaja koriste se sredstva za neuro – lingvističko programiranje, kada se koriste snažni psihotronski uređaji.

#### **6. MANIPULACIJA INFORMACIJAMA**

Poznato je, u savremenoj psihološkoj nauci, da je moguće na različite načine vršiti manipulaciju informacijama u smislu negativnog uticaja na bezbednost mladog čoveka. Manipulacija informacijama, u suštini omogućava da uticaj na nivo svesti bude vremenski odložen, tako da korisnik smatra

da je to njegovo sopstveno „noviformirano mišljenje“. Sve je to uslovilo da proizvodnja posebnih tehničkih i drugih sredstava (koja pojačavaju negativan uticaj na mozak) postane masovna, a samim tim i jeftina. Takva tehnička sredstva, u manjem ili većem obimu, kada se stave u funkciju, mogu se upotrebiti za promenu pulsirajuće frekvencije, što za posledicu ima promenu svesti i nekontrolisano aktiviranje rada motorne moždane zone, odnosno psihotronskog negativnog uticaja ili uslovno rečeno, psihotronskog ratovanja.

#### **7. POJAČAN NEGATIVAN UTICAJ SNOPA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA**

U prvom delu ovog naučnog saopštenja, bilo je delimično reći o negativnim uticajima snopa različitih elektromagnetnih talasa, sa različitim frekvencijama uticaja na ljudski organizam. Fizika, kao naučna disciplina, i njeni zakoni, jasno ukazuju na pojačane negativne uticaje takvog snopa sa različitim frekvencijama. Kroz dva primera ilustrovaćemo takve pojave. Kada se jedna zvučna viljuška približi drugoj zvučnoj viljuški, druga viljuška počinje da osciluje - vibrira. Vibriranje neće prestati i nakon izmicanja prve inicijalne viljuške. Drugi primer se odnosi na vibriranje (frekvencije, amplitude mosta). Zapravo, vojnici nikada ne prelaze most strojevim korakom, iz razloga što se može desiti, da se ritam koraka vojnika poklopi sa rezonantnom frekvencijom mosta, dakle može doći do poklapanja amplitude oscilovanja mosta, i amplituda strojevog koraka, što u u kritičnom momentu može doći do pucanja istog na sredini. Slične manifestacije, zavisno od načina pobuđivanja, dešavaju se i kod ćelija živih bića na nivou pojedinih delova ili celog čovekovog organizma. Dakle, duže izlaganje malim energijama, koje se dodaju pri maksimalnoj amplitudi dejstva snopa elektromagnetnog zračenja sa frekvencijom iste jačine, može dovesti do toga da kritično naprezanje organizma, postane veće od onog naprezanja koje ćelije mogu da podnesu. Analogijata - tada dolazi do pucanja materijala, nastaje nepovratna havarija. Olakšavajuća okolnost, kod čovekovog organizma jeste, da su mnogi životni procesi zasnovani na elektrohemijским zakonima i principima, tesno povezanim sa prenosom impulsa i informacija u motornoj zoni (sinapsi) velikog mozga. Impulsi se nervima prenose srazmerno jačini elektronskog snopa impulsa. Dakle, prenos informacija u nervima širi se u obliku električnog impulsa. Deoba ćelija počinje kada se postigne unutrašnji potencijal od nekoliko desetina mikro volti i slično. Dakle, ukoliko se na taj i takav skup ćelija deluje spoljašnjim nadražajima pulsirajućim zračenjem, oni utiču na nivou nervne sinapse ili ćelijskog prenosa, što dovodi do prekida prenosa informacija do mozga i do disfunkcije rada organa, usled nekontrolisane deobe ćelija, kao glavnog uzročnika nastanka tumora. Kumulativno posmatrano, sličnim mehanizmom se pojedini organi ili ceo organizam, sa stanovišta fiziologije, mogu praktično naterati na ubrzani rad (preteranu aktivnost), izazivajući

premor ili otkazivanje normalnog rada mozga ili srca, što kao posledicu imamo moždani ili srčani udar.

## 8. USPOREN - NEGATIVAN UTICAJ ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA

Sa stanovišta medicinske nauke, usporenje rada pojedinih vitalnih funkcija organizma, posmatrano u celini, nije ništa manje opasno od ubrzanog, kako je prikazano u prethodnom delu ovog naučnog saopštenja.

Zapravo, kroz tri analogna primera (fizika, biologija, hemija), u kontekstu bezbednog funkcionisanja čovekovog organizma, treba ukazati i na fenomen koji smo naveli u naslovu ovog rada. Sa medicinskog aspekta, ukoliko se ometa ili usporava rad motorne zone velikog mozga (sinapse) kod prenosa informacija, kao i funkcionisanje neokorteksa (zona velikog mozga u kojoj se odvijaju psihološki procesi kao što je misaona aktivnost), u kritičnim situacijama, kada su neophodne brze i valjane odluke (pri punoj svesti) usporeni način razmišljanja (depresivna stanja) mogu biti fatalna (pogubna).

Psihoze se obično dele na dve velike grupe- organske i funkcionalne. Prvu čine one kojima je uzrok prvenstveno u organskim promenama, u poremećajima na mozgu. Mogu ih izazvati pojedine bolesti, povrede mozga, hemijska trovanja materijama unetim u organizam. Ovu grupu čine i posledice starenja- senilne psihoze ili senilne demencije.

Funkcionalnim psihouama nazivaju se duševna oboljenja kod kojih organski uzroci nisu jedini, a ni prvenstveni uzroci poremećaja. Psihotronski poremećaji ponašanja javljaju se dakle kao posledica nemogućnosti da se ili čitave grupe, snađu u određenoj životnoj situaciji, da reši konflikte, koji su postali veoma teški za njega, pa od nepodnošljive relevantne stvarnosti beži u irelevantnu stvarnost, koristeći neprimereno elektromagnetnu mobilnu tehniku više vremena od tehnički propisanog.

## 9. ZAKLJUČAK

Delovanje na čovekov organizam u celini, ili na njegove pojedine organe putem snopa elektromagnetnih talasa različitih pulsirajućih vibracija (frekvencija) je moguće ne samo iz neposredne blizine već i sa većih udaljenosti. Postojanje uslovno „psihotronskog oružja“ koja mogu da koriste i duge talase, vrlo niske frekvencije, omogućuje da se deluje na bilo koji prostor stalnim izvorima kontrolisanih jačina energije, a da to ne bude neprimećeno izvan granica svoje matične teritorije. Takav negativan uticaj, posebno kada je reč o mladima u nauci se naziva „neokortisko ratovanje“, jer se direktno deluje na nervni sistem. Naravno, to može da se vrši sa bilo koje i na bilo koju tačku planete zemlje, i to bez bitnog slabljenja usmerenog zračenja i signala. Važno je napomenuti, da se to vrši i sa bilo kojeg geostacionarnog satelita. Sledeći zaključak se odnosi na to da više nema dileme i naučne fantastike, u

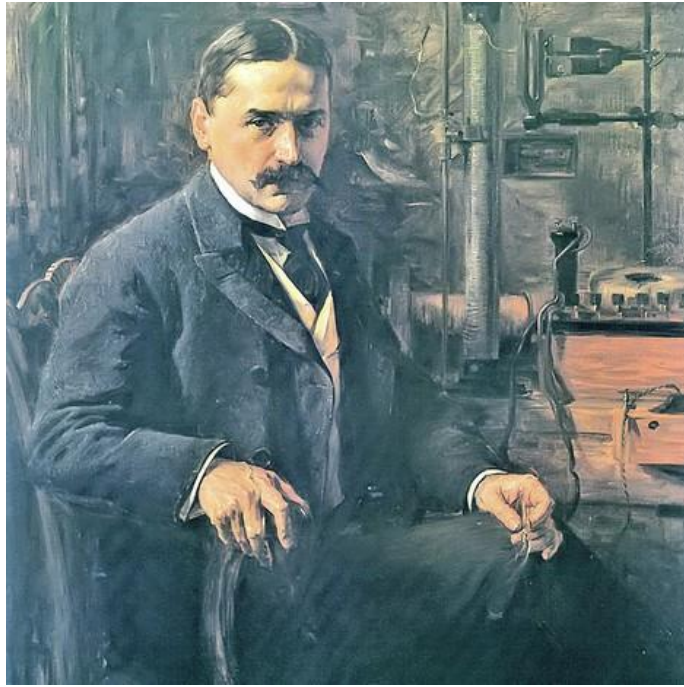
vezi sa novim izazovima pred čovečanstvom, koje se naziva „rat zvezda“. Naučna saopštenja izneta u ovom radu, odnose se ne samo na nesreću čoveka kao jedinke, nego i grupe ljudi i čitavih naroda u državnim upravama, gde koristi negativan uticaja na mlade kao novi bezbednosni rizik, pre svih satanističke, destruktivne sekte širom sveta, primenjujući pri tom metode i tehnike, poznate u psihološkoj nauci pod nazivom „ispiranje mozga“. Sledeći zaključak se odnosi na to da mladi mogu umanjiti rizik od obrazloženog bezbednosnog rizika - njegovog negativnog uticaja, dobrim poznavanjem bezbednosne kulture, pod kojom se podrazumeva „skup znanja, stavova, veština i pravila iz oblasti kulture i bezbednosti ispoljenih kao ponašanje i/ili procesi o potrebama, načinima i sredstvima zaštite ličnih, društvenih i međunarodnih vrednosti od svih izvora, oblika i nosilaca ugrožavanja bez obzira na mesto vreme i uslove“. (Č. Ivanović)

## 10. LITERATURA

- [1] Avramović Z.: Udžbenik kultura-društvo, Kraljevo, 1999. god.;
- [2] Alibabić Š., Menadžment u obrazovanju, Beograd, 2005.;
- [3] Lit Wrigles C., Neyhaus J. O., The matching of two sets of factors, Contract Memorandum Report, University of Illinois, 1955. ;
- [4] Alibabić Š.: Samoobrazovanje nastavnika u koncepciji permanentnog obrazovanja, Beograd, 1989. god.;
- [5] Alonso A., Dallmeier F., Granek E., Raven P.: Biodiversity: Connecting with the tapestry of life, Smithsonian institution, Monitoring and assessment of Biodiversity Program and President's Committee of Advisors on Science and Technology, Washington, 2001. god.;
- [6] Ambey Ken: Biohazard, London, Hutshinson, 1999. god.;
- [7] Anderson S. and Sloam: Historical Dictionary of Terrorism, Meutchen, W.: Scarecrow Press, 1995. god.;
- [8] Barojević S.: Metodologija eksperimentalnog naučnog rada, Novi Sad, 1978
- [9] Berlo Van M. F.: Bioterrorisme: dihterbij dan u denkt!, Wagenin-gen Academic Publishers, Wageningen, 2004. god.;
- [10] Birtašević B.: Biološko oružje, Beograd, 1984. god.;
- [11] Ivanović Č.: Patriotizam učenika osnovne škole u savremenoj koncepciji civilne odbrane (magistarska teza), Beograd, 2002. god.;
- [12] Boltz F. Jr, Dudonis J. K., Shultz P. D.: The Counterterrorism Handbook Tactics, Procedures and Techniques, CRS Press, Boca raton, London, Nenj York, Washington, 2002. god.;
- [13] Allison S. I., Palmer F. D.: Geology, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1955., 1960., 1974., 1980. god.;

- [14] Bošković M.: Organizovani kriminalitet, Beograd, 2003.;
- [15] Vera Zvonarević M.: Socijalna psihologija, Beograd, 1976. god.;
- [16] Ivanović Č., Pujić M., Lepir D.: Odbrana i zaštita za drugi i treći razred srednje škole, Beograd, 1991. god.;
- [17] Ivanović Č.: Bezbednosna kultura učenika osnovnih I srednjih škola u zaštiti od potencijalnih opasnosti, F.B. Beograd ,doktorska disertacija, 2008. god.
- [18] Scott, W.: Psychological and Social Correlates of International Images u: International Behavior, ur. Kelmen, H. C., New York, 1965.





**МИХАЈЛО И ПУПИН**  
**( 1854 – 1935 )**

**Михајло Пупин, велики научник,  
проналазач, родољуб и хуманиста.  
Рођен у Банатском селу Идвору.  
Школовао се у Прагу, Њујорку,  
Кембриџу, Берлину. На Колумбија  
Универзитету у Америци провео  
професорску и истраживачку  
каријеру. Као научник и проналазач  
остварио значајна достигнућа области  
физике, електротехнике и  
телекомуникација. Заштитио велики  
број проналазака и патената. Свој  
народ и домовину никада није  
заборавио. Био је искрени родољуб и  
хуманиста.**

# MEDICINSKI ASPEKTI EFEKTA ELEKTROMAGNETNOG ZRAČENJA - BALANS KORISTI I POTREBE ZAŠTITE ZDRAVLJA LJUDI

## MEDICAL ASPECTS OF THE EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION - BALANCE BETWEEN THE BENEFITS AND THE NEED TO PROTECT HUMAN HEALTH

Dr ZDRAVKO ŽDRALE,  
Institut za onkologiju i radiologiju Srbije Beograd

### PEŽIME

Život savremenog čoveka praktično je nezamisliv bez visoke tehnologije. Široki spektar tehničkih uređaja (radari, radiotelevizijski predajnici, dalekovodi visokog napona, mobilni telefoni ) čine naše svakodnevno okruženje. Svi ovi uređaji odašilju elektromagnetna zračenja (EMZ). Kompletan živi svet, a time i ljudi, izložen je elektromagnetnim zračenjima različitih talasnih dužina i frekvencija.

Nema prostora, a pri tome se misli na onaj u kome čovek živi, radi ili spava, bez štetnih zračenja. Potencijalni štetni efekat EMZ na čovekov organizam zavisi od intenziteta izvora zračenja, talasnih dužina, frekvenci zračenja, udaljenosti čoveka od izvora zračenja ili dužine ekspozicije čoveka elektromagnetnom zračenju. Najilustrativniji je primer štetnog uticaja EMZ na hormonski sistem, odnosno, na rad žlezda sa unutrašnjim lučenjem (nadbubreg, epifiza), odnosno, složeni proces lučenja hormona (npr. melatonina, adrenalina, kortizola, estrogena, prolaktina).

**Ključne reči:** elektromagnetno zračenje, medicinski efekat, zdravlje, ljudi

### ABSTRACT

The life of modern man is practically unthinkable without high technology. A wide range of technical devices (radars, broadcasting transmitters, high voltage power lines, cell phones) make our daily environment. All of these devices broadcast electromagnetic radiation (EMR). The entire living world, and therefore people are exposed to electromagnetic radiation of different wavelengths and frequencies.

There is no space, at a time it refers to one in which man lives, works or sleeps without harmful radiation. Potential harmful effects of EMR on the human organism depends on the intensity of the radiation source, wavelength, frequency radiation, the distance from the radiation source human or length exposure man to electromagnetic radiation. The most illustrative example of the harmful effects of EMR on the hormonal system or the operation of the endocrine glands (adrenal, pineal gland), and the complex process of hormone secretion (melatonin, adrenaline, cortisol, estrogen, prolactin).

**Key words:** electromagnetic radiation, medical effects, health, people

### 1. UVOD

Ljudska saznanja o zračenjima su jako stara. Sežu daleko u prošlost. U to vreme se davao značaj tzv. prirodnim zračenjima. Znanja o njima, te objašnjenja njihovog načina delovanja i konačnog efekta na život i zdravlje ljudi, bila su veoma oskudna. Često su im davana nadprirodna svojstva i nazivali su ih najrazličitijim imenima u nemogućnosti da se shvati i objasni njihova prava priroda.

Protok vremena donosio je sve veće čovekovo interesovanje a time i sprovođenje istraživanja suštine prirodnih pojava i fizičkih zakona. Nastojalo se pronaći konkretne metode kojima se dokazuje prisustvo određene vrste zračenja. Tako su prvi instrumenti, merači, bile ručice, visak i slične naprave. Nedostaci ovih metoda bili su ogromni jer se prevashodno radilo o subjektivnim metodama i velikom uticaju merača na pokazani rezultat. Ključni problem je bila nestručnost i nepoznavanje osnovnih fizičkih zakona na kojima se

bazira rad tih merača. Sve je za posledicu imalo česte situacije u kojima se nije znalo šta zapravo ti merači mere i koji je intenzitet takvih zračenja a posebno koji su dozvoljeni limiti. Sa industrijalizacijom, a kasnije izrazito ubrzanim, gotovo svakodnevnim razvojem savremenih tehnologija, proširivala su saznanja o štetnosti zračenja po ljudsko zdravlje. Paralelno sa time rasla je opšta ekološka svest i aktuelizovali su se do tada neopravdano, vrlo često smišljeno, zapostavljeni problemi zagađenja životne sredine.

## 2. ELEKTROMAGNETNO ZRAČENJE

Zračenje predstavlja prenos energije. Ona se može prenositi putem čestica ili talasa. Zračenje koje se prenosi putem čestica (neutron, proton, mezon) se naziva korpuskularno zračenje, a ono koje se prenosi u obliku talasa se naziva elektromagnetno zračenje (EMZ). EMZ predstavlja promenu elektromagnetnog polja u funkciji vremena. Postoji čitava paleta tzv. štetnih zračenja:

- geopatogena zračenja (podzemnih vodenih tokova, ruda i minerala, geoloških pukotina i lomova, ona koja su nastala raspadanjem organskih materija),
- tehnička zračenja (uslovljena procesom industrijalizacije i ubrzanim razvojem visoke tehnologije i potrošačke elektronike)

Postoje dve forme tehničkih zračenja:

- NEJONIZUJUĆA sa energijom manjom od 12,4 eV (što nije dovoljna energija za izazivanje jonizacije u živom organizmu),
- JONIZUJUĆA koja se javljaju kao alfa talasi (jezgro helijuma), beta talasi (elektroni), Neutron (nenaelektrisane čestice), gama i X zraci.

## 3. UTICAJ EMZ NA ZDRAVLJE LJUDI

Protekle decenije obeležene su velikim brojem relevantnih epidemioloških studija i eksperimentalnih istraživanja o uticaju EMZ na naše zdravlje. Rezultati ovih istraživanja i zaključci koji iz njih proizilaze predstavljaju neoborive dokaze da su elektromagnetna polja i talasi stalna opasnost po naše zdravlje, čak i onda kada se kreću u dozvoljenoj granici.

Cilj ovog rada je da se prezentacijom rezultata do kojih se došlo na osnovu veoma relevantnih istraživanja ukaže na svu štetnost efekta EMZ na zdravlje i kvalitet života ljudi, uključujući i mogućnost izazivanja i onih najtežih oboljenja kakva su maligna. Ovaj primarni cilj je proširen potrebom za pravljenje balansa između nesumnjivih blagodeti koje donosi visoka tehnologija u svakodnevnom životu i potrebe za zaštitom zdravlja.

## 4. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Veliki broj studija relevantnih po svom dizajnu, dužini trajanja i broju uključenih ispitanika, dao je rezultate iz kojih se nedvosmisleno vidi štetan uticaj EMZ na hormonski sistem čoveka. Tako je dokazano da noćno izlaganje žena EMZ-u iznad dozvoljenih granica dovodi do smanjenja stvaranja melatonina a time i automatski povišenog stvaranja estrogena. Ovakva situacija u ljudskom organizmu, pre svega žene, direktno dovodi do izrazito povišenog rizika za nastajanje hormoin pozitivnog karcinoma dojke.

Takođe je praćena efikasnost leka tamoksifena kao jednog od najznačajnijih u lečenju hormon pozitivnog karcinoma dojke. Radi se o leku visoke efikasnosti bez obzira da li se primenjuje u adjuvantnom lečenju ili u terapiji metastatske faze bolesti.

Radena su ispitivanja na kulturi malignih ćelija karcinoma dojke koje su bile tretirane farmakološkim dozama tamoksifena. Maligne ćelije karcinoma dojke tretirane tamoksifenom bile su podeljene u četiri eksperimenta i kontinuirano izložene elektromagnetnom zračenju sa postepenim povećanjem snage od 2 mG, preko 10 mG, 12 mG do 20 mG i više.

## 5. REZULTATI

Dobijeni rezultati su pokazali da tamoksifen gubi svoju sposobnost sprečavanja proliferacije malignih ćelija karcinoma dojke pri izloženosti elektromagnetnom zračenju od 12 mG i više. Nivo EMZ koji je izazvao ovaj efekat prisutan je kod uređaja koji se veoma često koriste kao naprimer: fenovi za kosu, usisivači, kompjuteri, mikrotalasne pećnice i slično.

## 6. ZAKLJUČAK

Uticaj elektromagnetnog zračenja na hormonski status ljudskog organizma, a preko njega na kompletno zdravlje i kvalitet života ljudi, veoma je veliki. Ovo zahteva sprovođenje svih do sada poznatih mera zaštite, usavršavanje starih i traganje za novim metodama zaštite i prilagođavanje zakonske regulative koja definiše zaštitu od štetnih zračenja. Međutim, ubedljivo najvažnija mera jeste sprovođenje, još od najranijeg uzrasta, kontinuirane edukacije o načinima "životno neophodnog balansa" između zaštite zdravlja i kvaliteta života ljudi od štetnog uticaja EMZ i sa druge strane, uživanja u pogodnostima svakodnevnog života koje obezbeđuje savremena tehnologija i potrošačka elektronika.

## LITERATURA

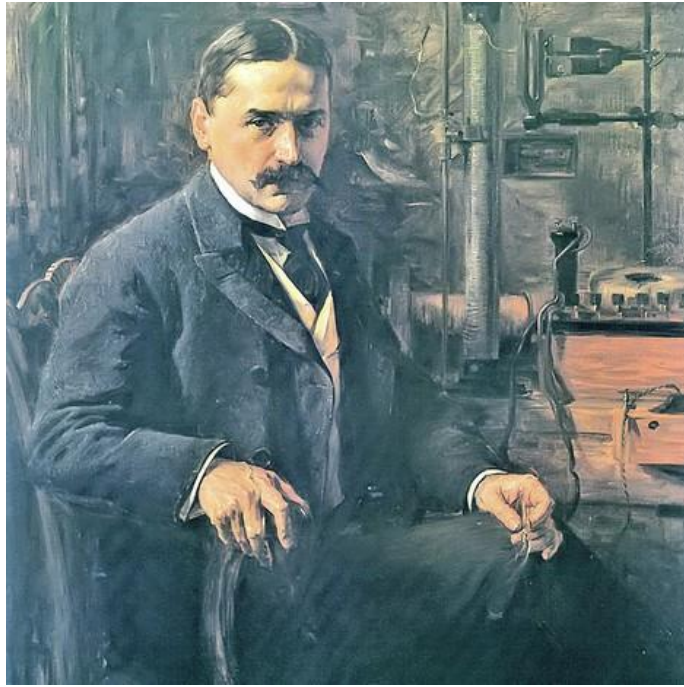
- [1] Liburdy R.P., Harland J.D., Heifernan C., Seeley M., Dunham E., ELF inhibition of melatonin s natural oncostatic action on MCF-7 cells:60 Hz dose threshold determination, Abstract #F-1-7,16th, Annual Bioelectromagnetics Society Meeting, Copenhagen, Denmark, 1994.
- [2] Harland J.D., Liburdy R.P., ELF inhibition of melatonin and tamoksifen action On MCF-7 cell

proliferation: field parameters, Abstract #A-1-1,  
18th Annual Bioelectromagnetics Society  
Meeting Victoria, B.C., 1996.

- [3] Harland J.D., Liburdy R.P., Environmental  
magnetic fields, Inhibit the antiproliferative Action

of tamoxifen and melatonin in human breast  
cancer cell line, Bioelectromagnetics 18





**МИХАЈЛО И ПУПИН**  
**( 1854 – 1935 )**

**Михајло Пупин, велики научник,  
проналазач, родољуб и хуманиста.  
Рођен у Банатском селу Идвору.  
Школовао се у Прагу, Њујорку,  
Кембриџу, Берлину. На Колумбија  
Универзитету у Америци провео  
професорску и истраживачку  
каријеру. Као научник и проналазач  
остварио значајна достигнућа области  
физике, електротехнике и  
телекомуникација. Заштитио велики  
број проналазака и патената. Свој  
народ и домовину никада није  
заборавио. Био је искрени родољуб и  
хуманиста.**

# ПРОЦЕДУРА ПРОЦЕНЕ ВЕКА ШИРЕЊА ПРСЛИНЕ ЕЛЕМЕНАТА КОНСТРУКЦИЈЕ ТОРЊА

## PROCEDURE FOR ESTIMATION THE LIFE CRACK PROPAGATION OF ELEMENTS CONSTRUCTION THE TOWER

Др **МИЛЕНКО СТАШЕВИЋ**, предавач  
Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину

Др **СТЕВАН МАКСИМОВИЋ**, виши научни сарадник  
Војно - технички Институт , Београд

### РЕЗИМЕ

Пажња у раду је усмерена на успостављање погодне и ефикасне процедуре процене века ширења прслине структуралних елемената у присуству иницијалних оштећења. Оштећења модела за анализу ширења прслине јављају се код елемената конструкције торња постројења за истраживање нафте и гаса. Приказана су два приступа нумеричких симулација ширења прслина. Први је заснован на конвенционалном Парисовом закону ширења прслине, а други користи методу густине енергије деформације. За материјал торња, конструкциони челик S355 JR, који је коришћен у истраживању, експериментално су одређене, како малоцикличне карактеристике материјала, тако и конвенционалне Парисове константе за анализу ширења прслине. Комплетне методе за анализу ширења прслине (Парис, ГЕД) су илустроване на примеру репрезентативног структурног елемента конструкције торња у облику плоче са отвором и једном почетном прслином. За раст прслине и процену века ширења прслине коришћен је програмски пакет "ПП\_ВЕК". Након верификације модела (Парис, ГЕД) дат је век ширења прслине структуралних елемената конструкције торња за реални спектар оптерећења.

### ABSTRACT

Attention in this work is focused on the establishment of a suitable and efficient procedure for estimation the life crack propagation of structural elements in the presence of initial damage. Damaged model occurs in the form of a cracked model for the analysis of crack growth in structural components of the tower installations for oil and gas exploration. In this work two numerical simulation approaches for crack propagation are presented. First approach is based on the conventional Paris's law of crack propagation, while the other utilizes the Strain Energy Density (SED) method during the crack growth analysis.

For material, steel S355 JR, which were used in the research, fatigue low-cycle material properties and Paris's dynamic constants for the crack propagation analysis have been determined experimentally.

Two computation methods for crack propagation based on Paris and SED methods are illustrated by the representative structural element of the construction of the tower that is considered in the form of a plate with a hole and initial crack. For crack growth and for estimation life crack propagation software package "PP\_VEK" is used.

After verification of the Paris's and SED's models here is considered the life crack propagation of the oil tower construction under the real load spectrum.

## 1. УВОД

Код конструкција које су изложене динамичким оптерећењима током експлоатације могућа је појава иницијалних оштећења у виду прелина у критичним деловима конструкције. Примарна пажња у раду је усмерена на конструкције типа торња постројења за истраживање нафте и гаса. Током експлоатације, торањ постројења, оптерећен је променљивим спектром оптерећења, који током експлоатације може довести до појаве иницијалних оштећења у виду прелина, као и њихово ширење. За одређивање критичних локација користи се структурална анализа на бази методе коначних елемената (МКЕ). Детаљна структурална анализа напонског стања ремонтног постројења, на бази МКЕ, дата је у референци [1].

За израду процедуре за процену века ширења елемената конструкције торањ постројења за истраживање нафте и гаса потребно је дефинисати следеће: избор конструкције и одређивање критичних места, спектар оптерећења и напона, потребне карактеристике материјала, верификацију примењених метода и одређивање века ширења прелина елемената торања (примена методе густине енергије деформације ГЕД, уграђене у софтвер „ПП\_ВЕК“) за реални спектар оптерећења.

## 2. РУДАРСКЕ ОПЕРАЦИЈЕ

### 1.1. РЕМОНТНО ПОСТРОЈЕЊЕ

Ради обезбеђења несметане експлоатације нафте и гаса, (поред бушења на одређену дубину), потребно је извршити одређене рударске операције. Оне се спроводе у два различита случаја и то:

након изведеног бушења, ради пуштања бушотине у експлоатацију и у току саме експлоатације, ради отклањања недостатака и оштећења (опреме и земљишта), која се јављају током експлоатације. Наведене радове изводи усвојено постројење за истраживање нафте и гаса (ремонтно постројење, сл. 1.) [1,2,3,4].

### 1.2. ТОРАЊ

Торањ ремонтног постројења [1,2], сл.1., представља челичну, решеткасту, носећу структуру комплексне геометрије и технологије израде, са низом елемената који обезбеђују остварење пројектованих функција, попут ношења бушаћег алата, вађење алата код заглављивања и слично.



Слика 1. Торањ ремонтног постројења [2].

### 1.3. РУДАРСКЕ ОПЕРАЦИЈЕ

Приликом ремонта бушотина ремонтно постројење извршава редовне рударске операције [2,5,6].

Непредвидиве рударске операције [2,5,6], су непожељне и веома неповољно делују на бушотину и ремонтно постројење. Обично се ради о спашавању бушотине за даљу производњу нафте и гаса. То је следећа операција: инструментација - заглава алата у бушотини.

Све ове операције изводе механичке операције, такозване маневре приликом спуштања и вађења колоне производних цеви - тубинга у и из бушотине, затим бушење цементног чепа и потезање торања током заглаве.

Ово су основне операције на основу којих долазимо до спектра оптерећења односно спектра напона торања, којег користимо за прорачун преосталог века.

### 1.4. СПЕКТАР ОПТЕРЕЋЕЊА [2]

За анализу века торања је узето је оптерећење колоне производних цеви (тубинг) са следећим карактеристикама: дубина (дужина колоне) 400 до 3000 m, узето је 2000 m, пречник тубинга 1,35 до 4 цола, узето је 2 7/8“ цола (73 mm), дужина 1 цуга (2

састављена тубинга) 2x9 m, тежина 1 цуга 1,728 KN, број цугова за 2000 m је 111 и максимално оптерећење торња је колона тубинга и покретног колотурја и куке, 211,8 KN.

Спуштање справа је основна операција. Састоји се у формирању колоне цеви - тубинга, међусобним настављањем цугова путем навојних спојева, до коначне дубине бушотине.

карактеристике:

- почетно оптерећење на куки је 20 KN од сопствене масе и покретног колотурја,
- додатно оптерећење је тежина цуга (18 m) од 1,728 KN x 111 циклуса - цугова, до 211,808 KN,
- крајње оптерећење куке торња је 211,8 KN,
- број дешавања операције 1 x дневно, просек.

Вађење справа је супротна операција од спуштања. Састоји се у демонтажи колоне цеви, међусобним растављањем цугова до коначног вађења. Приликом ове операције врши се растерећење торња на почетну вредност.

карактеристике :

- почетно оптерећење на куки је 211,8 KN и оно се смањује приликом одвијања цуга за 1,728 KN x 111 циклуса - цугова, до 20 KN,
- крајње оптерећење куке торња је 20 KN,

## 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ОДРЕЂИВАЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИЈАЛА

### 2.1. ДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ (ПАРИСОВЕ КОНСТАНТЕ)

За анализе ширења прслине код структуралних елемената експериментално су одређене: (1) динамичке карактеристике и (2) малоциклусне карактеристике челика S355 JR [2]. Не улазећи у детаље начина самог одређивања треба истаћи:

Одређивања брзине раста заморне прслине  $da/dN$  и прага замора  $\Delta K_{th}$ , које се користи за одређивање динамичких карактеристика материјала, изведено је

на стандардним Шарпи епруветама методом савијања епрувете у три тачке на резонантном високофреквентном пулзатору. Само испитивање је рађено у контроли силе. Овај пулзатор остварује синусоидално једносмерно променљиво моментно оптерећење у опсегу од -70 до 70 Nm. Систем за мерење прираштаја прслине, FRACTOMAT и мерна фолија који се за ту сврху користе су базирани да региструју промену електричног отпора мерне фолије.

На основу тока испитивања и добијених зависности дужина прслине  $a$  - број циклуса  $N$ , израчунава се брзина раста заморне прслине  $da/dN$ . У зависности од примењеног променљивог оптерећења исказаног кроз промену опсега фактора интензитета напона,  $\Delta K$ , цртају се криве  $\log da/dN - \log(\Delta K)$ .

Одређивање зависности брзине раста заморне прслине по циклусу  $da/dN$  и опсега фактора интензитета напона  $\Delta K$  се своди на одређивање коефицијента  $C$  и експонента  $m$  у једначини Париса. Експериментално су одређене Парисове константе за челик S355 JR:  $C=1.97 \cdot 10^{-11}$ ,  $m=3.31$ .

### 2.2. МАЛО ЦИКЛИЧНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Малоциклусном замарању на собној температури, излагано је десет епрувета означених са B1, до B10 на сервохидрауличном МТС систему, табела 1,[2]. Испитивање отпорности на малоциклусни замор извршено на амплитудним нивоима деформација  $\square\square/2 = 0.5, 0.6, 0.7, 0.8$  и  $0.9$  %. Примењен је режим контролисаних деформација са фактором асиметрије циклуса  $R\square = -1$ .

Комплет табеларно систематизованих цикличних карактеристика челика S355 JR, одређених испитивањем његове отпорности на малоциклусни замор у условима контролисаних деформација дат је у табели 2.

Табела 1. Подаци о стабилованим хистерезама за епрувете за материјал S355 JR.

Епрувета	$\Delta\varepsilon/2$	$\sigma_{max}$ MPa	$\sigma_{min}$ MPa	$\Delta\varepsilon_p$	$\Delta\varepsilon_p/2$	$\Delta\varepsilon_e/2$	$\Delta\sigma/2$ MPa	$N_f$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
B2	0.005	351.8	- 354.6	0.002794	0.001397	0.003603	353.2	2970
B4	0.006	374.2	- 376.8	0.004018	0.002009	0.003991	375.5	1840
B6	0.007	401.3	- 404.9	0.005442	0.002721	0.004279	403.1	985
B8	0.008	429.1	- 432.6	0.007232	0.003616	0.004384	430.9	623
B10	0.009	457.8	- 461.3	0.009325	0.004663	0.004337	459.6	312

**Табела 2.** Цикличне карактеристике материјала за челик S355 JR.

Карактеристике	челик S355 JR
Модул еластичности, $E$ , МПа	208200
Коефицијент цикличне чврстоће, $K$	1490.1
Експонент цикличног деформационо ојачавања, $n'$	0.22043
Коефицијент заморне чврстоће, $\sigma$	1261.9
Експонент заморне чврстоће, $b$	- 0.08128
Коефицијент заморне дуктилности, $\epsilon$	0.10530
Експонент заморне дуктилност, $c$	- 0.53275

### 3. МЕТОДЕ ПРОЦЕНЕ ВЕКА ШИРЕЊА ПРСЛИНЕ ЕЛЕМЕНАТА КОНСТРУКЦИЈЕ ТОРЊА

У раду су коришћена два приступа за нумеричку симулацију ширења прслине елемената конструкција са иницијалним оштећењима:

- А) Процена века ширења прслине елемената конструкција применим конвенционалних закона ширења прслине [7-11].
- В) Процена века ширења прслине елемената конструкција користећи методу густине енергиједеформације (ГЕД) [12,13,14].

Оба приступа базирају на анализи ширења прслина под дејством цикличних оптерећења. Суштинска разлика ова два приступа је у томе што први тј. конвенционални приступ за анализу ширења прслине користи динамичке карактеристике материјала (Парисове константе итд.), док метода ГЕД користи цикличне карактеристике материјала.

Софтверски пакет „ПП\_ВЕК“ - Процена Преосталог века елемената конструкција, служи за анализу ширења прслине и процену века, за било који облик оштећења елемената конструкција у виду прслина, како за циклична оптерећења константне амплитуде тако и под дејством спектра оптерећења.

Корисник може да бира који метод за анализу ширења прслине жели да користи. Ту може да бира (1) конвенционалне законе ширења (Парис, Форман, итд.) или (2) закон ширења прслине на бази Густине Енергије Деформације (ГЕД). У зависности од изабраног закона ширења прслине, који у анализи жели да користи, појављују се и захтеване геометријске карактеристике и карактеристике

материјала, које корисник треба да унесе. На исти начин се поступа и са цикличним оптерећењима, било да се ради са константном амплитудом или спектром оптерећења.

Надаље су приказани резултати примене конвенционалних закона и метода густине енергије (ГЕД) ширења прслине, који су уграђени у овај софтверски пакет, као и поређење прорачунских процена века репрезентативних (структуралних) елемената са иницијалним оштећењима (сл.4).

#### 3.1. ПРОЦЕНА ВЕКА ШИРЕЊА ПРСЛИНЕ ЕЛЕМЕНАТА КОНСТРУКЦИЈА ПРИМЕНИМ КОНВЕНЦИОНАЛНИХ ЗАКОНА ШИРЕЊА ПРСЛИНЕ

За процену века ширења прслине елемената конструкција у присуству иницијалних оштећења у виду прслина у претходном периоду готово редовно је коришћен неки од конвенционалних закона ширења прслине попут Парисовог закона [7]:

$$\frac{da}{dN} = C(\Delta K)^m \quad (1)$$

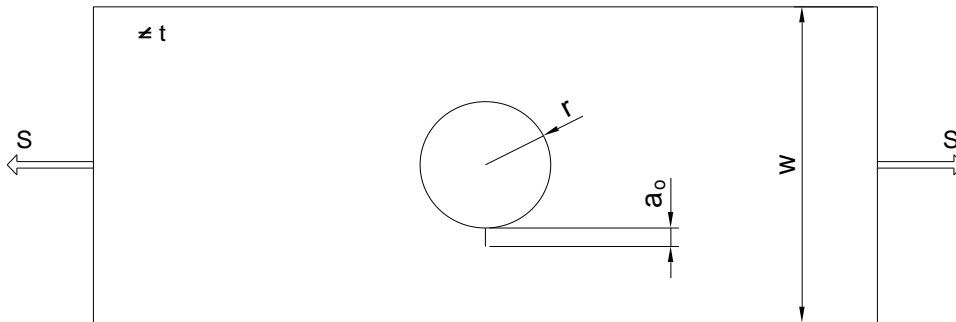
где су:  $a$  - дужина прслине,  $N$  - број циклуса, (односно еквивалент времена  $t$ ),  $K$  - фактор интензитета напона  $a$ ,  $C$  и  $m$  су динамички параметри понашања материјала - Парисове константе - карактеристике материјала.

### 3.2. НУМЕРИЧКИ ПРИМЕРИ: ПРОРАЧУНСКА АНАЛИЗА ШИРЕЊА ПРСЛИНЕ ПРИМЕНОМ КОНВЕНЦИОНАЛНИХ ЗАКОНА ШИРЕЊА

За приказ примене конвенционалних закона ширења прслине изабран је репрезентативни (структурални) елемент са отвором и иницијалном прслином у зони концентрације напона, сл. 2. Овај елемент је израђен од истог материјала као и сам торањ и оптерећен је на затезање једноосним оптерећењем тако да је он репрезент за илустрацију

и успостављање методологије за анализу ширења и процене преосталог века торња.

Овде је разматран проблем ширења прслине код репрезентативног елемента са отвором и једном прслином на отвору, сл. 2, са следећим геометријским карактеристикама:  $w=50$  mm,  $r=10$  mm,  $t=5$  mm,  $a_0=3.5$  mm.



Слика 2. Геометрија репрезентативног елемента са отвором и иницијалном прслином.

Анализа ширења прслине приказаног репрезентативног елемента приказаног на сл. 2, је вршена напред поменутиим Програмом „ПП\_ВЕК“ - Процена Преосталог века елемената конструкција. За анализу ширења прслине коришћен је Парисов закон.

Репрезентативни елемент, сл. 2, је оптерећен под дејством цикличних напона константне амплитуде, максимални напон  $S_{max} = 80$  МПа (који је узет из ранијих истраживања [1]) и минимални напон  $S_{min} = 8$  МПа (који је израчунат помоћу односа напона  $R = 0,1$ )

Као резултат прорачунске анализе ширења прслине применом софтверског пакета „ПП\_ВЕК“ су приказани сви неопходни улазни подаци који укључују: геометријске карактеристике разматраног репрезентативног елемента са иницијалном прслином, одговарајући закон ширења прслине и за њега неопходним карактеристикама материјала, као и тип променљивоог оптерећења. Програм све време даје вредности фактора интензитета напона  $K_I$  и корективне функције  $Y$  за пораст дужине прслине од 0,5 mm, до критичне дужине прслине.

За посматрани пример унети су следећи подаци: Парисове константе ( $C$ ,  $m$ ), димензије спрувете, дужина прслине (почетна 3,5 mm и критична 17 mm, која је добијена конструктивно, сл.2), прираштај прслине 0,5 mm, максимални и минимални напон (разлика напона и однос напона  $R = 0,1$ ), праг замора, жилавост лома материјала и модул еластичности.

Као примарни излазни резултат из наведених табела се добија зависност између дужине прслине у зависности од броја циклуса, односно добија се зависност  $a - N$  (сл.4).

### 3.3. ПРОЦЕНА ВЕКА ШИРЕЊА ПРСЛИНЕ ЕЛЕМЕНАТА КОНСТРУКЦИЈА, КОРИСТЕЊИ МЕТОДУ ГУСТИНЕ ЕНЕРГИЈЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ

#### 3.3.1. ФОРМУЛИСАЊЕ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ ВЕКА ШИРЕЊА ПРСЛИНЕ ЕЛЕМЕНАТА КОНСТРУКЦИЈА НА БАЗИ ГЕД

Приликом процене века елемената конструкције са иницијалним оштећењем неопходно је формулисати функционалну зависност између градијента ширења прслине  $da/dN$  и фактора интензитета напона  $K_I$ .

Највећа акумулација оштећења се јавља у процес зони [12,13,14]. Самим тим, неопходно је дефинисати а након тога и одредити енергију која проузрокује оштећење у процес зони. За зону око врха прслине односно, процес зону могуће је дефинисати енергију насталу услед пластичне деформације  $w_p$  у циклусу по јединици дужине као функције опсега фактора интензитета напона  $\Delta K_I$  и то:

$$\omega_p = \left( \frac{1 - n'}{1 + n'} \right) \frac{\Delta K_I^2}{E I_{n'}} \psi \quad (2)$$

где су:  $n'$  - експонент деформационог ојачања при цикличном оптерећењу,  $E$  - Јунг-ов моду еластичности,  $I_{n'}$ ,  $\psi$  - константе зависне од индекса ојачања  $n'$ .

Пошто је дефинисана зависност за енергију услед пластичне деформације  $\omega_p$  као функција  $\Delta K_I$ , сада је неопходно успоставити зависност између градијента ширења прслине  $da/dN$  и  $\omega_p$ . Приликом успостављања потребне зависности мора се поћи од чињенице да долази до ширења прслине уколико енергија при пластичној деформацији  $\square_p$  у циклусу, достигне апсорбовану енергију у истом циклусу  $W_c$ , односно

$$\frac{da}{dN} = \frac{\omega_p}{W_c} \quad (3)$$

У једначини (3) апсорбована енергија у циклусу  $W_c$  може бити дефинисана уколико је позната релација напон - деформација односно једначина понашања материјала. Погодна релација за понашање материјала којом се укључује и еластично и пластично понашање је Рамберг - Осгоод-ова једначина [15]:

$$e_a = \frac{S_a}{E} + \left( \frac{S_a}{k'} \right)^{1/n'} \quad (4)$$

где су:  $e_a$  - амплитуда деформације,  $S_a$  - амплитуда напона,  $k'$  - коефицијент чврстоће при цикличном оптерећењу.

Уколико је једначина понашања материјала дата једначином (4), апсорбована енергија у циклусу  $W_c$  представља површину испод те криве у координатном систему  $S - \epsilon$ , односно:

$$W_c = \frac{4}{1 + n'} \sigma_f' \epsilon_f' \quad (5)$$

где су:  $\sigma_f'$  - коефицијент чврстоће при замору,  $\epsilon_f'$  - коефицијент заморне дуктилности.

Конечно, уколико се у једначини (3) замене једначина (2) и (4), добија се функционална зависност између градијента ширења прслине и фактора интензитета напона. Након тога, добијена једначина може бити интегрална од иницијалне дужине прслине  $a_i$  до крајње дужине прслине  $a_s$ . Да би се на крају добила релација, која се може користити за процену века елемената структура, које садрже иницијално оштећење, односно:

$$N = \frac{(1 - n') \psi}{4 E I_{n'} \sigma_f' \epsilon_f'} \int_{a_i}^{a_s} (\Delta K_I - \Delta K_{th})^2 da \quad (6)$$

где је  $\Delta K_{th}$  - константа (опсег прага ФИН), која зависи од  $R = S_{min}/S_{max}$ , односно

$$\Delta K_{th} = \Delta K_{th0} (1 - R)^\gamma \quad (7)$$

Где је  $\gamma$  константа материјала, која варира од 0 до 1 [16,17]. За већину материјала узима се  $\gamma = 0.71$ . Значи једначина (6) представља закон ширења прслине на бази методе густине енергије деформације (ГЕД). Очигледно је да код ове зависности се користе цикличне карактеристике материјала из домена малоцикличног замора (МЦЗ) уместо динамичких параметара понашања материјала код конвенционалних закона ширења прслине попут Париса, Формана и других. Основна предност овог приступа је у томе да се за анализу ширења прслине користе исте цикличне карактеристике материјала које се користе и за процену века до појаве иницијалног оштећења.

#### 3.4. ФАКТОР ИНТЕНЗИТЕТА НАПОНА

У једначини (6) за анализу ширења прслине и за процену броја циклуса за време ширења прслине све до коначног лома користе се као функције фактори интензитета напона  $K_I$ . Фактор интензитета напона је величина којом се у прорачун укључује геометрија елемента структуре са иницијалном прслином као и тип спољашњег оптерећења. У аналитичкој релацији за фактор интензитета напона, облика:

$$K_I = Y S \sqrt{\pi a}, \quad (8)$$

$Y$  представља корективну функцију којом се описује геометрија елемента структуре и тип оптерећења,  $a$  - дужина прслине и  $S$  - напон.

У оквиру нумеричких примера са једноаксијалним оптерећењем изабран је репрезентативни елемент са отвором сл.3, полупречника  $r$  и иницијалном прслином дужине  $a_0$ . Корективна функција за овај пример дата је следећом формулом [9]:

$$Y = z Y_w Y_{b1} \quad (9)$$

и



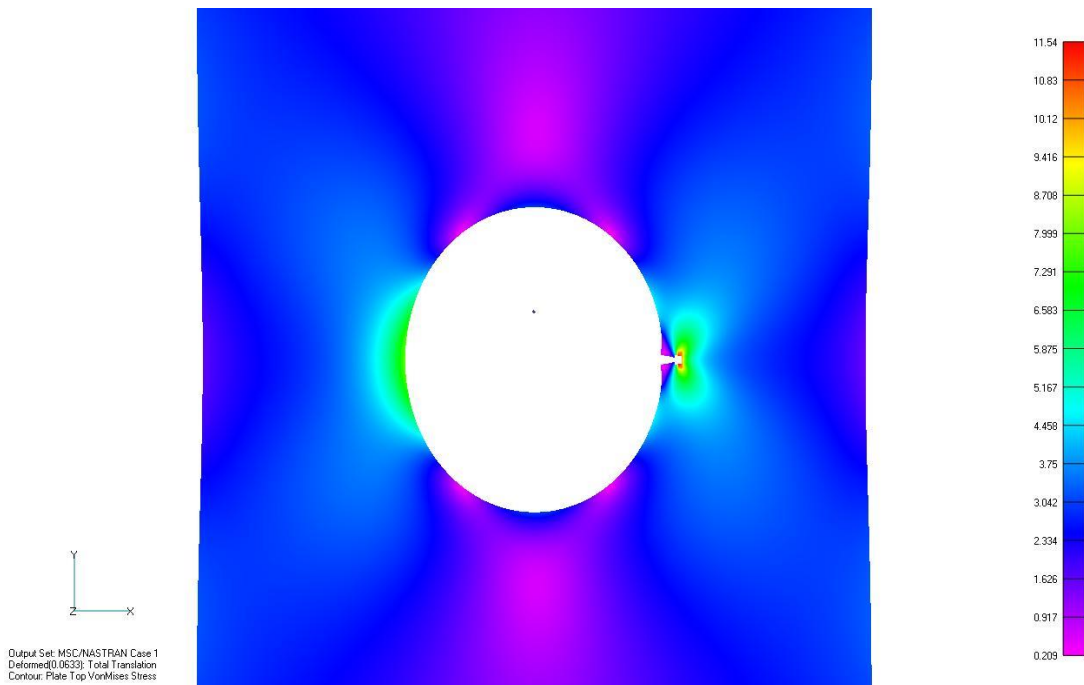
$$z = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{\cos\left(2r \frac{\pi^2 w}{180}\right)}}; \quad Y_w = \sqrt{\frac{1}{\cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{(2r+a)}{(w-a)}\right)}}; \quad (10)$$

$$Y_{b1} = 0.70833 + 1.29275 e^{-\frac{(a/w)}{0.17197}} + 0.29223 e^{-\frac{(a/w)}{4.81617}} + 1.10057 e^{-\frac{(a/w)}{1.04267}} \quad (11)$$

Где је  $r$  радијус отвора и  $a$  - дужина прслине. Аналитички израз за фактор интензитета напона (ФИН) (9), је верификован коришћењем методе коначних елемената (МКЕ).

За проверу аналитичке једначине (8), коришћена је МКЕ. ФИН (8), се израчунава користећи МКЕ. Тачније ФИН се добија прорачуном сингуларних

коначних елемената различитих дужина прслине. На основу дискретних вредности ФИН израчунатих МКЕ добија се аналитичка формула у облику полинома за ФИН потербних за ширење прслине. То потврђује једначина (8). Репрезентативни приказ структуралног елемента са отвором и једном прслином дужине  $a = 0,00127$  m, у МКЕ дат је на сл.3.



**Слика 3.** Анализа напона за репрезентативни елемент са отвором и једном прслином користећи МКЕ ( $F = 5200$  N,  $a = 0.00127$  m).

Након анализе напона, МКЕ за разне вредности дужина прслине могу се одредити ФИН. Добијене вредности дате су у табели 4.

Резултати у табели 3. показују поређења између аналитичких и нумеричких резултата ФИН за

различите дужине прслине  $a$ . Због те чињенице релације за корективну функцију (9), (10), (11), се могу користити у процесу предвиђања раста прслине репрезентативног елемента датог на сл. 3.

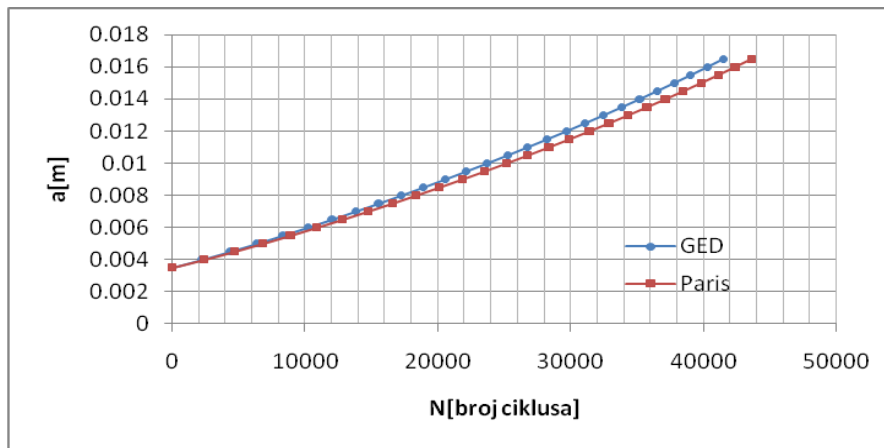
**Табела 3.** Поређење анализа ФИН.

	$a_0$ [mm]	$K_I^{FEM}$	$K_I^{Anal}$ (7.35)	$\Delta$ [%]
1	1.27	12.8	12.23	4.45
2	2.5	15.4	15.6	-1.30
3	4	17.4	18.24	-4.83
4	6	19.6	21.07	-7.50

### 3.5. НУМЕРИЧКИ РЕЗУЛТАТИ ШИРЕЊА ПРСЛИНЕ НА БАЗИ ГЕД

Као резултат прорачунске анализе ширења прслине на бази густине енергије деформације применом софтверског пакета „ПП\_ВЕК“, приказани су сви неопходни улазни подаци, који укључују: геометријске карактеристике разматраног репрезентативног елемента са иницијалном прслином, као и закон ширења прслине на бази Густине Енергије Деформације (ГЕД) и за њега неопходне цикличне карактеристике материјала, као и тип променљивоог оптерећења (било да се ради о цикличном оптерећењу са константном амплитудом или о спектру оптерећења).

Као примарни излазни резултат се добије зависност између дужине прслине у зависности од броја циклуса, односно добије се зависност  $a - N$  (сл.4).



Слика 4. Анализа ширења прслине применом конвенционалног закона ширења (Парис) са методом ГЕД за материјал торња S355 JR.

Из дијаграма, сл. 4, који илуструју ширење прслине применом конвенционалног Парисовог закона ширења прслине и методе Густине Енергије Деформације (ГЕД) је евидентна добра сагласност резултата.

### 3.7. ПРОЦЕНА ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА ТОРЊА ЗА РЕАЛНИ СПЕКТАР ОПТЕРЕЋЕЊА

На основу просека рударских операција за једну годину рада (тачка 2.4), које извршава изабрано

### 3.6. ПОРЕЂЕЊЕ (ВЕРИФИКАЦИЈА) РЕЗУЛТАТА ШИРЕЊА ПРСЛИНА ПРИМЕНОМ РАЗЛИЧИТИХ ПРИСТУПА

Предмет анализе, је пример плоче са отвором и једном иницијалном прслином. Овде су само приказани упоредни резултати ширења прслине користећи два потпуно различита приступа [2].

На сл. 4, приказани су резултати ширења прслине користећи два приступа и то:

- А) Конвенционални Парисов закон ширења прслине и
- В) Метода Густине Денергије (ГЕД) деформације.

ремонтно постројење, њихових дијаграма оптерећења, у табели 4, дат је реални спектар (блок) напона, који одговара једној години рада постројења.

У разматрање је узет основни модел торња М1 (оптерећење на куки тј. на врху торња је 1250 KN и случај оптерећења III), са максималном вредношћу напона 252,62 МПа [1].

За остале вредности оптерећења торња, вредности напона су добијене скалирањем и оне су дате у табели 4.

Табела 4. Реални спектар напона (један блок).

Нивои напона	$S_{min}$ (МПа)	$S_{max}$ (МПа)	Број циклуса
Ниво 1	0	42,84	40515
Ниво 2	0	42,84	40515
Ниво 3	44,87	46,89	40
Ниво 4	48,5	80,8	5
Ниво 5	80,8	121,3	25

Са наведним спектром напона (блоком), табела 4, улазимо у програм за преостали век (ГЕД) и добијамо преостали век конструкције торња, који је дат у табели 5.

Као што се види, као коначан резултат добија се, број блокова = 7, односно 7 година за материјал S355 JR, јер сваки блок садржи усвојени број операција које се јављају у експлоатацији током једне године.

**Табела бр: 5.** Резултати анализе ширења прслине за реални спектар оптерећења материјал S355 JR, по методи ГЕД.

NUkupno	a	da/dN	KI	BrojacBlokova
0	0,0035	0	7,74140823237	0
25000	0,003531779	0,000000001	7,7252784408	0
50000	0,003566253	0,000000001	7,80612550114	0
75000	0,003603761	0,000000001	7,84249341021	0
100000	0,003645605	0,000000001	7,88284478813	1
125000	0,003690520	0,000000001	7,92590319917	1
150000	0,003739886	0,000000002	7,97293620320	1
175000	0,003795276	0,000000002	8,02535579255	2
200000	0,003855735	0,000000002	8,08216386522	2
225000	0,003923041	0,000000002	8,14492452428	2
250000	0,003999268	0,000000003	8,21542301665	3
275000	0,004084096	0,000000003	8,29319133551	3
300000	0,004180103	0,000000004	8,38039359025	3
325000	0,004290405	0,000000004	8,47959381135	4
350000	0,004416088	0,000000005	8,59145543283	4
375000	0,004561553	0,000000006	8,71953305956	4
400000	0,004731505	0,000000007	8,86753448848	4
425000	0,004933288	0,000000008	9,04135937192	5
450000	0,005173606	0,000000010	9,24632473889	5
475000	0,005465515	0,000000012	9,49333804702	5
500000	0,005827870	0,000000016	9,79886003758	6
525000	0,006286809	0,000000020	10,1876744517	6
550000	0,006890081	0,000000027	10,7097690737	6
575000	0,007728524	0,000000040	11,4770782129	7
600000	0,009023644	0,000000067	12,8413361524	7
625000	0,011882966	0,000000230	17,9588072597	7

#### 4. ПРОЦЕДУРА

Кроз спроведена експериментална истраживања малоцикличних заморних карактеристика материјала с једне, и коришћења прорачунске процедуре за анализу ширења прслине на бази МЦЗ материјала (метод ГЕД) са друге стране, у оквиру овог рада, успостављена је комплетна општа процедура за процену века ширења прслина елемената сложених конструкција попут типа торња постројења за истраживање нафте и гаса [2].

Она се састоји из следећих фаза:

- Испитивања механичких особина материјала торња.
- Одређивање критичних места у експлоатацији применом методе коначних елемената (МКЕ), односно прорачун статичког и динамичког понашања торња.

- Одређивање напонско деформацијског стања торња (спектар напона) у току експлоатације.
- Одређивање цикличних карактеристика малоцикличног замора материјала.
- Одређивање Парисових константи и жилавости лома материјала.
- Одређивање параметара раста прслине.
- Поређење (верификација) примењених метода (Парис, ГЕД) за одређивање века ширења прслине елемената торња (слагање дијаграма а - N за наведене методе).
- Одређивање века ширења прслине елемената торња за реални спектар оптерећења (примена методе густине енергије деформације ГЕД, уграђене у софтвер „ПП\_ВЕК“).
- Анализа резултата века ширења прслине елемената конструкције торња.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Из добијених резултата истраживања, датих у овом раду проилазе следећи закључци:

А) Основни циљ истраживања у оквиру овог рада, је да се успостави целовита процедура, за процену века ширења прслине елемената конструкције торња постројења за истраживање нафте и гаса. За ту сврху су коришћене експерименталне методе за утврђивање неопходних механичких карактеристика материјала, с једне и прорачунске процедуре за процену преосталог века с друге стране.

Када се ради о експерименталним истраживањима, примарна пажња била је усмерена на одређивање малоцикличних заморних карактеристика понашања материјала, које су неопходне за процену века торња. Комплетне малоцикличне заморне карактеристике (МЦЗ) су експериментално одређене за материјал торња, конструкциони челик S355 JR.

Поред МЦЗ за овај два материјала, које су неопходне за прорачунску процену преосталог века елемената конструкција на бази методе Густине Енергије Деформације (ГЕД) експериментално су одређене и динамичке карактеристике понашања (С, m), које се користе код конвенционалних закона ширења прслине попут Париса, Формана и других. Експериментално су одређене динамичке карактеристике овог материјала, као и жилавост лома материјала.

За прорачунске процене века ширења прслине елемената конструкције торња, у раду су коришћена два приступа:

- Применом конвенционалних закона ширења прслине (Парис) и
- На бази густине енергије деформације (ГЕД).

Оба горе наведена приступа прорачунске процене преосталог века су међусобно поређена на проблему репрезентативног елемента конструкције, типа плоче са отвором и једном прслином у зони концентрације напона оптерећене цикличним оптерећењима константне амплитуде.

В) Предложене методе за процену преосталог века конструкције торња су реалне и доприносе рационализацији примене процедуре у праћењу стања и одржавања, како са аспекта техничких перформанси, тако и на плану оптимизације, превентивног одржавања и редукције трошкова уопште. Универзална процедура за процену века ширења прслине елемената конструкције торња постројења за истраживање нафте и гаса се може применити и за друге конструкције.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

[1] М. Сташевић, Анализа напонско деформацијског стања торња ремонтног

постројења Cardwell II, магистарски рад, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2002.

- [2] М. Сташевић, Прилог процене века конструкције торња постројења за истраживање нафте и гаса, докторски рад, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2014.
- [3] Техничко упутство и документација, Ремонтно постројење Cardwell II, АД НИС Нафтагас, погон Специјални радови, 1978.
- [4] Каталог резервних делова Ремонтно постројење Cardwell II, АД НИС Нафтагас, погон Специјални радови, 1978.
- [5] С. Малогајски, Оптимизација радова у нафтним и гасним бушотинама, магистарски рад, Рударско геолошки факултет, Београд, 1996.
- [6] Р. Бизјак, Технологија бушења са пројектовањем, Друштво инжењера и техничара НИС Нафтагас, Нови Сад, 2004.
- [7] Paris, P. and Erdogan, F., A critical of crack propagation laws, J. of Basic Engineering, ASME, 1963.
- [8] Walker, The effect of stress ratio during crack propagation and fatigue for 2024-T3 and 7075-T6 Aluminum, in Effects of Environment and Complex Load History on Fatigue Life, ASTM STP 462, ASTM Philadelphia, 1970, p.1.
- [9] Forman, R.G., V.E. Kearney and R. M. Engle, Numerical analysis of crack propagation in cyclic loaded structures. J. Bas. Engng. Trans. ASME 89, 459 (1967.).
- [10] Wheeler, O.C, Spectrum loading and crack growth, Trans. ASME, J. Basic Eng., Vol. 94, 1972, p. 181.
- [11] Willenborg, J., Engle, R.M and Wood, H. A., A Crack Growth Retardation Model Using Effective Stress Concept, AFDL-TR-71-1, Air Force Flight Laboratory, Wright-Paterson AFB, Ohio, 1971.
- [12] Liu, Y.Y., Lin, F.S., A mathematical equation relating low cycle fatigue data to fatigue crack propagation rates. Int. J. Fatigue, Vol. 6, pp.31-36, 1984.
- [13] Chand, S., Gaarg, S.B.L., Crack propagation under constant amplitude loading, Eng. Fract. Mech., Vol.21(1), pp. 1-30, 1985.
- [14] Boljanović, S., Maksimović, S., Djurić, M., Analysis of crack propagation using Local Strain Density Method, Scientific Technical Review, Volume LVIX, No. 2, 2009, pp. 12-17.
- [15] Glinka, G., A notch stress-strain analysis approach to fatigue crack propagation, Eng Fract. Mech, 21 (2); pp. 245-261, 1985.
- [16] Beevers C.J, Fatigue crack propagation characteristics at low stress intensities of metals and alloys, Metal Sci., 1977 August/September, 362-367.
- [17] Ritchie R.O., Near threshold fatigue in ultra-high strength steel, Trans ASME , J Eng Mater Tech, 1977, 99; 195-204.

# MOGUĆNOSTI PRIMENE PLC-A

## POSSIBILITIES OF APPLICATION PLC-A

Мр ИЖ ЖЕЛЈКО СТОЈАНОВИЋ  
A.D. Sever, Subotica

Мр СПАСОЈЕ ЕРИЋ, дипл инж.  
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

Мр АЛЕКСАНДАР РАЈИЋ, дипл инж.  
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

### REZIME

Rad predstavlja upoznavanje sa osnovama programabilnog logičkog kontrolera (Programmable logic controllers - PLC), njegovom strukturom, definicijom i elementima sa kojima je povezan. Takođe su prikazani i načini upravljanja i povezivanja u sistemu sa računarom, načinima vizuelnog praćenja toka procesa kao i primeri primene PLC-a.

**Ključne reči:** programabilni logički kontroler, PLC, scada.

### ABSTRACT

This paper presents an introduction to the basics of programmable logic controller (PLC), its structure, definition and elements with which it is associated. We present ways of managing and connecting the system to the computer, the ways visual monitoring of the process flow as well as application examples PLC.

**Keywords:** programmable logic controller, PLC, scada.

### 1. UVOD

Rad mašina i uređaja, kao i rad sistema u početku se obavljao ručno, vizuelnim praćenjem i regulisanjem. Ljudi su obavljali upravljačke zadatke i bilo je potrebno obezbediti veliki broj ljudskih resursa. Da bi se dobila ušteda u potrebnom angažovanju radne snage radilo se na automatizovanju proizvodnje i njenom usavršavanju.

Početak potrebe za automatizacijom proizvodnje javlja se u drugoj polovini dvadesetog veka, čime se želi povećati obim proizvodnje kao i kvalitet proizvoda. U ovom periodu radi se na razvoju elektronskih komponenti koje bi zamenile čoveka i odigrale vodeću ulogu u procesu proizvodnje. Ove komponente su zasnovane na primeni relejne logike sa primenom relativno jednostavnih logičkih algoritama.

Pneumatika i hidraulika su kao oblasti u kojima se automatizovanje proizvodnje već obavljalo, pomoću logičkih elemenata, polako povlačene zbog svojih mana u vidu glomaznosti delova i nefleksibilnosti sistema. Zamena za ove delove javlja se u vidu elektronskih komponenta koji predstavljaju klasične logičke

elemente. Logički elementi korišteni u hidraulici i pneumatici I, ILI i NE sada dobijaju zamenu u vidu elektronskih komponenta.

Mana ovih elektronskih komponenta korištenih u sklopu nekog sistema je što se pri bilo kakvim izmenama u procesu mora menjati i relejna logika zajedno sa ožičenjem. Da bi se izbegli troškovi zamene i zastoja koji se javljaju pri montaži, testiranju i eksploataciji sistema radilo se na usavršavanju i traganju za pouzdanijim i jednostavnijim rešenjima.

Rad na razvoju programabilnog logičkog kontrolera (*Programmable logic controllers - PLC*) kreće krajem šezdesetih godina, tačnije 1968. godine konstruisanjem prvog ovakvog uređaja u SAD-u. Prva firma koja uvodi ovakve uređaje je *General motors* koja zamenom klasičnih uređaja sa mikroracunarima usavršava svoj proces proizvodnje.

PLC uređaji su prvobitno imali naziv programabilni kontroleri (*Programmable Controllers - PC*) ali su preimenovani da bi se izbegla zabuna koja bi nastala sa poređenjem sa računarima koji su takođe označavani sa PC (*Personal Computers*).

Od svog nastanka PLC uređaji su neprekidno usavršavani u vidu povećanja kapaciteta, brzine, pouzdanosti i širine primene. Neprekidno se radi na povećanju priključnih mesta tj. ulaza i izlaza, kao i na pojednostavljenju pisanja programa namenjenih projektovanju i vizuelnom prikazu rada uređaja upravljanih PLC-om. Ovi uređaji izdvojili su se i svojim malim gabaritima kao i prednošću jer nemaju mehanički pokretne delove, fleksibilniji su jer je potrebno samo programiranje za promenu procesa, a greške oko ožičavanja svedene su na minimum.

Kontroleri su uz svoju višestruku primenu pogodni i za rad u otežanim uslovima kako vremenskim tako i uslovima okoline. Pogodnost im je i to što se mogu povezivati u grupe sa centralnim računarom i tako kordinisati njihov rad. Takođe se i proces programiranja PLC-a može izvesti na računaru, proveriti ispravnost programa simuliranjem rada, a zatim se prebacuje program u procesorsku jedinicu uređaja povezivanjem kablom. Praćenje rada ovih uređaja može se odvijati i takozvanim upravljanjem sa daljine, mrežnim ili bežičnim putem.

## 2. DEFINICIJA I ZADATAK PLC-A

Programabilni logički kontroler je „*Digitalni elektronski uređaj koji koristi programabilnu memoriju za pamćenje naredbi kojima se zahteva izvođenje specifičnih funkcija, kao što su logičke funkcije, sekvenciranje, prebrojavanje, merenje vremena, izračunavanje, u cilju upravljanja različitim mašinama i procesima*“.<sup>1</sup>

Zadatak programabilnog logičkog kontrolera je da reaguje na promene ulaznih signala i deluje na proces podešavanjem izlaznog stanja u skladu sa funkcijom upravljanja.

## 3. STRUKTURA PLC-A SA STRUKTUROM RADA

PLC kontroleri predstavljaju industrijske računare, tako su dizajnirani i prilagođeni za primenu u okruženju procesa sa kojim se upravlja. Predstavljaju elemente automatizovanog sistema koji prihvataju ulazne signale, obrađuju ih prema unapred zadanom programu, a zatim procesu šalju izlazne signale kojima se upravlja dalji tok procesa.

Osnovni princip rada ovih kontrolera mogao bi se prikazati u vidu Konačnog automata, sa  $n$  ulaznih kanala i  $m$  izlaznih kanala. Prikaz ovog principa rada dat je na slici 1.



Slika 1. Osnovni prikaz rada

<sup>1</sup> The National Electrical Assotiation – NEMA – Udruženje proizvođača električne opreme

Signali kojima raspolažemo u zavisnosti od modela PLC uređaja mogu biti digitalni ili analogni. Digitalni signali imaju tačno određenu jačinu signala, koja u granicama dozvoljene tolerancije, koji uređaju javljaju u vidu vrednosti koje mogu simbolički da se označe kao 0 i 1. Analogni signali predstavljaju promenljivu vrednost signala koja se kao takva prihvata i obrađuje. Kao prelaz između analognih i digitalnih signala koriste se takozvane analogno-digitalne A/D ili digitalno-analogne D/A kartice, koje služe za pretvaranje signala iz jednog oblika u drugi, pomoću binarnih kodova.

Oblik i izgled PLC-a različit je i zavisi od proizvođača i njegovog idejnog rešenja. Programabilni logički kontroler sastavljen je od nekoliko osnovnih delova.

Osnovni delovi PLC-a su:

- ulazna jedinica,
- napajanje,
- procesorska jedinica i
- izlazna jedinica.

Na slici 2 prikazani su navedeni delovi postavljeni na šini. Proizvođač ovog PLC uređaja je Informatika Beograd. Na šini se vidi redom: deo za brzo spajanje, trafo 220V/24V, a zatim četiri elementa PLC uređaja i to: napajanje, procesorska jedinica, ulazna jedinica i izlazna jedinica. Uređaj ovog proizvođača prilagođen je proširenjima ulaznih i izlaznih jedinica koje se dodaju nizanem na šinu, a prenos signala ostvaruje se kontaktima postavljenim na bokovima ovih jedinica.



Slika 2. PLC - Informatika

Redosled povezivanja ulaznih i izlaznih elemenata na jedinice nije bitan jer se ovaj redosled reguliše programom koji korisnik sam zadaje i unosi u procesorsku jedinicu. Program se piše takozvanim lestvičastim dijagramom na računaru, gde se može izvršiti i simulacija rada, a zatim se povezivanjem sa PLC-om prenosi u procesorsku jedinicu.

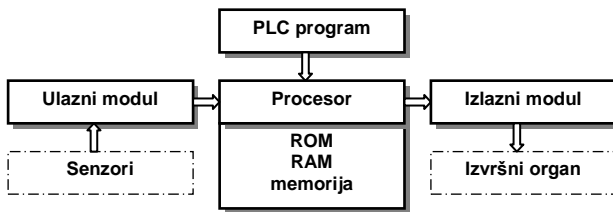
Procesorsku jedinicu čine procesor, RAM i ROM memorija i program pisan za rad PLC-a. Centralna procesorska jedinica (*Central Processing Unit – CPU*) kao najvažniji deo PLC uređaja obavlja funkciju komunikacija i veze delova kontrolera, prima i nadgleda stanje ulaza, obrađuje podatke po programskim naredbama, generiše izlaze i proverava i utvrđuje eventualne greške.

Korisničkim programom zadaju se komande procesoru po kom algoritmu da vrši obradu podataka, kao i po kom algoritmu da se ponaša u slučaju nastalih odstupanja u procesu.



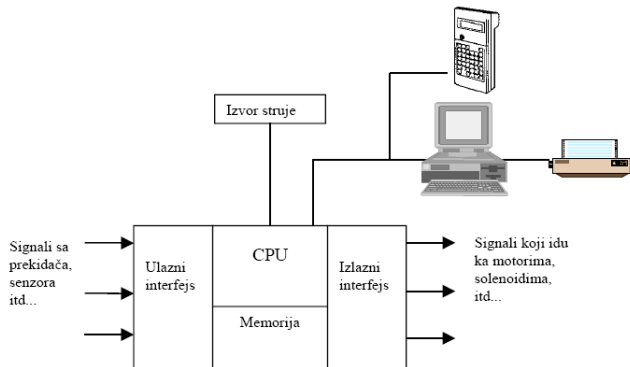
RAM (*random-access memory*) predstavlja radnu memoriju u kojoj se obrađuju podaci prema pisanom programu. ROM (*read-only memory*) je memorija u koju se upisuje program u izvornom obliku, parametri procesa i konstante. U toku procesa iz ove memorije vrši se samo iščitavanje podataka. Podaci uneti u ROM memoriju ostaju zapisani i posle gašenja ili resetovanja sistema, dok se podaci upisani u RAM memoriju automatski brišu i učitavaju se novi prema procesu rada.

Na slici 3 prikazan je blok dijagram PLC uređaja na kom se vide navedeni delovi sistema. Ovde se uz navedene delove sistema vidi i sam tok odvijanja procesa gde se sa jedne strane vidi unos programa u PLC i prikupljanje ulaznih podataka preko senzora, kao i izlaz naredbi prema izvršnim organima.



Slika 3. Blok dijagram PLC uređaja

U ovom sklopu takođe može da se nađe i PC računar preko koga može da se prati odvijanje procesa uz pomoć programskih paketa za ove namene kao što je npr. program SCADA. Ovde se takođe mogu naći i paneli za programiranje PLC uređaja, kao i izlazni organi za praćenje toka procesa i njegovo ispisivanje kao što je štampač. Navedeni uređaji i delovi prikazani su na slici 4.



Slika 4. PLC uređaj povezan sa panelom, računarom i štampačem

Da bi imali uspostavljen rad PLC uređaja on mora imati neke informacije o toku procesa kao što su početno stanje, stanje u toku i stanje po obavljenom procesu. Ova praćenja stanja odvijaju se pomoću ulaznih uređaja. Elementi ulaza ili ulazni uređaji predstavljaju grupu elemenata sačinjenu od raznih vrsta prekidača, tajmera, senzora i rotacionih enkodera.

Ulazni uređaji se mogu podeliti prema tipu signala koji daju na svom izlazu i mogu biti digitalni i analogni. Digitalni signali predstavljaju signale kontaktne prirode (tipa ON/OFF ili 1/0). Digitalni ulazni uređaji su tasteri,

prekidači, fotočelije, presostati, termostati i drugi. Analogni signali predstavljaju promenljive vrednosti signala i dobijaju se elementima kao što su termoelementi, otpornički termometri i sl.

Svi navedeni signali prilagođavaju se ulaznim modulima tj. vrši se njihovo pretvaranje u električne vrednosti signala koje ulazni moduli prihvataju i mogu proslediti PLC uređaju.

Najčešća vrednost napona prilagođena ulaznim modulima i PLC uređaju je 12 ili 24V, ali se opseg ovih vrednosti može kretati u granicama od 5 do 250V i strujnog nivoa do 20mA.

Na slici 5 prikazani su neki ulazni uređaji koji se mogu koristiti u sistemu. Oblik i vrste ovih uređaja u zavisnosti su od namene kao i od tipa i principa rada uređaja prema proizvođaču ovih delova.



prekidači



tajmeri



senzori



enkoderi

Slika 5. Ulazni elementi



Izlazni uređaji predstavljaju elemente sistema kojima se vrši upravljanje procesa. PLC uređaj preko izlaznog modula daje komande za pokretanje i zaustavljanje ovih uređaja kao izvršnih organa. U ovu grupu uređaja spadaju elektromotori, step motori, elektromagnetni ventili, hidraulički i pneumatski cilindri i motori, grejači, lampe – svetla, displej i sl.

Na slici 6 prikazani su neki oblici i vrste izlaznih uređaja. Ovi uređaji takođe se mogu razlikovati prema vrsti namene i obliku i principu rada koje proizvođač prilagodi svom proizvodnom programu.



clindri

**Slika 6.** Izlazni elementi – izvršni organi

Povezivanjem svih elemenata preko ulaznih i izlaznih modula i unošenjem programa u PLC uređaj može se pristupiti puštanju u rad. Startovanjem programa PLC očitava ulazne signale preko ulaznog modula i beleži položaje elemenata kao i parametara procesa, a zatim po potrebi izvrši korekciju i postavi elemente u početni položaj ili nastavi sa procesom prema unetom programu.

Proces očitavanja ulaza, izvršavanja programa i ažuriranja izlaza neprekidno se ponavlja i ciklus se vrti u krug. PLC uređajem imamo mogućnost i da celokupni ciklus, koji se prati i kojim se upravlja, ponavljamo određeni broj puta, a zatim ga zaustavimo ili po potrebi promenimo.

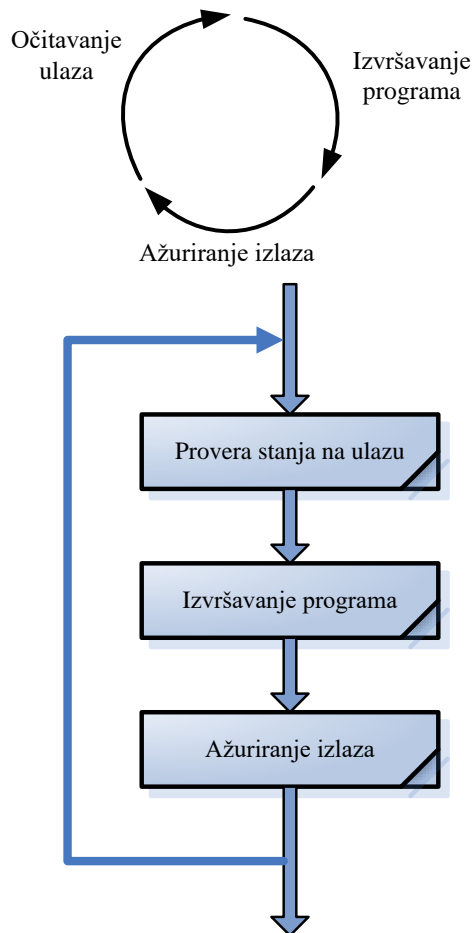
Na slici 7 prikazan je tok odvijanja procesa u PLC uređaju kojim se prikazuje neprekidnost procesa.



motori

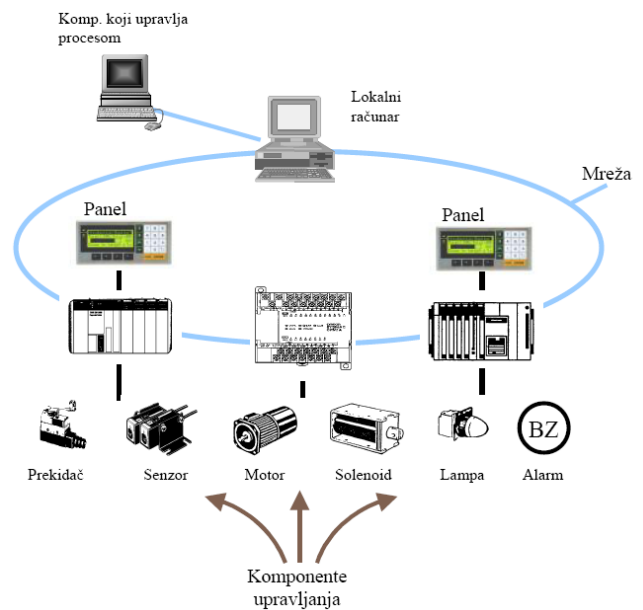


grejači



**Slika 7.** Tok odvijanja procesa u PLC uređaju

Složeniji procesi koji se odvijaju u procesu proizvodnje prate se sa više PLC uređaja koji se međusobno povezuju mrežom, a njihovim radom može se upravljati pomoću računara. PLC uređaji imaju mogućnost proširivanja ulaza i izlaza ali su ograničeni kapacitetom memorije u koju se unosi programski kod. Programski kod se lakše piše i ima sigurniji rad ako se deli na više PLC uređaja tako da svaki uređaj upravlja jednim procesom, dok se celokupan rad prati vizuelnim programima na računarima koji im ujedno upravljaju, povezuju i usklađuju rad. Jedan primer ovakvog povezivanja dat je na slici 8.



**Slika 8.** Prikaz više PLC uređaja umreženih sa računarima

Najčešći program za programiranje PLC-a je grafički program *Ladder Diagram* – lestvičasti dijagram. Pored ovog imamo funkcionalne blok dijagrame i kao i tekstualne programske jezike.

#### 4. MOGUĆNOST PRIMENE PLC-A SA PRIMERIMA

##### 4.1. OBLAST PRIMENE

Oblast primene PLC kontrolera je sve šira i kontroleri kao delovi upravljanja zauzimaju sve veće učešće u upravljanju u skoro svim oblastima. Jedan od glavnih razloga za ovo je sve veći broj proizvođača kako PLC kontrolera tako i proratne opreme (ulazni i izlazni elementi) kao i sve niža cena ovih elemenata.

Kontroleri sve više zauzimaju sve veće učešće i primenu u upravljanju i nadzoru kod skoro svih proizvodnih procesa i linija.

Kao karakteristične oblasti primene možemo navesti:

1. upravljanje specijalnim mašinama i linijama za obradu metala, drveta, plastike i sl.
2. upravljanje pogonima sa promenljivim brzinama i ubrzanjima
3. upravljanje robotima i manipulatorima
4. upravljanje objektima za klimatizaciju
  - grejanje,
  - hlađenje,
  - solarno grejanje,
  - hladnjače i sl.
5. upravljanje procesima u prehrambenoj industriji
  - konzerviranje povrća,
  - proizvodnja sokova,

- proizvodnja sladoleda,
  - recepture peciva,
  - pekare,
  - fermentacija i pečenje,
  - pivarstvo,
  - proizvodnja šećera,
  - spravljanje stočne hrane,
  - proizvodnja ostalih prehrambenih proizvoda
6. upravljanje procesima u gumarskoj industriji (profiliranje i konfekcioniranje guma)
  7. metalurgija, upravljanje i nadzor
    - izvlačenja žice,
    - isecanje kontinualnog liva na meru,
    - isecanje, sortiranje i pakovanje limova,
    - toplo/hladno valjanje limova,
    - termička obrada metala.
  8. skladišta, upravljanje i nadzor
    - silosi za žitarice,
    - magacini proizvoda i poluproizvoda,
    - bunari i fabrike vode.
  9. petrohemija, upravljanje i nadzor
    - skladištenje, prijem i izdavanje tečnih goriva,
    - destilacije.
  10. cevovodi, upravljanje i nadzor
    - naftovodne instalacije,
    - gasne instalacije,
    - vodovodne instalacije,
    - toplovodne instalacije.
  11. upravljanje i nadzor u proizvodnji energije
    - toplane,
    - manje hidroelektrane,
    - pojedini objekti na termoelektranama (hemijska priprema vode, tehnička voda ...),
    - fluidno sagorevanje otpadaka,
    - energija iz biomasa.
  12. upravljanje i nadzor u neproizvodnim oblastima
    - liftovi,
    - staklenici,
    - automobili (potrošnja goriva, kontrola kočenja i sl.)
    - parking sistemi
    - pametne kuće i sl.

#### 4.2. PRIMERI PRIMENE

Primeri primene PLC kontrolera prikazani su FESTO-ovim programom *EasyVeep* gde se može najlakše videti primer korišćenja ulaznih i izlaznih elemenata.

Ovim programom pomoću animacija prikazan je princip rada senzora i izvršnih elemenata za 28 primera. Među ovim primerima nalaze se: rezervoar za zagrevanje tečnosti, hidraulički i pneumatski cilindri, lift, veš mašina, punjenje boca vina, sortiranje optica prema boji, vetro-generator, staklena bašta, parking

rampa, alarmni sistem kod kola, brojači komada sa razmerom za pakovanje, senzori pokreta i upravljanje garažnim vratima, platforma za podizanje tereta i sl.

#### Rezervoar za zagrevanje tečnosti

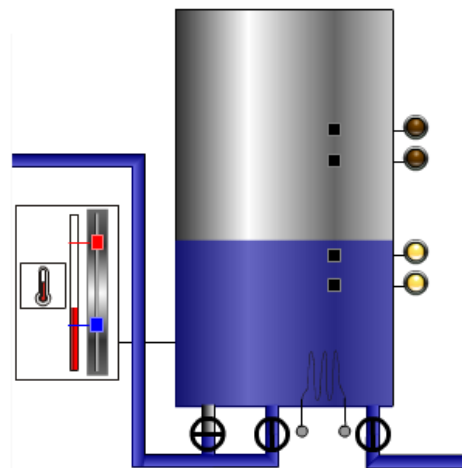
Prvi primer prikazan programom *EasyVeep* je rezervoar za zagrevanje tečnosti. U ovom primeru dat je jedan procesni uređaj – rezervoar koji ima namenu da priprema tečnost za dalji proces rada ili obrade čiji se princip rada može podeliti u dve faze i to zagrevanje tečnosti i punjenje i pražnjenje rezervoara.

Prvi proces rada ovog rezervoara je priprema tečnosti tj. zagrevanje na zadati opseg temperature između minimalne i maksimalne vrednosti. Padom temperature ispod minimalne vrednosti uključuje se grejač i zagreva vodu do maksimalne vrednosti kada se isključuje.

Drugi proces koji se odvija u rezervoaru je punjenje i pražnjenje. Ovo se izvodi tako što se u rezervoaru tečnost kreće između četiri senzora nivoa tečnosti. Rezervoar se na početku puni i nivo se podiže sve do senzora postavljenog na maksimalnu vrednost. Punjenjem rezervoara nakon uključivanja prvog senzora nivoa uključuju se i grejači i tečnost se uporedo zagreva sa podizanjem nivoa.

Nivo tečnosti reguliše se ventilima koji vrše punjenje i pražnjenje. Za punjenje se koriste dva ventila, dok se za pražnjenje koristi jedan ventil. Ovaj odnos ventila dat je da bi se prikazao princip bržeg i sporijeg punjenja i pražnjenja. Na početku punjenja otvorena su oba ventila za punjenje čime tečnost ulazi u rezervoar većom brzinom, a aktiviranjem trećeg senzora nivoa zatvara se jedan od ventila i vrši se sporije punjenje. Kada tečnost dostigne maksimalni nivo zatvaraju se ventili punjenja, a otvara se ventil za pražnjenje. Isključivanjem trećeg senzora nivoa, otvara se jedan od ventila punjenja čime se smanjuje brzina isticanja tečnosti i ovaj proces se odvija sve do isključivanja drugog senzora nivoa koji zatvara pražnjenje rezervoara i ponavlja proces punjenja.

Na slici 9. dat je primer bojlera koji se uz pomoć ventila periodično puni i prazni uz održavanje temperature između dve granične vrednosti



Slika 9. Simulacija rada rezervoara (bojlera)

Prema datom primeru vidimo da je ovaj sistem sastavljen od:

- četiri senzora nivoa (minimalni nivo, donji nivo, gornji nivo i maksimalni nivo)
- dva senzora temperature (minimalna i maksimalna temperatura)
- četiri izvršna organa za kontrolu količine vode i njenu temperaturu (brzi ulazni ventil, spori ulazni ventil, izlazni ventil i grejač)

### Programiranje CNC mašina

Proces izrade delova na CNC mašinama sastoji se od sledećih aktivnosti:

1. Razrada tehnologije i utvrđivanje zahvata, alata i rešima rada
2. Priprema alata
3. Programiranje
4. Priprema mašine
5. Izrada prvog komada u seriji
6. Serijska proizvodnja

Programiranje je postupak pisanja programa prema unapred definisanoj tehnologiji, a može se obaviti ručno ili automatski. Ručno programiranje je ispisivanje programa od strane tehnologa unošenjem programa po sistemu red po red. Automatsko programiranje predstavlja programiranje pomoću softverskih alata tipa CATIA, MASTERCAM, SOLIDCAM i dr. Ovde programer unosi parametre: dimenzije pripremkama, izbor alata, put alata, režime rada itd.

Ručno programiranje CNC mašine izvodi se primenom softvera (npr. Sinumerik 840D), pomoću tastature računara ili upravljačke tastature.



Slika 10. CNC glodalica

Nakon ispisivanja programa računar prenosi programski list u PLC mašine koji dalje vrši obradu podataka prikupljenih programom i podataka dobijenih od senzora mašine. Početkom rada PLC nastavlja sa prikupljanjem podataka i praćenjem procesa obrade kao i upravljanjem izvršnim organima mašine.

### 5. ZAKLJUČAK

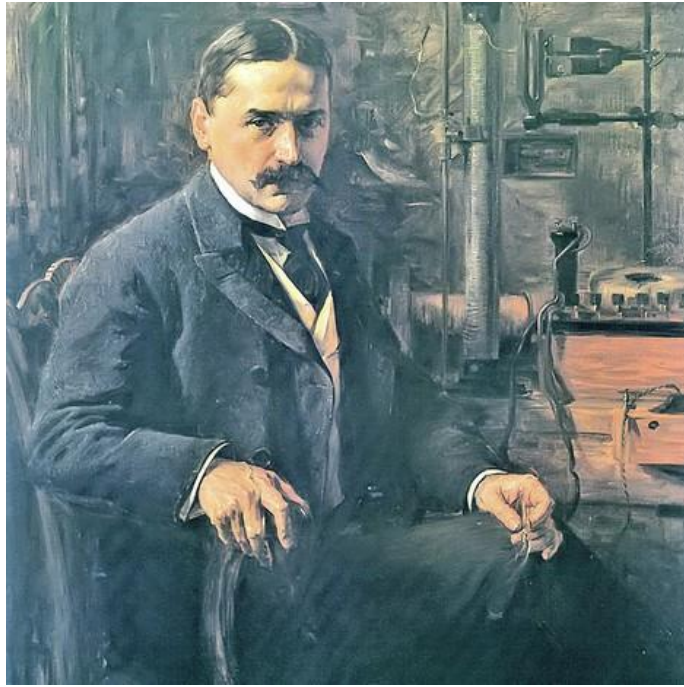
U radu je prikazan PLC kao jedinica u sistemu koja predstavlja važan deo u automatizovanju procesa. Dat je opis strukture PLC-a kao i delovi koji su u uskoj povezanosti sa njim tj. ulazni i izlazni elementi.

Radom se prikazuje i pojednostavljuje PLC-a sa navedenim mogućnostima primene, dok se i radi lakšeg razumevanja praćenja procesa daje i primer primene rezervoara za zagrevanje tečnosti kao jednog u nizu ponuđenih primera.

Takođe je prikazana i primena ovog uređaja u sve rasprostranjenijim mašinama alatkama kao što su CNC mašine, obradni sistemi, manipulatori, roboti i dr.

### 6. LITERATURA

- [1.] Zoltan Jegeš, Upravljanje primenom PLC uređaja, Viša tehnička škola, Subotica, 2005.
- [2.] Milorad Rančić, Osnove digitalnih sistema automatskog upravljanja, Viša tehnička škola, Zrenjanin, 1985.
- [3.] Spasoje Erić, Aleksandar Rajić, Praktikum iz obradnih sistema, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin, 2014.
- [4.] Programabilni kontroleri serije INFO 73 – Uputstvo za primenu INFO 73-10, Informatika, Beograd.
- [5.] [www.easyweep.com](http://www.easyweep.com)



**МИХАЈЛО И ПУПИН**  
**( 1854 – 1935 )**

**Михајло Пупин, велики научник,  
проналазач, родољуб и хуманиста.  
Рођен у Банатском селу Идвору.  
Школовао се у Прагу, Њујорку,  
Кембриџу, Берлину. На Колумбија  
Универзитету у Америци провео  
професорску и истраживачку  
каријеру. Као научник и проналазач  
остварио значајна достигнућа области  
физике, електротехнике и  
телекомуникација. Заштитио велики  
број проналазака и патената. Свој  
народ и домовину никада није  
заборавио. Био је искрени родољуб и  
хуманиста.**



# SALAŠARSKA VETRENJAČA I ZAŠTITA PTICA

## ROOSTER WINDMILLS AND PROTECTION OF BIRDS

Sp MULIĆ VESELIN, predavač  
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

KURUČKI RADIVOJ, inž. maš.  
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

Dr JANJIĆ GORAN dipl.biol.  
Osnovna škola "Jovan Dučić" Klek

### РЕЗИМЕ

U radu su saopšteni rezultati istraživanja primene vetrenjače na banatskom salašu i zaštita ptičije faune.

### ABSTRACT

The paper presents the research results of the application of the windmill farm in the Banat and protection of bird fauna.

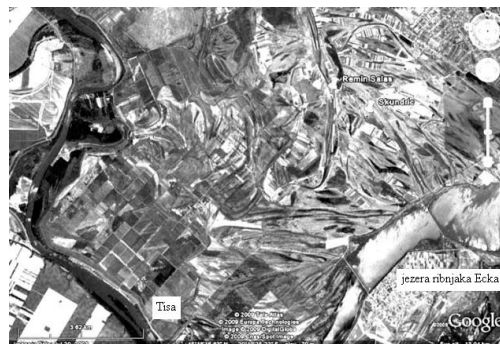
### PROJEKTNI ZADATAK

Na slici 1 nalazi se fotografija stogodišnjeg salaša porodice Boškov koji nikada nije imao električnu struju. Priključak na elektro mrežu sada košta oko 7000 evra pa se vlasnik odlučio za vetrenjaču.



**Slika 1.** Usamljeni salaš u Mužlji kraj Zrenjanina

Na slici 2 data je fotografija satelitskog snimka salaša. U blizini salaša je reka Tisa i jezera ribnjaka Ečka.



**Slika 2.** Satelitska fotografija salaša

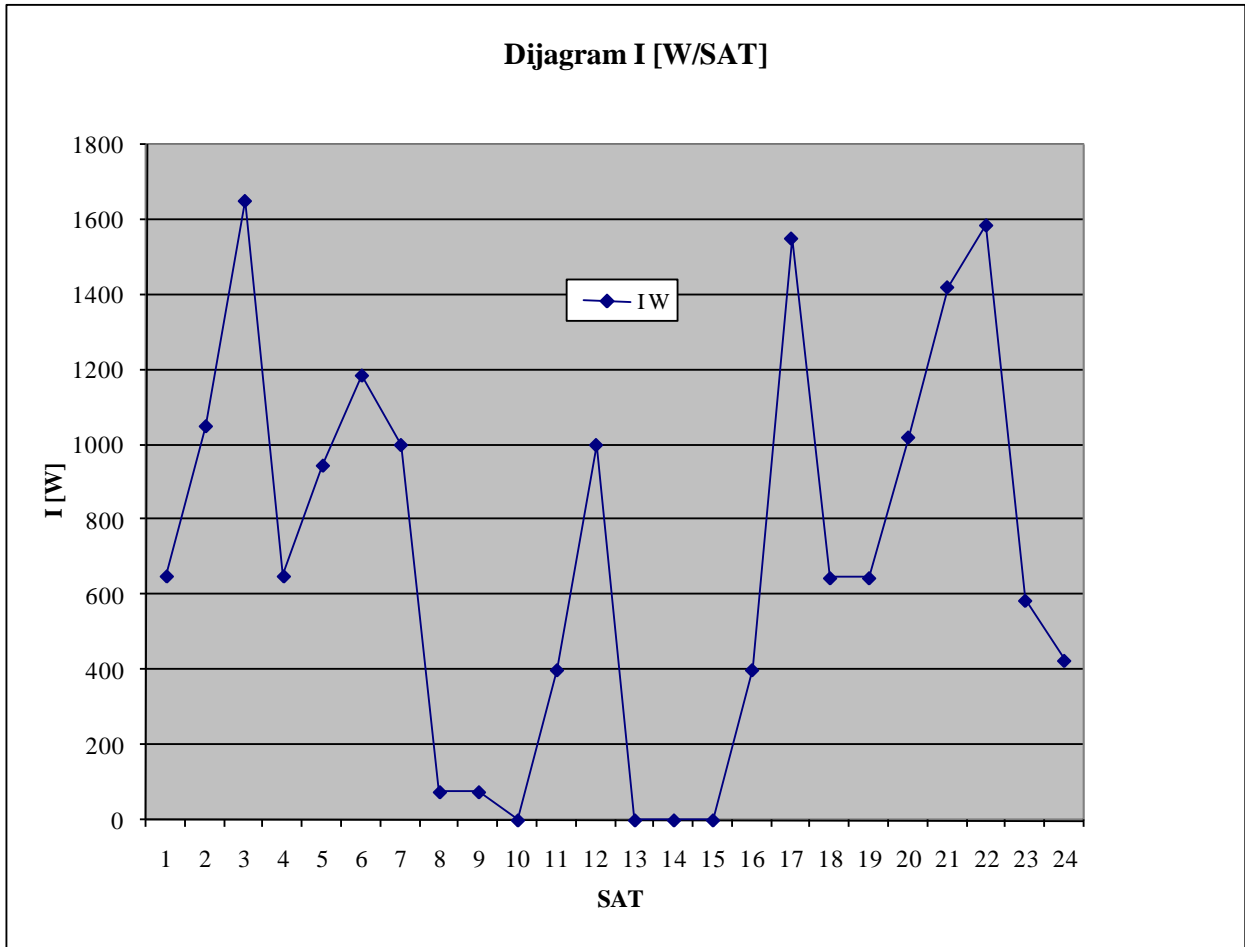
Raspored građevinskih objekata za tov: 200 ovaca, 20 goveda i 50 svinja ilustrovan je situacionim planom na slici 3. Na prikazanom planu nalazi se kuća vlasnika i čobanska kućica kao i orijentir severa N.

### PRORAČUN

Na osnovu Atlasa vetrova Vojvodine očigledno je da postoji vetro potencijal za proizvodnju električne energije salašarskom vetrenjačom. Na slici 4 prikazan je dijagram srednje godišnje brzine vetrova Vojvodine u rasponu od 3.5 do 6m/s na 10 metara visine.







**Slika 5.** Vremenski dijagram električne potrošnje

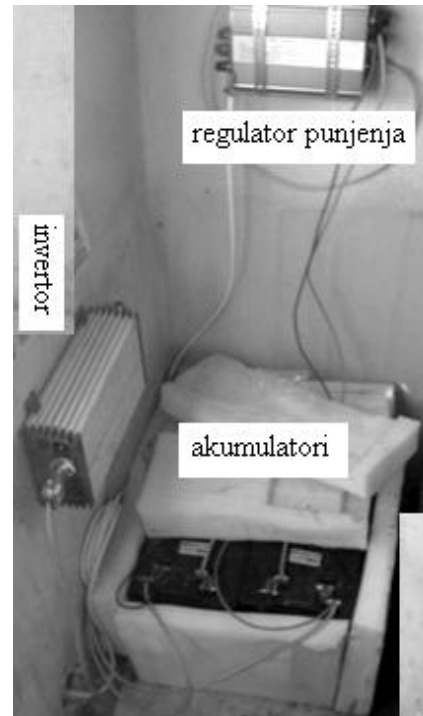
Redni broj	Naziv potrošača	Kol. kom.	Snaga [W]	Svega [W]	STEPEN VAŽNOSTI		
					I	II	III
<b>1. KUĆA</b>							
<b>1.1. Soba</b>							
1.1.1.	štedna sijalica	1	24	24	24		
1.1.2.	TV	1	200	200			200
<b>1.2. Kuhinja</b>							
1.2.1.	štedna sijalica	1	24	24	24		
1.2.2.	frižider	1	400	400			400
1.2.3.	veš mašina Indensit WITL 85	1	1850	1850		1850	
<b>1.3. Širište</b>							
1.3.1.	štedna sijalica	1	24	24	24		
1.3.2.	klima uređaj (do 25 m <sup>2</sup> )	1	0	0	0		
<b>1.4. Hodnik</b>							
1.4.1.	štedna sijalica	1	24	24	24		
1.4.2.	zamrzivač	1	400	400	400		
<b>1.5. Soba</b>							
1.5.1.	štedna sijalica	1	24	24	24		
1.5.2.	TV	1	200	200			200
1.5.3.	radio prijemnik	1	100	100		100	
<b>1.6. Soba - Trpezarija - Kuhinja</b>							
1.6.1.	štedna sijalica	1	24	24	24		
<b>1.7. Predsoblje</b>							
1.7.1.	štedna sijalica	1	24	24	24		
<b>2. STARA ŠTALA</b>							
<b>2.1. Magacin stočne hrane</b>							
2.1.1.	štedna sijalica	2	24	48	48		
<b>2.2. Štala podmladka</b>							
2.2.1.	štedna sijalica	2	24	48	48		
<b>3. ŠTALA</b>							
3.1.	štedna sijalica spoljna	1	24	24	24		
3.2.	štedna sijalica	3	24	72	72		
<b>4. SVINJAC - OVČARNIK - LETNJI OVČARNIK</b>							
4.1.	štedna sijalica spoljna	1	24	24	24		
4.2.	štedna sijalica	2	24	48	48		
<b>5 OSTALI POTROŠAČI</b>							
5.1.	mužni aparat	1	0	0	0		
5.2.	krunjač	1	0	0			0
5.3.	krupač	1	0	0			0
5.4.	hidrofor	1	1000	1000	1000		
<b>UKUPNO [W]:</b>				<b>4582</b>	<b>1832</b>	<b>1950</b>	<b>800</b>



**Slika 6.** Vetrenjača Black600  
(Boškov, Kos, Mulić)

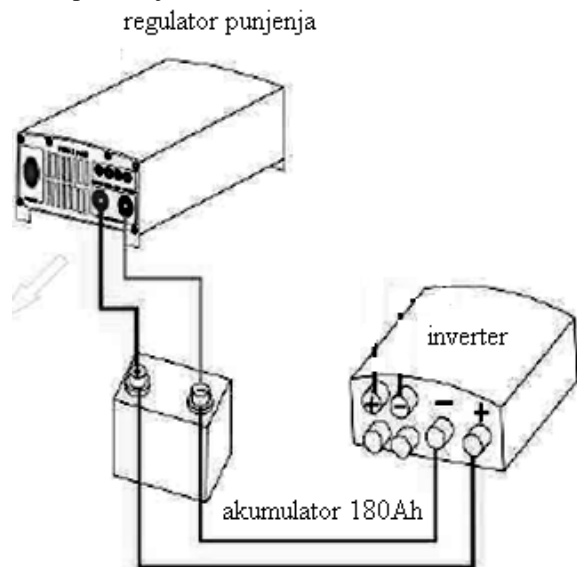
Na slici 6 nalazi se fotografija montirane mikro vetrenjače nemačke proizvodnje Black600 iz Ulma, 2012 godine. Nalazi se na utemeljenom stubu visine 10m sa tri sajle i ima vetroturbinu sa tri elise prečnika 2m. Posедуje generator trofazne naizmenične struje koja nije modulirana po: amplitudi, frekvenciji i sinusnoj promeni. Transformacija energije vetra počinje pri njegovoj brzini od 0.2m/s uz minimalni napon od 20V. Stator generatora rotira dok rotor miruje, što je presedan. Vetrenjača je udaljena 70 metara od salaša i povezana je sa elektro ormanom (akumulatorskom stanicom) energetskim kablom koji prolazi kroz stub i temelj. Za uraganske vetrove vetrenjača ima elektromagnetnu kočnicu.

Realizovana akumulatorska stanica vetrenjače sadrži 2 kiselinska akumulatora od 180Ah, regulator punjenja i inverter kako se vidi sa slike 7.



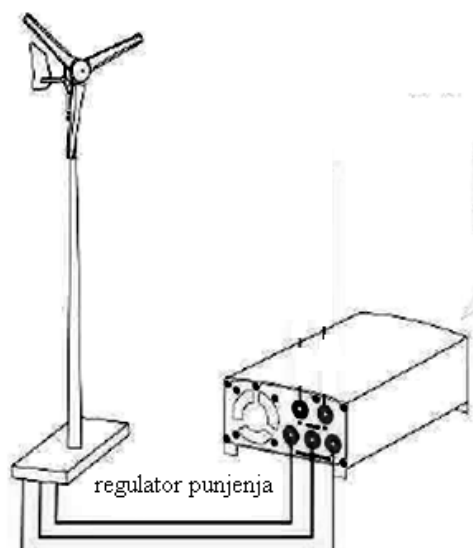
**Slika 7.** Električna instalacija akumulatora

Električna šema akumulatora na slici 8 pokazuje povezanost regulatora punjenja i invertora. Struja punjenja i pražnjenja akumulatora su pod kontrolom regulatora kako ne bi izgubili radni napon 24V ili kiselinu isparavanjem.



**Slika 8.** Električna šema akumulatora

Zadatak invertora je da oblikuje monofaznu struju amplitudom napona od 220V, frekvencijom od 50Hz i sinusnim oblikom promene. Električni potrošači na salašu su standardni za naizmeničnu struju.



Slika 9. Električna šema vetroturbine

Vetrenjača je povezana sa regulatorom punjenja prema šemi na slici 9. Energetski provodnik je trofazni i to podzemni.

### ŽIVOTNI PROSTOR PTICA U ODNOSU NA VETRENJAČU

Istočno od Tise i severno od Dunava, do Mađarske granice se na lesnom zemljištu i aluvijalnim dolinama prostire administrativna jedinica Banat. Na ovim prostorima su rasprostranjeni: gradski, ruralni, šumski, livadski, stepski, slatinski i močvarni ekosistemi. Na poljoprivrednim površinama se proizvode: žitarice (pšenica, ovas, ječam, tritikale), kukuruz, industrijske biljke (suncokret, šećerna repa, uljana repica), začinske i lekovite biljke, detelina, lucerka, sirak.... Na preostalom zemljištu se nalaze: voćnjaci, vinogradi, povrtnjaci, pašnjaci, neobrađena zemljišta, šume, kanali, reke i jezera.



Slika 10. Čvorak

Na teritoriji Banata se nalaze: močvare, nacionalni parkovi i razno drugo nepoljoprivredno zemljište. Lokacija vetroturbine se nalazi na ritskom zemljištu u blizini jezera i močvara Belog Blata, okruženog šumarcima i šikarama.



Slika 11. Čaplja

### UTICAJ VETRENJAČA NA POPULACIJE PTICA

Problemi koji se javljaju u vezi sa radom vetroturbina jesu: buka pri prolasku krila kroz zavetrinu stuba, buka koju prave elise pri kretanju kroz vazduh, ometanje elektromagnetnih talasa, mehaničke vibracije, zauzimanja površine zemljišta, ugrožavanje populacija ptica. Ponašanje ptica i let u vazduhu u kritičnim trenucima suštinski može zavisiti od turbulencija i naleta vazdušnog kretanja koji izaziva rad vetrogeneratora.

### PTICE BANATA

Ukupno se u Srbiji pojavljuje 382, a redovne su 333 vrste ptica. Od toga je: 260 gnezdarica, 220 zimovalica, 48 selica u prolazu, a 33 vrste su retki posetioči. U Banatu neznatno manje, tu na poljoprivrednim površinama i u naseljima žive sledeće najvažnije ptice: familija COLUMBIDAE-golubovi, familija MEROPIDAE (red CORACIIFORMES)– pčelarice, red PASSERIFORMES-ptice pevačice:gavran,kraljić; familija LANIIDAE –svračci, familija TURDIDAE– drozdovi, najpoznatija je ptica crni kos pomenute familije, familija PASSERIDAE–vrapci, HIRUNDINIDAE-laste, familija STURNIDAE–čvorci, familija FRINGILLIDAE–zebe, familija EMBERIZIDAE– strnadice. Malo vrsta ptica živi u šumskim staništima familija CORVIDAE– vrane,čavka,gačac, crna vrana, siva vrana, gavran, svraka, kreja; familija ARDEIDAE- crvena, crna žuta i belobrada čaplja,čapljica,bukavac, gak. Pomenute ptice su zaštićene močvarne ptice i veoma ugrožene usled rada vetrogeneratora, kao i sve velike ptice. Familija ANSERIFORMES: patke, guske, labudovi i njorke ptice koje ne žive samo na vodi, familija CICONIIDEA: velika bela, crna i bela roda, familija PICIDAE-detlići i žune, familija ACCIPITRIDAE-kobac, stepski soko, orao ribar, lunja i ostale grabljivice, familija STRIGIDAE-sove, familija LARIDAE- rečni galeb.



Slika 12. gačac

## TRAJEKTORIJE I SEOBA PTICA

Neke ptice su gregarne, i formiraju velika jata. Druge su same ili jedino u društvu svog para ili porodice. Kod mnogih vrsta postoji socijalni obrazac sistem kasta u jatu.

Ponašanje životinja nije životinjsko ponašanje. Uloga ponašanja je u preživljavanju. Fiziološki mehanizmi ponašanja su raznovrsni, razvijaju se sa postepenim razvojem ponašanja sa odrastanjem. Postoje i nepromenljivi mehanizmi ponašanja, urođeni refleksi. Životinje žive u jatima iz dva osnovna razloga 1. izbjegavanje predatora, 2. lakše dolaženje do hrane

Glavne trajektorije ptica su: put od gnezdišta do hranilišta i nazad koji je u bitnoj meri određen preprekama na putu, put do mesta okupljanja za seobu i put same seobe. Ponašanje ptica briga za mlade, građenje gnezda ili selidba samo su neki od oblika ponašanja ptica. U proleće možemo videti razne načine šepurenja kao dela ljubavne igre, a posebno će biti naglašen pevanje mužjaka kojim nastoji pridobiti naklonost ženke. Gnežđenje počinje pojavom obilnije hrane i povoljne temperature. Jednostavna ili složena gnezda ptice grade na tlu, u grmlju, na drveću, u šupljinama na obalama reka, ljudskim nastambama... Velika jata ptica mogu hrane, noćenja, skupljanja u jata neposredno pred selidbu... Selidba ptica s obzirom na kretanje ptica dijelimo na 3 osnovne grupe: stancarice, skitalice i selice. Selidba ptica ponajprije zavisi od ponude hrane na području gniježđenja. Selidbu ptica je promena mesta boravka čitavih ptičjih populacija, što se ponavlja u pravilnim vremenskim razmacima. **Jato ptica može odjednom da promeni pravac dok svaka jedinka u tom skupu sinhronizovano prilagodi svoje kretanje i to u isto vrijeme. Ptice instinktivno imaju potrebu da održe optimalnu zbijenost jata** i to da bi mogle da vide između redova i budu na oprezu, dok održavaju konstrukciju jata. **Svaka ptica u jatu ima iste informacije.** Upadljiva karakteristika zimskih zajednica ptica u poljoprivrednim regionima je okupljanje individualnih vrsta u zimska jata. To je pre svega adaptacija na traženje retkih izvora hrane u tom periodu. Veća jata lakše pronalaze hranu od individualnih tragača, a ona je obično dovoljna za veći broj ptica. Praćenje ptica je od suštinskog značaja u zaštiti prirode i u procenjivanju efekata eksploatacije vetrogeneratora. Njihovim praćenjem je moguće dobiti podatke o broju i polu jedinki, broju mladunaca, načinu ishrane, lokaciju staništa, ponašanju, letu, trajektorijumima i druge podatke pomoću kojih biolozi saznaju neophodne osobine, ponašanja i karakteristike posmatranih životinja. Od posebnog je značaja praćenje ugroženih vrste ptica kao i ptica selica.



Slika 13. Labud

## ČULA PTICA

Većina ptica ima bočni položaj očiju i široko vidno polje, koje se deli na četiri zone : dve široke bočne zone dvodimenzionalnog vida, kao i prednju i zadnju usku zonu trodimenzionalnog vida. Tako neke ptice vide svud oko sebe istovremeno, prizor najbliže pticama izgleda zamućeno, dok prizor na horizontu deluje skoro nepokretan i jasan. Ovo ne važi kod grabljivica koje pretežno love okretne sisare, ptice i ribe. Ptice vide ultraljubičastu svetlost (300-400nm), tokom brzog letenja nemogu dobro uočavati detalje i raspoznavati fine kontraste.

Ptice mogu da primete brze pokrete mnogo bolje nego ljudi takođe mogu detektovati i objekte koji se kreću sporo, ptice drže glavu što stabilnije moguće zahvaljujući refleksima. Razmak između elisa ne bi smeo biti veći od 5 centimetara vodoravno i 10 centimetara okomito da bi ga ptice uočile. Poznato je da ptice mogu primetiti magnetno polje Zemlje, što im pomaže u navigaciji tokom dugih letova tokom migracije. Čulo „kompasa“ mora biti unutar oka, jer ptice nisu u stanju da primete magnetno polje tokom noći. Ono što je dosad bilo nepoznato je da ptice magnetska polja vide samo sa svoje desne strane jer im je samo desno oko opremljeno molekulama koje se aktiviraju kad ih udari visokoenergetsko svetlo. Prisutnost magnetskih polja onemogućava ptičjem oku povratak u normalno stanje. Ptice vide magnetsko polje kao lagano zatamnjenje preko oštrog normalnog vida koje postupno prelazi iz nijanse u nijansu tamnog i svijetlog, ovisno o jačini i kretanju polja u kojem se nalaze.

Zbog uloge zvuka u komunikaciji ptica, čulo sluha je takođe dobro razvijeno. Ptice mogu da raspoznaju note koje za ljudsko uvo prebrzo slede u nizu. Takođe mogu da čuju zvuke slabog intenziteta ili sa velikog rastojanja. Životinje se oslanjaju na akustiku i vibracije pomoću kojih svojim čulima utvrđuju prisustvo predatora i plena, i komuniciraju sa članovima iste vrste. Ptice se pod uticajem buke drugačije ponašaju, dolazi do određenih fizioloških promena, problema u komunikacij i narušavanja auditornih obeležavanja njihove teritorije, što ih na kraju primorava da napuste svoje stanište. Sve ovo dovodi do smanjenja biološke raznosvrsnosti i brojnosti ptica u urbanim sredinama i oko vetrogeneratora. Reagovanje ptica na buku ima tendenciju fokusiranja na fizički nastalu štetu na receptorima zvuka, na stvaranje stresa, promene u letenju i u potrazi za izvorima hrane, kao i druge bihevioralne promene. Spajanjem neuobičajenog zvuka (npr. buka vetro turbine) sa prirodnim zvukovima habitata ptica, antropogena buka ima uticaja pored stresa koji utiče na ponašanje ptica, naleću na vetrogeneratora, i na reproduktivnost ptica, odnosno da neprirodni zvukovi utiču na samo vokalno oglašavanje ptica.

## LETENJE I UTICAJI NA LETENJE

Letenje može biti: aktivno, zasniva se na kontrakciji grudnih mišića i pokretanju krila koja u vazdušnoj sredini proizvode aerodinamičke sile neophodne za letenje i pasivno, predstavlja kretanje jedrenjem kroz vazduh (planerni let) kada se krila ne pokreću već se za let samo koriste vazdušne struje.

Princip letenja ptica se potpuno razlikuje od insekata, pošto njihova krila ne deluju kao propeler već kao vesla. Kod vodenih ptica su čak prilagođena za veslanje prilikom ronjenja kroz vodu ili plivanja. Kod vodenih insekata krila nekada ne preuzimaju ulogu kretanja u vodi već to čine neki od ekstremiteta. Na zadnjem obodu krila nalaze se konturna pera, dugačka i kruta, koja povećavaju površinu za otpor prema potisku vazduha prilikom mahanja krila: kada se krila pokreću na gore konturna pera se razdvajaju i vazduh nesmetano prolazi kroz pukotine između njih pri kretanju krila na dole pera se pomeraju tako da naležu jedna na druga čime se obrazuje široka površina koja stvara vazdušni potisak i snažno pomera telo napred. Zamahivanjem krilima ptice troše oko 15 puta veću količinu energije nego kada miruju. Zbog toga su ptice razvile posebne oblike letenja kojima je potrošnja energije mnogo manja. Pored aktivnog kretanja, mahanjem krila, ptice koriste i planerni ili klizeći let (jedrenje) kao i lebdenje lepršanjem. Mnoge selice, kao što su rode takođe koriste vazdušne struje za prelaženje velikih razdaljina prilikom seobe koja traje 23 dana. Lebdenje lepršanjem price ostvaruju tako što ubrzano zamahuju krilima, pri čemu im je rep raširen čime se postiže uzgon pomoću vetra koji olakšava lebdenje (kod vetruške). Galeb kombinuje aktivno letenje i klizeći let kao i nepokretno lebdenje za šta koristi jake uzlazne struje vazduha koje se dižu uz padine brda. Na način letenja kao i na njegovu brzinu utiču osobine krila kao što su: veličina površine, mala krila su podesnija za brže letenje, a velika za planerni let odnos dužine i širine, brzi letači imaju duga, uzana i zašiljena krila, dok su kod sporijih letača krila kraća i šira sa dugačkim perima zakrivljenost zadnjeg dela krila oblik, kod većine su lučno savijena (konveksna) prisustvo pukotina i otvora na krilima, kojima se može smanjiti turbulencija pošto otvori propuštaju vazduh čime vazdušne struje klize; karakteristični su posebno kod ptica koje sporo lete ili planiraju. Vrlo često životinje, koje su aktivni letači, koriste kombinaciju oba ova načina koji se tokom letenja smenjuju tako što pasivan let sledi posle aktivnog koji je obezbedio energiju. Istovremeno u toku pasivnog leta se energija čuva i obezbeđuje za eventualni nastavak aktivnog letenja. Udari vetra i razne vazdušne turbulencije mogu remetiti let ptica i čitavih jata i dovesti ih u opasnost od naletanja na prepreke pa i vetroturbine.



Slika 14. Golub

## PROBLEMI PTICA I VETRENJAČA

Dosadašnja istraživanja (od 1990.) do danas u SAD-u pokazala da na turbinama vjetroelektrana stradava u prosjeku 1-2 ptice godišnje, ili 15.000-30.000 godišnje ukupno. Istraživanja u Europi oprečna, od pojedinih koja pokazuju nisku smrtnost, do veće smrtnosti u obalnim područjima gdje je učestalija selidba i prelet ptica. Noćni preleti dovode ređe do direktnih sudara i unesrećenja, povećan je rizik stradavanja ptica grabljivica u odnosu na ostale.

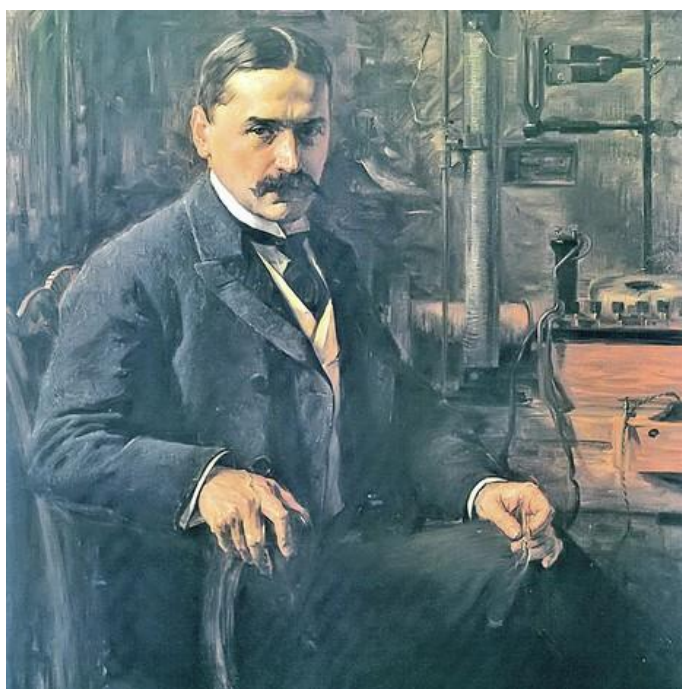
Način odbijanja ptica od vetrogeneratora koje se primenjuju u svetu: **Vatreni Gel** ne ubija, ne hvata i ne povređuje ptice. Ne škodi i zdravstveno je bezbedan, jer sadrži aktivne sastojke koji se koriste u ljudskoj ishrani. Vatreni Gel je napravljen tako da mu ptice neće prilaziti blizu, jer se od njega odbijaju ultraljubičasti zraci, tako da pticama izgleda kao vatra. Vizuelnim efektima rasterivanja dodati su sastojci koji se koriste u ishrani, tako da pticama daje neprijatan miris. **aparatus koji kombinuje zvučne i ultrazvučne talase** za rasterivanje ptica. Zvučni i ultrazvučni talasi zbuduju, dezorijentišu i zastrašuju ptice držeći ih dalje od prostora na kom deluje. Namenjen je za spoljnu i unutrašnju upotrebu tj. za zatvorene, poluzatvorene objekte i otvorene površine. Zvučni rasterivač ptica koji emituje snimljene zvuke povređenih ptica i ptica grabljivica koje plaše, zbuduju i dezorijentišu ptice štetočine na površini do 2.5 hektara. **Zvučni rasterivač ptica** je bezbedan, humani i ekološki način zaštite od ptica. TERAČ PTICA emituje zvukove grabljivica i to orlova, sokolova, jastrebova i familije sova i na taj način plaši ptice kao što su vrapci, svrake i vrane, golubovi, čvorci i ostale. Ovaj humani i ekološki čist metod rešice probleme koje imate sa pticama bez povređivanja životinja i bilo koje prirodne vrste. **Ultrason X** je kvalitetan ultrazvučni rasterivač ptica. To je prvi ultrazvučni rasterivač specijalno dizajniran za zatvorene, polu-zatvorene i otvorene prostore. Ultrazvuk je gotovo nečujan za ljude, tako da može efikasno da otera ptice pritom ne smetajući ljudima u njegovoj blizini Automatski plinski top je uređaj koji uz pomoć TNG-a proizvodi eksploziju jačine 119 db. Ima mogućnost podešavanja vremenskog intervala pucnja. Rasteruje ptice i divlje životinje sa prostora koji želite da zaštitite. Baloni strašila će uplašiti jata ptica, kojima smeta svetlucavost i neobičan dizajn. Strašila imaju upadljive oči i velika usta koja podsećaju na grabljivice. Klačenje i okretanje strašila prilikom najblažeg vetra simulira pticu predatora koja plaši ptice. Mogu se potencijalno upotrebiti bojenje vetrenjača, elisa, generatora i ostalih delova jarkim bojama da budu

uočljive za ptice ili ispred i iza vetrenjača postaviti mreže sa sitnim okcima. Magnetni rasterivači jer ptice mogu videti magnetno polje. Zvučni izolatori, ublaživači zvuka, amortizeri zvuka jer ptice dobro čuju a buka remeti njihovo ponašanje, dovodi ih do stresa...

## LITERATURA

- [1] European Wind Energy Association, [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
- [2] R. Putnik i sarad., „Mogućnost korištenja energije vetra za proizvodnju električne energije“, Studija, Elektroprivreda Srbije, Beograd, 2002.
- [3] P.Gburčik i sarad., „Gustina aero energetske potencijala u Srbiji“, Studija, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd, 1984.
- [4] P.Gburčik i sarad., „Studija energetske potencijala Srbije za korištenje sunčevog zračenja i energije vetra“, Studija, Centar za multidisciplinarnu studiju, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 2004.
- [5] T.Popović i sarad., „Ocena mogućnosti korištenja energije vetra na teritoriji Republike Srbije“, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 1997.
- [6] Liber Perpetum, „Energija, životna sredina, ekonomski razvoj - Modul energija vetra“, Studija, OSCE, [www.skgo.org](http://www.skgo.org)
- [7] B.Rajković, Z.Popov, «Procena brzine vetra na izabranim lokacijama», Studija za Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine, 2005, 14. Ministarstva energije SAD-a, Ured za analizu i predviđanje, "Izveštaj broj DE-97005344", Vašington, April 1997.
- [8]
- [9] T.Papić, "Obnovljivi izvori energije - vetar", Uvodno izlaganje, Tribina: „Obnovljivi izvori energije - biomasa i vetar“, Novi Sad, 5.11.2008.,
- [10] Ž.Đurišić, M.Bubnjević, D.Mikičić, N.Rajaković, „Wind Atlas of Vojvodina, Serbia“, European Wind Energy Conference - EWEC 2007, Milano,
- [11] A.Zervos, C.Kjaer, „Pure Power - Wind Energy Scenario up to 2030“, European Wind Energy Association, March 2008, [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
- [12] EU Directive 5421/08, „Climate-energy legislative package“, Dec.2008, [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
- [13] Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine APV, „Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Republike Srbije u AP Vojvodini (od 2007 do 2012. godine)“, April 2007, [www.psemr.voivodina.sr.gov.vu](http://www.psemr.voivodina.sr.gov.vu)
- [14] P.Gburčik i dr., „Potencijali solarne i vetro energije u Srbiji“, Nacionalni program energetske efikasnosti, Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije - Studija EE704-1052A,2005.
- [15] Praljačić,B., Saveljić,D.,Vujović,A., Jovićević,M. (2011): Vjetrenjače i ptice - preporuke za izradu procjene uticaja na životnu sredinu. Monografija CZIP br.3. Centar za zaštitu i proučavanje ptica Crne 16.<http://wol.jw.org/hr/wol/d/r19/lp-c/102009047>
- [16] <http://nauka.rs/ptice-su-u-stanju-da-vidite-magnetne-sile>
- [17] <http://www.tportal.hr/funbox/funtime/77310/Ptice-vidite-magnetska-polja-samo-desnim-okom.html>
- [18] [http://www.b92.net/ljubimac/ostale-zivotinje.php?yyyy=2014&mm=09&nav\\_id=895559](http://www.b92.net/ljubimac/ostale-zivotinje.php?yyyy=2014&mm=09&nav_id=895559)
- [19] <http://www.slideshare.net/biljanapopovic/ptice-naeg-kraja>





**МИХАЈЛО И ПУПИН**  
**( 1854 – 1935 )**

**Михајло Пупин, велики научник, проналазач, родољуб и хуманиста. Рођен у Банатском селу Идвору. Школовао се у Прагу, Њујорку, Кембриџу, Берлину. На Колумбија Универзитету у Америци провео професорску и истраживачку каријеру. Као научник и проналазач остварио значајна достигнућа области физике, електротехнике и телекомуникација. Заштитио велики број проналазака и патената. Свој народ и домовину никада није заборавио. Био је искрени родољуб и хуманиста.**

# АКВАФОТОМИКС ВОДА НА МОЛЕКУЛАРНОМ НИВОУ КАО ОГЛЕДАЛО

## AQUAFOTOMIKS WATER AT THE MOLECULAR LEVEL AS MIRROR

Др ГОРАН ЈАЊИЋ  
ОШ Јован Дучић, Клек

Проф. др БУРО КОРУГА,  
Машински факултет, Београд

Др ЈЕЛЕНА ДР МУЊАН,  
Машински факултет, Београд

Сп ВЕСЕЛИН МУЛИЋ, предавач  
Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину

### РЕЗИМЕ

У овом раду, коришћена је блиска инфрацрвена спектроскопија (НИР) и примењена су сазнања нове научне дисциплине Аквафотомике, за анализу различитих вода у циљу њихове карактеризације. Аквафотомика је научни метод који пружа увид у организацију воде преко специјалног “вода-огледало” приступа, а коришћењем блиске инфрацрвене спектроскопије. Применом блиске инфрацрвене спектроскопије и аквафотомике могуће је посматрати и анализирати молекуларне вибрације воде у релацији са вибрацијама других молекула, као и анализирати функционалност целог посматраног система под утицајем различитих пертурбација. Будући да је Аквафотомика показала да се на основу спектра воде у блиској инфрацрвеној области може много сазнати о организацији водених молекула, од велике је важности интензивирати и проширити истраживања воде коришћењем НИР спектроскопије. Као један од најбитнијих аспеката приликом приступања овом проблему, битно је истаћи питање поновљивости експерименталних резултата јер је познато да се вода као веома динамичан систем врло лако мења под спољашњим утицајима, нарочито утицајем притиска температуре и влажности. Примена НИР спектроскопије и мултиваријационе анализе, као и примена сазнања аквафотомике, може се показати као вредан алат у карактеризацији воде са аспекта њене структуралне

организације. Међутим, да би се то постигло, најпре је неопходно уклонити нежељене утицаје на водени спектар, што се може постићи на два начина: контролисањем експерименталних услова - температуре воде, влажности ваздуха амбијента, обезбеђење сигурности од контаминације, изложености светлости и других, или идентификацијом како сваки од ових нежељених утицаја утиче и мења спектар воде и њиховом елиминацијом из сигнала, односно самог спектра.

**Кључне речи:** вода, аквафотомика, блиска инфрацрвена спектроскопија, НИР спектроскопија, арсеник

### ABSTRACT

In this paper, we used near infrared spectroscopy (NIR) and applied the findings of a new scientific discipline Akvafotomike, to analyze different treatment to their characterization. Akvafotomika the scientific method that provides insight into the organization of water through a special "water mirror" approach, by using near infrared spectroscopy. Application of near infrared spectroscopy and akvafotomike possible to observe and analyze the molecular vibrations of water in relation to the vibrations of other molecules, as well as analyze the functionality of the entire system observed under various perturbations. Being Akvafotomika shown to be based on the spectrum of water in the near infrared area has a lot to learn about the organization of

water molecules, it is essential to intensify and expand the study of water using NIR spectroscopy. As one of the most important considerations when approaching this problem, it is important to highlight the issue of reproducibility of experimental results it is known that water is a very dynamic system is very easy to change under external influences, particularly the influence of pressure temperature and humidity. Application of NIR spectroscopy and multivariate analysis, and application of knowledge akvafotomike, may prove to be a valuable tool in the characterization of the water in terms of its

structural organization. However, in order to achieve this, it is necessary first to remove the unwanted influences of the range of the water, which can be achieved in two ways: by controlling the experimental conditions - the water temperature, ambient humidity, ensuring safety from contamination, and light exposure to the other, or both identification each of these adverse affects and changes the impact range of the water and eliminating them from the signal or the spectrum.

**Keywords:** Water, akvafotomika, near infrared spectroscopy, NIR spectroscopy, arsenic

---

## УВОД БИОЛОШКА ВРЕДНОСТ ВОДЕ

Молекул воде се састоји од два водоникова атома и једног атома кисеоника. При нормалним условима код воде се течна и гасна фаза налазе у динамичкој равнотежи. На собној температури вода је течност скоро безбојна, без укуса и мириса. Вода је универзални растварач и једина је супстанца која се у природи налази у сва три агрегатна стања. Несумњиво најважнији од свих оксида, а можда најважнији од свих једињења уопште је вода.

Облик молекула воде је нелинеаран, у облику је троугла, савијен, зато што два невезујућа пара електрона остају ближе атому кисеоника, ова напрезања јаче одбијају везујуће парове електрона и гурају водоникове атоме ближе један другом Као последица ових интеракција да се угао између Х-О-Х уместо под углом од  $109^\circ$  (који се формира у чврстом стању) образује под углом од  $104,45^\circ$ . Због велике разлике у електронегативности између водоника и кисеоника, молекул воде је изразито диполног карактера. Вода је слаба киселина те је оксид јон јака коњугована база. Позитиван крај једне молекуле воде привлачи негативан крај друге, што посредством водоничне везе доводи до асоцијације молекула и у течном и у чврстом агрегатном стању.

Молекула воде је високосиметрична структура, што свакако има утицаја на њену самоорганизацију и формирање кластера па и на биолошка својства. Природа водоничне везе је дуална, класична (електростатичка интеракција на бази Кулоновог закона) и квантна (таласна функција заснована на Шредингеровој једначини). У води постоји 5 врста водоничних веза према томе са колико се суседних молекула воде успостављају или између којих атома се успостављају. Дужина водоничне везе се мења, грана а сама водонична веза траје реда величине пикосекунде док се промене распореда електрона и квантни ефекти који утичу на водоничну везу одвијају у молекулу воде у току фемтосекунде. Трајање и особине водоничне везе зависе како од термалних ефеката тако и од околних поља сила електростатичке, магнетне, разних врста ковалентних и нековалентних веза, која утичу квантномеханички и класично пре свега на

конфигурацију и енергетске нивое валентних електрона. Све те интеракције могу да утичу на трајање, положај и дужину водоничне везе да би се успоставиле везе између суседних молекула чији параметри теже успостављању међусобних односа у складу са правилима златног пресека или их нарушавају под дејством тих истих поља сила. На који начин те интеракције доводе атоме молекула у такав положај и каква је улога квантно механичких феномена у овом процесу. Воде са различитим структурама: појединачним молекулима, случајним асоцијацијама и кластерима различитих величина, показује различите биолошке ефекте, бржу хидратацију и бољу, успешнију интеракцију са везаном водом биолошких структура. Услед овог процеса ткива животиња и људи су боље хидратисани садрже више воде, док се однос везане и слободне воде мења, тако да је сличан код млађих ткива. Развиће се одвија другачије код јединки које конзумирају разне типова вода што је у вези са динамиком стварања и разградње кластера воде што је праћено променом дијамагнетизма и парамагнетизма воде тј. њене организације и динамике јонско воденог комплекса.

Биолошка вредност воде (БВВ) је до скоро дефинисана као Микробиолошка (МБ) и Хемијски Састав (ХС), јер бактерије вируси, протозое и хелминти очигледно делују на организам пре свега као патогени, док је хемијски састав битан за физиолошке функције организма и не само количински него и однос више различитих минералних материја који доводи до физиолошког дисбаланса. Структурисаност односно кластеризација воде су били непознати па нису узимани у обзир. Различите растворене материје поседују ефекат на воду, преко водоничних веза које успостављају са молекулима воде утичући стварањем уређених структура (хидратациони омотач  $\text{Na}^+$ ) или стварањем неуређених, (више хаотичних структура као  $\text{K}^+$  због своје мање површинске густине наелектрисања). Структурисаност воде показује знатан утицај на биолошке структуре пре свега брзином хидратације и разменом молекула булк воде са хидратационим омотачем око молекула да би омогућили њихово функционисање. Однос водоничних веза између

молекула воде према водоничним везама између других атома који су донори или акцептори водоничних веза (H, C, O, Cl-...) и атома молекула воде има своју динамику која зависи од водоничне мреже молекула воде на коју утичу различити спољашњи фактори пре свега јонски састав од чега такође зависи биолошка вредност воде. Динамика комплекса јона и водоничних веза молекула воде утичу на врсту и карактеристике структура које се образују у води и њену динамику и трајање, што је праћено променом електронске структуре молекула воде од чега и зависи формирање и трајање водоничне везе што је важно за све биолошке особине молекула воде. Овај процес је праћен променом односа дијамагнетизма/парамагнетизма тј. појачавањем и слабљењем спољњег магнетског поља. Веома је значајно поред МБ и ХС у дефиницију о БВВ укључити и њену структурисаност и динамику јонског комплекса и молекула воде који суштински утиче на формирање, трајање и величину кластера молекула воде. Интеракција структура молекула воде са биолошким молекулима утиче на све физиолошке функције организма, старење, квалитет и трајање биолошких структура. Вода током циклуса кружења пролази кроз различита поља сила који утичу на распоред протона и електрона у једном и између различитих молекула воде, и заједно са квантним ефектима утичу на динамику образовања, врсте и трајање структура воде. Вода није само фактор ризика за различите инфективне болести већ претставља фактор ризика за хроничне и акутне неинфективне болести и то не само њен хемијски састав него и њена структурисаност која зависи и од односа хемијских материја у води. Структура воде је од битног значаја. Дешавања на граничним површинама свих органских и неорганских молекула у ћелији па и читавом организму су од суштинског значаја за настанак и одвијање молекуларног механизма патолошких процеса у организму као и старење. Примарни пут за изложеност арсеником потиче из воде за пиће, где је углавном присутан у облику неорганских врста: као што су арсенати [As(V)] и/или арсенити [As(III)]. Вишеструке студије су потврдиле да дугогодишње излагање арсеником доводи до разних канцерогених и неканцерогених болести. Биолошки механизми којим арсен испољава своје токсично и канцерогено дејство нису добро схваћени, штавише познато је да није генотоксичан. Зрењанинска у односу на друге воде за пиће које задовољавају стандарде WHO није за пиће, користећи НИР спектроскопију и нови концептуални приступ проучавању система воде – адуапхотомикс се долази до новог приступа у изучавању воде.

## **МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ АКВАФОТОМИКС**

У истраживању су коришћене воде разних врста минералних састава, концентрација минералних материја које се налазе у употреби у градским водоводима Београда, затим вода из Зрењанина и 18.2 МΩ, вода пречишћена деминерализована и кластерисана (излагана магнетским полима) вода пореклом из централног водовода у Београду. Чесменска вода из Београда, строго контролисана и обрађена; квалитет се строго надгледа; веома јасна, веома чиста према организацији за јавно здравље Београд. Чесменска вода из Зрењанин, забрањена за пиће и кување због присуства Арсена и других потенцијално веома токсичних супстанци, не само додатих, хлорида због опасности продукције токсичних компоненти; боја је жућкаста, карактеристичног је мириса, није претходно третирана или на било који начин обрађивана изузев на природан начин.

Вода није једноставан физички објект. Она је основни конституент свих животних структура. За разумевање воде са системске тачке гледишта неопходан је нови алат за мониторинг у реалном времену и анализу неинвазивне динамике биолошких и водених система. Неар Инфраред истраживање структуре воде је обављено на води из Београдског и Зрењанинског водовода. НИР спектрометрија је прозачна на таласним дужинама 700 – 2500 нм док је дужина пута светлости 1 мм тако да је испитивани узорак тањи од 1 мм. НИР део спектра између 700 и 2500 нм се широко користи за идентификацију, утврђивање концентрације и праћење промене молекула у воденим системима. Истраживања инфрацрвеног опсега малог броја молекула воде идентификоване су апсорпционе траке бројних врста воде. Апсорпција воде је релативно слаба и овертонес различитих X-X веза где је X по правилу H, O или C у раствору и растворци могу бити откривени истовремено. Опсег таласних дужина је мале енергије и поседује мали ефекат на истраживани узорак што чини НИР недеструктивном техником. Ово омогућава вишеструко излагање, мониторинг у реалном времену флукуације мреже водоничних веза и с њом повезана динамика реасоцијације. Вода која делује као матрикс и може мењати своје апсорпционе образце, које су описане матрицом апсорпционих образаца воде у воденом систему. Ово има улогу појачивача појединачних композиционалних и структурних флукуација узорка. Коришћењем НИР спектроскопије могуће је показати како мерљиве варијације вибрационих фреквенција молекула воде могу рефлектовати веома fine промене у систему. Ово омогућује опсежан увид у продужено трајање приступа воденог огледала у реакцијама које се одвијају на молекуларном нивоу. Поремећаји биолошких система у форми апсорбованих фотона се користи за истраживање воде и различито понашање материја растворено у води. Структура воде још остаје непозната али са спектроскопске тачке гледишта

може бити описана као матрица тј молекуларна мрежа конформација молекула воде са различитим популацијама водоничних веза и специјалном дистрибуцијом прилагођавања и убрзавања различитих функција укључујући и саме биолошке. Како јачина водоничних веза и њихова локација дефинише функционалност, вода би се могла описати као мултифункционално тело које симултано поседује многа лица тј. многе структуре. WAMAЦС претставља координате матрице воде и чини је мрежа водоничних веза у воденом систему. Водена матрица је количина водоничних веза која може бити виђена рефлексом НИР светлости било ког уметнутог молекула. Трoдимензионално водено огледало (на молекуларном нивоу) аквафотомиксом је могуће стећи спектар пиксела у 3Д матрици. Вис НИР спектроскопија је нови алат за посматрање воде који обезбеђује енормне информације о структури воде и функције на молекуларном нивоу и бољег разумевања. Додајући НИР светлост видљивој светлости добија се нова димензија ефекту воденог огледала. Вода постаје 3Д стерео огледало као додаток на рефлексiju видљиве светлости свака фреквенција НИР светлости продире у воду и апсорбује се од сваке водоничне везе на јединствен начин да рефлектује остале молекуле у раствору и у околини. Електромагнетни спектар воде која отсликава карактеристично спектрално лице воде у ИР и НИР опсегу даје информације о молекулима и јонима који су растворени у њој. У различитом окружењу сваки молекул и јон поседују јединствене апсорпционе образце воде које описује спектар њиховог раствора. Апсорпционе траке воде у НИР опсегу могу послужити за идентификацију и мерење концентрације разних молекула и јона. Под истим поремећајима различити узорци поседују јединствене апсорпционе траке.

Вибрације молекула воде могу бити откривене и анализиране у односу на друге молекуларне вибрације и функционисања целог система. Сваки спектар таквог система рефлектује апсорпцију светлости на различитим таласним дужинама према доприносу (концентрацији и структури) сваког молекуларног члана система). Близак НИР спектар садржи физичке информације као расејавање и НИР спектар на који јако утиче температура и  $P_x$ . У спектру воде у НИР опсегу 680-2500 нм присутна су два широка доминантна пика познати као први и други овертонес и неколико других посебних али малих пикова, познатих као комбинација трака пикова воде. Спектрални регион овертонес обично садржи много преклапајућих појасева. Осетљив НИР спектар апсорпције не покрива апсорпциону траку као гаусова крива. Овертони карактеристичних појасева су рачунати и даље коришћени за одређивање кад се анализира спектрални образац водених система са овертоне спектроскопијом. Саопштено је да ИР спектроскопија мери апсорпцију појединачног молекула воде или броја молекула у вакуму.

Интензитет апсорпције у регионима овертонова су 100 до 1000 пута слабији. Пикови специфичне апсорпције воде у НИР спектру су под утицајем других конституената у узорку. Тсенкова. Спектар воде је средина која зависи од вибрационог мода отиска молекула раствора. Молекуларне вибрације воде тј. молекуларних конформација воде, су под утицајем интеракције са другим молекулима у раствору. Интеракција између НИР енергије и молекула воде у њеним различитим молекуларним конформацијама су фундаменталне за разумевање воденог система. Аквафотомикс је термин који описује концепт воде као мултиелементни систем који би се могао добро описати мулти димензионалним спектром. Концепт аквафотомикса је резултат велике пропустљивости експерименталних анализа и користи информације апсорпционих трака воде и апсорпционих образаца, могао би да обезбеди познавање водених структура и суштинску интеракцију између воде и других компоненти воденог система. Кроз разумевање динамике интеракције вода светлост и њихов однос према функцијама воденог система аквафотомикс доноси познавање појединачног елемента воденог система и побољшава системски ниво разумевања уласка воде у биолошки или водени систем. Апсорпционе траке воде система кад се нађу под поремећајима дефинишу аквафотоме карактеристичне базе података апсорпционих трака воде специфични за сваки посебан систем. Унутар аквафотома је кумулативна база свих аквафотома који су јединствени за сваки систем. Аквафотом је унутрашњи комплемент молекула воде апсорпционих трака водених и биолошких система.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

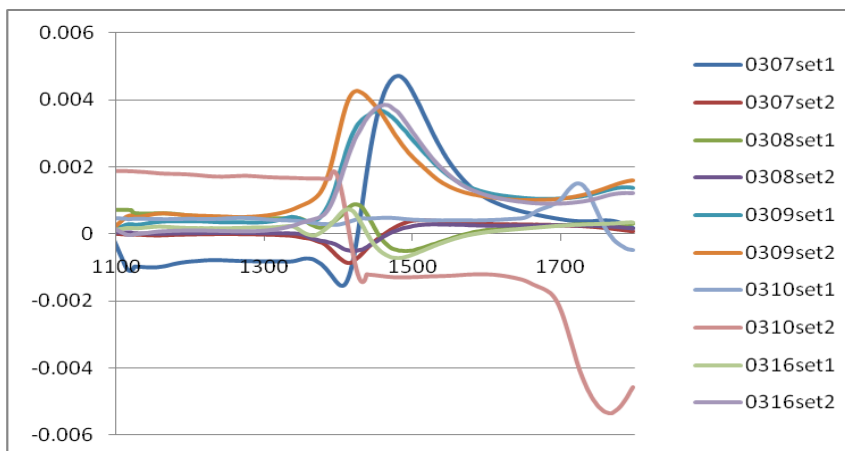
Праћене су промене у води зависно од различитих услова околине: притисак, влажност ваздуха и температуре. На слици (1) су приказани спектри таласних дужина чесменске Бг. воде, промене зависе од различитих услова околине, мерења су вршена на 10 узорака. Значајне таласне дужине нам дају податке о доминантним структурама воде у узорку и сумарне су за све спектре узорака.

У овом истраживању је коришћена НИР спектрална анализа да се истражи разлика између Зрењанинске и Београдске воде. Познато је да Зрењанинска вода поседује велике количине арсенових једињења за које је доказано да су хумани канцерогени. Београдска вода задовољава све препоруке WХО за пиће и као референца Деми вода.

Воде су у различитим експериментима показале различите спектралне потписе у првом овертону воде, који се огледа у воденом адуаграму. Упоредјујући ове акваграме јасно је да упркос различитим условима експеримента Зрењанинска вода показује слично понашање. Она поседује мању

апсорпцију на C0 (слободне врсте молекула) C1, C2, C3, C4, X5O2 (молекула воде са и водоничним везама) траке у односу на Београдску воду са

доследно већом апсорбанцом на 1343 нм (v3), 1364 (водена љуска), 1372 (v1+ v3).



Разлике спектра (-) Таласна дужина (нм)

Слика 1. Промене у спектрима чесменске Бг. воде у зависе од различитих услова околине. Различити спектри =(спектар сваког узорка)-(спектар чисте воде)

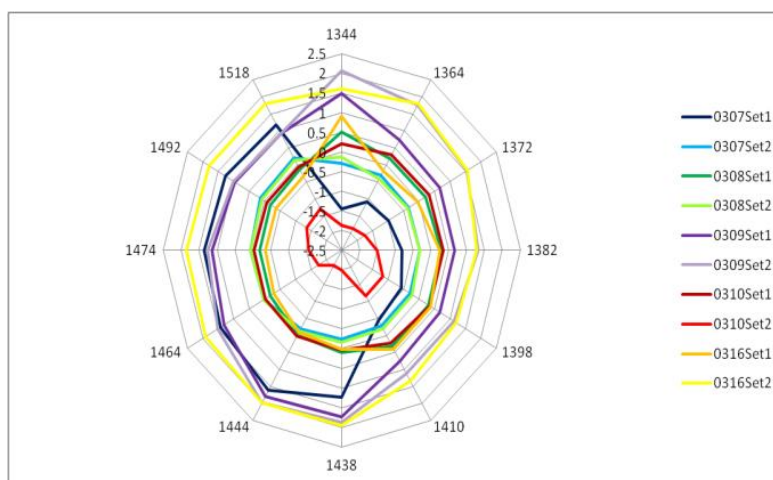
Акваграм чесменске Бг. Воде слика (2) нам даје сумарну слику молекула воде у интеракцији са различитим растворцима. Молекуларне структуре воде су истраживане са вибрационом инфрацрвеном (ИР) односно блиско инфрацрвеној (НИР) спектроскопијом овертоне (виших хармоника).

Вода је јак апсорбер ИР зрачења и као резултат овог метода је истраживан и анализиран мали и веома танак узорак. Користећи НИР регион се веома лако добијају, у реалном времену, спектрални подаци за мерење и мониторинг водених система. НИР спектроскопија дозвољава добијање спектралних података у реалном времену, подаци се добијају под узнемиравањем (пертумбанце), прате се промене у различитим хемијским везама у систему, обухватају се молекуле воде као медијум. На воду се веома лако утиче различитим спољашњим факторима, коришћењем спектралних промена истраживане воде и биолошких система,

под различитим поремећајима добијају се подаци о матрици воде и остатку молекула које окружује вода кроз промене образаца апсорпције воде. Пертумбацион – поремећај се може дефинисати као промена физичког система воде примењујући мале случајне промене одабраних параметара и поновне процене резултујућег система.

На слици (3) је претстављена разлика спектра чесменске Зр: воде која је различита од чесменске Бг воде са нарочито израженим негативним пиковима два узорка, док су остали доста хомогени.

НИР Спектроскопија воденог система са водом као заједничким именицом обезбеђује добијање информација на молекуларном нивоу. Различите конфигурације воде, на пример димери, тримери, солватациони омотачи како је познато доприносе веома специфично НИР спектру воде. Како су ове конфигурације веома осетљиве на конфигурацију и наелектрисање растворених молекула или кластера.



Разлике спектра (-) Таласна дужина (нм)

Слика 2. акваграм чесменске Бг. воде.Различити спектри =(спектар сваког узорка)-(спектар чисте воде)

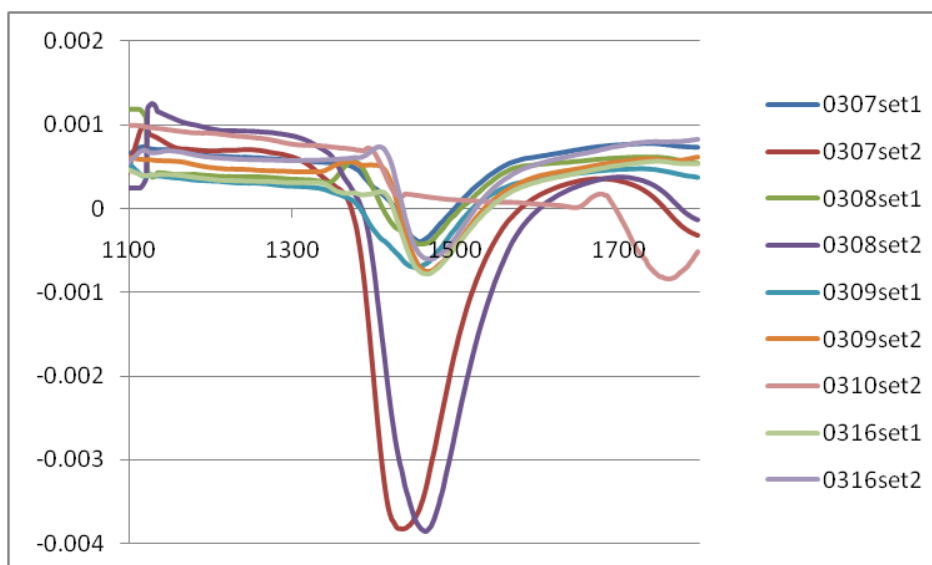
НИР спектар растварача је нађено да садржи значајне информације о раствору. НИР воде спектрални образац описује матрикс воде у веома великим детаљима и у односу на остале молекуле у раствору. Вода је разматрана као заједнички спектрални именилац воденог система. Вода је заједнички природни именилац читавог биолошког света. Интеракција вода светлост описује спектрални образац и рефлектује остатак молекула у раствору као водено огледало на молекуларном нивоу.

Акваграм Зр. чесменске воде (4) као и разлике у спектрима и значајним таланим дужинама одражава разлике у хемијском, саставу структурисаности воде које су последица природних и вештачких последица пречишћавања ових вода, такође и

интеракције са различитим срединским условима и дужини боравка воде у водоносним слојевима или врсти извора воде за водоснабдевање.

НИР спектроскопија водених система описује међусобни однос између конформације воде и њене функционалности. У матриксу воде постоји специфична молекуларна конформација и открива своју динамику у реалним системима у реалном времену.

Вода као медијум је систем различитих структура која је резултат правца симултане динамике са доприносом других компоненти у воденом систему. У води се налазе бројне структурне које се одвијају у различитим временским интервалима.



Разлике спектра (-) Таласна дужина(нм)

Слика 3. Различити спектри = (Спектар сваког узорка) – (Спектар чисте воде) Разлика спектра Зр воде

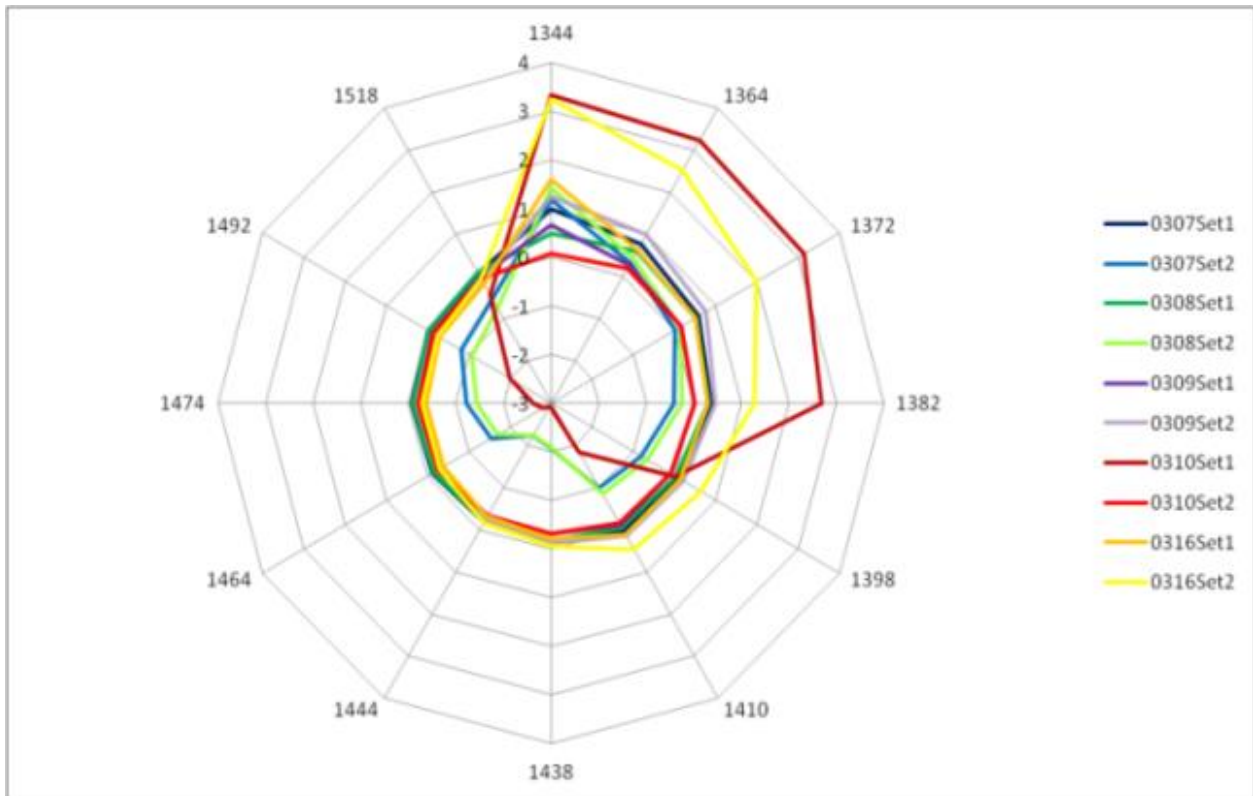
Спектар воде осликава споре промене као одговор на околне или друге поремећаје. Уместо анализе компоненти воде једне по једне изгледа да је структура воде резултанта свих њених компоненти, виђена као спектрални образац могла би бити огледало свих молекула који се налазе у њој. Вода је огледало на молекуларном нивоу кад се користи невидљива НИР. Расплитањем улоге воде у воденим системима, аквафотомикс би могла бити алат за примену на огромну количину информација о интеракцији вода светлост на дискретним енергетским нивоима организованим у базама података званим аквафотоми. У спецтоскопији се вода разматра као препрека која нарушава процес откривања других молекула у систему.

НИР спектар обухвата и физичке и хемијске карактеристике воде. Значајне таласне дужине чисте воде су знатно различите од оба испитивана типа вода, нарочито од Зр. чесменске воде. Опсег око

таласних дужина 1. овертона 1450 нм је разматран у овом експерименту. Вода у раствору игра улогу продуженог воденог огледала допуштајући блиско инфрацрвеној НИР светлости да се апсорбује реактивним врстама вода да се одбије тј. идентификује растворени молекула или јон. Први овертоне воде је 1300 до 1550 нм са 12 карактеристичних таласних опсега од којих је сваки 6-20 нм широк.

Сваки од откривених система отсликава тип поремећаја који показују предвидљиве спектралне варијације унутар ових области. Што значи да њихов регресиони вектор или главна компонента која дели ове варијације у ових 12 опсега. Неки опсеги таласних дужина као области око Ц1 1344 нм X2O-2\*1/3, Ц2: 1364 нм 1. овертон ОХ простирање [ОХ-[X2O]2], Ц7: 1438 [X2O,C1] и Ц8 1450 нм 1 овертон ДДА симетричко растезање. [ОХ-[X2O]4] многи системи поседују исту активiranу Матрицу.





Разлике спектра (-) Таласна дужина (нм)

Слика 4. Различити спектри = (Спектар сваког узорка) – (Спектар чисте воде) акваграм Зр чесменске воде

Не постоји промена у матрици координата воде унутар ових површина трака. За разлику од овога Ц3: 1374 нм [X2O v1-v2], Ц4: 1383 нм [X2O-2\*v1], Ц5: 1410 нм (слободан молекулус воде C0) указује на област где су заиста карактеристичне апсорпције за посматран систем који су добро распршени унутар опсега. Ово доказује постојање специфичних молекуларних конформација воденог матрикса и омогућује расветљивање њихове динамике у реалном времену. Ово може убрзати интерпретацију спектра и даље разумевање узајамних односа између матрице водених молекуларних структура и функционалности у реалном систему. Функционалност структура као солватациони омотачи воде [OX-[X2O]n], супер оксиди O2-[X2O]n слободни молекули воде, Co Слободни молекули воде [Ц5]. Ц10 трака матрице координата воде (1472-1482нм) је трака под малим утицајем промена температуре, притиска и влажности тј. срединских фактора. Ова трака описује молекуле воде са три водоничне везе тј. тетрамере воде. Број тетрамера воде је најважнија карактеристика свих типова вода и нај важније промена ове трака воде су веома мале са променом спољашњих услова.

Вода је природна биолошка матрица која садржи мале молекуле са јаким потенцијалом за образовање водоничних веза, промене у обрасцу апсорпције се одвијају увек кад се адаптира на физичке или хемијске промене у биолошком систему или околини. Додајући НИР светлост видљивој светлости даје нову димензију ефекту

воденог огледала. Вода постаје стерео 3Д водено огледало у додатку рефлексије видљиве светлости, свака фреквенција НИР светлости продире у воду и бива апсорбована од сваке водоничне везе на јединствен начин да рефлектује остале молекуле у раствору и околини. Електромагнетни спектар воде треба да отслика карактеристичне спектралне особине воде у ИР и НИР опсегу. НИР светлост пролази 10 мм а за краће таласне дужине НИР опсег дубље продира. Апсорпциони спектар воденог раствора или биолошког система садрже информације на молекуларном нивоу са резолуцијом од једне водоничне везе. Такви бројни спектри су добијени неинвазивно током времена и после разних поремећаја који се одвијају у воденим системима. Вис НИР спектрална анализа апсорпционих трака воде која се зове координациона матрица воде дозвољава неинвазивно мерење структура воде и састав који се зове приступ проширеног воденог огледала.

## ЗАКЉУЧАК

Значајне таласне дужине Зр чесменске воде (3) су значајно различите од Бг. воде (1) јер НИР спектар таласних дужина под различитим спољашњим условима одражава различит хемијски и јонски састав воде преко различитих водених структура и њихове динамике. Упоредивањем вредности за различите типове вода се може учити значај испитивања НИР за одређивање

организационих својстава вода и одређивање њине биолошке вредности. Вода је медијум, систем разних структура која може бити резултанта вектора симултаних динамичких доприноса других компоненти биолошког и воденог система. У води постоје бројне структурне промене које се одвијају у различитим временским размерама. Спектар воде одликава споре промене као одговор на срединске или друге поремећаје. Вода је природна биолошка матрица која садржи мале молекуле и водоничне везе и мења свој апсорпциони образац када се адаптира на физичке и хемијске промене у систему. Поставља се питање шта је структура воде, која је најпожељнија а која најштетнија за људе и жива бића, можемо ли контролисати те структуре. Различита динамика воде у поновљеним експериментима је резултат макро и микро хетерогености узорака воде. Неке спектралне функције су показале доследно у свим експериментима. Евидентно је да зрењанинска вода показује мању апсорпцију у бендовима слободних молекула воде ( $\text{H}_2\text{O}$ ) или водених кластера ( $\text{H}_2\text{O}$ ) са водоничним везама ( $n = 1, 2, 3, 4$ ) а такође у а такође у  $1438\text{nm}$   $\text{H}_2\text{O} - \text{P}$  где су оба усамљена пара кисеоникових електрона везани за кластере воде. Такође, ова вода доследно показује већу апсорбанцу  $1344\text{nm}$  ( $\nu_3$ ),  $1364\text{ nm}$  (1. овертон  $\text{OH} - \text{OH}$  протежу  $[\text{OH} - (\text{H}_2\text{O})_2]$ ), и  $1372\text{nm}$  ( $\nu_1 + \nu_3$ ). То значи да Зрењанинска вода, заправо има мало слободних молекула воде и доступне кластере воде. Молекули воде који формирају две водоничне везе су од посебног значаја за динамику воде. Сви ови налази указују да Зрењанинска вода нема довољно значајних врста вода за правилну хидратацију биолошких структура у живим системима. Број слободних молекула и кластера се показао као основа за дискриминацију између различитих врста вода. Нај истакнутије таласне дужине уз вектор регресије има корелацију са арсеном, нађено је да је у Ц8:  $1450\text{ nm}$  [1 овертон симетрично расејање  $[\text{OH} - (\text{H}_2\text{O})_4, 5]$ ] апсорпциони бенд воде и Ц9:Ц2 бенд воде.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Tsenkova Roumiana, Aquaphotomics: extended water mirror approach reveals peculiarities of prion protein alloforms Nir News Vol. 18 No. 6 September 2007
- [2] Tsenkova Roumiana, Aquaphotomics: the extended water mirror effect explains why small concentrations of protein in solution can be measured with near infrared light, Nir News Vol. 19 No. 4 June 2008
- [3] Tsenkova Roumiana, Aquaphotomics: Monitoring of water – light interaction for better understanding, of biological world, Internacional Conference on Water, Hidrogen Bonding Nanomaterijals and Nanomedicine, Banja Luka, Septembar 4, 2010
- [4] Мунђан Јелена, Истраживања и анализе воде помоћу блиске инфрацрвене спектроскопије и аквафотомике. Цонтемпорару Материалс – 2012
- [5] Мунђан Јелена, Компаративна истраживања воде методама НИР и Опто – магнетне спектроскопије: Шта смо до сада научили, Цонтемпорару Материалс – 2012
- [6] Munđan Jelena, Goran Janjić, Influence of Carcinogen Compounds on Hydrogen Bonds in Water, Contemporary Materials – 2012
- [7] Лаловић Чедо, Мунђан Јелена, Биолошка вредност воде – потреба за новим начинима карактеризације, Цонтемпорару Материалс – 2012
- [8] Јањић Горан, Мунђан Јелена, Хидратација коже у функцији квалитета пијаће воде – компаративна анализа, Цонтемпорару Материалс – 2012
- [9] Јањић Г. (2012) Одређивање биолошке вредности воде на основу параметра добијених класичним и нанотехнолошким методама. Докторска дисертација: Универзитет у Београд
- [10] Јањић Г. (2012) Одређивање биолошке вредности воде на основу параметра добијених класичним и нанотехнолошким методама. Докторска дисертација: Универзитет у Београду 2012

# ZAGAĐENJE VAZDUHA I MERE ZA POBOLJŠANJE NJEGOVOG KVALITETA

## AIR POLLUTION AND MEASURES TO IMPROVE ITS QUALITY

Dr **MILORAD RANČIĆ**, profesor strukovnih studija  
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

Sp **MILANA DRAŠKOVIĆ**, predavač,  
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

**DRAGANA MILIĆEVIĆ**, profesor, SO Kruševac

### РЕЗИМЕ

U prvom delu rada navedeni su najčešći uzroci zagađenja vazduha. Dati su osnovni normativi i standardi koji definišu kvalitet vazduha. Izložene su mere i neka tehnička sredstva koja se koriste za smanjenje zagađenja vazduha u dozvoljene granice.

U drugom delu rada razmatra se problematika prečišćavanja i filtriranja vazduha u proizvodnoj hali u kojoj se realizuje proizvodnja keramičkih proizvoda. Kontrola i analiza kvaliteta vazduha pokazala je da one ne zadovoljava propisane standarde i zakonske normative. Iz tih razloga postavljen je zadatak da se projektuje i realizuje postrojenje koje će poboljšati kvalitet vazduha i dovesti ga u granice propisanih vrednosti. U radu je izloženo idejno rešenje postrojenja koga čine sistem za usisavanje i transport vazduha, sistem za prečišćavanje i filtriranje vazduha i pogonski agregati. Kao uređaj za filtriranje usvojen je rukavni filter sa impulsnim otresanjem komprimovanim vazduhom. Data su, takođe, i karakteristična konstruktivna rešenja kao i odgovarajući proračuni.

**Кljučне речи:** zagađenje, kvalitet, filtriranje vazduha, postrojenje, rukavni filter

### ABSTRACT

In the first part of the paper are listed the most common causes of air pollution. We provide basic norms and standards that define the quality of the air. Are exposed a some measures and technical means used to reduce pollution in the limit.

In the second part of the paper examines the problem of purification and filtration of air in the production hall, which is implemented in manufacturing of ceramic products. Control and analysis of air quality showed that it does not meet the required standards and legal norms. For these reasons he was appointed the task to design and implement the plant and to improve air quality and bring it to the limit allowed values. The paper presents the solution of the plant, which consists of a system for the extraction and transport of air, purification and air filtration and power units. As a device for filtering was adopted sleeve filter with impulse shaking by means of compressed air. Exposed also distinctive design solutions and corresponding calculations.

**Key words:** pollution, quality, air filtration, plants, sleeve filter

### 1. УВОД

Veliki narodni prosvetitelj i učitelj Vasa Pelagić, davnih osamdesetih godina devetnaestog veka, govorio je i pisao:

„Čist vazduh krepí i oživljuje ne samo telo i zdravlje telesno već i duh, i pamet, i živahnost energije,

te tako on nas pokreće na sve i čini nam život i posao dražim i omiljenim; on čini te je čovek vedriji, lakši i veseliji. Ko se dosta bavi u prirodi, u čistom vazduhu, neće ga lako snaći kijavica, nazeb, probadi, zapaljenje pluća, vrućica, nervoznost, žlezde oko vrata itd., dakle

siguran je od više bolesti i njihovih posledica. Takav čovek se brzo od neke bolesti oporavi i retko u bolest pada.“

„Vazduh je potrebniji i od same hrane, jer se bez hrane može živeti po nekoliko nedelja, a bez vazduha ni nekoliko minuta.“

## 2. O UZROCIMA ZAGAĐENJA VAZDUHA

Sva živa bića na našoj planeti udišu vazduh i bez njega ne mogu da opstanu. Iako ga ne vidimo i ne osećamo on se nalazi svuda oko nas i ispunjava sve prostore. Čist i kvalitetan vazduh je jedan od osnovnih uslova zdravog života. Zagađen vazduh štetno deluje na sve žive organizme, pa i na čoveka. On izaziva respiratorne, kardiovaskularne, plućne, neurološke i druge bolesti, razna trovanja, urođene defekte. Zagađenje vazduha je konstantna opasnost i ima široke razmere. Ono može biti prirodno i izazvano ljudskom delatnošću. Prirodni zagađivači su na primer: vulkanske erupcije (koje izbacuju otrovne gasove i pare), pa vazдушna strujanja (koja sa pustinskog tla podižu i daleko transportuju sitne čestice peska), klimatske promene, šumski požari. Na ove prirodne pojave čovek i ne može mnogo da utiče. Međutim, mnogobrojni su zagađivači koje upravo čovek stvara nekim svojim aktivnostima kao što su sagorevanje fosilnih goriva (saobraćaj, zagrevanje kuća), različiti proizvodni tehnološki procesi (hemijska, mašinska, građevinska, termoeenergetska i druge industrije), deponije otpadnih materijala. Ogromne količine štetnih materija se u različitim procesima izbacuju u vazduh i prirodu. Ugljenmonoksid, ugljendioksid, sumpordioksid, oksidi azota, ugljovodonici, frakcije suspendovanih čestica, samo su deo iz niza ostalih štetnih supstanci.

## 3. STANDARDI I NORMATIVI

Očuvanje kvaliteta vazduha postavlja se kao prioritetan zadatak pred mnoge profesije: ekoloze, tehnologe, inženjere, lekare. To je multidisciplinarni problem kome se danas u svetu posvećuje velika pažnja. Ovu izuzetno važnu oblast uređuje i odgovarajuća zakonska regulativa. Na osnovu preporuka Evropske komisije koje se nalaze u Direktivi 2008/50. Republika Srbija je donela i odgovarajuće zakone: Zakon o zaštiti vazduha (br.36/09), Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (br.11/10), dopuna ove Uredbe (br.75/10). Ovu oblast na izvestan način tretiraju i Zakon o zaštiti životne sredine (br.36/09) kao i Zakon o energetici Republike Srbije (br.84/04). Od 2009. god. na teritoriji naše zemlje počela je da funkcioniše mreža od preko 30 automatskih mernih stanica čiji je zadatak monitoring (nadgledanje) i merenje kvaliteta vazduha. Pored ove državne mreže postoje i lokalne mreže kao i individualne stanice. Time su stvoreni uslovi za obaveznu kontrolu i zaštitu kvaliteta vazduha.

Prema izveštajima Agencije za zaštitu životne sredine i na osnovu rezultata automatskih merenja teritorija naše zemlje prema kvalitetu vazduha deli se na

tri kategorije. Treća kategorija je najopasnija jer su zagađenja vazduha najveća i to izaziva posledice po zdravlje stanovništva. Beograd je ubedljivo najzagađeniji grad u zemlji i tu su izmerene vrednosti iznad i graničnih i tolerantnih. Zagađujuće čestice vode poreklo iz saobraćaja (benzinski i dizel motori), dimnih gasova kotlarnica, mineralne i metalne prašine, isparenja. U njima ima cinka, bakra, olova, gvožđa, uljanih dimova, kisele izmaglice i drugog, što deluje ne samo na ljude, nego i na životnu sredinu i biljke provocirajući i uzrokujući respiratorne bolesti, kancer, destruktiju, koroziju. U vazduhu iznad Obrenovca i Lazarevca pojavljuju se veće koncentracije benzopirena, arsena, nikla. Vazduh je prekomerno zagađen skoro iznad cele Vojvodine. Prednjači Pančevo sa Rafinerijom i Azotom koji emituju azotdioksid i sumpordioksid. Nije bolja situacija ni na teritorijama Novog Sada, Bora, Smedereva, Niša, Kosjerića. Prekoračenje graničnih vrednosti za jednu ili više zagađujućih supstanci imaju i Užice, Požarevac, Zrenjanin. Merenja na Kopaoniku, u Valjevu, Kragujevcu, Kruševcu, Šapcu pokazuju da zagađenje nije prekoračilo granične vrednosti, te ovi regioni pripadaju prvoj kategoriji. Analize pokazuju da kvalitet vazduha na određenom području zavisi od puno faktora: gustine saobraćaja, obima i vrste industrijskih proizvođača, vrste goriva velikih toplana, geografskog položaja, ruže vetrova, lokalnih mera zaštite itd.

## 4. STRATEGIJA ZAŠTITE

Usvojena Strategija zaštite vazduha u našoj zemlji predviđa čitav niz mera i aktivnosti od kojih su najvažniji:

- Usklađivanje propisa koji definišu zahteve i kriterijume
- Unapređenje programa monitoringa i merenja kvaliteta vazduha
- Podizanje svesti stanovništva i zaposlenih o značaju kvaliteta vazduha po zdravlje ljudi i živog sveta
- Evidentiranje i eliminacija zagađivača
- Obavezno uvođenje tehničkih sredstava za smanjenje emisije zagađujućih materija i zaštiti vazduha

Posebno je važno u sektoru saobraćaja, energetike i industrije preduzeti i sprovesti sledeće mere:

- primena čistih tehnologija,
- veće korišćenje gasovitih goriva uz smanjenje uglja i mazuta,
- uvođenje savremenih motornih vozila sa smanjenom emisijom štetnih izduvnih gasova,
- rekonstrukcija postojećih proizvodnih postrojenja uz ugradnju prečistača i filtera,
- zamena zastarele opreme novom koja zadovoljava zahteve i standarde,
- rešavanje problema otpadnih i toksičnih materija,
- zaštitu životne sredine primenjivati u svim oblastima.

## 5. SUSPENDOVANE ČESTICE U VAZDUHU

Jedan od najvećih zagađivača vazduha su industrijski procesi u kojima se stvaraju suspendovane čestice u vazduhu. To su aerodisperzioni sistemi koji se nazivaju aeromi ili suspendovane čestice, čvrste ili tečne, koje lebde u vazdušnoj (disperzionoj) sredini.

Javljaju se u obliku prašine, dima i magle. Prašina je aerosol sa čvrstim dispergovanim česticama i ona nastaje pri drobljenju čvrstih tela: mlevenje rude, obrada metala rezanjem, erozija površine zemlje, razvejavanja praha itd. Dim je aerosol sa čvrstim česticama koje nastaju usled kondenzacije prezasićene pare kao na pr: pri mleveníju i zavarivanju metala, pri sagorevanju uglja, pri hemijskim reakcijama... Magla je aerosol sa tečnim česticama nastalim kao rezultat kondenzacije prezasićene pare ili dispergovanjem tečnosti.

Dozvoljene količine suspendovanih čestica u vazduhu definisane su zakonskim normativima i standardima.

Zakon o zaštiti vazduha u oblasti suspendovanih čestica definiše dva kriterijuma:

- $PM_{10}$  je frakcija suspendovanih čestica (particulate mater) koja prolazi kroz filter čiji su zahtevi utvrđeni u standardu SRPS EN 12341, kojim je utvrđena referentna metoda za uzimanje uzoraka i merenje  $PM_{10}$  frakcije, sa efikasnošću od 50%, zahvata čestice aerodinamičnog prečnika od 10/1000 mm.
- $PM_{2,5}$  je frakcija suspendovanih čestica koja prolazi kroz filter čiji su zahtevi utvrđeni u standardu SRPS EN 14907 kojim je utvrđena referentna metoda za uzimanje uzoraka i merenje  $PM_{2,5}$  frakcije sa efikasnošću od 50%, zahvata čestice aerodinamičnog prečnika od 2,5/1000 mm.

Uredbom su definisani kriterijumi za ocenivanje koncentracija suspendovanih čestica  $PM_{10}$  i  $PM_{2,5}$

- Prosečna 24-časovna koncentracija:

za  $PM_{10}$  gornja granica 35/1000  $g/m^3$ , donja granica 25/1000  $g/m^3$

Prosečna godišnja koncentracija:

za  $PM_{2,5}$  gornja granica 17/1000  $g/m^3$ , donja granica 12/1000  $g/m^3$ .

## 6. MERE I NEKA TEHNIČKA SREDSTVA ZA ZAŠTITU VAZDUHA

Odgovarajuće mere koje se predlažu kako bi zagađenje vazduha svelo u dozvoljene granice i izražavao preporučeni kvalitet vazduha su:

eliminacija izvora prekomerne emisije suspendovanih čestica;  
prečišćavanje i filtriranje vazduha.

Efikasnost prve mere uglavnom zavisi od prirode tehnološkog procesa i stanja mašina i opreme koja obavlja taj proces.

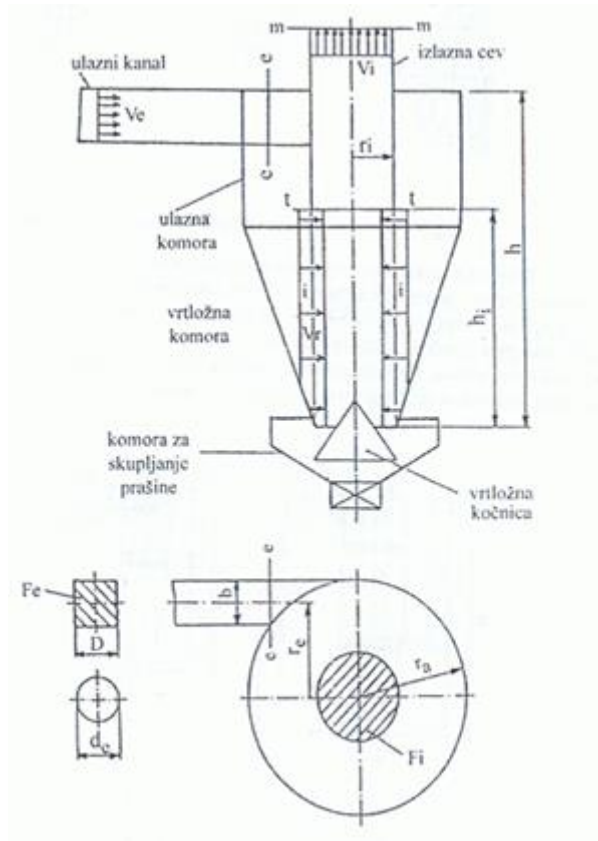
Druga mera, prečišćavanje i filtriranje vazduha, je mnogo efikasnija i najčešće jedina i prava mera. Nju sprovode inženjeri i tehnolozi i na raspolaganju im danas stoje različita tehnička sredstva koja su veoma efikasna. Sva ona koriste uglavnom dva osnovna principa: taloženje i filtriranje.

Taloženje podrazumeva separaciju čestica iz vazduha pod dejstvom sile zemljine teže. Može se izvoditi u nepokretnom vazduhu ili laminarnom i turbulentnom toku vazduha.

- Filtriranje se izvodi provođenjem vazduha kroz porozne slojeve u kojima se suspendovane čestice zadržavaju.

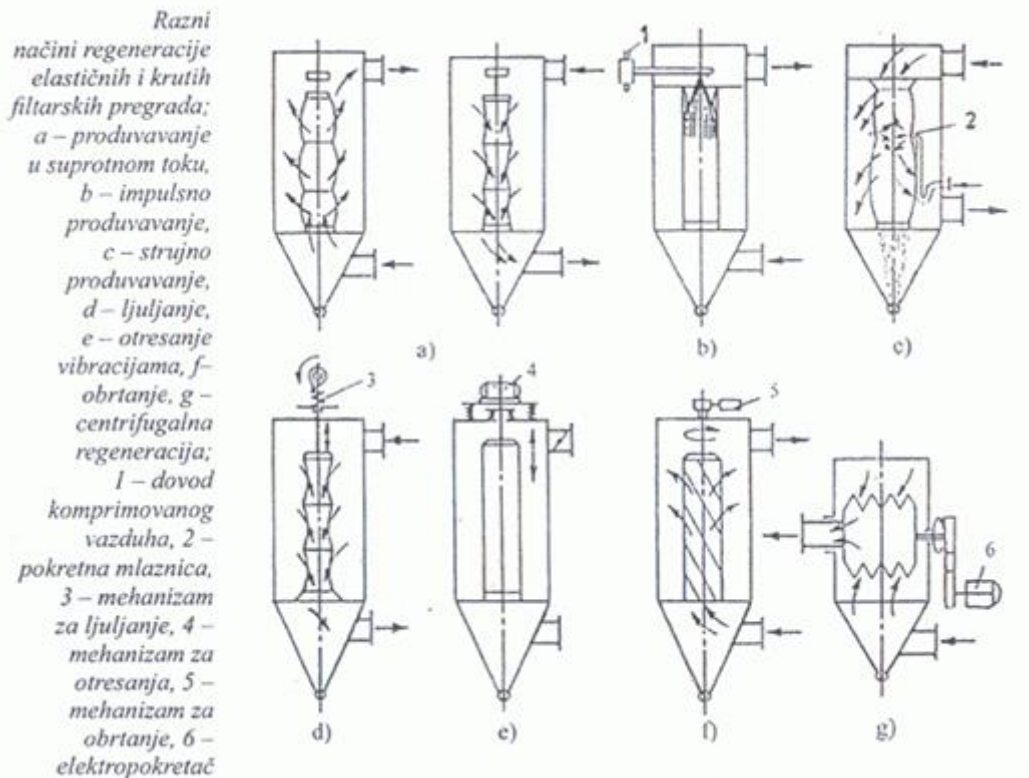
Za prečišćavanje i filtriranje vazduha danas postoji veliki izbor tehničkih sredstava različite konstrukcije i efikasnosti. Dele se u dve velike grupe: suvi i mokri prečišćivači.

Suvi prečišćivači su žaluzine, cikloni, multicikloni, prečišćivači sa filterskim pregradama. Na Slici 1. prikazani su osnovni elementi ciklona, aparata koji se veoma često koristi u praksi.



Slika 1.

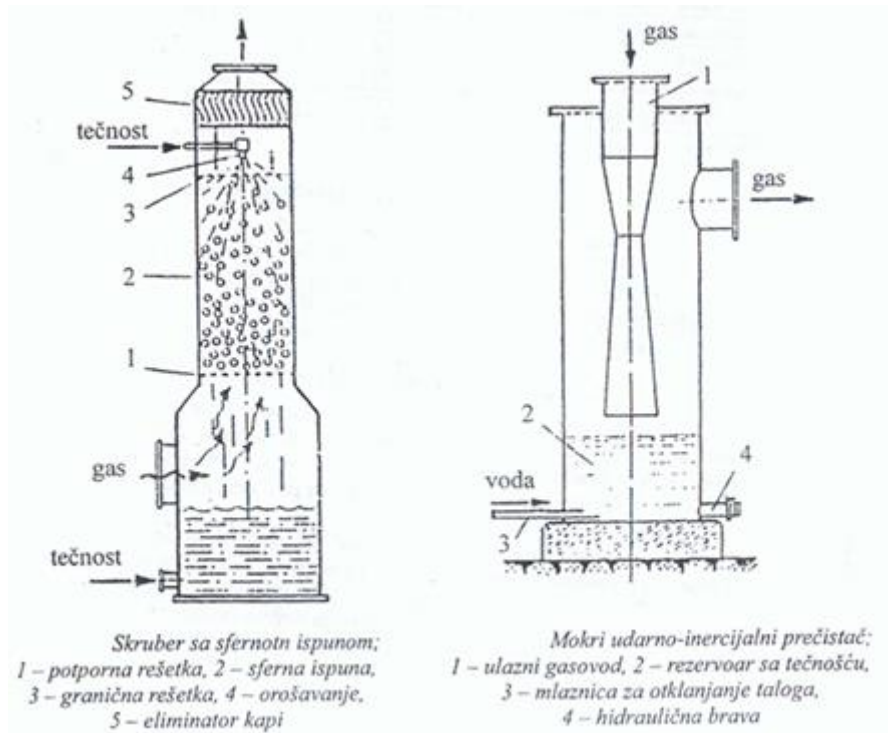
Na Slici 2. prikazani su različiti oblici elastičnih i krutih filterskih pregrada.



Slika 2.

Mokri prečistači vazduha se dele na aparate sa orošavanjem, aparate sa barbotiranjem, aparate sa udarno-inercijalnim dejstvom (skruberi).

Na Slici 3. prikazano je jedno rešenje skrubera i jedno rešenje strujnog prečistača.



Slika 3.

## 7. PRIMER POBOLJŠANJA KVALITETA VAZDUHA U PROCESU PROIZVODNJE KERAMIČKIH PROIZVODA

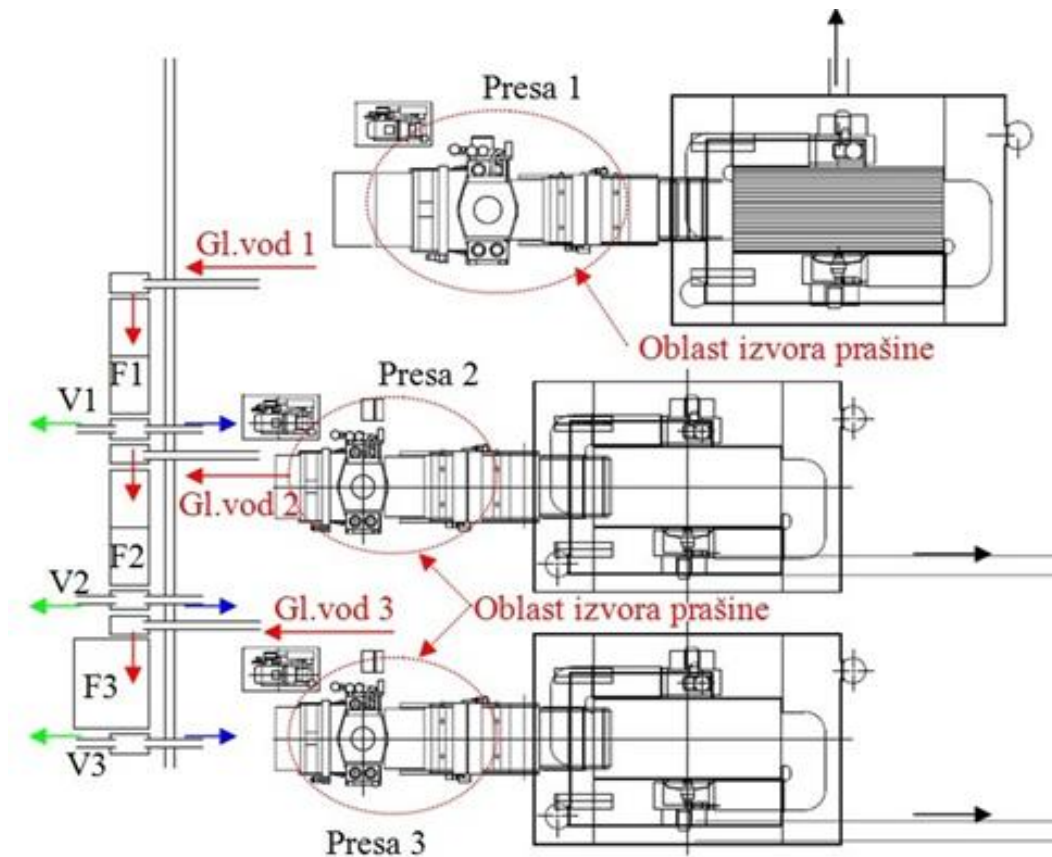
Zagađenje vazduha u procesu proizvodnje keramičkih proizvoda (zidnih i podnih pločica) neizbežna je pojava. Struktura i sastav sirovine, tehnološki zazor na mašinama i alatima za presovanje, transport otpresovane pločice između prese i peći za pečenje najveći su emiteri praškastog materijala i uzročnici pojave frakcije suspendovanih čestica u vazduhu radnog prostora. Upravo su ovo i najveći remetioči kvaliteta vazduha u proizvodnoj hali. S obzirom da su suspendovane čestice dominantan faktor zagađenja pred projektante je postavljen zadatak da se projektuje i realizuje postrojenje, odnosno, sistem za eliminaciju suspendovanih čestica i održanje kvaliteta.

### 7.1 ZAGAĐENJE VAZDUHA U PROIZVODNOJ HALI

Višestrukim merenjem i ispitivanjem na različitim lokacijama u proizvodnoj hali utvrđeno je da vrednosti koncentracije suspendovanih čestica u vazduhu premašuju normativima limitirane vrednosti. Takođe su utvrđene i zone prekomerne emisije suspendovanih čestica.

- \* Zona I  
 prostor u okolini Prese1, deo transportne trake između prese i peći za pečenje pločica.
  - \* Zona II  
 prostor u okolini Prese 2, deo transportne trake između prese i peći.
  - \* Zona III  
 prostor u okolini Prese 3, deo transportne trake između prese i peći.
- Zone prekomerne emisije suspendovanih čestica, odnosno, zagađenja vazduha označene su na Slici 4. kao Oblasti izvora prašine.





Slika 4. Dispozicioni crtež proizvodne hale sa opremom

## 8. PREDLOG MERA ZA SMANJENJE ZAGAĐENJA VAZDUHA

Predlažu se odgovarajuće mere kako bi se zagađenje vazduha u radnom prostoru svelo u dozvoljene granice i nadalje održavao preporučeni kvalitet vazduha:

- eliminacija izvora prekomerne emisije suspendovanih čestica,
- prečišćavanje i filtriranje vazduha.

Prvi skup mera umnogome zavisi od prirode tehnološkog procesa proizvodnje i tehničkog stanja i konstruktivnih rešenja postojeće opreme. Smanjenje nekih zazora i stavljanje u funkciju svih predviđenih sklopova na presama, alatima i transportnim trakama donekle su smanjili količinu emitovanih čestica. Međutim ove mere nisu dovoljne da bi se postigao i nadalje održavao potreban kvalitet vazduha. Zato je neophodno rešiti problem prečišćavanja, odnosno, filtriranja vazduha u celom prostoru proizvodne hale. Pred projektante je postavljen zadatak projektovanja i realizacije postrojenja koje bi filtriralo vazduh. Postrojenje bi svoji funkcionisanjem omogućilo da koncentracija suspendovanih čestica ( PM10 i PM2,5) bude u limitiranim granicama i da se tako kvalitet vazduha održava, odnosno, njime upravlja.

## 9. IDEJNO REŠENJE SISTEMA ZA PREČIŠĆAVANJE I FILTRIRANJE VAZDUHA

### 9.1 PROJEKTI USLOVI

Pre nego što se pređe na projektna i konstruktivna rešenja, proračune i izbor opreme i agregata postavljeni su i definisani projektni zadaci, ciljevi i uslovi. Navode se neki od njih.

Postrojenje za filtriranje treba da održava kvalitet vazduha izraženu preko koncentracije suspendovanih čestica sa vrednošću ispod 35/1000 gr/m<sup>3</sup>.

Kapacitet postrojenja mora da omogući najmanje 3 izmene vazduha celokupne zapremine proizvodne hale u jednoj radnoj smeni. Zapremina hale iznosi 80 000 m<sup>3</sup>.

Prečišćen vazduh se vraća u halu kako bi se ostvarila energetska ušteda u periodima grejne sezone.

Usisavanje vazduha se obavlja u zonama prekomerne emisije suspendovanih čestica, vazduh se transportuje cevovodima van prostora hale gde se nalaze filteri za prečišćavanje i potrebni agregati. Prečišćen vazduh se šalje u atmosferu ili vraća u halu.

## 9.2 NEKE KARAKTERISTIKE USVOJENOG IDEJNOG REŠENJA

Na Slici 4. predstavljen je dispozicioni crtež hale na kome su prikazane tri proizvodne linije i delovi postrojenja za filtriranje vazduha. Projektanti su se odlučili za sledeći koncept.

- Svaka od tri proizvodne linije sa presama ( prese P1, P2 i P3 ) ima svoj filter za prečišćavanje koji su označeni sa F1, F2 i F3.
- U zonama prekomerne emisije ( Oblasti izvora prašine ) nalaze se haube koje usisavaju vazduh. On se cevovodima ( Glavni vod 1, 2 i 3 ) šalje u filtere.
- Kao sistem za prečišćavanje vazduha usvojen je vrećasti ili rukavni filter. To je aparat čiji filterski elementi imaju oblik vreće ili rukava.
- Za transport vazduha u toku filtriranja izabran je podpritisni princip kod koga se ventilatori ( V1, V2 i V3 ) nalaze na izlaznom vodu filtera.

## 10. NEKI PRIMERI PRORAČUNA I KONSTRUKCIJA

Kao prilog izlažu se primeri nekih proračuna i konstruktivnih rešenja.

## 10.1 PRORAČUN RUKAVNOG FILTERA

Proračun rukavnog filtera izvršen je prema literaturi (1).

Tip filtera: rukavni ( vrećasti ) sa impulsnim otresanjem

Preporučene vrednosti:

brzina vazduha na ulazu u filter od 1,8 do 2,2 m/sec ;

odnos visine rukava i prečnika od 30 do 33 ;

impulsno produvanje sa ejektorskim mlaznikom ( p=5 do 6 bara ) ;

Zadati i usvojeni podaci:

količina vazduha za filtriranje Q=6000 m<sup>3</sup>/h;

temperatura prašine u vazduhu 35 °C ;

koncentracija prašine u vazduhu na ulazu 150/1000 gr/m<sup>3</sup> ;

gustina prašine 1000 kg/m<sup>3</sup> ;

srednji prečnik čestice 20/1000 mm ;

materijal vrećice – poliestarska vlakna ;

stepen iskorišćenja ventilatora 0,75 ;

dimenzije ulaznog otvora filtera 0,125 m<sup>2</sup>.

Proračun filtrirajuće površine

Specifično filtersko opterećenje q

$$q = q_n \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 = 1,944$$

Sve vrednosti su usvojene prema literaturi (1):

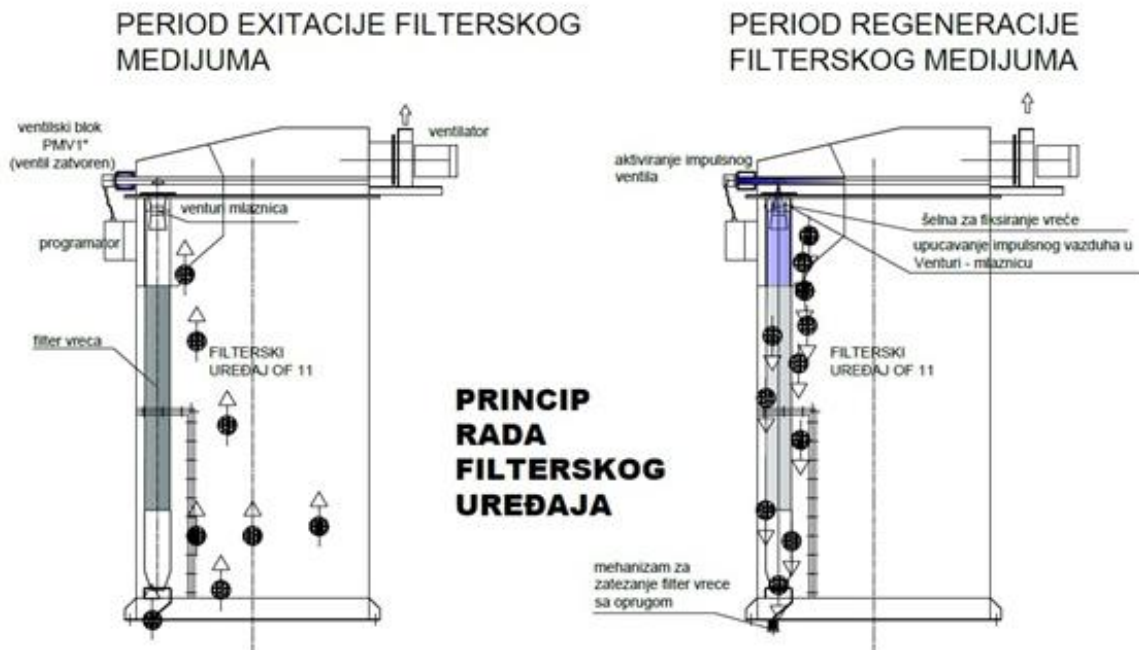
Koeficijent vrste otresanja C<sub>1</sub>=1

Uticaj koncentracije prašine C<sub>2</sub>=1,2

Uticaj srednjeg prečnika čestica C<sub>3</sub>=1,2

Uticaj temperature C<sub>4</sub>=0,9

Uticaj kvaliteta prečišćenog vazduha C<sub>5</sub>=0,95



Slika 5. Princip otresanja rukavnog filtera

Površina filtera A  
 $A=Q/60q = 50 \text{ m}^2$   
Broj vrećica n

## 10.2 PRORAČUN HIDRAULIČKOG OTPORA I SNAGE MOTORA VENTILATORA

Proračun hidrauličnog otpora i snage potrebnog elektromotora izvršen je takođe prema

Literaturi (1). Hidraulički otpor filtarske pregrade sastoji se iz otpora same pregrade i otpora prašine koja se nalazi na njoj. Nakon sprovedenog proračuna dobijena je vrednost da je ukupan otpor 1555 Pa.

Proračunom minimalne potrebne snage motora ventilatora dobijena je vrednost od 4,5 kw. S obzirom na raspoložive mogućnosti izbora usvojen je ventilator sa sledećim karakteristikama:  $Q=6000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $p=5200 \text{ Pa}$ ,  $n=3600 \text{ o/min}$ , sa motorom  $P=15 \text{ kw}$ ,  $n=2900 \text{ o/min}$ .

### 1. 3 KONSTRUKTIVNO REŠENJE RUKAVNOG FILTERA

Na Slici 7. prikazan je izgled usvojenog rešenja rukavnog filtera. Na istoj slici izložen je i princip rada impulsnog otresanja ovog filtera u cilju regeneracije. Kratkotrajnim impulsnim produvanjem u trajanju 0,2 do 0,3 sekunde sa vazduhom pod pritiskom od 4 do 6 bara dolazi do intenzivne deformacije vrećice i stresanja nakupljene prašine sa nje. Za upravljanje ovim procesom projektovan je elektronski kontroler koji aktivira elektromagnetne ventile po određenom redosledu i u odgovarajućem trenutku.

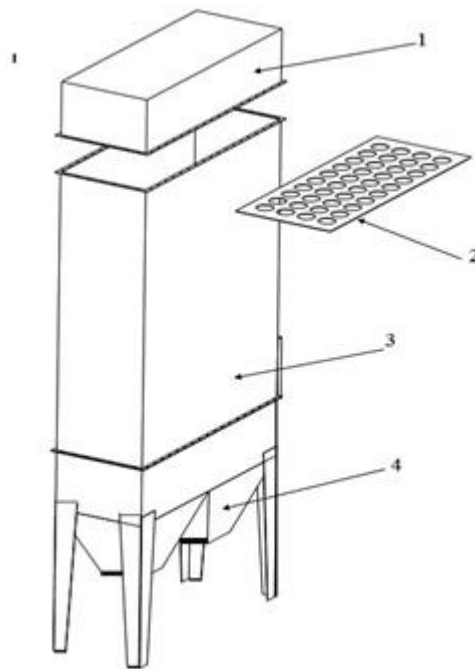
### 10.4 SPOLJAŠNJI IZGLED FILTERA I POSTROJENJA

Na Slici 6. prikazan je spoljašnji izgled izvedenog postrojenja a na Slici 7. trodimenzioni izgled rukavnog filtera.



Slika 6. Spoljašnji izgled postrojenja

$n= A/Av = 49,8$ , usvojeno  $n=50$   
Za usvojenu vrećicu prečnika 120 mm i dužine 3000 mm površina filtriranja je  $Av=1,1 \text{ m}^2$ .



Slika 7. 3-D izgled filtera

## 11. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je da ukaže na problem zagađenja vazduha i na neke mogućnosti za njegovo dovođenje u zakonske i standardne normative. Posebno je obrađen konkretan primer održavanja kvaliteta vazduha u jednom proizvodnom procesu. Predloženi su postupci, metode i tehnička sredstva za rešavanje ovakvih problema. Kao rezultat toga nastalo je jedno postrojenje čije funkcionisanje uspešno poboljšava uslove rada i parametre kvaliteta vazduha dovodi u standardima propisane granice.

## LITERATURA

- [1] Bogner M., Stojanović M., Livo L.; Prečišćavanje i filtriranje gasova i tečnosti, ETA, Beograd, 2006.
- [2] Cojanović Z., Stojčević D., Rančić M., Prečišćavanje i filtriranje vazduha u procesu proizvodnje keramičkih proizvoda, Zbornik radova, PROCESING, SMEITS, Beograd, 2012.
- [3] Rančić M., Prekomerno zagađenje vazduha-uzroci, posledice, zaštita-, Časopis ekologa Vojvodine „Panonska zora“, br. 66-67, Zrenjanin, 2012.
- [4] Zakon o zaštiti vazduha, Službeni glasnik Republike Srbije, Beograd, 2019.
- [5] Zaštita vazduha 2011, Zbornik radova, Savetovanje, PK Srbije, 2011.

# ЗДРАВСТВЕНИ И ЕКОЛОШКИ АСПЕКТ КОРИШЋЕЊА ФЛАШИРАНИХ ВОДА ЗА ПИЋЕ

## HEALTH AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF USING BOTTLED WATER FOR DRINKING

Др ДАНИЈЕЛА М. ЈАШИН, дипл. инж. технологије  
Мр АЛЕКСАНДРА ШУЋУРОВИЋ, дипл. физико-хемијар  
Др ВЕСНА НАЂАЛИН, дипл. инж. фармацевтске технологије  
Мсц. ЈЕЛЕНА КИУРСКИ-МИЛОШЕВИЋ, дипл. инж. заштите животне средине  
Спец. МИРА КОВАЧЕВИЋ, дипл. хемичар  
Висока техничка школа струковних студија, Зрењанин

### РЕЗИМЕ

Поређењем различитих изворишта вода, уочава се различит садржај минералних материја, а тиме и прехранбено-физиолошки и медицински значај. Здрава човек не трпи штету уколико дневно попије 1л минералне воде. Унос минералних материја је позитиван, јер се тиме надокнађују излучене минералне материје (мокраћа, зној и сл.). Ситуација је другачија уколико код човека постоје одређена оболења (слабије излучивање течности, нагомилавање воде, висок крвни притисак, болести бубрега), када треба користити воду са смањеним садржајем минералних материја, као замену води за пиће. Питање да ли одређане воде треба пити трајно или само по чашу на дан мора да зависи од лекарске индикације.

**Кључне речи:** флаширане воде, здравствена безбедност, заштита животне средине

### ABSTRACT

By comparing different sources of mineral water, a different content of mineral material has been noticed, and at the same time a different importance in the sense of food-value, psychological and medical sense. A healthy man suffers no harm if he drinks a liter of mineral water per day. Taking mineral water has a positive influence since it is a way to make up (lost) secreted liquids (urine, sweat, etc.). The situation is different with people who suffer certain illnesses like liquid secretion problems, high blood pressure, kidney illness, and in these cases mineral water with a reduced percentage of mineral m should be used for drinking. Whether some mineral water should be taken regularly or only a glass per day primarily depends on doctor's indications.

**Keywords:** bottled water, health safety, environmental protection

### 1. УВОД

Неодговарајући квалитет природних вода, неадекватна технологија припреме воде за пиће код појединих водовода, све више упућују потрошаче на снабдевање из алтернативних извора, а то су најчешће флаширане и паковане воде. У свету, али и код нас, као одговор на несташицу здраве и квалитетне воде за пиће из водовода, на тржишту се може наћи велики избор флашираних вода.

Здравствено безбедна и квалитетна вода за пиће је врло значајан, често и проблематичан, али кључни фактор живота, који се мора обезбедити без обзира на цену. Свако улагање у технологију за добијање здравствено исправне воде за пиће, занемарљиво је у односу на могући ризик и последице по здравље становништва, изазване употребом воде неодговарајућег квалитета.

Флаширана вода је широко доступна на светском тржишту. Потрошачи могу имати различите разлоге за употребу флашираних вода

пиће, од потребе, јер нема другог решења, до, понекад, чистог помодарства и престижа. Већина потрошача сматра да су флаширане воде квалитетније и безбедније по здравље. Међутим, поставља се питање да ли је у пракси, заиста тако?!

## 2. ДЕФИНИЦИЈА И ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА

Паковане-флаширане воде, подразумевају воду за људску конзумацију, паковану и запечаћену у флашама или другој здравствено исправној амбалажи. Вода се углавном пакује у стаклене боце-флаше, па се отуда одомаћио термин флаширане воде. 1968. године, у Француској је први пут употребљена пластична боца, од полиетилен терфталата (ПЕТ), као амбалаже за флаширање воде за пиће [1]. Тренутно ПЕТ боце имају доминатну улогу у смислу флаширања вода, али и других безалкохолних, па и алкохолних напитака. Основни проблеми који прате примену ове врсте амбалаже су потенцијалана миграција из амбалаже у садржај и њен утицај на здравствену исправност воде и нагомилавање ПЕТ-а у животној средини.

У Србији је квалитет флашираних вода регулисан Правилником о хигијенској исправности воде за пиће [2] и Правилником о квалитету и другим захтевима за природну минералну воду, природну изворску воду и стону воду [3], који је у потпуности усаглашен са Директивом ЕУ 2003/40/ЕЦ [4].

У Правилнику о хигијенској исправности воде за пиће наводи се следеће: „ природна вода у оригиналној амбалажи (флаширана природна вода) јесте вода изванредних физичко-хемијских, микробиолошких и радиолошких особина, која се из хигијенски каптираног извора обезбеђеног санитарно-заштитним зонама, непосредно на извору пуни у стерилну амбалажу без претходног пречишћавања и дезинфекције, изузев дезинфекције радијацијом“ [2].

Правилником о квалитету и другим захтевима за природну минералну воду, природну изворску воду и стону воду дефинише се да су: „природна минерална вода, природна изворска вода и стона вода оне воде које потичу из подземних слојева (лежишта изданских вода) и долазе на површину природним истицањем – изворима, или преко бушених бунара“ [3].

Codex Alimentarius Commission (ЦАЦ) је међународна институција за развој интернационалних стандарда за храну основана 1962. године у сарадњи са Организацијом за храну и пољопривреду - ФАО (Food and Agricultural Organization). ЦАЦ је развио Стандарде за природну минералну воду, који описују производ и његов састав као и факторе квалитета, укључујући лимите за одређене хемикалије, хигијену, паковање и етикетирање [5].

## 3. ВРСТЕ ФЛАШИРАНИХ ВОДА

Према Правилнику [3], упаковане тј. флаширане воде се у промету могу наћи као (слика 1):

- Природне минералне воде су подземне воде намењена за људску употребу у свом природном стању. Могу се флаширати само ако су хемијски и микробиолошки исправне, стабиланог квалитета и формиране у природним условима.

Природна минерална вода се разликује од обичне воде за пиће по минералном садржају, траговима елемената или њихових једињења и одређеним ефектима на здравствено стање (тамо где постоје) и по њеном оригиналном стању. Ове карактеристике морају бити очуване нетакнуте од извора до самог паковања у адекватну амбалажу. Реч "природна" у називу може имати минерална вода која није подвргнута било каквом поступку прераде, изузев издвајања нестабилних елемената и једињења типа: гвожђа, мангана, сумпора и арсена и сл. и додавања угљен-диоксида. Према укупном садржају растворених материја разликују се:

- природне минералне воде са веома ниским садржајем растворених минералних материја (до 50 мг/л минералних соли, рачунато као суви остатак на180°C)
- природна минерална вода са ниским садржајем растворених минералних материја (од 50 до 500 мг/л минералних соли, рачунато као суви остатак на180°C)
- природна минерална вода, која садржи од 500 мг/л до 1500 мг/л минералних соли, рачунато као суви остатак на180°C)
- природна минерална вода богата минералним солима, која садржи преко 1500 мг/л, рачунато као суви остатак на180°C).

Према садржају карактеристичних састојака, природне минералне воде се у промету категоризују као бикарбонатне, хлоридне, калцијумове, магнезијумове и сл.

- Природне изворске воде су подземне вода намењена за људску употребу у свом



природном стању. Флаширају се на самом извору или у његовој непосредној близини (из бунара) и морају задовољавати захтеве квалитета здравствено безбедне воде за пиће. У погледу захтева за експлоатацију и стављање у промет, микробиолошких параметара, поступака обраде и декларисања, захтевају се услови идентични као и код природне минералне воде.

- Стоне воде су флаширане подземне воде за пиће, обрађене у циљу побољшања квалитета, а у складу са прописима који важе за квалитет воде за пиће [2]. Није дозвољено производити стону воду из водоводске воде. Под обрадом стоне воде у циљу побољшања квалитета, подразумевају се поједини поступци или њихова комбинација и то су: корекција садржаја растворених материја у води, или њихово потпуно уклањање; додавање неорганских материја (соли) у воду; и импрегнација воде угљендиоксидом. Неорганске материје (соли) које се могу додати станој води, морају

испуњавати

услове из прописа који регулишу квалитет неорганских материја (соли) у производњи хране.

Опрема и амбалажа за пуњење и паковање стоне воде мора да испуњава захтеве прописане за опрему и амбалажу за природну минералну воду и природну изворску воду. Стоне вода мора да испуњава услове из прописа који регулишу квалитет воде за пиће, у погледу физичких, физичко-хемијских и хемијских особина воде, дозвољеног садржаја органских и неорганских материја, коагулационих и флокулационих и дезинфекционих средстава, као и споредних продуката дезинфекције.

Последњих година и на нашим просторима дошло је до појаве различитих флашираних вода бројних произвођача [6, 7, 8], од којих су неке приказане на слици 1.



Слика 1: Врсте флашираних вода у Србији

#### 4. ФИЗИОЛОШКИ ЗНАЧАЈ МИНЕРАЛНИХ САСТОЈАКА

Приближно 50% тела одраслог човека чини течност. Већи део течности се налази у ћелијама и назива се интрацелуларна течност, а приближно 1/3 изван ћелија и назива се екстрацелуларна течност. Екстрацелуларна течност се непрекидно креће по телу, брзо се транспортује у крви, а затим се меша са ткивном течношћу- дифузијом кроз зид капилара. У екстрацелуларној течности се налазе јони и хранљиви супстрати неопходни за живот ћелија.

Екстрацелуларна течност садржи велике количине јона  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{HCO}_3^-$  (табела 1), а поред њих и неопходне хранљиве састојке као што су кисеоник, глукоза, масне киселине и аминокиселине. Поред наведеног присутан је и угљендиоксид који се транспортује од ћелија до плућа (где ће бити издахнут), као и други продукти ћелијског метаболизма који се транспортују до бубрега, одакле ће бити излучени.

Интрацелуларна течност садржи велике количине јона  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ .

**Табела 1:** Важни састојци и физичке величине екстрацелуларне течности, нормални опсег вредности и приближне граничне вредности преко којих долази до смрти

	Нормалне вредности	Нормални опсег вредности	Граничне вредности	Јединице
Кисеоник	5,4	4,8-6,1	1,4-140	kPa
Угљендиоксид	5,4	4,8-6,1	0,7-11	kPa
Натријум	142	138-146	115-175	mmol/l
Калијум	4,2	3,8-50	1,5-9,0	mmol/l
Калцијум	2,4	2,0-2,8	1-4	mmol/l
Хлориди	108	103-112	70-130	mmol/l
Бикарбонати	28	24-32	8-45	mmol/l
Глукоза	5	4-6	1,3-30	mmol/l
Ацидобазна равнотежа	7,4	7,3-7,5	6,9-8,0	pH

Полазећи од чињенице да су дневне потребе човека за течношћу 3 l, због губитака кроз мокраћу, зној, плућа, столицу и топлоту као производ измене материја и оксидације, захтева се 1,5 l као чиста течност за пиће. Преосталих 1,5 l течности дневно садржано је у самим животним намирницама.

Унос минералних материја преко животних намирница се може употпунити конзумирањем минералних вода. Хемијски састав појединих минералних вода домаћих произвођача дат је у табели 2, док су вредности дневних потреба организма за минералним материјама представљене у табели 3.

**Табела 2:** Хемијски састав неких минералних вода [9]

Произвођач	Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	$\text{HCO}_3^-$ [mg/l]	$\text{SO}_4^{2-}$ [mg/l]		Cl [mg/l]	Суви остатак [mg/l]
Књаз Милош	76,8	21,5	30,0	493,6	1756	27,8	-	15,0	1672
Карађорђе	154,8	100	71,2	394	1830	42,9	-	53,1	1897
Врњци	64,1	83,5	66,3	542,8	2440	53,1	-	36,0	1874
Пролом вода	2,2	0,03	0,3	49,7	92,7	1,6	-	7,5	175
Минаква	25,3	20,1	6,5	370	716,1	53,8	-	228,8	1502

**Табела 3:** Минималне количине минералних материја-дневне потребе [10]

Минерална материја	Натријум	Калцијум	Магнезијум	Манган	Гвођђје	Хлориди
Количина	390	400-500	200	3	12-15	600
Јединица	mg	mg	mg	mg	mg	mg



У организму човека, главни носиоци ванћелијске течности су јони натријума и хлоридни јони. Поменути јони се налазе у једном литру крвног серума (око 140 mvala) [10]. Дневна потреба човека за овим јонима износи око 17 mvala [10].

Уколико се на пример, попије 1 литар минералне воде Књаз Милош или Врњци, у организам се уноси више од дневних потерба за натријумом.

Код здравих људи вишак натријума се излучује, али код особа са повишеним крвним притиском, срчаним тегобама, обољењима јетре и одређеним бубрежним болестима, високе концентрације натријума могу проузроковати извесне проблеме.

Калцијум је есенцијални елемент за изградњу костију и зуба, а дневне потребе за овим минералом су у границама од 400 - 500 mg, што се види из табеле 3.

Магнезијум заједно са калцијумом је главни чинилац тврдоће воде. Уколико је у води присутан у облику магнезијумсулфата има лаксативна својства. Улога магнезијума је веома интересантна, јер игра важну улогу у превентиви срчаног инфаркта. Недостатак магнезијума доводи до стања пренадражености у вегетативном нервном систему, услед повећане неуромускулаторне надражљивости, због чега може доћи до грчева који наступају у нападима у области централног нервног система. Наведено је често праћено депресијом, узнемиреношћу и дрхтањем. Поред тога у цревно-стомачној области могу наступити гађење, повраћање и склоност ка дијарејама.

Магнезијум и калцијум су антагонисти, односно присуство једног спречава искоришћење другог. Дејство сваког од ових минерала је могуће само при малим концентрацијама оног другог елемента.

Калијум је такође есенцијални елемент, али тело веома тешко подноси вишак калијума у смислу стреса бубрега и опасности од губитка њихове функције. Мада се калијум не сматра за токсичан елемент, неопходно је избегавати дуготрајно излагање организма високим концентрацијама овог елемента. Не треба употребљавати флаширане воде са више од 12 mgK/l за свакодневно пиће [11].

Хлориди нису опасни у концентрацијама у којима се срећу у флашираним минералним водама, јер су њихове концентрације далеко испод дневних потреба. Концентрације до 1500 mg/l немају штетних ефеката.

Флуориди, односно концентрација флуоридних јона би обавезно требала да буде назначена на етикети минералне воде, али је или нема или се означава да је испод 1 mg/l. Апсорпција флуорида кроз храну је дефинисана и доказано је да је то битан елемент за поједине животињске врсте: плодност и брзина раста се посебно повећавају као резултат дејства сразмерно малих количина

флуорида. Када флуориди уђу у састав зуба, они смањују растворљивост глеђи под дејством киселих материја и на тај начин стварају заштиту од каријеса. Високе дозе флуорида су токсичне за човека. Као резултат деловања високих доза флуорида јављају се патолошке промене (хеморагични гастроентеритис, акутни токсични нефритис и различити степен оштећења јетре и срчаног мишића). Уколико се минерална вода користи као потпуна замена за воду за пиће, концентрација флуоридних јона не би требала да буде већа од 1 mg/l.

Сулфати и то везани за јоне магнезијума и натријума представљају јака лаксативна средства, па иако људски организам може да се адаптира на умерено високе концентрације сулфата у води, изненадно повећање ће изазвати пургативне ефекте. Треба избегавати минералне воде у којима је концентрација сулфата изнад 30 mg/l за редовно пиће.

Нитрати и нитрити се могу често срести у извориштима минералних вода, али произвођачи избегавају да њихов садржај прикажу на декларацији. Висок садржај нитрата ствара два основна проблема: дечију метхемоглобинемију и настанак нитроаминна. Нитрати сами по себи нису токсични, али конверзијом у нитрите изазивају проблеме. На основу Директива Европске Уније максимално дозвољена концентрација нитрата износи 50 mg/l [4]

Хидрогенкарбонати имају улогу код превелике концентрације желудачне киселине. У извесној мери могућа је и измена алкалне резерве у крви након конзумирања минералне воде са високим садржајем бикарбоната, што има за последицу лагани пораст садржаја бикарбоната у крвном серуму и смањење садржаја хлорида. У стомачном цревном тракту на различите начине се у позитивном смислу одражава доток натријума, хлорида, калијума, магнезијума и бикарбоната зависно од састава минералне воде. Бикарбонати су саставни део екстраћелијске течности и имају велики значај у резмени материја.

## 5. КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА ФЛАШИРАНИХ ВОДА

Развој индустријске производње и појава све већег броја произвођача флашираних вода, довео је до оштре конкуренције и борбе за купца. У тој борби, особине и квалитет производа нису једини фактори који ће утицати на одлуку о куповини производа.

Произвођачи флашираних вода сем законски прописаних анализа, често своје производе подвргавају контроли у здравственим установама које су акредитоване за такве анализе. То су контроле које обухватају посебне сегменте производње, на пример, контрола воде после

дегазације или контрола ефикасности филтрације итд. Сваки већи произвођач флаширане воде врши интерну контролу одређених параметара у сопственим лабораторијама, а проверу сопствених резултата врши у екстерној лабораторији. Таквим начином контролисања односно проверавања исправности флаширане воде, могуће је елиминисати евентуалне грешке које могу настати током процеса експлоатације, третирања воде у случајевима када је то дозвољено, што је поменуто у претходним поглављима, током флаширања и сл.

Значај здравствене исправности производа последњих година, постаје и код наших купаца битан фактор приликом избора куповине неког производа. Важно је нагласити да валитет флаширане воде не значи увек, да је та вода и здравствено исправна. Минерални састав неке воде је податак који произвођачи користе у рекламама да би привукли пажњу потрошача. Међутим, управо та количина минералних материја често одступа од препорученог уноса минерала у организам, што може имати за последицу и нарушавање здравља конзумента у већој или мањој мери. Утврђивање здравствене исправности флашираних вода подразумева следеће:

- Микробиолошку исправност
- Физичко - хемијску исправност и
- Оцену декларације готовог производа.

Један од феномена који такође може утицати на здравствену исправност флашираних вода је појава тзв. миграције појединих састојака из амбалажног материјала у воду [12].

## **6. УТИЦАЈ ФЛАШИРАНИХ ВОДА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ**

Све већи пораст потрошње флашираних вода, као последицу има и све већи утицај на животну средину. Последњих година бројна удружења и покрети у свету, а и код нас, указују на негативне последице које има употреба флашираних вода уместо водоводске воде. Међутим, потребно је нагласити, да је у појединим регионима, флаширана вода, једино решење када је у питању вода за пиће. Такав случај је и у граду Зрењанину и то још од давне 2004. године, када је вода из градског водовода забрањена за пиће, због повишене концентрације арсена.

Током флаширања се троши мања или већа количина енергија, стварају се различите отпадне материје (гасовите, течне, чврсте), транспорт флашираних вода до продајних места доводи до аерозагађења, емитовања гасова заслужних за ефекат стаклене баште и др. Кључна замерка везана за овај домен, је директно повезана са амбалажом за флаширање вода. Као што је већ напоменуто у овом раду, ПЕТ амбалажа је у потпуности преузела примат, као амбалажни

материјал за флаширање вода. Када се има у виду чињеница да је полазна сировина за добијање ове врсте материјала нафта, необновљиви ресурс, чија експлоатација, битно нарушава животну средину, јасан је став оних који осуђују употребу флашираних вода. С друге стране, након конзумације, поменуте ПЕТ боце, често завршавају у околини, где се нагомилавају и не ретко затрпавају реке, језера и океане. Рециклажа ове врсте амбалажног материјала, чија је основа сакупљање и разврставање отпада, сигурно представља решење овог великог проблема.

## **7. ЗАКЉУЧАК**

Постојећа законска регулатива мора се осавременисти поготову у делу декларисања производа. На свакој декларацији флаширане воде морала би да стоји препоручена дневна доза уноса воде за различите старосне доби становништва. Неадекватним конзумирањем минералних вода, како по типу, тако и по количини, може доћи до негативних и нежељених ефеката. Треба такође користити воду са што је могуће мање минерала у њој, посебно  $\text{Na}^+$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{NO}_3^-$ .

Евидентни су и негативни ефекти, које има употреба флашираних вода на животну средину. Ту се првенствено издваја нагомилавање ПЕТ боца, али уједно за овај велики проблем постоји и решење, а то је рециклажа.

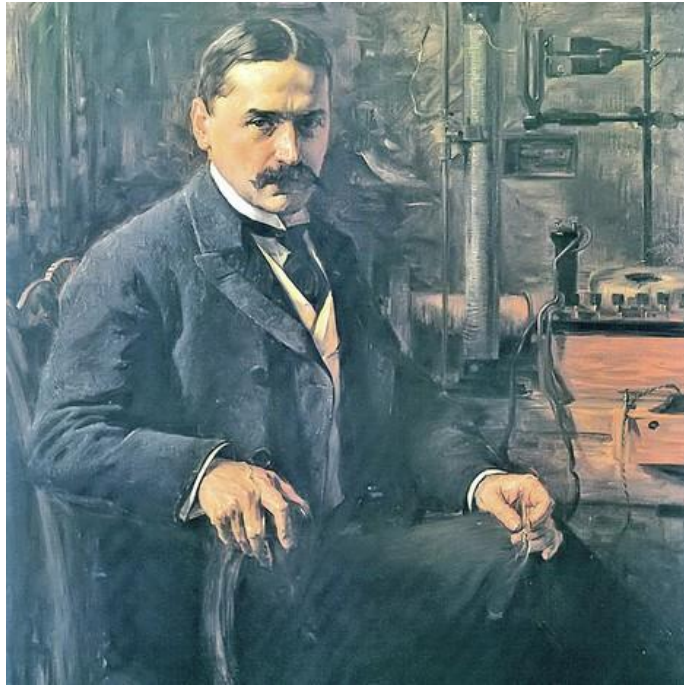
Када се сагледају неке од чињеница које смо обрађивали у овом раду у смислу здравствене исправности и утицаја на животну средину употребе флашираних вода, тешко је са становишта стручних лица, која су уједно и потрошачи воде за пиће пресудити у корист водоводске или флаширане воде. Међутим, тешко се отети утиску да водоводска вода, наравно одговарајућег квалитета, може имати алтернативу.

## **8. ЛИТЕРАТУРА**

- [1] <http://www.nmw.co.rs/nmw/index.php?page=119>
- [2] Правилником о хигијенској исправности воде за пиће, Сл. лист СРЈ 42/98
- [3] Правилником о квалитету и другим захтевима за природну минералну воду, природну изворску воду и стону воду, Сл. лист СЦГ 53/2005
- [4] Директива ЕУ 2003/40/ЕЦ, COMMISSION DIRECTIVE 2003/40/EC of 16 May 2003 establishing the list, concentration limits and labelling requirements for the constituents of natural mineral waters and the conditions for using ozone-enriched air for the treatment of natural mineral waters and spring waters
- [5] Codex Alimentarius: Waters, First Edition, WORLD HEALTH ORGANIZATION FOOD

AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF  
THE UNITED NATIONS Rome, 2007

- [6] Гаковић М. (2006): Поплава флашираних вода, корисна или забрињавајућа појава? Часопис – Квалитет вода, год. IV, бр.4, стр.37-42.
- [7] Глигоријевић Ј. (2006): Флаширане воде. Шта пијемо? „ВИТА“, месечник за здравље и лепоту, јун, стр.60-62
- [8] Видовић М., Николић Д., Крстић Ј., Трајковић И. (2009): Карактеристике флашираних вода са подручја Србије. Девета међународна конференција „Водоводни и канализациони системи“, Зборник радова, Јахорина, Пале, 28-30. мај.
- [9] Далмација, Б., Квалитет воде за пиће – Проблеми и решења, Природно-математички факултет, Институт за хемију, Нови Сад, 1998.
- [10] Arthur, С., Guyton, М. D., Медицинска физиологија, Савремена администрација, медицинска књига, Београд, 1996.
- [11] Зборник радова о квалитету и нормативном регулисању природних минералних вода Југославије, Београд, 1985.
- [12] <http://www.pks.rs/SADRZAJ/Files/Biro%20za%20saradnju%20sa%20EU/Zdravstvena%20ispravnost%20ambala%C5%BEnog%20materijala.pdf>



**МИХАЈЛО И ПУПИН**  
**( 1854 – 1935 )**

**Михајло Пупин, велики научник,  
проналазач, родољуб и хуманиста.  
Рођен у Банатском селу Идвору.  
Школовао се у Прагу, Њујорку,  
Кембриџу, Берлину. На Колумбија  
Универзитету у Америци провео  
професорску и истраживачку  
каријеру. Као научник и проналазач  
остварио значајна достигнућа области  
физике, електротехнике и  
телекомуникација. Заштитио велики  
број проналазака и патената. Свој  
народ и домовину никада није  
заборавио. Био је искрени родољуб и  
хуманиста.**

# ОБЕЗБЕЂЕЊЕ ОПСТАНКА КАО ФУНДАМЕНТАЛНИ ПРОБЛЕМ МАЛИХ И СРЕДЊИХ ПРЕДУЗЕЋА И ПРЕДУЗЕТНИЧКИХ ОРГАНИЗАЦИЈА

## SURVIVAL ENSURING AS A FUNDAMENTAL PROBLEM OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES AND ENTREPRENEURIAL ORGANIZATIONS

Др **РОБЕРТ МОЛНАР**, професор струковних студија  
Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину

### РЕЗИМЕ

У овом раду је описана проблематика праћења опстанка малих и средњих предузећа и предузетничких организација, као и анализа фактора који утичу на њега. Анализирана истраживања показују да постоје одређени проблеми у евидентирању дужине опстанка, али исто тако и да постоје бројни фактори који делују на то да се у року од 5 година већина малих и средњих предузећа и предузетничких организација угаси. Статистике такође показују да је у развијеним земљама, односно онима у којима се негује предузетничка култура, проценат „преживелих“ већи, у односу на друге земље, понајвише захваљујући системској подршци која се овом сектору организовано пружа у виду услуга од стране институција финансијске и нефинансијске подршке.

### ABSTRACT

This paper describes the problems of tracking the survival of small and medium-sized enterprises and entrepreneurial organizations, as well as the analysis of the factors that influence it. The researches analyzed in this paper show that there are some problems in recording the length of survival, but also that there are numerous factors which causes that within 5 years majority of small and medium-sized enterprises and entrepreneurial organizations vanish. Statistics also show that in developed countries, or those in which entrepreneurial culture is being nurtured, the percentage of "survivors" is higher, compared to other countries, mostly due to organized systemic support provided by institutions of financial and non-financial support.

### УВОД

У другој половини XX века, велика предузећа, а касније и мултинационалне компаније, биле су основни чинилац привредног раста и развоја. Међутим, већ на крају истог века управо у развијеним економијама, мала и средња предузећа, односно предузетничке организације (у наставку: МСПП) постају све значајнији привредни, али и шири друштвени фактор [1]. Појединац, предузетник у оквирима МСПП, са својим иновацијама, спремношћу за преузимање ризика и

др., је она потенцијална снага која мења постојеће стање и доприноси општем напретку друштва.

Значај сектора МСПП у привреди ЕУ-27 је неспоран, а издвајају се само подаци да 99,8 % од активних предузећа чине управо МСПП, да она учествују у запошљавању са око 66,7 %, као и да креирају 58,6 % додате вредности, рачунајући нефинансијски сектор [2]. Слични показатељи су и у случају САД и Јапана. Код већине великих предузећа, опште је прихваћен концепт да се ангажује сектор МСПП како би заокружили

сопствени пословни процес. Начини сарадње су различити, од обављања неких мањих услужних послова (одржавање машина и хигијене, кетеринг и др.) до израде конкретних делова, који ће ући у састав готовог производа који врло често само склапа неко велико предузеће. МСПП се у овим случајевима јављају као подизвођачи или још озбиљније, као чланови кластера неког великог предузећа.

Због својих посебних карактеристика и законитости у функционисању, сектор МСПП је препознат као засебна привредна целина која значајно доприноси складном функционисању једног друштва. И поред тога, МСПП свакодневно настају и нестају, па им се придаје велики значај и конкретна подршка, како би њихов нестанак био у што мањем броју, односно макар у равнотежи са настанцима. Стога, већина развијених земаља овај сектор посебно третира бројним законима, институцијама и инструментима, усклађеним са специфичностима и конкретним потребама МСПП.

## **1. ПРЕДМЕТ И ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА**

У данашње време свакодневно настаје велики број привредних субјеката, као мала и средња предузећа, самосталне радње или једноставно - мали бизнис. Њихов животни век у великом броју случајева не прелази 5 година. Очигледно је да ту постоје неки проблеми које треба истражити, јер су у питању проблеми из реалног живота, значајни за развој не само привреде, већ и друштва у целини. Како су ови привредни субјекти битни за развој и просперитет било које земље, значајни напори се улажу у њихова истраживања. Један од недостатака тих истраживања је парцијални или монодисциплинарни приступ, што онемогућује идентификовање и решавање бројних виталних проблема.

Животни циклус типичног МСПП је углавном кратак и болан. Иако најчешће почиње као леп сан,

његов живот се завршава у „запомагању“ и „двиењу“. Све између се своди на непрекидну борбу за опстанак у којој предузетник настоји да докучи зашто му пословање није успешно. У зависности од конкретне земље, периода који се посматра, као и од величине, око 80% новооснованих предузећа не опстане на дужи временски рок. Већина њих се угаси у првих 5 година од оснивања, а „преживели“ често губе новац у својој борби за што дужи опстанак.

Иницијална фаза у животном циклусу МСПП је најчешће хаотични, неизвесни и ризични период у његовом животу [3]. Она предузећа која преживе овај период, у великом броју случајева избегавају поновно излагање ризицима и неизвесностима, са којима су се сусретали, те се задовољавају одржавањем МСПП у малим оквирима, не само по броју запослених, него и по другим параметрима. На овај начин власници МСПП сами постају ограничавајући фактор у животном циклусу развоја сопственог МСПП.

Проблематика динамизма сектора МСПП се статистички обрађује на више начина. Најчешће је у употреби индикатор „кретање броја МСПП“ који се добија праћењем „улазака“ – новооснованих МСПП и „излазака“ – брисаних МСПП из евиденције код надлежне институције. Међутим, овај индикатор може да пружи искривљену слику о динамизму сектора МСПП, јер се неки тренутни утицај у окружењу може повољно или неповољно одразити на ова кретања, као што је измена регулаторног оквира и сл. Много озбиљнији индикатор, али самим тим и тежи за праћење је управо „Стопа преживљавања МСПП“, и то по години оснивања и од њиховог оснивања. САД и земље ЕУ овом индикатору посвећују значајну пажњу и на основу њега, али у у комбинацији са другим, предузимају се конкретне акције у циљу побољшања услова у којима сектор МСПП функционише.

**Табела 1:** Стопа преживљавања новооснованих МСПП у САД, по години оснивања и од њиховог оснивања (у %) [4]

Год. од оснивања	Година																			
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	79.8	79.2	79.0	78.8	80.6	79.6	78.9	75.5	78.4	79.2	79.1	80.0	78.3	77.2	74.4	76.3	78.6	78.2	87.4	79.5
3	68.5	68.5	67.6	68.7	69.1	67.6	66.3	64.5	67.5	68.4	69.1	68.7	66.2	63.4	62.4	66.3	67.7	75.1	75.8	–
4	61.2	60.5	60.4	60.6	60.2	59.0	58.5	57.5	60.2	61.4	61.3	60.1	56.1	54.9	55.8	58.9	68.1	67.1	–	–
5	54.9	54.7	54.1	53.5	53.6	53.2	53.1	52.4	55.0	55.3	54.7	52.2	49.3	49.8	50.5	60.8	61.9	–	–	–
6	50.2	49.5	48.8	48.1	48.7	48.7	48.6	48.2	50.4	50.1	48.2	46.5	45.1	45.5	51.7	55.7	–	–	–	–
7	45.8	45.0	44.5	44.2	45.0	45.0	45.1	44.5	46.3	44.7	43.7	43.0	41.6	46.2	47.8	–	–	–	–	–
8	42.1	41.4	41.2	41.0	41.9	42.1	42.1	41.2	42.0	40.9	40.6	40.0	42.5	43.1	–	–	–	–	–	–
9	38.9	38.6	38.5	38.2	39.4	39.3	39.1	37.6	38.7	38.2	38.0	41.1	39.8	–	–	–	–	–	–	–
10	36.4	36.3	36.0	36.2	37.0	36.8	36.0	34.7	36.5	35.9	39.2	38.6	–	–	–	–	–	–	–	–
11	34.2	34.1	34.0	34.0	34.8	33.9	33.4	32.7	34.4	37.2	36.9	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	32.4	32.2	32.1	32.1	32.2	31.7	31.8	31.1	35.0	35.1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13	31.0	30.5	30.4	29.8	30.3	30.2	30.2	31.4	33.2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	29.3	29.0	28.6	28.1	28.9	28.8	30.4	29.9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15	27.8	27.1	26.9	26.8	27.5	28.8	29.1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	26.0	25.7	25.7	25.6	27.1	27.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17	24.6	24.6	24.6	25.1	26.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	23.5	23.6	23.9	24.1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19	22.5	22.9	23.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20	21.9	22.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
21	21.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Када је у питању ЕУ, постоје одређене техничке потешкоће око јединствених статистика. Ипак, може се констатовати да постоје значајне разлике у стопи преживљавања МСПП у земљама ЕУ-28. Тако нпр. у случају Аустрије 95% новооснованих предузећа преживи прву годину, њих 80% трећу, 68% пету, а 60% доживи и свој 8. рођендан [5]. С друге стране, у Чешкој Републици, прву годину преживи око 80%, трећу преживи око 55%, док свој 6. рођендан дочека мање од 40% новооснованих предузећа [6].

С друге стране, истраживање спроведено над извршним менаџерима МСПП у САД [7] указује на

кључне факторе успеха МСПП. Из Табеле 2 се јасно види да су „кључни људи“ ангажовани у МСПП, од пресудног значаја за њихов успех, убрајајући ту и менаџере. Следе, фактори средњег интензитета, док остали фактори обухваћени истраживањем нису приказани у табели, јер имају мањи утицај. Из табеле се такође види да утицај фактора варира у зависности од области пословања.

**Табела 2:** Кључни фактори успеха МСПП

Р. бр.	Фактор	Процењени утицај (у %)				
		Укупно	Производња	Услуге	High-Tech	Nontech
1.	Задржавање кључних запослених	73	69	77	74	73
2.	Развој нових производа/услуга	38	40	37	47	30
3.	Ширење тржишта	36	31	40	39	34
4.	Повећање продуктивности	35	39	32	30	39
5.	Надоградња технологије	28	28	27	26	29

Међутим, на овом месту треба поставити право питање: „Зашто нека предузећа опстају, а друга не?“. Да ли је то због неспособности да се преброде све “дечије болести” на свом развојном путу или су једноставно закони тржишта и укупног привредног амбијента такви, питање је које тражи одговор.

Бројни су начини на које МСПП покушавају да опстану, али сасвим сигурно је да су скромни свеукупни ресурси са којима располажу и управљају, један од ограничавајућих фактора њиховог опстанка и евентуалног развоја [8].



## 2. ЗАШТО БИЗНИСИ НЕ ОПСТАЈУ?

Феноменом опстанка, односно неопстанка предузећа баве се многи истраживачи и институције широм света. Према једном истраживању у САД [9], МСПП су банкротирала из следећих разлога:

- Спољашњи пословни утицаји (39%);
- Финансијски проблеми (28%);
- Унутрашњи пословни утицаји (27%);
- Порески разлози (20%);
- Спорење са повериоцем (19%);
- Проблеми личне природе (17%), и
- Катастрофе (7%).

Према једном другом истраживању [10], идентификоване су 4 кључне групе фактора који утичу на опстанак МСПП, а у оквиру њих и 12 најчешћих разлога. То су:

### Општи пословни фактори

- (78%) Недостатак добро развијеног пословног плана, односно истраживања пре започињања пословања;
- (73%) Прецењивање продаје;
- (70%) Непрепознавање или игнорисање погрешних потеза и необраћање за помоћ, и
- (63%) Недовољно релевантно и применљиво пословно искуство.

### Финансијски фактори

- (82%) Лоше управљање токовима готовине (Cash flow);
- (79%) Започињање пословања (Start up) са премало новца, и
- (77%) Неадекватно одређивање цена, неукључивање свих неопходних параметара при формирању цене.

### Тржишни фактори

- (64%) Минимизирање важности адекватне промоције пословања;
- (55%) Неразумевање или игнорисање конкуренције, и
- (47%) Превелики фокус/ослањање на једног клијента.

### Људски фактори

- (58%) Неспособност адекватног делегирања одговорности – микроменаџмент, и
- (56%) Запошљавање погрешних људи (радије клонови – људи са истим или сличним знањима и вештинама, него људи са комплементарним знањима и вештинама, односно пријатељи или родбина).

Када се узму у обзир истраживања спроведена у ЕУ, резултати су релативно слични, а фактори који утичу на опстанак МСПП се могу класификовати и образложити на следећи начин [11]:

### 1. Екстерни фактори, у које спадају:

**Недостатак финансија**, нарочито у почетку функционисања, када се врло често јавља негативан проток готовине. Овај недостатак прети да временом постане кочница будућег развоја

конкретног МСПП, јер се развој најчешће не може у потпуности финансирати из сопствене акумулације, већ се мора прихватити и додатни ризик који са собом носи коришћење екстерних извора финансирања. Реално говорећи, овај фактор се може сматрати и интерним, али је највећи број разлога који га изазивају управо последица дешавања у окружењу (кашњења у наплати, и др.).

**Недовољно тржиште** се јавља као проблем који сам по себи намеће тржишно привређивање, у којем нема места за све, већ само за оне најбоље. Наиме, МСПП треба времена да се својим производима/услугама наметну тржишту, на којем се најчешће већ налази добро организована конкуренција, па чак и више или мање скривени монополи. У превазилажењу овог проблема, они користе неку од предузетничких стратегија примерену својим карактеристикама, а где иновативност значи истовремено и конкурентску предност.

### 2. Интерни фактори, у које спадају:

**Перманентни недостатак и неажурност пословних и других релевантних информација** је у данашњим условима привређивања веома озбиљан проблем. Власници, односно менаџери МСПП при доношењу одлука увек треба да мисле на акције које треба спровести у будућности. Међутим, што је та будућност даља, информације на основу којих се доноси одлука су мање релевантне и тешко да ће одговарати ситуацији у будућности. Други аспект овог проблема је тај, да МСПП често нису у могућности да сагледају све неопходне информације потребне за доношење одлука, па на основу тога следи да ће и њихове одлуке за последицу имати неадекватне акције, односно исходе, јер неће одговарати реалности.

**Слабо планирање** се може сагледати са више страна. Оно може бити резултат недостатка релевантних информација, као и неспособности сагледавања будућности, због нејасно дефинисаних циљева, као и због недостатка квалификација потребних за планирање. У крајњем случају, под ову категорију се може подвести и „непоседовање“ самог бизнис (пословног) плана, односно свих недостатака у њему, у случају да се он ипак „поседује“.

Већина МСПП, углавном ради на **решавању постојећих проблема**, насталих због промена у нетржишном окружењу, уместо да у њиховим активностима доминира решавање проблема будућности. Овај проблем, на дуги рок постаје ограничавајући фактор раста и развоја, односно може чак и угрозити опстанак конкретног МСПП у будућности.

**Недостатак квалификација** је честа појава при формирању, а нарочито долази до изражаја при каснијем функционисању МСПП. Многи власници и менаџери МСПП сматрају да је довољно да „осећају” проблеме тржишта, те да га својим производима/услугама могу решити. Међутим, није

редак случај да су одлични иноватори у ствари лоши предузетници, тј. да су неспособни да комерцијализују своју идеју. Ово се некада јавља и из разлога што су предузетници можда сувише опчињени својим проналаском или иновацијом и мисле да ће се добра идеја сама од себе продати, заборављајући при том да се за њену конкретизацију требају усагласити још бројни други фактори. Недовољно познавање управо тих других фактора, неправедно запостављених, често доводи до тога да се, на први поглед бриљантне идеје, једноставно не могу комерцијализовати са успехом. Даље, предузетници који поседују идеју, врло често нису спремни да, макар повремено ангажују стручњаке из појединих области пословања, са којима би брже, лакше и јефтиније поставили систем, односно МСПП које би им конкретизовало, тј. комерцијализовало пословну идеју.

### **3. Психолошки фактори, у које спадају:**

**Сопствено прецењивање** је заступљено код многих власника МСПП. То је проблем сам по себи, али и проблем који генерише нове. Многи бивају охрабрени својом идејом, те често заборављају на сопствене недостатке, који временом неминовно све више долазе до изражаја. Уколико се овоме придода и евентуални почетни пословни успех до којег може доћи, углавном стицајем околности, то може озбиљно угрозити даљи развој, односно будућност МСПП.

**Породични проблеми** често могу довести и до престанка функционисања МСПП. Сваки предузетник је опседнут својим МСПП, нарочито у периоду пре, као и на почетку његовог функционисања. Свако од њих пати од недостатка времена, којег са друге стране за породицу и приватни живот остаје све мање. Често се дешава да због такве ситуације нарастају тензије у приватном животу предузетника, што се неминовно одражава и на посао, па многи покушавају да овај проблем реше тако што и своју породицу укључују у пословање МСПП.

У сагледавању **вољних и мотивационих фактора**, треба поћи од система вредности друштва и предузетника као појединца, јер управо они усмеравају деловања, како појединца/предузетника, тако и друштва у целини. Ако је систем вредности друштва такав да не вреднује оригиналност и креативност појединца, тј. ако је непредузетнички, тада се не може очекивати да ће људи бити спремни да ангажују своје унутрашње и остале ресурсе, да би створили нешто ново и/или боље, а у чему и јесте суштина предузетништва. Затим, ако појединац, нпр. више вреднује сигурност неког посла са ограниченим примањима и са рутинским активностима, од њега се такође не може очекивати да преузме ризик који са собом носи сваки предузетнички подухват. Дакле, у случајевима када су системи вредности друштва и појединца сагласни у позитивном смислу, постоји предуслов за развој једне повољне предузетничке климе. Предузетника

пре оснивања МСПП, не сме да мотивише само новац који ће му оно својим функционисањем донети. Он мора бити тржишно оријентисан, тј. да буде усхићен што ће својим производима/услугама задовољити или створити нове потребе на тржишту. Управо, у процесу структурирања МСПП, воља, тј. решеност предузетника је одлучујућа за успешан исход читавог подухвата. Да би будућа МСПП преживела проблеме који ће се неумитно јављати током њене егзистенције, ова жеља (усхићеност), мора бити макар сразмерна ризику који се преузима при њеном рађању. Међутим, ако је главни мотив за покретање предузетничког подухвата новац, тј. профит, често се снови о предузетничком подухвату распршују заједно са тек рођеном организацијом, због неумитног негативног протока новца и осталих потешкоћа у вези наплате који се јављају на почетку функционисања.

### **3. ПОСЛЕДИЦЕ ДЕЛОВАЊА ФАКТОРА КОЈИ УТИЧУ НА ОПСТАНАК МСПП**

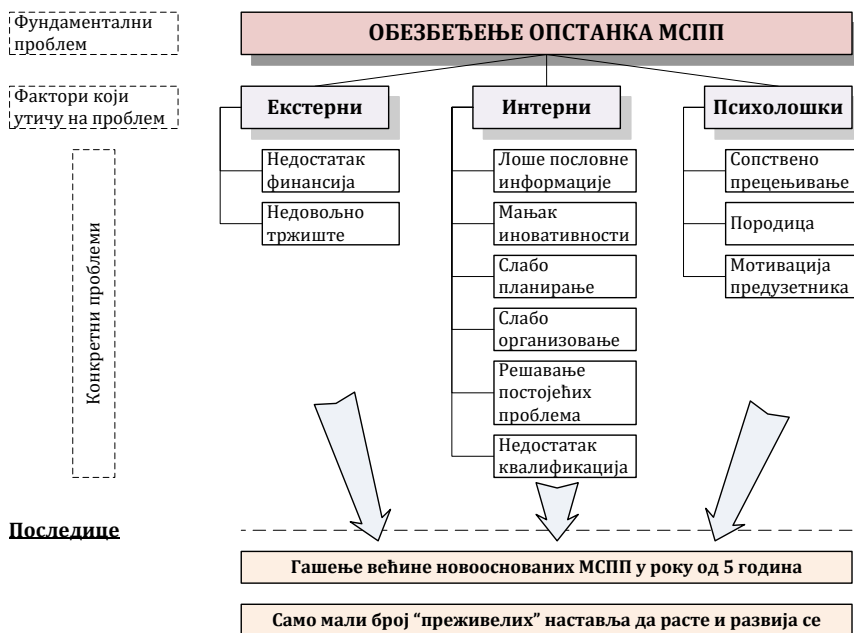
Сви идентификовани фактори који утичу на опстанак МСПП за последицу имају то да:

1. Већина МСПП се угаси након 5 година од свог оснивања. Овај податак је шокантан само на први поглед, међутим када се узму у обзир сви фактори који утичу на опстанак, постаје јасно да и овај податак верно одсликава сву комплексност вођења и развоја МСПП и самог предузетничког подухвата.
2. Од свих “преживелих”, само мали део наставља да расте и развија се. За ово постоји више разлога који се могу сагледати кроз следеће чињенице:
  - Нека МСПП не расту, јер су то „традиционалне организације” које настављају неку наслеђену или прихваћену традицију и устаљене режиме пословања. То су најчешће занатлије, које не можемо сматрати предузетницима у правом значењу тог појма. Они имају релативно стабилно, али истина ограничено и познато тржиште. Основна идеја код оваквог типа организација је samozапосљавање, са профитом у линеарној зависности од количине производа/услуга која се јави на излазу, али без иновативне компоненте у пословању.
  - МСПП са ограниченим растом, имају за циљ да расту и развијају се, али их неки фактори спречавају у томе. Најчешће су то претходно наведени фактори. У зависности од успешности решавања проблема проузрокованих поменутиим факторима, зависиће и степен раста и развоја оваквих МСПП.
  - Само они ретки, амбициозни МСПП, и поред свега, ипак проналазе путеве ка свом

расту и развоју и постају тзв. "газеле" у свом окружењу.

На Слици 1 приказани су фактори који утичу на обезбеђење опстанка МСПП.

#### Хијерархија проблема



Слика 1. Фактори који утичу на обезбеђење опстанка МСПП

Као директна последица великог „одумирања“ МСПП, развијене земље предузимају конкретне кораке у циљу повећања шанси за њихов опстанак и развој [11]. Ови кораци се огледају у изградњи и подршци, од стране државе, институцијама задуженим за конкретну финансијску и нефинансијску подршку сектору МСПП. Оправдање за овакву подршку се налази управо у статистикама које потврђују да је опстанак и развој МСПП која функционишу у овако подржаном окружењу знатно већи, него када та подршка није постојала, односно када се стање упореди са другим земљама у којима поменуте институције још нису изграђене или још нису достигле одговарајући ниво развијености.

#### 4. ЗАКЉУЧЦИ

У условима немилосрдне борбе за опстанак на тржиштима, проблеми са којима се сусрећу МСПП нису више само проблеми појединаца – предузетника и менаџера, већ су то проблеми који имају и ширу друштвену димензију. Наиме, МСПП као отворени организациони системи су у интензивним релацијама са својим окружењем, односно њихова условљеност од окружења је на изузетно високом нивоу. Пошто МСПП немају ту снагу да свако од њих појединачно битније мења своје окружење, као што то имају нека велика предузећа, а нарочито мултинационалне компаније,

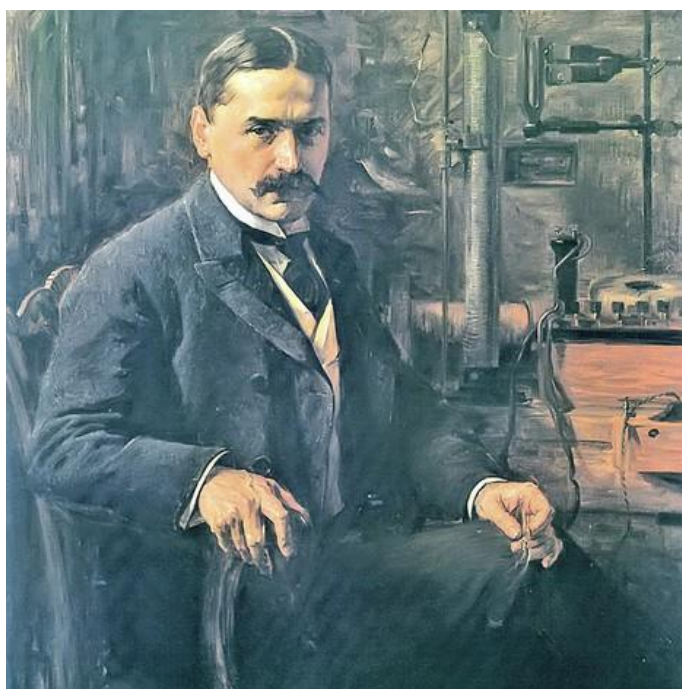
остаје им да своја понашања ускладе са њим. С друге стране, окружење МСПП је у непрестаном кретању, односно изузетно је динамично, па чак и турбулентно, па је од пресудне важности по опстанак, а поготово за развој конкретног МСПП, да на адекватан начин и у реалном времену усклади своја понашања са сопственим окружењем, а пре свега оним институционалним.

Развијене земље, а нарочито оне са развијеном предузетничком културом, као што су САД, Јапан и ЕУ-15, имају развијен систем подршке сектору МСПП. Ова системска подршка, како финансијска, тако и нефинансијска, доприноси повећању шансе не само за опстанак, већ и за развој новооснованих МСПП.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Група аутора: Анализа развоја малих и средњих предузећа и предузетништва у Србији, Републички завод за развој и Републичка агенција за развој малих и средњих предузећа и предузетништва, Београд, 2002.
- [1] Annual Report on European SMEs 2012/2013 - 2013 Brief on SME Demography, August 2013.
- [2] Станковић, Ф.: Потенцијали и управљање растом у МСП, Група аутора "Развој предузетништва - шанса за прогрес", Технички факултет "Михајло Пупин", Зрењанин, 1998. стр. 44-53.

- [3] <http://www.bls.gov/bdm/entrepreneurship>, Business Employment Dynamics, U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, приступљено: 30.11.2014.
- [4] 2014 SBA Fact Sheet - Austria, European Commission, Enterprise and Industry.
- [5] Carnazza, G.: The Role and the Main Developments of SMEs in the European Economy, UEAPME, EUROSTAT, Industry and services, Bruxelles, 2011.
- [6] <http://www.entrepreneur.com/article/81812>, Entrepreneur and PricewaterhouseCoopers, „2006 Entrepreneurial Challenges Survey“, приступљено: 30.11.2014.
- [7] Ћосић, И. и др.: Мала предузећа – корак у истом правцу, Група аутора “Развој предузетништва - шанса за прогрес”, Технички факултет “Михајло Пупин”, Зрењанин, 1998. стр. 1-25.
- [8] Sullivan, T., Warren, E. and Westbrook, J.: Financial Difficulties of Small Businesses and Reasons for Their Failure, Small Business, No. 188 (1999), U.S. Small Business Administration.
- [9] Hagen, J.: Top 12 Reasons Why Businesses Fail; in: Koester, E.: What Every Engineer Should Know About Starting a High-Tech Business Venture, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL/USA, 2009.
- [10] Молнар, Р.: Развој системске нефинансијске подршке малим и средњим предузећима и предузетништву у Србији (докторска дисертација), Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.



**МИХАЈЛО И ПУПИН**  
**( 1854 – 1935 )**

**Михајло Пупин, велики научник, проналазач, родољуб и хуманиста. Рођен у Банатском селу Идвору. Школовао се у Прагу, Њујорку, Кембрицу, Берлину. На Колумбија Универзитету у Америци провео професорску и истраживачку каријеру. Као научник и проналазач остварио значајна достигнућа области физике, електротехнике и телекомуникација. Заштитио велики број проналазака и патената. Свој народ и домовину никада није заборавио. Био је искрени родољуб и хуманиста.**

# PROCENA BEZBEDNOSNIH RIZIKA – PRIRODNIH, TEHNIČKO-TEHNOLOŠKIH I DRUGIH HAZARDA U USLOVIMA NASTAJANJA KRIZE, SA ASPEKTA KRIZNOG MENADŽMENTA -METODOLOŠKI PRISTUP

## ASSESSMENT OF SECURITY RISKS -NATURAL, TECHNICAL, TECHNOLOGICAL AND OTHER HAZARDS IN TERMS OF THE EMERGENCE OF THE CRISIS FROM THE POINT OF VIEW OF CRISIS MANAGEMENT- METHODOLOGICAL APPROACH

Msc RATKA POPOVIĆ JAĆIMOVIĆ

Dr. ČEDOMIR S. IVANOVIĆ, profesor strukovnih studija  
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

### PEŽIME

Složen deo procene ugroženosti od bezbednosnih rizika, zahteva sistematičan pristup u identifikovanju i analizi hazarda, zasnovanih na primeni odgovarajućih kriterijuma za izučavanje i izračunavanje nivoa rizika prikazanih u ovom radu. Metodološki pristup za procenu rizika, treba da se prilagodi uslovima procene rizika. Sa tog razloga, metodološki pristup, za procenu rizika od prirodnih, tehničko-tehnoloških i drugih hazarda, predstavlja pokušaj da se uspostave osnovni zahtevi i kriterijumi za procenu rizika, zasnovani na savremenom naučno-metodološkom pristupu, nastajanja krizne situacije sa aspekta kriznog menadžmenta, u sferi upravljanja u vanrednoj situaciji. Zbog kompleksnosti i nepredvidivosti prirodnih i tehničko-tehnoloških bezbednosnih rizika, koji mogu ugroziti ljude, materijalna dobra radnu i životnu sredinu, metodologijom procene rizika je obuhvaćena i izrada: a) mapa rizika; b) procena integralnih dejstava rizika i/ili multi-rizika; c) preko-granična (multiplikaciona) dimenzija rizika.

**Ključne reči:** bezbednosni rizici; hazardi; prirodni rizici; tehničko-tehnološki rizici; mapa rizika; multi-rizici; prekogranična dimenzija rizika; procena rizika; kriza; krizni menadžment; drugo.

### ABSTRACT

Complex part of the vulnerability assessments of security risks requires of a systematic approach to identifying and analysing hazards, based on applying of appropriate criteria for calculating and calculating the level of the risk presented in this work. The methodological approach for risk assessment should be adapted to the conditions of risk assessments. Therefore, methodological approach for the assessment of the risk of natural, technical-technological and other hazards, represents an attempt to establish the basis of requirements and criteria for risk assessments, based on modern scientific-methodological access the formation of a crisis situation from the aspect of crisis management in the sphere of the management of in an emergency situation. Due to the complexity and unpredictability of natural and technological security risk assessments which they can endanger people, material goods, working and living environment. The methodology of risk assessments include a) risk map b) integrated assessment of risk effects and /or multi-risk c) Cross-border (multiplication) dimensions of risk.

**Keywords:** security risks; hazard; natural risks; technical-technological risks; risk maps; multi risks; cross-border dimension of risk; risk assessments; crisis; crisis management; other.

## UVODNA RAZMATRANJA

Bezbednosni rizici veoma često nastaju stihijski i bez najave. Prirodni, tehničko-tehnološki i drugi bezbednosni rizici su neminovni pratilac privrednog i društvenog razvoja, u savremenim civilizacijskim uslovima. Na dinamiku prirodnih bezbednosnih rizika sve veći uticaj imaju antropogeni činioci koji direktno utiču na klimatske promene. Multiplikovanje takvih uticaja i njihova interakcija sa prirodnim faktorima, u budućnosti će veoma otežavati mogućnost predviđanja nastanka i razvoja bezbednosnih rizika koji se nazivaju-antropogenim. Statistički podaci u Republici Srbiji ukazuju, na nedostatak raspoloživih kapaciteta društva, kojim bi se na adekvatan način odgovorilo na prisutne izazove, rizike i pretnje, što rezultira materijalnim i nematerijalnim štetama, kako na nivou privrednih subjekata, tako i na nivou države u celini.

Nenadoknadivu štetu predstavljaju gubici u ljudskim žrtvama. Prema podacima Ministarstva unutrašnjih poslova Republike Srbije, u 2009. godini, u raznim nesrećama, ( požari, tehnološki akcidenti, eksplozije i sl.), poginulo je 700 lica, što je praćeno znatnim materijalnim štetama. U ovim nesrećama, uključujući i elementarne nepogode, procenjeni gubici su, više od jedne milijarde i četiri stotine miliona eura. Značaj materijalnih gubitaka svakako je veliki, ali je daleko pogubiji bilans nematerijalnih gubitaka, koji direktno utiče na sve segmente društva sa nepovoljnim političkim i ekonomskim posledicama, kako na unutrašnjem, tako i na međunarodnom planu. U takvim okolnostima, potencijalni strani investitori gube interes za ulaganja u Srbiji, čime se propuštaju prilike da se obezbede nova radna mesta i obezbedi kontinuirani privredni rast. Preventivno delovanje je osnovni način zaštite ljudi i materijalnih dobara

Procena rizika je veoma važan element upravljanja rizikom u vanrednim situacijama i sastavni deo preduzimanja kompleksnih mera, koje se preduzimaju na polju predviđanja i sprečavanja vanrednih situacija, kao i planskih i sistematičnih nastojanja da se ljudi sa njima organizovano suoče. U savremenoj praksi i naučnoj i stručnoj literaturi primenjuju se različiti metodološki pristupi za procenu rizika i svi oni imaju zajednički cilj, da se na egzaktnim i metodološkim osnovama stekne uvid u mogućnost nastanka neželjenih pojava, preduzme organizovana društvena akcija i tako smanji neizvesnost nastanka štetnih posledica. Na žalost, neizvesnost će uvek postojati u meri u kojoj se negativni uticaji okruženja umnožavaju, a čovekova sposobnost da ih kontroliše najviše će zavisiti od njegove volje, najpre da umanjí antropogene uticaje, ali i da ih svesno tretira u momentu spoznaje izvesnosti njihovog rušilačkog dejstva.

Metodološki pristup u proceni rizika izložen u ovom tekstu predstavlja pokušaj da se na temelju uvida u teorijske osnove i najbolju praksu sadržanu u međunarodnim, evropskim i nacionalnim standardima u

ovoj oblasti predstavi kompleksna slika procene rizika u savremenom bezbednosnom okruženju.

## 1. VANREDNE SITUACIJE I PREVENTIVNI ATRIBUTI PROCENE RIZIKA

Zakon o vanrednim situacijama Republike Srbije<sup>2</sup>, vanrednu situaciju definiše kao stanje kada su rizici i pretnje ili posledice katastrofa, vanrednih događaja i drugih opasnosti po stanovništvo, životnu sredinu i materijalna dobra takvog obima i intenziteta da njihov nastanak ili posledice nije moguće sprečiti ili otkloniti redovnim delovanjem nadležnih organa i službi, zbog čega je za njihovo ublažavanje i otklanjanje neophodno upotrebiti posebne mere, snage i sredstva uz pojačan režim rada. Pitanje percepcije pojmova, za mnoge autore, ima veoma značajnu ulogu u razlikovanju ovih nespecifičnih pojmova. Ono što je za neku društvenu grupu ili geografsku zajednicu samo vanredna situacija (veliki požar, teška saobraćajna nesreća) za neposredne aktere može biti velika kriza ili katastrofa. Normativno određenje i percepcija događaja koji se označavaju kao vanredne situacije predstavljaju okvir u kome se sagledavaju uloga i učesće različitih subjekata i njihovih pripadajućih resursa sa ciljem, da spreče takve situacije ili efikasno odgovore na njih, što je u osnovi svakog procesa upravljanja vanrednim situacijama. Metodološko određenja pojma vanredna situacija (emergency) razlikuje ga od sličnih termina, kao što su: kriza, katastrofa, vanredno stanje itd. Mada pred tradicionalne strukture postavlja vanredne zahteve, vanredna situacija još uvek nije krizna, jer su službe za vanredne situacije (policija, vatrogasci, hitna pomoć i dr.) u stanju da u ovakvim situacijama odgovore tradicionalnim sredstvima. Vanredne situacije se za razliku od kriza, katastrofa i vanrednog stanja, rešavaju rutinskim operativnim procedurama u okviru postojećih kapaciteta organizacije, odnosno zajednice.

Upravljanje vanrednim situacijama je proces koji obezbeđuje okvir za izgradnju kapaciteta kojim se indentifikuju potencijalne opasnosti i obezbeđuju adekvatni, stručni i pravovremeni odgovori u cilju preventivnog delovanja visokostrukturiranih organizacija. U praksi, međutim, nivo donošenja odluka između različitih visoko strukturiranih organizacija i agencija, često nije koordiniran, posebno ako su nivoi i hijerarhija na kojima se donose odluke u njima različiti.

## 2. UPRAVLJANJE VANREDNOM SITUACIJOM JE PROCES KOJI SE U OSNOVI SASTOJI IZ NEKOLIKO KORAKA:

1. Identifikovanje mogućih vanrednih situacija
2. Formiranje scenarija razvoja događaja

<sup>2</sup> Zakon o vanrednim situacijama, Službeni glasnik RS, br 111/09



3. Analiza međusobne uslovljenosti događaja i posledica
4. Analiza uticaja različitih činilaca opasnosti iz okruženja (npr. ljudskih aktivnosti ili objekata)
5. Preduzimanje preventivnih mera za minimiziranje ili eliminisanje mogućnosti pojave događaja
6. Preduzimanje mera na saniranju negativnih posledica događaja

Sušтина našeg rada je predviđanje vanrednih situacija kako bi se preduzele adekvatne mere. Od tačnosti predviđanja zavisice kvalitet odluka i efikasnost primenjenih mera. Stepен predviđanja kod različitih vanrednih situacija nije isti. Zato je važno, na ovom mestu, definisati elementarne nepogode i druge nesreće, odnosno navesti one vanredne situacije koje su predmet našeg metodološkog osvrta.

Prema Zakonu o vanrednim situacijama, elementarna nepogoda je događaj hidrometeorološkog, geološkog ili biološkog porekla prouzrokovan delovanjem prirodnih sila kao što su: zemljotres, poplava, bujica, oluja, jake kiše, atmosferska pražnjenja, grad, suša, odronjavanje ili klizanje zemljišta, snežni nanosi i lavina, ekstremne temperature vazduha, nagomilavanje leda na vodotoku, epidemija zaraznih bolesti, epidemija stočnih zaraznih bolesti i pojava štetočina i druge prirodne pojave većih razmera koje mogu da ugroze zdravlje i život ljudi ili prouzrokuju štetu većeg obima. Ova metodologija u vanredne situacije ubraja i sve tehničko-tehnološke opasnosti kao i terorističke napade.

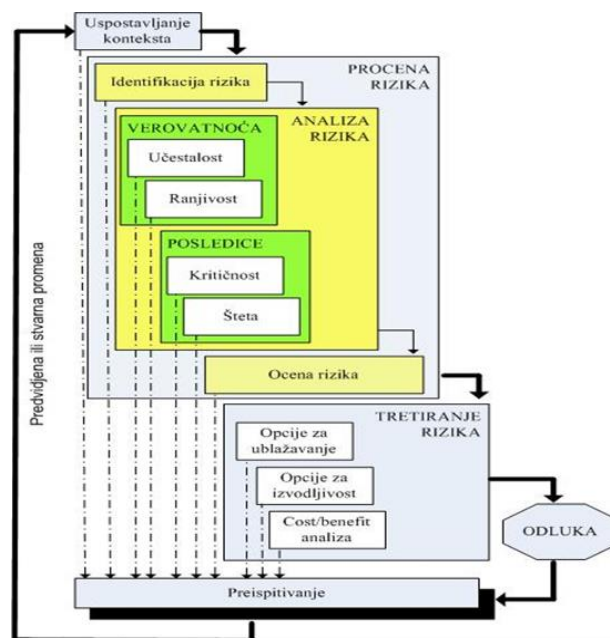
U Zakonu o vanrednim situacijama, tehničko-tehnološka nesreća ili udes definisana je kao iznenadni i nekontrolisani događaj ili niz događaja koji je izmakao kontroli prilikom upravljanja određenim sredstvima za rad i prilikom postupanja sa opasnim materijama u proizvodnji, upotrebi, transportu, prometu, preradi, skladištenju i odlaganju, kao što su požar, eksplozija, havarija, saobraćajni udes u drumskom, rečnom, železničkom i avio saobraćaju, udes u rudnicima i tunelima, zastoj rada žičara za transport ljudi, rušenje brana, havarija na elektroenergetskim, naftnim i gasnim postrojenjima, akcidenti pri rukovanju radioaktivnim i nuklearnim materijama; a čije posledice ugrožavaju bezbednost i živote ljudi, materijalna dobra i životnu sredinu. Najveći problem i najsloženiji zadatak kod upravljanja vanrednim situacijama je procena rizika njihovog nastanka i razvoja. Od momenta prijema informacije dovoljne za procenu odgovarajućih mera, stvara se deficit vremena za njihovu realizaciju. Prijemom informacije konkretizuju se i mere za otklanjanje opasnosti ili saniranje posledica. Međutim, sve ove mere ne mogu nadomestiti nedostatke koji nastaju zbog loše procene rizika koja zapravo predstavlja suštinski deo upravljanja vanrednom situacijom u svim njenim fazama. Osnov upravljanja rizikom je preduzimanje mera usmerenih na eliminisanje uzroka nastanka i/ili minimizaciju efekata

rizičnog događaja, kao i mera za obezbeđenje minimalnih gubitaka i otklanjanje posledica, ukoliko dođe do realizacije rizičnih događaja. Celokupan proces upravljanja rizicima ima za cilj, stvaranje adekvatnih pretpostavki za donošenje ispravnih, pravovremenih i realnih odluka i smanjenje mogućnosti nastajanja štetnog događaja i intenzitet njegovog uticaja.

## 2.1.KONCEPTUALNI OKVIR, ZAHTEVI I KRITERIJUMI ZA PROCENU RIZIKA OD ELEMENTARNIH NEPOGODA I DRUGIH NESREĆA

Procena rizika je sastavni deo procesa upravljanja rizikom i predstavlja sveobuhvatni proces identifikovanja potencijalnih opasnosti, analize i ocene rizika (dijagram 1).

Dijagram 1. Proces procene rizika



Izvor: SRPS A.L2.003:2010, Društvena bezbednost- Procena rizika u zaštiti licâ, imovine i poslovanja

Kao što se vidi na dijagramu procena rizika predstavlja sveukupan proces sagledavanja, analize i ocene rizika,<sup>3</sup> uključujući identifikovanje unutrašnjih i spoljašnjih opasnosti i ranjivosti, procene verovatnoće događanja pretnji i ranjivosti, definisanje ključnih funkcija potrebnih za kontinuitet aktivnosti organizacije, definisanje kontrole rizika na mestu potrebnom za smanjenje izloženosti i evaluaciju troškova takve kontrole. Po završenoj proceni organizacija treba da izvrši tretman rizika koji podrazumeva kontinuiranu aktivnost i multidisciplinarnu angažman. Takve aktivnosti moraju biti efikasne, integrisane i koordinirane. To podrazumeva sledeće korake:

<sup>3</sup> Standard SRPS A.L2.003 Društvena bezbednost – Procena rizika u zaštiti lica, imovine i poslovanja

- a) Odrediti organ ili lice koje će da bude zaduženo za koordinaciju procesa procene;
- b) Zbog obima posla i neophodnosti ekspertskog angažovanja, veoma je važno da se konstituišu radne grupe, sastavljene od eksperata za pojedine vrste potencijalnih opasnosti u koje je potrebno uključiti predstavnike raznih interesnih grupa i uspostaviti različite nivoe nadležnosti (opštinski, regionalni i republički);
- c) Među predstavnicima interesnih strana mora da se obezbedi jedinstven pristup vezan za procenu rizika, kao i podrška za postupanje sa najvećim rizicima.<sup>4</sup>

### 2.1.2.ZAHTEVI ZA PROCENU RIZIKA OD ELEMENTARNIH NEPOGODA I DRUGIH NESREĆA

Subjektima koji su dužni da izvrše procenu rizika u nacionalnom kontekstu procene smatraju se: republika, pokrajina, lokalna samouprava i privredna društva.<sup>5</sup> Efikasnost izrade procene rizika zavisiće od ispunjenosti zakonskih uslova poslovanja i postojanja stručnog lica osposobljenog za vršenje poslova procene rizika. Za pokretanje procesa procene rizika potrebno je ispuniti i neke druge uslove: osiguranje od odgovornosti za štetu, koja bi mogla nastati u toku procene rizika, posedovanje adekvatne informatičke podrške, korišćenje svih izvora koji imaju potrebne i kvalitetne informacije potrebne za procenu i korišćenje naučnih i drugih saznanja o potencijalnoj opasnosti.<sup>6</sup> Kriterijumi za procenu rizika u ovoj metodologiji, grupisani su prema sledećim opasnostima:

1. Kriterijum za identifikaciju i preliminarnu analizu potencijalnih opasnosti, i to: zemljotresi; odroni, klizišta i erozije; poplave; olujni vetrovi; grad; snežne mećave, nanosi i poledice; suša; epidemije; epizootije; požari i eksplozije; 1.2. tehničko – tehnološki udesi i teroristički napadi i nuklearni ili radijacioni akcidenti; 2. kriterijum za određivanje verovatnoće; 3. kriterijum za određivanje posledica; 4. kriterijum za utvrđivanje nivoa rizika; 5. kriterijum za utvrđivanje kategorije rizika; 6. kriterijum za utvrđivanje prioriteta rizika; 7. kriterijum

<sup>4</sup> Doebeling, P-E, Bezbednost društva – spremnost i reagovanje na incidente "Zbornik radova „Civil emergencies, Beograd, 2009.

<sup>5</sup> Zakon o vanrednim situacijama, Sl. list R. Srbije 111/09

<sup>6</sup> Kuljba, V.V, Arhipova N.I: Управление Чрезвычайных ситуациях, Российский государственный гуманитарный университет, 1998.

za primenu opcija za ublažavanje rizika; 8. kriterijum za primenu opcija za izvodljivost; 9. kriterijum za primenu analize cena – korist; 10. kriterijum za određivanje preostalog rizika i 11. kriterijum za utvrđivanje kombinacije više rizika (multi rizik).

### 2.2.1.IDENTIFIKACIJA I PRELIMINARNA ANALIZA POTENCIJALNIH OPASNOSTI

Uočavanje potencijalnih opasnosti vrše stručna lica prikupljanjem podataka sa terena koristeći poznate podatke ekspertskih organizacija i stručnih službi. Veličine potencijalnih opasnosti određuju se prema sledećoj skali: 1 – minimalna opasnost; 2 – mala opasnost 3 – srednja opasnost; 4 – velika opasnost i 5 – maksimalna opasnost.

Rangiranje opasnosti utiče na donošenje odluke o hitnosti preduzimanja mera. Odluka o hitnom preduzimanju mera za potencijalnu opasnost sa najvećom veličinom ne sme da dovede do potcenjivanja ostalih potencijalnih opasnosti sa nižim veličinama opasnosti.

Rezultati preliminarne analize potencijalnih opasnosti su ulazni rezultati analize rizika.<sup>7</sup> Preliminarna analiza potencijalnih opasnosti vrši se na osnovu rezultata dobijenih poređenjem zatečenog stanja na području i propisanih kriterijuma po grupama opasnosti. Kriterijumi po grupama opasnosti zasnivaju se na sledećim informacijama:<sup>8</sup>

#### Zemljotresi

1. Postojanje dokumenata planskog monitoringa;
2. Postojanje sistema za identifikaciju, ranu najavu i obaveštavanje;
3. Postojanje sistema monitoringa i evidencije;
4. Gustina naseljenosti i veličina životinjskog fonda;
5. Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

**Odroni, klizišta i erozije** Parametri i karakter odrona, klizišta i erozivnog područja;

1. Površina i karakteristike ugroženog područja;
2. Gustina naseljenosti;
3. Gustina infrastrukturnih i privrednih objekata;
4. Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### Poplave

1. Uzrok i karakter nastanka poplave;
2. Izgrađenost sistema zaštite od poplave;
3. Karakter i gustina naseljenosti i veličina životinjskog fonda, količina kulturnih i materijalnih dobara;
4. Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### Olujni vetrovi

1. Karakteristike područja;
2. Intenzitet olujnih vetrova, pravac i smer strujanja,

<sup>7</sup> Standard SRPS A.L2.003 Društvena bezbednost – procena rizika u zaštiti lica, imovine i poslovanja

<sup>8</sup> NFPA 1600, Standard on disaster/emergency management and bussiness continuity programs, 2010.

- Gustina infrastrukturnih i privrednih objekata na području;
- Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### **Grad**

- Karakteristike pojave grada;
- Karakteristike gradom oštećenih površina;
- Pravci nailaska gradoopasnih oblačnih ćelija;
- Karakteristike kritičnih površina i objekata;
- Osetljivost poljoprivrednih kultura na pojavu grada posebno u određenim fenofazama;
- Postojanje aktivne zaštite od grada;
- Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### **Snežne mećave, nanosi i poledice**

- Područja na kojima se pojavljuje opasnost;
- Vreme pojavljivanja i vreme trajanja opasnosti;
- Aktivnosti ugrožene pojavom opasnosti;
- Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### **Suše**

- Klasifikacija jačine suše pomoću SPI i moguću uticaji;
- Vreme pojave i trajanja opasnosti;
- Površina i karakteristike ugroženog područja;
- Mogućnosti navodnjavanja;
- Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### **Epidemije**

- Ugroženost područja epidemijama nastalim bez povezanosti sa drugim pojavama;
- Tipovi epidemija;
- Sanitarno higijensko stanje objekata i infrastrukturnih instalacija;
- Zdravstveni i drugi kapaciteti u funkciji zbrinjavanja, smeštaja, transporta i drugo;
- Mogućnost generisanja drugih opasnosti – analizirati mogućnost da usled istovremenog nastanka i drugih opasnosti dođe do uvećavanja štetnih efekata na štice vrednosti.

#### **Epizootije**

- Parametri i karakter opasnosti;
- Površina i karakteristike ugroženog područja;
- Gustina životinjskog fonda,
- Izgrađenost sistema zaštite od epizootija;
- Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### **Požari i eksplozije**

- Uzrok i karakteristike nastanka požara i eksplozija;
- Izgrađenost sistema zaštite od požara;
- Karakter i gustina naseljenosti, brojnost životinjskog fonda, blizina kulturnih i materijalnih dobara;
- Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### **Tehničko – tehnološki udesi i teroristički napadi**

- Položaj i karakteristike teritorije;
- Saobraćajna infrastruktura;
- Stanje objekata, sredstava i opreme;
- Izgrađenost sistema zaštite i spasavanja od udesa;
- Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### **Nuklearni i/ili radijacioni akcidenti**

- Položaj i karakteristike teritorije;
- Saobraćajna infrastruktura;
- Stanje objekata za zaštitu od nuklearnih i radijacionih akcidenata;
- Izgrađenost sistema zaštite i spasavanja od udesa;
- Mogućnost generisanja drugih opasnosti.

#### **2.2.2.1 KRITERIJUM ZA ODREĐIVANJE VEROVATNOĆE**

Verovatnoća (V) predstavlja kombinaciju učestalosti štetnog događaja i povredivosti u odnosu na potencijalnu opasnost (Tabela 1).<sup>9</sup>

Stepenovanje verovatnoće vrši se na sledeći način: 1-nemoguće, 2-neverovatno, 3- verovatno, 4- skoro izvesno. Verovatnoća se određuje prema obrascu:

$$V = U \cdot R \dots\dots\dots (1)$$

Učestalost (U) se odnosi na ponavljanje određenog štetnog događaja u vremenskom periodu ili na izloženost štice vrednosti određenoj potencijalnoj opasnosti u određenoj vremenskoj jedinici.<sup>10</sup> Učestalost se primenjuje u dva pojavna oblika, i to:

U1 – učestalost kada postoji evidencija štetnih događaja i

U2 – učestalost kada ne postoji evidencija štetnih događaja.

Stepenovanje učestalosti (U1) subjekat vrši na sledeći način: 1- vrlo retko, 2-povremeno, 3-često, 4- pretežno i 5-veoma često. Stepenovanje učestalosti (U2) subjekat vrši na sledeći način: 1 - zanemarljiva, 2 - povremena, 3 - duga, 4 - pretežna i 5 – trajna.

Povredivost (ranjivost) (R) predstavlja postojeće stanje zaštite subjekta, odnosno osetljivost subjekta na potencijalne opasnosti. Stepenovanje povredivosti subjekta vrši se na sledeći način: 1 - vrlo velika, 2 - velika, 3 - srednja, 4 - mala i 5 - vrlo mala.

#### **2.2.2.2 KRITERIJUM ZA ODREĐIVANJE POSLEDICA**

Posledice (P) predstavljaju efekat štetnog događaja po štice vrednosti subjekta, a manifestuju se kroz veličinu gubitka (štetu) u odnosu na kritičnost štice vrednosti (Tabela 2)<sup>11</sup>:

Stepenovanje posledica subjekat vrši se na sledeći način:

1 - Minimalne; 2 - Male; 3 - Umerene; 4 - Ozbiljne i 5 - Katastrofalne.

Posledice se određuju prema obrascu

$$P = \dot{S} \cdot K \dots\dots\dots (2)$$

Šteta (Š) je mera oštećenja štice vrednosti. Stepenovanje štete subjekat vrši na sledeći način:

<sup>9</sup> Standard SRPS A.L2.003 Društvena bezbednost – procena rizika u zaštiti lica, imovine i poslovanja

<sup>10</sup> isto

<sup>11</sup> isto

**Tabela 1.** Matrica za određivanje verovatnoće

RANJIVOST		vrlo velika	velika	srednja	mala	vrlo mala
UČESTALOST		1	2	3	4	5
vrlo retko	1	3	2	1	1	1
povremeno	2	4	3	2	2	1
često	3	5	4	3	2	2
pretežno	4	5	4	3	3	3
stalno	5	5	5	4	3	3

**Tabela 2.** Matrica za određivanje posledica

KRITIČNOST		vrlo velika	velika	srednja	mala	vrlo mala
ŠTETA		1	2	3	4	5
vrlo mala	1	3	2	1	1	1
mala	2	4	3	2	2	1
srednja	3	5	4	3	2	2
velika	4	5	4	3	3	3
vrlo velika	5	5	5	4	3	3

**Tabela 3.** Matrica za određivanje nivoa rizika

POSLEDICE		minimalne	male	umerene	ozbiljne	katastrofalne
VEROVATNOĆA		1	2	3	4	5
nemoguće	1	1	2	3	4	5
neverovatno	2	2	4	6	8	10
verovatno	3	3	6	9	12	15
skoro izvesno	4	4	8	12	16	20
sigurno	5	5	10	15	20	25

1 - Vrlo mala; 2 - Mala; 3 - Srednja; 4 - Velika i 5 - Vrlo velika.

Kritičnost (K) je mera vrednosti odnosno važnosti štícene vrednosti odnosno osetljivosti subjekta, na efekte delovanja štetnog događaja na štícene vrednosti.

Stepenovanje kritičnosti subjekat vrši na sledeći način:

1 - Vrlo velika; 2 - Velika; 3 - Srednja; 4 - Mala i 5 - Minimalna.

### 2.2.2.3 KRITERIJUM ZA ODREĐIVANJE NIVOA RIZIKA

Nivo rizika je proizvod stepena verovatnoće i stepena posledica <sup>12</sup>(Tabela 3). Nivo rizika subjekat određuje prema sledećem obrascu:

$$NR = V \times P \dots\dots\dots (3)$$

<sup>12</sup> Standard SRPS A.L2.003 Društvena bezbednost – procena rizika u zaštiti lica, imovine i poslovanja

Nivo rizika određen prema ovoj metodologiji može da bude u granicama od minimalno 1 do maksimalno 25.

### 2.3 OCENA RIZIKA

Ocena rizika je proces upoređivanja rezultata analize rizika sa kriterijumima rizika kako bi se utvrdilo da li su rizik i/ili njegova mera prihvatljivi ili podnošljivi.<sup>13</sup>

Kriterijumi rizika su referentne tačke u odnosu na koje se ocenjuje značaj rizika. Kriterijumi rizika mogu podrazumevati troškove i beneficije, pravne zahteve, socioekonomske i ekološke faktore, probleme zainteresovanih strana itd. Ocena rizika se koristi kako bi se odlučilo o njegovom značaju. Procene rizika određuje se kategorijama po skali od jedan do pet.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Standard ISO 31000 Risk management- Guide

<sup>14</sup> Standard SRPS A.L2.003 Društvena bezbednost – procena rizika u zaštiti lica, imovine i poslovanja

Prioritetno se tretiraju oni rizici koji imaju najveći nivo rizika. Plan za tretman rizika, načelno sadrži: aktivnost, nosioca aktivnosti, vreme realizacije, sa kim saraduje, vreme i način izveštavanja.

Analizu opcija za izvodljivost realizuju stručni organi. U procesu određivanja opcija za izvodljivost primene mera za tretman rizika, primenjuju se opšte priznate i zakonom definisane metode<sup>15</sup> primenjujući kriterijume za analizu odnosa cena-korist i kriterijume za određivanje preostalog rizika. Ako preostali rizik ne ispunjava ove kriterijume, subjekat treba da primeni dalje mere tretmana rizika.

### **3. IZRADA MAPE I REGISTRA RIZIKA OD ELEMENTARNIH NEPOGODA I DRUGIH NESREĆA**

#### **3.1 MAPE RIZIKA**

Mape su značajni instrumenti pomoću kojih se prikazuju informacije o potencijalnim opasnostima. Mape pomažu da se odrede prioriteta za strategiju redukcije rizika. Mape obezbeđuju svim akterima procene rizika, iste informacije o opasnostima i pretnjama kao i prenošenje rezultata procene rizika zainteresovanim stranama.<sup>16</sup> Na kraju, mapiranje rizika je od koristi i u širem kontekstu planskog korišćenja zemljišta i vizuelizacije rezultata procene ugroženosti kao i planiranja i upotrebe snaga za reagovanje na pretnje. Pripremanje mapa rizika je kompleksan proces. One su obično deo rezultata analize rizika i predstavljaju nastavak u procesu mapiranja potencijalnih opasnosti i povredivosti na određenoj teritoriji. Kroz mape rizika prikazuje se prostorni raspored štićenih vrednosti, izvori rizika, zone rasprostiranja, objekte za zaštitu i spasavanje, objekte koji mogu da izazovu rizik i multi rizik, položaj susednih država sa kritičnom infrastrukturom, itd. Za prikazivanje rezultata mapiranja rizika načelno se koriste topografske karte različite razmera kao i tematske karte koje se nalaze u upotrebi specijalizovanih organizacija (hidrometeorološke, seizmičke, isl).<sup>17</sup>

#### **3.2 REGISTAR RIZIKA**

Registar rizika od elementarnih nepogoda i drugih nesreća izrađuje se permanentno u procesu procene rizika. Evidentiraju se svi podaci dobijeni u toku procene. Evidencija treba da se vodi u štampanom i elektronskom obliku radi lakšeg pronalaženja podataka i

stvaranja baze podataka.<sup>18</sup> U stvaranju efikasne i što sadržajnije baze podataka, neophodno je izraditi odgovarajući softver koji omogućava i analizu unetih podataka koji omogućavaju velike brzine analiziranja podataka kao i njihovu vizualizaciju. Sve rezultate procene ugroženosti treba prikazivati na elektronskim kartama korišćenjem geografskog informacionog sistema (GIS).

### **4. Prekogranična dimenzija procene rizika**

Mnoge katastrofe širokih razmera imaju znatan prekogranični uticaj. Mnoge stvarne i potencijalne opasnosti savremenog sveta, iz udaljenih područja, prete osnovnim vrednostima u Republici Srbiji. Najpoznatija među njima su nuklearna postrojenja kojih ima mnogo u okruženju.<sup>19</sup>

Kontrola rizika u prekograničnim oblastima zavisi od efikasne razmene informacija preko granica. Koliko god da je razmena informacija preko granica efikasna, ona je ipak suočena sa velikim brojem izazova.<sup>20</sup> Opasnosti koje karakterišu prekogranični pa čak i globalni efekti zahtevaju visok nivo komunikacije između država, nacionalnih i nadnacionalnih organizacija. Komunikacija se ne svodi samo na puku razmenu informacija, već ima za cilj razmenu resursa koji će omogućiti prevenciju, blagovremeni odgovor i saniranje posledica vanrednih situacija. Države preduzimaju različite mere na ostvarivanju takve komunikacije, kao na primer: donošenje standarda koji regulišu oblast sistema upravljanja, upozoravanja, procene snaga za reagovanje, procene rizika, itd.

### **ZAKLJUČAK**

Vanredne situacije, a posebno elementarne nepogode i druge nesreće prirodnog i društvenog porekla izazivaju ogromna razaranja i ostavljaju trajne posledice po ljude, njihovu imovinu, životnu sredinu, a takođe ugrožavaju i kritičnu infrastrukturu. Posmatrano kroz broj izgubljenih života, materijalna razaranja i vanredne finansijske izdatke, Republika Srbija trpi ogromne gubitke koji su posledica raznih vanrednih situacija. Protekli period je karakterisala relativno haotična upotreba snaga i sredstava namenjenih za reagovanje u vanrednim situacijama. Takva situacija je zahtevala donošenje odgovarajuće zakonske i podzakonske regulative od značaja za izradu procene ugroženosti Republike Srbije od elementarnih nepogoda i drugih nesreća.

<sup>18</sup> National risk register, Cabinet Office, UK Government, London, 2008.

<sup>19</sup> Jakovljević, V.: Značaj borbe protiv vanrednih situacija, Zbornik radova „Civil emergencyes“, međunarodni naučni skup, Beograd, 2009.

<sup>20</sup> Kuljba, V.V, Arhipova N.I: Управление Чрезвычайных ситуациях, Российский государственный гуманитарный университет, 1998.

<sup>15</sup> Standard SRPS A.L2.003 Društvena bezbednost – procena rizika u zaštiti lica, imovine i poslovanja

<sup>16</sup> Standard ISO TC 223:ISO PAS:2007 Društvena bezbednost- Uputstvo za pripravnost na incidente i upravljanje kontinuitetom operacija

<sup>17</sup> NFPA 1600, Standard on disaster/emergency management and bussiness continuity programs, 2010.

Procena ugroženosti, kao opšti dokument, daje odgovore na mnoga pitanja vezana za veličinu opasnosti, način odgovora, veličinu i raspored snaga za odgovor, itd.

Najsloženiji deo procene ugroženosti jeste procena rizika od elementarnih nepogoda i drugih nesreća. Prva etapa procene rizika jeste sveobuhvatan popis i temeljna analiza potencijalnih opasnosti na području ugroženom elementarnim nepogodama i drugim nesrećama. U ovoj fazi, menadžer rizika, u saradnji sa ekspertima za posmatranu opasnost, vrši detaljnu analizu činilaca koji određuju potencijalnu opasnost. Njihovim sagledavanjem, ocenom rizika i primenom mera za tretman rizika stvaramo uslove za prevenciju ugrožavanja. Metodologija procene rizika od elementarnih nepogoda i drugih nesreća u Republici Srbiji je, upravo, zamišljena i specifikovana kao skup kriterijuma i parametara, definisanih od strane ekspertskih organizacija nadležnih za svaku pojedinačnu vrstu potencijalnih opasnosti, koji omogućavaju jedinstveno i precizno tumačenje i analiziranje potencijalnih opasnosti. Krajnji cilj jeste definisanje vrste, veličine i rasporeda snaga i sredstava neophodnih za efikasan odgovor na vanredne situacije, ali i na realnim pokazateljima zasnovano preventivno delovanje, u krajnjem slučaju i evakuisanje stanovništva i dobara u cilju zaštite i spasavanja.

Savremen pristup odlučivanja u vezi sa vanrednim situacijama zasnovan na proceni rizika putem integralne procene rizika pokazatelj je jačanja svesti zajednice o mogućim opasnostima i njihovim posledicama, neophodnosti razvoja planova za sprečavanje ili umanjenje posledica i racionalne upotrebe snaga i sredstava namenjenih za zaštitu i spasavanje.

## LITERATURA

- [11] Doebeling, P-E, Utvrđivanje i procena opasnosti u lokalnoj zajednici, Bezbednost društva – spremnost i reagovanje na incidente, Зборник радова „Civil emergencies, Beograd, 2009.
- [12] Jakovljević, V.: Značaj borbe protiv vanrednih situacija, Zbornik radova „Civil emergencies“, međunarodni naučni skup, Beograd, 2009.
- [13] Keković. Z, Komazec.N, Mladenović.M, Savić.S, Jovanović.D.: Procena rizika u zaštiti lica, imovine i poslovanja, Centar za analizu rizika i upravljanje krizama, Beograd, 2011.
- [14] Kuljba, V.V, Arhipova N.I: Управление Чрезвычайных ситуациях, Российский государственный гуманитарный университет,1998.
- [15] National risk register, Cabinet Office, UK Government, London, 2008.
- [16] NFPA 1600, Standard on disaster/emergency management and bussiness continuity programs, 2010.
- [17] Standard ISO DIS 22300 - Societal security - Vocabulary
- [18] Standard ISO TC 223:ISO PAS:2007 Društvena bezbednost- Uputstvo za pripravnost na incidente i upravljanje kontinuitetom operacija
- [19] Standard SRPS A.L2.003:2010 Društvena bezbednost – procena rizika u zaštiti lica, imovine i poslovanja
- [20] Standard ISO 31000 Risk management - Guide
- [21] Standard Guide 73 Risk management – Vocabulary
- [22] Štrbac, K., Pojam opasnosti, “Civil emergencies”, Beograd, 2009.
- [23] UNEP IE/PAC, Zagreb, 1992.
- [24] Zakon o vanrednim situacijama, Službeni glasnik RS, br 111/09

# МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛОВАЊЕ У УНИВЕРЗИТЕТСКОЈ НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ

## MATHEMATICAL MODELING IN MATHEMATICS EDUCATION AT UNIVERSITY LEVEL

**ВАЛЕНТИНА КОСТИЋ**

Гимназија у Пироту

**Мр ТАЊА СЕКУЛИЋ**

Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину

### РЕЗИМЕ

У раду је је дат осврт на тренутно стање у настави, и постигнућа студената Високих школа и Факултета из предмета Математика. Указано је на неколико присутних проблема у настави математике и дате су смернице за њено унапређење применом методе математичког моделовања и другачије организације испита применом рачунарских технологија и нових, савремених наставних метода.

### ABSTRACT

This paper gives an overview on the current status of mathematics education, and achievement of College and University students in mathematics. It is pointed to several existing problems in mathematics education and guidance is provided for its improvement by applying mathematical modeling method and new organization of exams by application of computer technology and the new, modern teaching methods.

### УВОД

Водећа тема овог рада је жеља аутора да укаже на неке основне проблеме везане за наставу математике у високом школству и да покуша да изложи неке од идеја којима би се могао унапредити сам наставни процес, што би водило ка подизању нивоа знања студената и ка прихватању математике као науке која није неразумљива и која не представља неки баук, већ је свакодневно корисна и има високу употребну вредност.

Професори математике у високом школству обично очекују од својих студената одређен ниво предзнања, и обзиром на њихов узраст, постојање напредног математичког, односно формалног начина размишљања. Ово се наравно односи на студенте техничко-технолошких високих школа и факултета којима је математика један од основних предмета. Међутим, стварна ситуација се битно разликује од очекивања професора. Заправо, проблеми у настави су итекако присутни, и бројни су. Неки, најзаступљенији од њих су:

1. Врло низак степен заинтересованости студената за саму наставу.
2. Неусклађено знање средњошколске математике.
3. Одсуство било каквог облика формализма и логичке дедукције.
4. Немогућност повезивања градива из математике са осталим предметима на студијама и несхватање праве улоге математике у реалном животу.
5. Организација испита.

У раду су дати коментари за сваки од наведених проблема и предлози за њихово евентуално решавање. При томе ће бити искоришћена искуства и подаци сакупљени током вишегодишњег рада са студентима на предмету Математика на Високој техничкој школи струковних студија у Зрењанину.



## **1. НИЗАК СТЕПЕН ЗАИНТЕРЕСОВАНОСТИ ЗА НАСТАВУ МАТЕМАТИКЕ**

У општем случају може се рећи да је већина студената незаинтересована и за наставу математике и за сам предмет уопште. На часовима вежби и предавања, јасно се уочава изостајање било какве интеракције на релацији студенти-професор. Студенти се никада самоиницијативно не укључују у процес наставе, не постављају питања, не желе сами да покушају да решавају задатке. Чак и уз подстицај професора или асистента, таква реакција изостаје. Ово се са једне стране правда незнањем и непознавањем дате материје, а са друге стране и страхом од могуће грешке. Овај проблем би се лако могао превазићи побољшањем комуникације на релацији професор-студенти и популаризацијом самог предмета математика. Како то постићи? Градиво би требало предавати тако да садржи све елементе који су предвиђени усвојеним планом и програмом за предмет Математика, али би требало осавременили и алате и методе потребне за извођење наставе. Тако би, на пример, увођењем рачунара и математичких софтвера у наставу математике, студентима била дата прилика да, са једне стране, заиста и "виде" одређени појам који се обрађује и тиме би могли да створе бољи концепт слике тог појма, што би водило ка бољем концепту дефиниције појма, и можда касније, ка напредном математичком мишљењу. Са друге стране, присуство рачунара у настави би студентима створило дојам савремености и технолошког напретка, а уклапањем математике у такав вид наставе би аутоматски допринео њеној популаризацији и приближавању студентима, јер је познато да студенти радије раде са рачунарима и мање их се "боје" од строге формалности класичне математике коју иначе у том облику имају прилике да слушају на часовима.

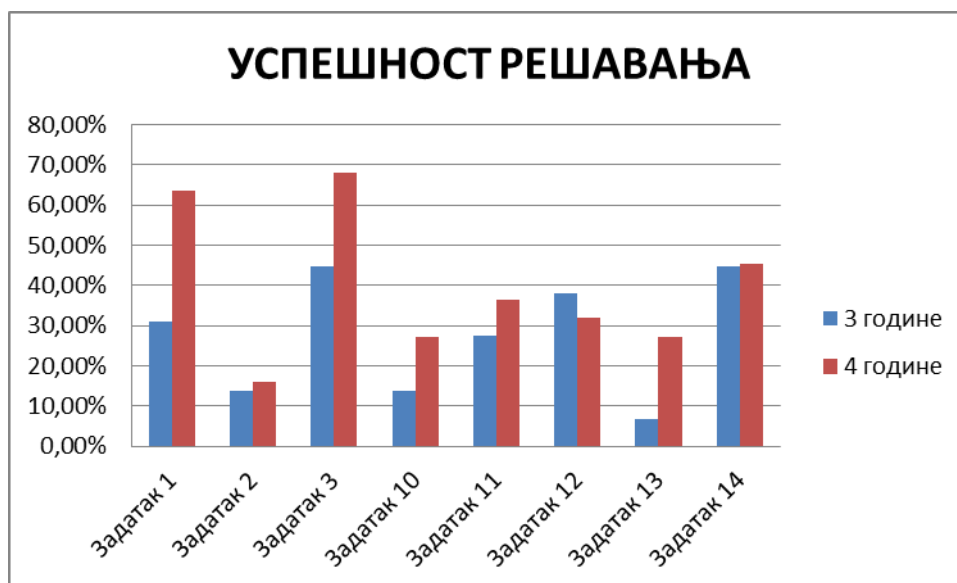
Поред рачунара, велику улогу у осавремењавању и популаризацији математике би могло да одигра и математичко моделовање, посебно гледано са аспекта високог школства. Увођење појединих појмова у наставу математике применом математичког моделовања би могло да узрокује бољом интеракцијом на релацији професор-студенти. Наиме, само креирање модела који описује решавање неког проблема се изводи корак по корак, при чему сваки корак захтева одређено образложење и од стране професора, али и од стране студената. На тај начин се стиче навика заједничког рада, наравно, контролисаног и усмераваног од стране професора, али студенти се тиме ослобађају на часу, стичу утисак напретка, добијају нове, креативне идеје, и самим тим наставу математике, коју су некада сматрали неинтересантном, монотоном и формалистичком, доживљавају на нов, далеко интересантнији начин.

Узмимо за пример диференцијални рачун којег студенти Високе техничке школе струковних студија слушају на првој години свог школовања. Диференцијални рачун је студентима неопходан за даље разумевање осталих предмета техничко-технолошке струке због своје велике примене на широк број процеса. Међутим, студенти диференцијални рачун не савлађују са аспекта разумевања, већ "механички", водећи се неким својим усвојеним шаблонима. Рецимо, студенти ће великом већином знати да пронађу први извод неке функције, али неће разумети његову примену. Ако би се настава изводила тако да се основни појмови диференцијалног рачуна уведу уз помоћ математичких модела који представљају неке ситуације из реалног живота, студенти би могли да себи креирају квалитетан концепт слике тих појмова, а на тај начин би могли и да манипулишу свим тим појмовима чиме би се одстранило неразумевanje и "механичко" решавање проблема. Ако би уз то употребили и рачунаре, односно софтвере који би студентима олакшали нека основна израчунавања, а истовремено им отворила могућности за једноставно графичко приказивање и манипулисање појмовима и примерима из диференцијалног рачуна, ефекат такве наставе био би потпун.

## **2. НЕУСКЛАЂЕНО ЗНАЊЕ СРЕДЊОШКОЛСКЕ МАТЕМАТИКЕ**

Ово је један од основних проблема са којим се срећу професори математике у високом школству. Искоментарисаћемо овај проблем на примеру наставе математике на Високој техничкој школи струковних студија у Зрењанину. Ову школу могу уписати студенти након завршене средње школе, четворогодишње, али и трогодишње. Проблеми у настави математике настају практично одмах, јер студенти поседују различите нивое знања математике, у зависности од тога колико су година слушали математику у средњој школи. Узмимо опет за пример диференцијални рачун. Студенти који су имали математику четири године у средњој школи су већ радили диференцијални рачун, док они студенти који су математику имали три године у средњој школи диференцијални рачун нису радили уопште, јер се он по плану и програму предмета математика у средњој школи ради у четвртом разреду. Поређења ради, на тесту из диференцијалног рачуна и његове примене, који је одржан непосредно након одржаних предавања и вежби из дате области, добијени су следећи резултати:

**Графикон 1:** Резултати теста из диференцијалног рачуна у односу на број година колико су студенти слушали математику у средњој школи



Приметно је, са графикана, да су задатке са теста боље урадили студенти који су у средњој школи имали четири године математику, у односу на њихове колеге који су математику слушали три године, иако су сви заједно слушали диференцијални рачун на високој школи. Очигледно је да треба мењати наставне методе, да би се овај проблем превазишао. И овде се математичко моделовање намеће као логично решење проблема усклађивања знања студената. Наиме, ако би употребили математичке моделе у реализацији наставе математике у високом школству, настава би била довољно интересантна и за студенте који су област која се предаје већ слушали у средњој школи, а при томе, настава би својом тежином била прилагођена и студентима који немају никакво предзнање из дате области, јер би се на поступан и сликовит начин увели нови појмови.

### 3. ОДСУСТВО ФОРМАЛИЗМА И ЛОГИЧКЕ ДЕДУКЦИЈЕ

Одсуство формализма и логичке дедукције се код студената једноставно може оправдати тиме што се већина појмова "учи напамет" по потреби за неки тест или испит. То је краткотрајно знање, које је применљиво само за типизирани задатке са испита. Ово представља један озбиљан проблем у настави математике јер овакво учење није учење са "разумевањем", што неизбежно води ка немогућности примене таквог знања на ширу палету проблема, и несналажењу у решавању свакодневних проблема и задатака са којима се студенти могу једнога дана срести на радном месту. Увођење формализма, да би га студенти прихватили, мора

бити извршено поступно, корак по корак. Рецимо, да би се неки проблем описао формално, и да би се могло доћи до неких закључака везаних за његово решавање, било би добро тај проблем прво представити кроз неку причу из свакодневног живота, "осликати" га, на неки начин. Тада би се кроз конструктиван разговор са студентима могло доћи до његовог решења, и тек тада га описати и формално. На тај начин, студенти би могли формирати у себи слику проблема или дефиниције која се обрађује и повезати је са њеним формалним записом, који би тада добио свој смисао. На пример, студенти на Високој техничкој школи струковних студија често имају проблем са граничним вредностима и бесконачним величинама. Тако се скоро увек дешава да на питање: "Чему је једнак

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x}$$

?" студенти одговарају да је једнак  $\infty$  јер једноставно не могу да визуализују проблем. Ево једног начина за превазилажење датог проблема:

**Професор:** Хајде да покушамо да решимо задати лимес. Замислите сви да имате једну јабуку.

**Студенти:** Смеју се, али прихватају да учествују у причи.

**Професор:** Шта се дешава када два студента деле ту једну јабуку?

**Студенти:** Већина одговара да свако добије половину јабуке.

**Професор:** Добро, а шта ако дође још један студент?

**Студенти:** Кажу да ће свако добити једну трећину јабуке.

**Професор:** *Одлично. Сада замислите да су дошли сви студенти Високе техничке школе, и сви деле ту једну јабуку, колико сваки студент добија?*

**Студенти:** *Сви кажу да сваки студент неће добити скоро ништа, јер су делови јабуке јако мали.*

**Професор:** *А шта би онда било када би дошло бесконачно много студената и сви хоће да поделе ту једну јабуку, чему би био једнак наш лимес?*

**Студенти:** *Сви одговарају да би био једнак нули.*

Интересантно је, да сваки следећи пут када би студенти дошли у недоумицу око решавања сличног лимеса, довољно је било само их подсетити на пример са јабуком, и они би одмах успешно решавали задати лимес. Дакле, ако успешно визуализују неки појам, стварају себи добар концепт слике са којим касније лако манипулишу и добро га примењују на широку палету сродних проблема.

#### **4. ПОВЕЗИВАЊЕ РЕАЛНИХ ПРОБЛЕМА СА МАТЕМАТИКОМ**

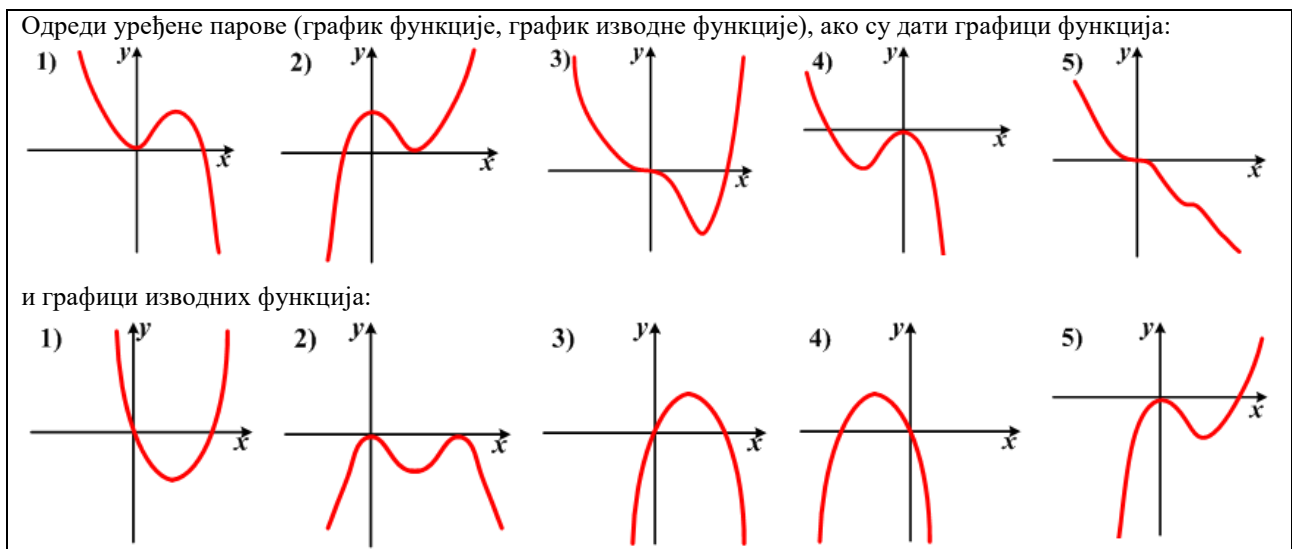
Једно од најчешће постављаних питања на часу математике од стране студената јесте питање: "Због чега ми учимо ово и где ћемо то користити?". У овом питању су садржани многи проблеми студената који су везани за предмет Математика. Најпре, немогућност да студенти увиде повезаност неке области коју изучавају из математике са другим предметима које слушају на студијама. Извођењем наставе на класичан начин, дакле дефиниција-теорема-доказ-задатак, студентима није довољно да би створили некакву слику о томе шта заправо неки појам представља и како га могу искористити. Може се можда рећи да настава математике није у довољној мери "сликовита". Сам формализам математике је доста захтеван за студенте. Ако би наставу обогатили сликовитим примерима из свакодневног живота, а који су наравно повезани са темом која се у том тренутку изучава, учинили би саму наставу интересантнијом, а студентима би представили математику на један другачији, "памтљивији" начин. При томе, сарадњом професора математике са професорима са других предмета, могли би се направити добри математички модели који би студенте истовремено учили и математици и неким другим наукама. Настава би тада била много компактнија, гледано са аспекта целих студија уопште, и студенти би могли да виде интеракцију различитих наука и теорија, што би обогатило њихово свеукупно знање. Ово би водило ка томе да након завршене високе школе, добијамо спремне инжењере који ће бити способни да ефикасно решавају задатке који ће их чекати на будућем радном месту.

#### **5. ОРГАНИЗАЦИЈА ИСПИТА**

Организација испита, иако можда не спада у домен саме наставе, представља један врло битан аспект. Позната је истина да се студенти на неки начин боје испита, поготово из математике. Класична организација испита из математике је следећа: студенти добијају одређени број задатака, обично по један из сваке области коју су изучавали у оквиру курса који су похађали, и те задатке затим самостално решавају. Међутим, ту настају проблеми, јер студенти тешко прихватају формализам у математици, те им је стога доста компликовано да се изразе, и да корак по корак реше задатак. Овај проблем би се могао превазићи спровођењем испита тако што ће студентима бити понуђени тестови у различитим формама (на пример тест вишеструког избора), чиме ће се постићи и лакше и једноставније спровођење и прегледање испитних задатака, а и студентима ће сам испит бити далеко мање стреснији. Посебно би били интересантни испити из математике који би се полагали на рачунару, где би унапред били припремљени задаци у различитим формама (тестови, слагалице, питања,...). Ево једног интересантног примера како се може ефикасно проверити знање првог извода функције једне реалне променљиве и његових особина уз помоћ лепо осмишљене слагалице:

**Пример:** *Велика слагалица извода функције*

У првом реду слагалице су дати графици пет функција. У другом реду су дати графици који представљају изводе функција из првог реда. Задатак је да се одреде уређени парови *График функције – График изводне функције*.



Слика 1: Пример испитног задатка

Иако ова слагалица делује доста једноставно, она заправо проверава знање студената везано за први извод функције и за широку палету његових особина, и заправо је много ефектнија од класичног задатка где ће студенти само да израчунају први извод неке функције која је задата. Са друге стране, задатак у овој форми ће се студентима чинити много једноставније и интересантније од класичног, иако заправо тражи много веће ангажовање стеченог знања.

### ЗАКЉУЧАК

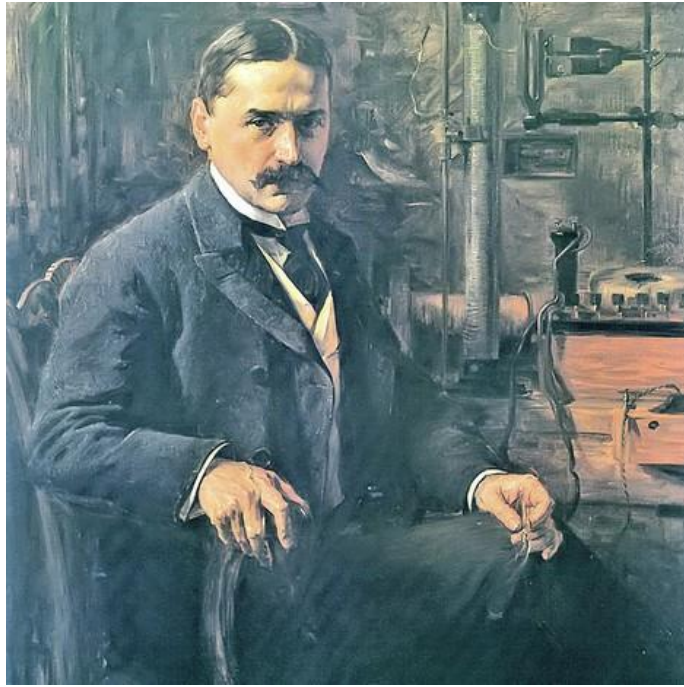
Унапређење наставног процеса неоспорно захтева увођење нових технологија и нових метода у извођење наставе. Гледано са аспекта високог школства, присуство рачунара у настави математике би омогућило студентима да визуализују појмове који се обрађују, и самим тим да формирају њихов бољи концепт слике. Математичко моделовање би допринело бољем разумевању појмова, јер би студенти током формирања самог модела конкретно радили са тим појмовима, односно могли би да виде њихову праву употребну вредност.

Изнад свега, неопходно је успоставити добру сарадњу професора и наставника средњих и високих

школа, јер само заједничким радом и сарадњом, уз идеје и предлоге са обе стране, може се унапредити настава математике тако да сви, а посебно ученици и студенти имају од тога користи.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Д. Херцег (2002): Математика и рачунари у настави, у: Будимац З., Ивановић М. (ур.) Зборник радова по позиву, Нови Сад: Природно-математички факултет - Департман за математику и информатику
- [2] D. Tall (ed.) (2002): Advanced mathematical thinking, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow
- [3] Vulfolk, A., Hјuz, M., Volkap, V., (2014) Psihologija u obrazovanju I, Clio, Beograd
- [4] Vulfolk, A., Hјuz, M., Volkap, V., (2014) Psihologija u obrazovanju II, Clio, Beograd
- [5] [www.univie.ac.at](http://www.univie.ac.at)



**МИХАЈЛО И ПУПИН**  
**( 1854 – 1935 )**

**Михајло Пупин, велики научник,  
проналазач, родољуб и хуманиста.  
Рођен у Банатском селу Идвору.  
Школовао се у Прагу, Њујорку,  
Кембриџу, Берлину. На Колумбија  
Универзитету у Америци провео  
професорску и истраживачку  
каријеру. Као научник и проналазач  
остварио значајна достигнућа области  
физике, електротехнике и  
телекомуникација. Заштитио велики  
број проналазака и патената. Свој  
народ и домовину никада није  
заборавио. Био је искрени родољуб и  
хуманиста.**

# MODELIRANJE SEKVENCIJALNIH TEHNOLOŠKIH PROCESA PRIMENOM GRAFOANALITIČKOG JEZIKA GRAFČART

## MODELLING OF SEQUENTIAL TECHNOLOGICAL PROCESSES BY GRAPH-ANALYTICAL LANGUAGE GRAPHCHART

Мр СПАСОЈЕ ЕРИЋ, дипл инж.

Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину

ДУШАН РАНЧИЋ, дипл инж.

ИМК, Крушевац

Др МИЛОРАД РАНЧИЋ, дипл инж.

Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину

### REZIME

U radu se razmatraju osnovni principi grafoanalitičke metode GRAFČART koja se koristi za efektно modeliranje i analizu sekvencijalnih tehnoloških procesa. Izloženi su osnovni elementi GRAFČART jezika. Izvršena je komparacija sa standardizovanom metodom GRAFCET. Za jedan konkretan sekvencijalni proces, rad hidraulične prese, formirani su grafcet i grafčart modeli.

**Ključne reči:** grafcet, grafčart, elementi jezika, sekvencijalni process, grafčart model

### ABSTRACT

This paper discusses the principles of the graph analytical method GRAPHCHART used for modeling and analysis of a sequential processes. Presents the basic elements of GRAPHCHART language. Comparasion is conducted with a standardized graphical method GRAPHCET. For a concrete sequential technological process, work hydraulic presses, were formed a graphcet and graphchart models.

**Key words:** graphchart, graphcet, elements of language, sequential process, graphchart model

### 1. UVOD

Grafčart je grafički jezik namenjen sekvencijalno upravljanim aplikacijama. Grafčart se bazira na dobro poznatoj i prihvaćenoj grafičkoj sintaksi Grafčeta (SFC), na idejama iz Petrijevih mreža i konceptima objektno – orjentisanih programiranja. Grafčart se koristi zasekvencijalne upravljačke aplikacije na lokalnom nivou i na nadzornom (kontrolnom) nivou. Nastao je i razvijen je na Institutu za tehnologiju Lund u Švedskoj devedesetih godina [Arzen, 1991; Johnsson, 1997]. Postoje njegove dve različite verzije. Prva i osnovna verzija Grafčarta se uglavnom bazira na Grafčetu, dok je druga verzija višeg nivoa i vezana za ideje Petrijevih mreža visokog nivoa.

Ovaj grafički sistem implementiran je u G2, objektno – orjentisan program, namenjen aplikacijama nadzora [*Gensym Corporation*, 1995]. Osnovna namena Grafčarta je da pokaže kako se Grafcet može modifikovati od grafičkog jezika prilično niskog nivoa u objektno – orjentisani grafički jezik visokog nivoa. Njegov drugi cilj je mogućnost korišćenja efektnih metoda za analizu sistema razvijenih kod Petrijevih mreža.

U disertaciji Šarlote Johanson (*Charlotta Johnsson*, 1999) izložene su osnove sintakse i semantike Grafčarta i predstavljene mogućnosti njegove aplikacije na primeru upravljanja sistema sa grupnim procesima [1]. Takođe su izvršene komparacije, objašnjene i

diskutovane sličnosti i razlike koje postoje između Grafčarta, Grafčeta i Petrijevih mreža [2].

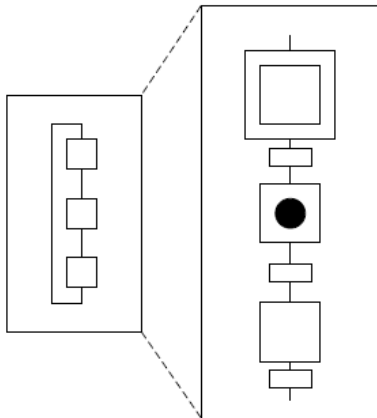
## 2. OSNOVNI ELEMENTI GRAFČART JEZIKA

Grafička sintaksa Grafčarta je slična Grafčetu. Njeni nosioci su alternativne i paralelne grane. Grafički elementi jezika su: takt (korak), tranzicija, makrotakt, takt procedure, takt procesa, Grafčart procedura i Grafčart proces. Svi elementi su predstavljeni pomoću odgovarajućih grafičkih simbola. Ikona (oznaka) simbola bliže definiše prezentaciju elemenata. Elementi su međusobno spojeni pomoću linija – grafičkih veza.

Navode se i ukratko opisuju osnovni elementi Grafčart jezika.

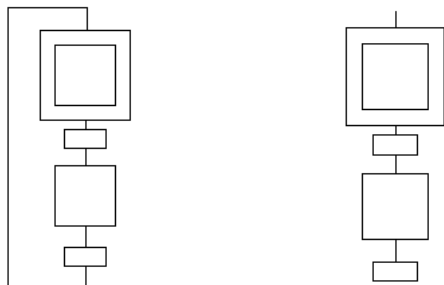
### Grafčart proces

Potpun funkcionalni dijagram može biti prikazan kao Grafčart proces. Funkcionalni dijagram je zatvoren u kapsuli (Slika 1.) pomoću Grafčart proces objekta.



Slika 1. Grafčart proces

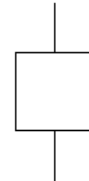
Grafčart može biti zatvoren ili otvoren kao što je to prikazano na slici 2. Iz tog razloga funkcionalni dijagram često startuje sa jednim ili nekoliko inicijalnih taktova.



a) Zatvoren dijagram      b) Otvoren dijagram  
Slika 2. Jedan zatvoren i jedan otvoren funkcionalni dijagram

### Takt

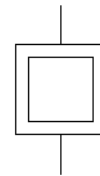
Takt (korak) je element koji se predstavlja kvadratom (Slika 3.). Takt može biti aktivan ili neaktivan. Njemu može biti pridružena akcija.



Slika 3. Takt

### Inicijalni takt

Inicijalni takt je takt koji se aktivira kada funkcionalni dijagram startuje. Njegova grafička prezentacija je prikazana duplim kvadratom na slici 4.



Slika 4. Inicijalni takt

### Tranzicija

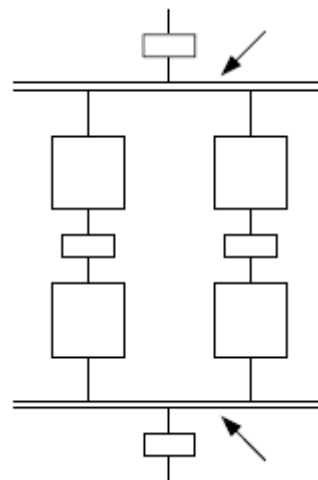
Tranzicija je predstavljena objektom. Njen grafički prikaz je na slici 5. Tranzicija može biti osposobljena (dozvoljena) ili neosposobljena (nedozvoljena).



Slika 5. Tranzicija

### Dvostruka paralelna linija

Dvostruka paralelna linija se koristi za označavanje početka i kraja paralelnih grana. Prikazana je na slici 6. gde predstavlja razvijanje grana (divergenciju) i spajanje paralelnih grana (konvergenciju).

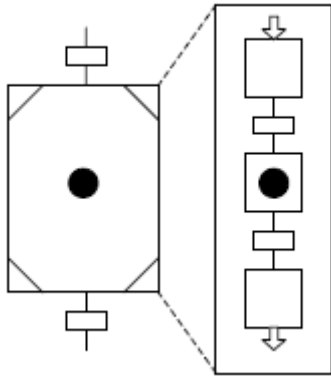


Slika 6. Paralelna grana

### Makro takt



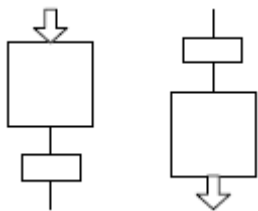
Makro taktovi se koriste za predstavljanje taktova koji imaju unutrašnju strukturu koja je sastavljena od subtaktova (ili podtaktova), tranzicija i makro takta. Grafički se predstavlja objektom (simbolom) koji ima radni podprostor. Na slici 7. prikazan je makro takt i njegova unutrašnja struktura.



Slika 7. Makro takt

**Ulazni takt i izlazni takt**

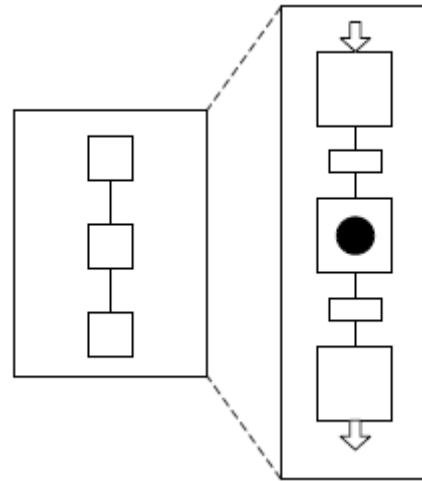
Specijalni oblici takta, koji se zovu ulazni takt i izlazni takt, koriste se pri označavanju prvog i poslednjeg subtakta kod makro takta. Prikazani su na slici 8.



Slika 8. Ulazni takt i izlazni .

**Grafčart procedure**

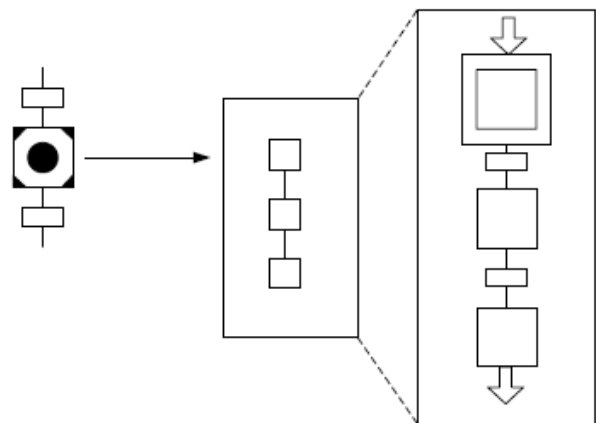
Sekvence koje se pojavljuju na više mesta u funkcionalnom dijagramu mogu biti predstavljene kao Grafčart procedure (Slika 9.). Simbol Grafčart procedure ima radni podprostor u koji je smeštena odgovarajuća procedura. Ulazni i izlazni takt označavaju prvi i poslednji takt procedure. U Grafčart proceduri dozvoljen je samo jedan ulazni takt.



Slika 9. Grafčart procedure i njen radni prostor

**Takt procedure**

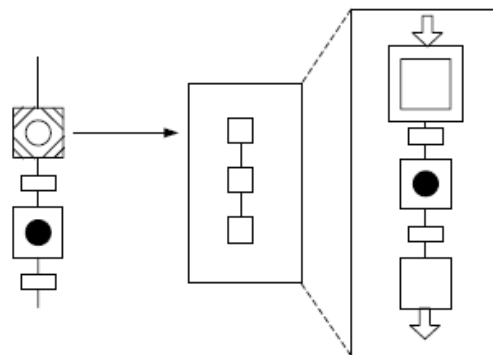
Grafčart procedura se poziva iz takt procedure. Takt procedura ima attribute procedure iz koje se Grafčart procedura poziva i specificira. U trenutku kada je takt procedura aktivirana Grafčart procedura je pozvana i nov marker se smešta u ulazni takt Grafčart procedure. Takt procedura je prikazana na slici 10.



Slika 10. Takt procedura

**Takt procesa**

Takt procesa je ekvivalentan pozivu procedure u običnim programskim jezicima. (slika 11.).



Slika 11. Takt procesa

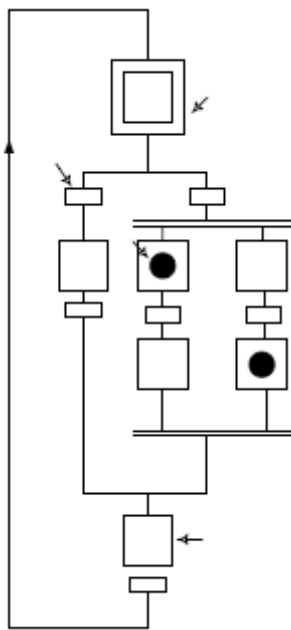
### Markeri

Markeri se predstavljaju u obliku ispunjenih kružića. U osnovnoj verziji Grafčarta markeri su bulove promenljive ili logičke promenljive koje označavaju da li je takt aktivan ili nije. Kod Grafčarta višeg nivoa oni su objekti koji imaju identitet i mogu da sadrže informacije.

Na slici 12. prikazan je primer jednog Grafčarta.

### Akcije i Receptivnosti

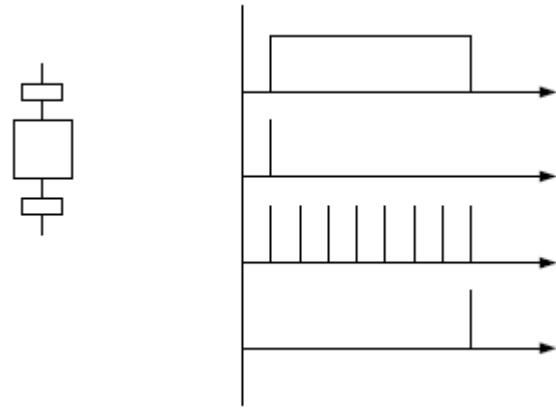
Akcije su pridružene taktovima, a receptivnosti su pridružene tranzicijama. Dve verzije Grafčarta razlikuju kada se takt smatra aktivnim i kada se tranzicija smatra osposobljenom.



Slika 12. Primer Grafčarta

### Akcije

Postoje četiri različita tipa akcija: stalne, početne (inicijalne), finalne, promašene (jalove). Početna (inicijalna) akcija se izvršava jednom trenutno kada takt postaje aktivan. Finalna akcija se izvršava jednom trenutno pre nego što je takt deaktiviran. Stalna akcija se izvršava periodično sve dok je takt aktivan. Promašena (jalova) akcija se izvršava jednom trenutno pre nego što se takt izjalovi. Sve akcije mogu biti moguće i nemoguće. Akcije koje mogu biti izvođene u taktu akcije zavise od implementacije jezika. Na slici 13. je prikazan takt x1 sa tri akcije koje su mu pridružene. Slika prikazuje izvršene akcije. Akcije takođe mogu biti pridružene makro taktu i Grafčart proceduri.

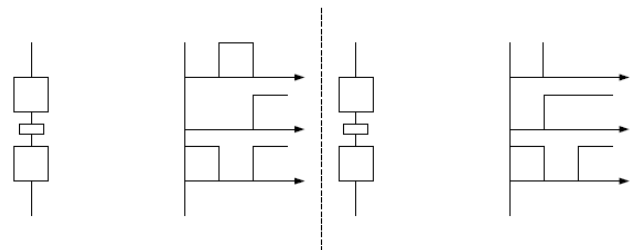


Slika 13. Takt sa akcijama

### Receptivnost – uslov tranzicije

Receptivnost se koristi za opisivanje (specificiranje) stanja kada aktivan takt mora da se okine. Svaka receptivnost sadrži dva atributa: stanje i događaj. Oni se koriste za izražavanje događaja i/ili logičkog stanja kada tranzicija mora da okine. Izražavanje događaja i logičko stanje su izraženi u implementaciji jezika.

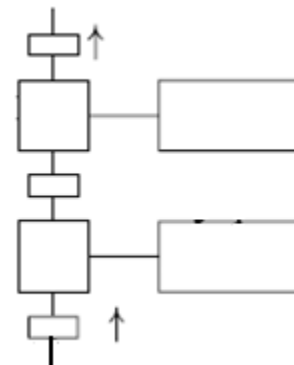
Na slici 14. su data dva primera kako događaj ili stanje receptivnosti tranzicije deluje na aktivnost i deaktivnost dva takta x1 i x2.



Slika 14. Tranzicija i receptivnost (prihvatljivost)

Svaka tranzicija ima receptivnost. Receptivnost može biti jedno ili drugo: logičko stanje i događaj ili događaj i stanje.

Na slici 15. prikazane su tri tranzicije i njihove receptivnosti.



Slika 15. Dve akcije i tri receptivnosti

Receptivnost prve tranzicije je događaj promene vrednosti  $\uparrow x$ . Receptivnost druge tranzicije je stanje  $y$ , i

receptivnost treće tranzicije je kombinacija stanja i događaja.

### 3. UPOREĐENJE GRAFČART – GRAFCET

Grafcet i Grafčart imaju mnoge sličnosti s obzirom da je baza za nastanak i razvijanje Grafčarta bio upravo Grafcet što je prikazano na slici 16. Međutim, postoje i neke važne razlike.

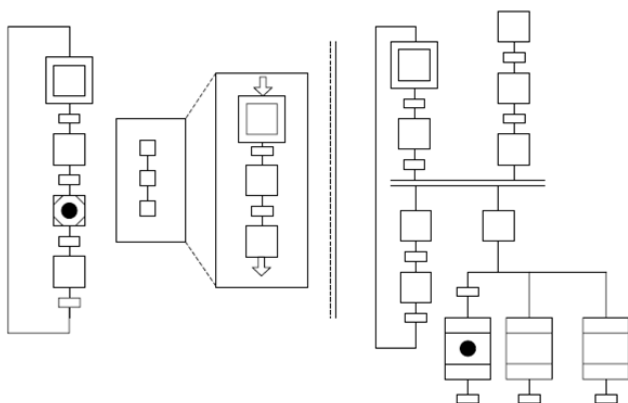
- Grafcet je razvijen sa zadatkom da opisuje sekvencijalne sisteme, a njegova primena danas je fokusirana na programabilne logičke kontrolere. Implementira se efektno u druge jezike, npr. u lestvičaste logičke dijagrame za programiranje PLC – a. Grafčart je jezik čija je svrha ne samo za specifikaciju nego i za aktuelnu implementaciju, kod različitih upravljačkih sistema.

- Grafcet i Grafčart imaju različite eksterne interfejsne za akcije i receptivnosti. Grafcet koristi bulove promenljive, dok su interfejsi Grafčarta brojniji. Četiri tipa akcija u Grafčartu mogu se uporediti sa impulsnom akcijom kod Grafceta.

- Uloge okidanja nisu identične. Prva uloga okidanja glasi: sve tranzicije koje se okidaju trenutno se okidaju. Ova uloga primenjuje se i kod Grafceta i kod Grafčarta. Druga uloga okidanja glasi: nekoliko tranzicija koje se simultano okidaju simultano se okidaju. Kod Grafceta ovo važi u svim situacijama. Za Grafčart ova uloga ne važi za nedivergentne situacije. Treća uloga: kada takt mora biti simultano aktiviran i deaktiviran, on ostaje aktivan. Ova uloga se primenjuje kod Grafceta, ali ne i kod Grafčarta.

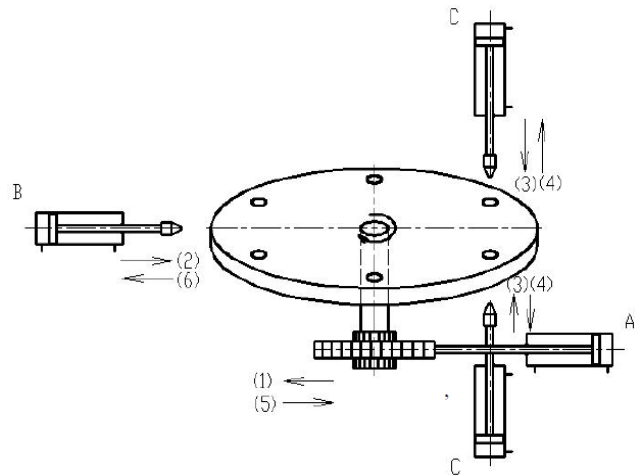
- Grafčart jezik se sastoji iz većeg broja grafičkih elemenata nego što ih ima Grafcet. Transformacija Grafčarta u Grafcet izvodi se u dve faze: u prvoj se zamenjuju grafički elementi odgovarajućim elementima Grafceta. U drugoj fazi tipovi akcije Grafčarta menjaju se odgovarajućim Grafceta.

Na slici 16. prikazani su Grafčart i njemu odgovarajući Grafcet.



Slika 16. Grafčart i identičan Grafcet

### 4. PRIMER FORMIRANJA GRAFIČKOG MODELA ZA OPISIVANJE RADA PNEUMATSKE PRESE



Slika 17. Pneumatska presa

#### Opis rada

Pneumatska presa sa obrtnim stolom sastoji se od četiri pneumatska cilindra od kojih cilindar A služi za okretanje radnog stola, cilindar B služi za fiksiranje radnog stola dok su cilindri C i C' radni i oni nose alate za presovanje.

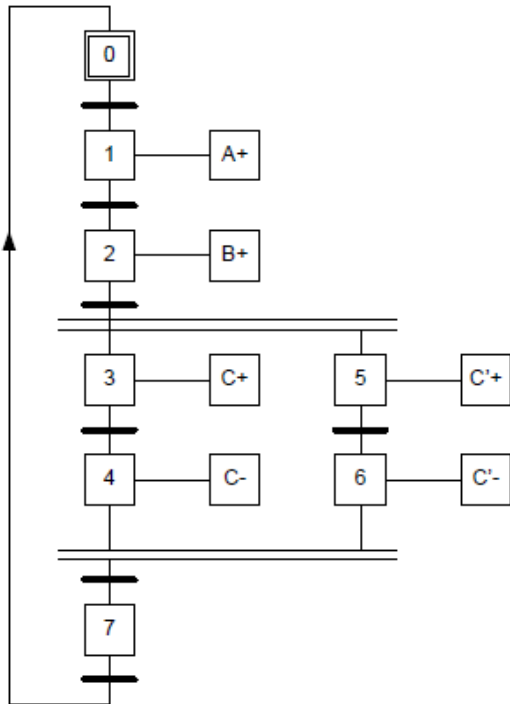
Radni ciklus se odvija na sledeći način:

- Aktiviranjem cilindra A (1) preko sistema zupčaste letve i zupčanika okreće se obrtni radni sto za 1/6 kruga.
- Aktiviranjem cilindra B (2) fiksira se položaj radnog stola.
- Cilindri C i C' aktiviraju se istovremeno (3) i tada se obavlja presovanje u čauri radnog stola.
- Nakon presovanje deaktiviraju se cilindri C i C' (4).
- Cilindar A vraća se u početni položaj (5).
- Cilindar B vraća se u početni položaj (6) i oslobađa obrtni radni sto.
- Ciklus je završen i proces počinje ispočetka.

Opis sekvence rada automata, odnosno, redosled aktiviranja cilindara može se prikazati na sledeći način:

$$A+B+C+(C'+) C-(C'-) A-B-$$

Modeliranje opisanog automata u obliku grafceta prikazan je na slici 21.



**Slika 18.** Grafcet model pneumatske prese

## 5. ZAKLJUČAK

Grafoanalitičke metode koje se koriste za modeliranje i simulaciju sekvencijalnih tehnoloških procesa (Petrijeve mreže, Grafcet, Grafčart) izuzetno su pogodan aparat koji može da nam posluži pri sintezi i projektovanju upravljačkih sistema. Neki od ovih jezika su postali i standardizovane metode za programiranje programabilnih logičkih kontrolera (PLC).

Danas se razvijaju programi koji mogu da grafički model procesa automatski transliraju u softver PLC-a što značajno olakšava process projektovanja upravljačkog sistema.

## 6. LITERATURA

- [1] Johnsson C., A graphical language for bath control, PhD Thesis, Institute of Technology, Lund, Sweden, 1997.
- [2] Johnsson C., Arzen E. Graphchart and Graphcet IfAC'99., Beijing, China, 1999.

# PRIMENA KATALIZATORA NiO-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> U BAZNOJ HEMIJSKOJ I PETROHEMIJSKOJ INDUSTRIJI

## USING A CATALYST NiO - AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> IN THE BASE CHEMICAL AND PETROCHEMICAL INDUSTRY

Dr **MATILDA LAZIĆ**, profesor strukovnih studija  
Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

### REZIME

Koncept održivog tehnološkog razvoja i zelene hemije podrazumeva valorizaciju postojećih, unapređenje i razvoj petrohemijskih tehnologija, baziranih na heterogenom katalitičkom sistemu NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ali upotrebu istog za proizvodnju alternativnih goriva/hemikalija ili u oblasti zaštite životne sredine. Katalizator NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se komercijalno upotrebljava u tehnologijama sadašnjice sa izuzetno velikom perspektivom primene u tehnologijama bliske budućnosti, odnosno u reakcijama: vlažnog reformiranja metana u jednom ili dva reakciona stepena, suvog reformiranja metana, proizvodnje sinteznog gasa, hidrogenovanja aromata, parcijalne oksidacije metana

kiseonikom/vazduhom, reakciji vodenog gasa, reakciji tri-reformiranja metana, simultanom vlažnom i suvom reformiranju, parcijalnoj oksidaciji metana, reakciji metanacije.

Zahvaljujući razlikama u načinu pripremanja katalizatora, projektovanju fizičko-hemijskih svojstava, koje predeterminišu katalitička svojstva u industrijskim reaktorima, katalitičke tehnologije na bazi NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> predstavljaju nosioca razvoja bazne hemijske industrije jer će omogućavati bržu, jeftiniju i čistiju proizvodnju petrohemijskih hemikalija ali i dobijanje alternativnih hemikalija i goriva.

**Cljučne reči:** NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizator, petrohemijska industrija, bazne hemikalije, alternativna goriva

### UVOD

Zahtevi svetskog tržišta baznih hemikalija i petrohemijskih hemikalija i stroge zakonske regulative u oblasti zaštite životne sredine naročito u petrohemijskoj industriji, zahtevaju optimalno upravljanje i očuvanje postojećih resursa ili unapređenje postojećih katalitičkih tehnologija u skladu sa konceptom održivog razvoja. Imperativ prihvatljivosti alternativnih tehnologija predstavlja reformulisanje kvalitativnih i kvantitativnih osobina postojećih katalitičkih sistema. Modelovanjem načina pripremanja i uslova kalcinacije široko primenjivanog katalizatora NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, moguće je optimalnije upravljati procesima proizvodnje strateški važnih hemikalija, obezbeđivati alternativne izvore energije (npr. veštački benzin), proširiti spektar industrijskih sinteza prema sastavu sirovinskih smeša poreklom iz nove generacije procesa [1].

Metan je relativno jeftina i dostupna sirovina poreklom iz prirodnog gasa za proizvodnju velikog broja

sekundarnih petrohemijskih hemikalija ali predstavlja iscrpljiv izvor energije. Iz sinteznog gasa se može izdvajati vodonik za sintezu amonijaka ali za upotrebu kao alternativno gorivo. Reakcija metanacije koju katališe posmatrani katalizator predstavlja mogućnost dobijanja metana u svojstvu alternativnog goriva. Unapređenje i razvoj novih katalitičkih tehnologija, koje bi bile zasnovane na primeni komercijalnog NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> za valorizaciju ili dobijanje metana, prema tome, veoma je opravdano. Uporeba NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u pravcu razvoja tehnologija uklanjanja gasova staklene bašte CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub> iz atmosfere ima značaj u oblasti zaštite životne sredine upravo i iz zagađivača, poredom iz bazne hemijske industrije. U kontekstu integralne zaštite životne sredine gasovi CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub> predstavljaju globalni problem zagađenja i značajne učesnike u kompleksnom fenomenu globalnog zagrevanja. Oba gasa se mogu iskoristiti i prevesti u manje štetan oblik primenom

reakcija suvog reformiranja metana, metanacije i tri-reformiranja. CO i CO<sub>2</sub> iz otpadnih gasova bi mogli biti alternativni izvori energije ili sirovina za sintezu strateški veoma važnih proizvoda petrohemijske industrije.

Sposobnost NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> da katališe raznovrsne reakcije potiče od: polimorfizma nosača Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; odnosa NiO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; načina nanošenja NiO na Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; načina predtretiranja sistema: temperatura, atmosfera; stepena interakcije NiO i Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; obrazovanja količine i vrste spinela NiAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; procesnih uslova: sastav gasne smeše, temperature, atmosfere [1].

### 1. VALORIZACIJA KATALIZATORA NiO-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> U KOMERCIJALNIM TEHNOLOGIJAMA I TEHNOLOGIJAMA BLISKE BUDUĆNOSTI

Perspektive primene tehnologija, koje koriste katalizator NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1] na globalnom nivou su veoma velike i obuhvataju prvenstveno: vlažno reformiranje, metanaciju, parcijalnu oksidaciju metana.

Reformiranje metana vodenom parom

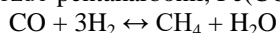
Reformiranje metana vodenom parom tzv. vlažno reformiranje metana (Steam reforming) [2]. Cilj procesa je dobijanje H<sub>2</sub> za sintezu NH<sub>3</sub> kao bazne hemikalije. U industrijskim uslovima izvodi se pod visokim pritiskom u dva stepena:

1. CH<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O → CO + 3H<sub>2</sub>
2. CO + H<sub>2</sub>O → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>

Procesni uslovi u prvom reaktoru: 500-820°C, 17 m<sup>3</sup> kat. Procesni uslovi u drugom reaktoru: 750-1000°C, 33 m<sup>3</sup> kat. Kapacitet azotare: 1000 tona amonijaka dnevno. To je i kapacitet azotare HIP-Pančevo.

### 2. METANACIJA

Cilj procesa je odstranjivanje CO iz vodonika, komponente sinteznog gasa za proizvodnju amonijaka [3,4]. CO u dobijenom vodoniku ima do 0,5% .Fe katalizator za sintezu NH<sub>3</sub> gradi opasan otrov sa CO, gvožđe-pentakarbonil, Fe(CO)<sub>5</sub> prema reakciji:



Procesni uslovi u prvom reaktoru: 310-350°C, 25 m<sup>3</sup> kat.

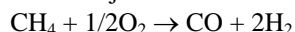
Važno je naglasiti da sistem NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katališe konverziju metana u vodonik, kao i konverziju CO u metan. Navedeno predstavlja osnovu primene NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> za proizvodnju metana, kao goriva budućnosti [4].

### 3. PARCIJALNA OKSIDACIJA METANA

Metan predstavlja osnovnu komponentu prirodnog gasa, visoko raspoloživu u jeftinu sirovinu. Metan istovremeno predstavlja dostupan izvor energije današnjice i bliske budućnosti. Industrijski procesi konverzije metana dele se na one koji omogućavaju direktnu i indirektnu konverziju [5]. Klasifikacija je bazirana na broju koraka u procesu konverzije i

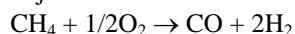
prevođenja metana u korisne proizvode. Direktna konverzija metana (npr. oksidativno kuplovanje) je veoma skupa i teško izvodljiva zbog visoke stabilnosti metana. Indirektan način industrijske valorizacije metana je ekonomski opravdaniji. Karakteristika indirektnih procesa je pretvaranje metana u sintezni gas, što predstavlja prvi korak procesa u smislu dobijanja neke vrste intermedijera na putu dobijanja finalnog proizvoda. U drugom koraku sintezni gas se konvertuje u krajnji visoko vredan i primenljiv proizvod [5,6,7].

Cilj procesa je proizvodnja sinteznog gasa (CO+nH<sub>2</sub>) iz CH<sub>4</sub> njegovom parcijalnom oksidacijom prema reakciji:



Ovako se priprema sintezni gas u fabrici metanola MSK-KIKINDA. Ovako se priprema sintezni gas za sintezu veštačkih goriva (Fischer-Tropsch sinteza).

Parcijalna oksidacija prirodnog gasa predstavlja komercijalni proces proizvodnje sinteznog gasa čiji je sastav pogodan za proizvodnju metanola ili za dalju konverziju metanola u benzin. Proces ima niz prednosti u odnosu na proces suvog i vlažnog reformiranja metana ako se proces vrednuje po kriterijumima vezanim za sintezni gas. Parcijalna oksidacija metana je katalitički, blago egzoterman proces ( $\Delta H^0 = -38 \text{ kJ/mol}$ ) prema reakciji :



Zbog niže cene, primena katalizatora NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u industrijskim procesima parcijalne oksidacije metana, je znatno realnija [5,6,7] od upotrebe plemenitih metala (npr. Rh, Pt, Pd) na nosaču.

U industrijskim uslovima komercijalni katalizatori NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> za parcijalnu oksidaciju metana aktiviraju se "in situ", redukcijom aktivne komponente vodonikom, neposredno pre proizvodnje sinteznog gasa.

Sa stanovišta teorije i ukazivanja na složenosti sistema NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ovde može da posluži primer da katalizatori tipa NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mogu da katališu parcijalnu oksidaciju metana [1] ali i suprotnu reakciju od vlažnog reformiranja metana. Ova reakcija koja se i danas primenjuje u industrijskim uslovima naziva se metanacijom. Reakcija metanacije (CO + 3H<sub>2</sub> → CH<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O) se može koristiti za otklanjanje CO iz vodonika u sinteznom gasu u procesu proizvodnje amonijaka [8].

Ukoliko je CO prisutan u vodoniku za sintezu amonijaka, tada on može da reaguje sa gvoždenim delovima reaktora. Nastali gvožđe-pentakarbonil Fe(CO)<sub>5</sub> predstavlja vrlo jak i opasan otrov za ljude i toplokrvne životinje.

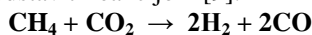
Katalizator tipa NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u zavisnosti od sastava načina pripremanja i uslova kalcinacije mogu katalisati dve suprotne reakcije i to parcijalnu oksidaciju metana i uklanjanje CO iz vodonika u cilju proizvodnje metana. Metanacija omogućava otklanjanje CO iz vodonika pre sinteze amonijaka jer CO sa Fe-katalizatorima gradi Fe(CO)<sub>5</sub>, jak otrov [8].

#### 4. MOGUĆNOSTI STRATEŠKE PRIMENE TEHNOLOGIJA ZASNOVAH NA KATALIZATORU NiO-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> U DALJOJ BUDUĆNOSTI

Tehnologije budućnosti zasnovane na primeni heterogenog katalitičkog sistema NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> obuhvataće vrlo širok spektar reakcija u cilju proizvodnje alternativnih goriva i baznih hemikalija i primenu u oblasti zaštite životne sredine iz procesa petrohemijske industrije.

Reformiranje metana u prisustvu CO<sub>2</sub>

Reformiranje metana u prisustvu CO<sub>2</sub> tzv. suvo reformiranje metana (Dry reforming) može se predstaviti reakcijom [9]:



Cilj procesa je:

1. dobijanje H<sub>2</sub> za bazičnu industriju azota ili sinteznog gasa (CO+nH<sub>2</sub>) za proizvodnju veštačkog goriva ili za potrebe petrohemijske industrije.

2. vezivanje dva gasa (CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub>) koji prouzrokuju efekat staklene bašte. CO<sub>2</sub> bi se sakupljao iz otpadnih gasova termoelektrana i toplana.

Suvo reformiranje metana ima niz prednosti u odnosu na proces vlažnog reformiranja kao što je npr: proizvodnja sinteznog gasa šireg opsega sastava (odnosa H<sub>2</sub>/CO), koji može biti pogodan za hidroformilovanje i reakcije karbonilovanja. Proizvodnja sinteznog gasa promenljivog sastava omogućena je variranjem parametara procesa suvog reformiranja metana pri čemu se dobija pogodan sastav sinteznog gasa za ekonomičnu proizvodnju metanola, tečnih goriva (npr. viših ugljovodnika) i sintezu amonijaka [9].

Osnovni problem industrijske primene NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u reakciji suvog reformiranja metana je problem brze deaktivacije. Fenomen brze deaktivacije je posledica kompleksnog dejstva prvenstveno, procesa izdvajanja-akumuliranja koksa ali i paralelnih procesa sinterovanja i stvaranja teško reduktibilnih formi spinela. Stvaranje čvrstog ugljenika i izdvajanje koksa na površini NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je strukturno-osetljivi proces. Da bi se vlažno reformiranje odvijalo uz minimalno izdvajanje koksa termodinamički, reakcija se mora odvijati na temperaturama iznad 800<sup>0</sup>C i sa polaznim odnosom reaktanata [CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>] većim od jedan. Savremena istraživanja se fokusiraju na rešenje problema smanjenja brzine deaktivacije katalizatora razvojem katalitičkih sistema otpornih na izdvajanje koksa [9,10] Jedan od načina rešenja problema je upotreba baznih promotora.

#### 5. TRI-REFORMIRANJE METANA

Cilj procesa je [11,12]:

7. dobijanje H<sub>2</sub> za bazičnu industriju azota ili sinteznog gasa (CO+nH<sub>2</sub>) za proizvodnju veštačkog goriva ili za potrebe petrohemijske industrije.

8. vezivanje dva gasa (CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub>) koji prouzrokuju efekat staklene bašte. CO<sub>2</sub> bi se sakupljao iz otpadnih gasova termoelektrana i toplana.

Reakcija tri-reformiranja metana obuhvata simultane reakcije vlažnog i suvog reformiranja i parcijalne oksidacije metana.

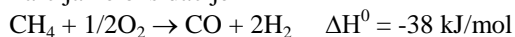
Vlažnog reformiranja



Suvog reformiranja



Parcijalne oksidacije



Prednost procesa u odnosu na suvo reformiranje je dobijanje sinteznog gasa bilo kojeg željenog sastava. Globalne rezerve prirodnog gasa su značajne i predstavljaju bogat ali iscrpiv izvor metana. Rastuća tendencija iscrpljivanja prirodnog gasa, kao energetskog resursa sadašnjice izaziva veliki interes za razvoj i primenu novih tehnologija koje bi omogućavale efikasnu konverziju prirodnog gasa u visoko iskoristljive proizvode. U budućnosti će iskorišćenje sirovina bogatih metanom predstavljati imperativ procesne industrije [11,12].

Tri-reformiranje metana predstavlja novi katalitički proces primene komercijalnog katalizatora NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> za industrijsku proizvodnju strateških sirovina hemijske industrije. Primena koncepta tri-reformiranja ima veliki značaj za poboljšanje energetskog bilansa postojećih elektrana, unapređenje procesa proizvodnje energije iz alternativnih izvora i veliki značaj u procesu smanjenje globalnog zagrevanja.

Pod tri-reformiranjem se podrazumeva konverzija CH<sub>4</sub> pomoću CO<sub>2</sub> iz dimnih gasova, ali simultano sa konverzijom pomoću vodene pare i parcijalnom oksidacijom. U ovom složenom procesu dobija se pogodan odnos H<sub>2</sub>/CO, koji se zatim koristi kao sintezni gas u industrijski vrlo važnim procesima. Tri-reformiranje treba da omogući konverziju CO<sub>2</sub> iz dimnih gasova elektrana i njegovu regeneraciju.

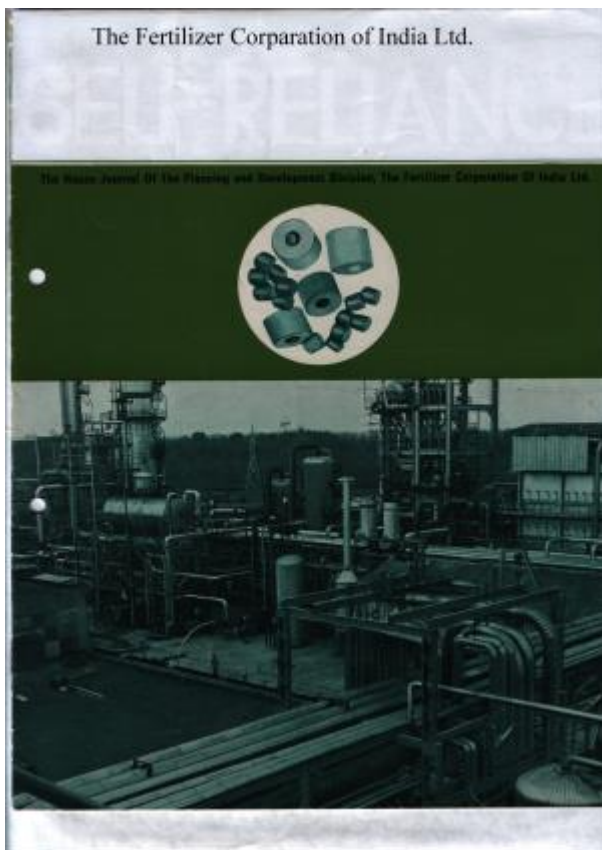
Tri-reformiranje može imati veliki značaj u budućnosti jer bi omogućavalo visoko iskorišćenje metana iz prirodnog gasa uz istovremeno iskorišćenje CO<sub>2</sub> iz opadnih/dimnih gasova i smanjenje njegove globalne emisije i indirektno, ublažavanje efekta staklene bašte.

CO<sub>2</sub> može predstavljati takođe, perspektivni a visoko raspoloživi resurs za proizvodnju sinteznog gasa promenljivog sastava i interesantnu sirovinu za sintezu širokog spektra hemikalija. U daljoj budućnosti tri-reformiranje se može koristiti i za proizvodnju električne energije [11,12].

Prednost procesa tri-reformiranja je mogućnost direktnog korišćenja dimnih gasova energetskih postrojenja, bez predhodne separacije/prečišćavanja CO<sub>2</sub>. Konverzija i iskorišćavanje CO<sub>2</sub> treba da predstavlja integralni deo upravljanja CO<sub>2</sub>, jer se samo mali deo CO<sub>2</sub> koristiti za proizvodnju hemikalija u odnosu na količinu raspoloživih dimnih gasova. Izgled



komercijalnog katalizatora NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> prikazan je na Slici 1, na kojoj je prikazan i manji deo azotare u Indiji.



**Slika 1.** Izgled komercijalnog katalizatora NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Donji deo slike prikazuje manji deo azotare u Indiji.

Komercijalni katalizatori NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> koji se koriste npr. u industriji azota (Slika 1) se izrađuju u obliku probušenog valjka (Rashig-ovi prstenovi) koji su vrlo robusni, jer rade pod pritiskom od 17-30 bara, temperature od 500-1100°C, treba da izdrže pritisak sopstvene težine, stuba katalizatora do 12 m. Boja im je od sive (NiO) do plave (NiAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) [1].

## ZAKLJUČAK

Na bazi formulacije i variranja katalitičkih svojstva NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zasniva se inovativni pristup tehnologijama u sferi proizvodnje alternativnih goriva i pojedinim procesima zaštite životne sredine, proizvodnji veštačkih đubriva. Primena NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u procesu proizvodnje sinteznog agas iz kojeg se dobija izuzetno širok spektar sekundarnih petrohemijskih proizvoda, reprezentuje uvod kvalitativni i kvantitativni skok razvoja čitave bazne hemijske industrije.

## LITERATURA

- [1] Matilda M. Lazić, Doktorska disertacija; Tehnološki fakultet Novi Sad, (2007).
- [2] J. Sehested, J.-A.P. Gelten, I.N. Remediakis, H. Bengaar, and K. Norskov; Journal of Catalysis; 223 (2014)
- [3] A.E. Aksoylu, Z.I. Önsan; Applied Catalysis A: General, 164 (1997)
- [4] R. Lamber, G. Schulz-Eklof; Surface Science, 258 (1991)
- [5] P. Chen, Z. Hou, X. Zheng, T. Yashima; React. Kinet. Catal. Lett., 86 (2005)
- [6] W.J.M. Vermeinen, E.Blosma, P.A. Jacobs; Catalysis Today 13 (1992)
- [7] E.E. Kiss, G.C. Bošković, M.M. Lazić, G.A. Lomić, and R.P. Marinković-Nedućin; React. Kinet. Catal. Lett., 88 (2) (2006)
- [8] A.E. Aksoylu, Z.I. Önsan; Applied Catalysis A: General, 164 (1997)
- [9] X. Chen, K. Honda, Z.-G. Zhang; Catalysis Today, 93-95 (2014)
- [10] Z.Y. Hou, T. Yashima; Applied Catalysis A: General, 261 (2014)
- [11] C. Song, W. Pan; Catalysis Today, 98 (2014)
- [12] C. Song, A.M. Gaffney, K. Fujimoto; (Eds.), Symp. Ser. Am. Chem. Soc., Washington, DS, (2002).

# СТО ШЕЗДЕСЕТ ГОДИНА ОД РОЂЕЊА МИХАЈЛА ПУПИНА

Град Зрењанин је поводом 160 година од рођења нашег великог научника Михајла Пупина 2014. годину прогласио „Годином Пупина“. Циљ ове манифестације је био да се укаже на значај Пупиновог животног дела којим је задужио читав свет. Рођен је у банатском селу Идвору четрдесетак километара од Зрењанина али га је живот одвео преко Европе у Америку. Његово изузетно плодно стваралаштво оставило је неизбрисив траг у нашој али светској историји. Био је не само само генијални научник него и изузетан проналазач, родољуб, хуманиста, добротвор, књижевник, пословни човек. И зато целокупно животно дело Михајла Пупина треба да буде пример и узор свима а посебно младим генерацијама.

У току читаве 2014. године у оквиру манифестације „Година Пупина“ организован је изузетно квалитатан и богат програм у чијој реализацији је учествовао велики број установа, школа, радних организација, удружења грађана и појединаца.

Издвајају се неке од најважнијих активности.

- Промоција књиге „Од пашњака до научењака“ у организацији „Фонда Младен Селак“ и додела награда успешним ученицима основних и средњих школа на такмичењима из математика, физике и електротехнике.
- Пројекција филма „Пупиново детињство“ са предавањем за ученике зрењанинских основних школа.
- Представљање пројекта „Пупинов дом“ који има за циљ да се Пупинова кућа у Зрењанину стави у функцију младих талената и науке.
- Међународни научни скуп који је одржан у Идвору у организацији Техничког Факултета из Зрењанина.
- Пројекција филма „Пупиново детињство“ са предавањем у свим школама зрењанинске општине.
- Регата „Трагом великана“ која је одржана на реци Тамиш када су представљена два великана- Михајло Пупин и Урош Предић.
- Изложба „Михајло Идворски-стваралачка координација“ у реализацији Народног Музеја у Зрењанину.
- Изложба „Трагом великана- Михајло Пупин у нашем граду“ у реализацији Историјског архива града Зрењанина.
- Изложба „Михајло Пупин-лик и дело“ одржана у холу главне поште у Зрењанину уз учешће ПТТ музеја из Београда.
- Квиз „Шта знаш о Пупину“ за ученике основних школа који је одржан у Културном центру Зрењанина.

Друштво инжењера Зрењанин је такође имало значајну улогу у реализацији ове манифестације. У сарадњи са Културним центром, Народном библиотеком и Високом техничком школом из Зрењанина ДИЗ је имао следеће активности:

- Одржана је јавна трибина са предавањем „Живот и дело Михајла Пупина“ у сали Културног центра у Зрењанина уз присуство студената и грађана.
- Припремљен је и одштампан специјалан број часописа „Моје новине“ који је намењен популаризацији технике и науке код ученика основних школа. Овај број је био посвећен животу и делу Михајла Пупина а 1500 примерака је подељено ученицима
- Реализован је ликовни конкурс „Од пашњака до научењака“ у коме су учествовали ученици Зрењанинских школа.
- Одржана је промоција часописа „Моје новине“ и обављена додела награда и захвалница учесницима манифестације „Година Пупина“ у амфитеатру Високе техничке школе у Зрењанину.

# ИНЖЕЊЕРСКЕ ЛЕГЕНДЕ ЗРЕЊАНИНА

За изузетан допринос развоју инжењерске струке Друштво инжењера Зрењанин је увело посебно признање проглашавањем инжењерске легенде Зрењанина. У току 2014.године ово признање су добили Др Борслав Никин, дипл.инг., Драган Баства, дипл.инг. и Др Милица Милкуц, дипл.инг.

## Професор др Борислав Никин,дипломирани инжењер електротехнике

Професор др Борислав Никин је рођен 1931.године у Зрењанину.Основну школу,реалну гимназију, завршио је, такође,у Зрењанину.Средњу техничку школу завршио је у Панчеву. Студије електротехнике уписао је на Електротехничком факултету у Београду.Дипломирао је 1958.године и стекао звање дипломираног инжењера електротехнике.За време боравка у Сједињеним америчким државама од 1965. до 1969.године завршио је студије математике на Пурдуе Универзитету Вест Лафајете у држави Индијани.Последипломске студије уписао је на Машинском факултету у Новом Саду.Магистрирао је са радом из области физике чврстог стања 1976.године.Две године касније на Природно математичком факултету у Новом Саду одбранио је докторску дисертацију под називом „Нумеричка анализа неких фундаменталних проблема теорије магнетизма“ и тако стекао звање доктора физичких наука.

Своју радну каријеру отпочео је након дипломирања на факултету када се као стипендиста Комбината „Серво Михаљ“ из Зрењанина запослио у Топлани Комбината.Након годину дана прешао је у Пројектни биро „Електробаната“.Војни рок провео је у Војно ваздухопловној академији у Рајловцу.По повратку из ЈНА запослио се у ЖТП-у.Ту је провео две године после којих је прешао у Вишу техничку школу у Зрењанину где је изабран за предавача Електротехнике и Техничке физике.Године 1965. посетио је Светску изложбу технике у Њујорку.Тада је одлучио да остане у Америци.Тамо је научио језик и завршио студије математике.Године 1969. вратио се у Зрењанин.Нострификацијом америчке дипломе добио је звање дипломираног инжењера техничке математике.Поновно се запослио у Вишу техничку школу у којој је изабран у звање професора за предмете Електротехника и Математика.Године 1980. прелази на Педагошко-технички факултет „Михајло Пупин“ у Зрењанину где је изабран у звање ванредног професора.Предавао је предмете: Електроенергетика,Кибернетика, Математичка логика са основама програмирања и Електрични апарати и уређаји.Године 1982. одлази за Нови Сад на Технолошки факултет.Као професор универзитета предавао је Теорију система аутоматског управљања технолошким процесима и Основе електротехнике.На одељењу овог факултета у Сремској Митровици предавао је и предмет Статистичка обрада експерименталних података.Године 1990. враћа се у Зрењанин на Технички факултет „Михајло Пупин“ где остаје до 1996.године. Тада се поново враћа у Вишу техничку школу у Зрењанину у којој остаје да ради до 2001. године када је отишао у пензију.

Научни рад Професора др Борислава Никина везан је за Катедру за физику чврстог стањана Природно математичком факултету у Новом Саду где је сарађивао са Професором Братиславом Тошићем.Универзитет у Новом Саду га је одредио и упутио на научну сарадњу са Професором Богосавом Лажетићем који се бавио физиологијом.Област њиховог истраживања је била:штетно дејство електромагнетних поља на биолошке система,пре свега, на човека.Задатак професора Никина је био да изврши мерења интензитета магнетних поља у индустријским погонима.За потребе ових истраживања он је конструисао уређаје у којима су се налазиле животиње и које су зрачене магнетним пољем.То је била симулација радног места индустријског радника. Након зрачења вршени су медицински прегледи животиња,односно,свих њихових органа.На основу резултата доносио се закључак о поремећајима који настају на биолошком систему под дејством зрачења.У значајној мери резултати ових испитивања могу се пресликати и на људе који раде у таквој средини.Резултати ових истраживања објављивани су у научним часописима. У област физике научни рад професора Никина имао је теоријски карактер.Математичке дефиниције и изразе користио је да из домена микроструктуре одређених проблема математичким трансформацијама дође до објашњења шта се може очекивати са макроструктурама истог проблема. Математички модели ове природе називају се квантна теорија и она се користи у екзактним наукама.

У току своје изузетно богате стручне, научне и професорске каријере професор др Борислав Никин је објавио двадест научних радова и четрнаест уџбеника, приручника, пројеката и других стручних радова. Своје знање и искуство несебично је преносио на хиљаде својих студената. Иако је у пензији професор Никин се и данас радо одазива на позиве и држи изузетно интересантна предавања из области утицаја електромагнетног зрачења на здравље људи или врши практична мерења интензитета електромагнетних поља.

Професор др Борислав Никин је више година био и члан уређивачког одбора научно стручног часописа ДИТ. Тиме дао и значајан допринос раду Друштва инжењера и техничара Зрењанина. Због свега претходно наведеног Друштво инжењера Зрењанин са пуно разлога је професора Борилава Никина прогласило за „Инжењерску легенду Зрењанина“.

#### **Драган Баста, дипломирани инжењер машинства**

Дипл.инг. Драган Баста је родјен 4.10.1946. године. Основно и средње образовање завршио је у Зрењанину. Машински факултет студирао је у Београду где је и дипломирао 1970. године. Специјализацију из области заваривања обавио је 1975. године. Стручни испит за пројектовање и изводјење инвестиционих радова положио је 1977. године

Након дипломирања године 1971. запослио се компанији Нафтагас у Зрењанину у у њој провео свој читав радни век. После проправничког стажа ради као инжењер на изградњи а од 1972. до 1974. године био је технолог на пословима одржавања нафтне опреме. Послове пројектанта обавља од 1975. године. Као технички руководилац формирао је изузетно квалитетан тим инжењера који је имао у оквиру одржавања опреме веома значајне резултате. Функцију директора ООУР-а обављао је од 1982. до 1990. године. На функцији комерцијалног директора Нафтагас система провео је десет година. Након 2000. те године обавља функције директора ОД „Рударски сервис“ и „Технички сервис“ све до 2011. те године када одлази у пензију.

Драган Баста је имао изузетно богату инжењерску каријеру. У току свог стручног инжењерског рада обављао послове пројектовања опреме и технологије одржавања. Такође се бавио и инвестиционом изградњом у области нафтне привреде. Водио је изградњу сабирне станице за нафту у Келебији, реконструкцију компресорске станице на Тиви, изградњу гасовода Госпођинци-Банатски Двор. И у грађевинарству је водио изградњу низа објеката: производне хале у кругу погона Нафтагас одржавања (грађене су у периоду од 1982. до 1990. годин), хотел на мору у Бечићима као и преко 150 станова за раднике Нафтагаса. Међутим, најзначајније резултате Драган Баста је постигао у области руковођења и инжењерско менаџерских послова. По томе, несумњиво, спада у најуспешније привреднике Зрењанина.

Драган Баста је поред резултата у области инжењерства изузетан допринос дао и као друштвени радник. Од 1986. до 2000. те године био је у руководству Рукометног клуба „Пролетер-Нафтагас“. У периоду када је он био његов председник клуб је два пута био шампион државе и вицешампион Европе.

Због свега што је наведено Друштво инжењера Зрењанина је са пуно разлога Драгана Басту, дипломираног инжењера машинства прогласило за „Инжењерску легенду Зрењанина“.

#### **Др Милица Миловац, дипломирани инжењер пољопривреде**

Др Милица Миловац, дипл.инж. пољопривреде је рођена у Клеку код Зрењанина 22. јуна 1948. године. Након завршетка средње школе своје школовање је наставила на Пољопривредном факултету у Универзитета у Београду. Дипломирала је 1971. године на одсеку за ратарство. Наставила је последипломске студије и стекла звање магистра агрохемије 1973. године. На Пољопривредном факултету у Београду 1987. године одбранила је докторску дисертацију и постала доктор пољопривредних наука. Даље усавршавање стицала је на бројним стручним и научним семинарима.

Своју изузетно богату професионалну каријеру започела је као приправник у ПИК-у Тител у Тителу а наставила је у Неготину у Пољопривредној станици и Скупштини општине Неготин. Каријеру наставља у Приштини на Пољопривредном факултету као асистент а затим се враћа у ПИК Тител. Двадесет седам година, затим, проводи у Технолошко-пољопривредном институту у Зрењанину који се у том периоду више пута трансформисао и мењао име.

Веома је широк дијапазон послова који је Милица у својој радној каријери обављала: производња семенских усева, анализе пољопривредних земљишта, саветовања у биљној производњи, предавања на предмету педологија са минерологијом, хронографисање операција у биљној производњи, израда планова и

калкулација, истраживања и развој у области биљне производње, трансфери фундаменталних истраживања у примењена, уговарање и организација послова итд.

Др Милица Миловац је у стручним часописима објавила 87 радова а у научним часописима 51 рад. Учествовала је у реализацији 24 пројекта из области уређења земљишта. У дневној и недељној штампи имала је 117 стручних чланака као и преко 120 наступа у електронским медијима, на радију и телевизији. Са својим радовима учествовала је на више међународних научних скупова на Кипру, у Белгији, Румунији. У области апликације селена и његовим обогаћивањем биљака Милица има и два заштићена патента.

За свој стручни, научни и проналазачки рад Др Милица Миловац је добила и већи број признања и награда:

- 1997. год. Регионална привредна комора јој је доделила Награду за изузетно значајан и обиман научно истраживачки рад у аграру.
- 1998. год. Савез проналазача Београда јој је доделио И награду Плакету са ликом Николе Тесле.
- 1988. год. на Тесла Фесту у Новом Саду освојила је ИИ награду.
- 1988. год. Веће Савеза синдиката Србије доделило јој је Диплому за освојено И место у области екологиле и унапређења животне средине.
- 2000. год. Савез проналазача Србије додељује јој Повељу са плакетом.
- 2004. год. Привредна комора Србије доделила јој је Диплому и плакету за 2004. годину.

За допринос развоју инжењерске струке, за примену науке у аграрној производњи и за све оно што је урадила у току изузетно богате професионалне каријере ове, 2014. године, Друштво инжењера Зрењанин Др Милицу Миловац, дипломираног инжењера пољопривреде проглашава за **„Инжењерску легенду Зрењанина“**.

# УПУТСТВО ЗА ПИСАЊЕ РАДОВА

- Радови се достављају у електронском облику на дискети или електронском поштом.
- Рад треба да буде откуцан у фонту Times New Roman са ћириличним писмом. Величина фонта 10.
- Обим рада не би требало да буде већи од 12 страница.
- Наслов рада се даје на српском и енглеском језику. Испод наслова налазе се име и презиме аутора уз које иде научно или стручно звање, афелација (радна организација и њено седиште, место, адреса и контакт телефон или е-маил адреса. Рад мора да има резиме на српском и енглеском језику дужине до десет куцаних редова као и кључне речи уз обе варијанте. Садржај рада треба да има увод, разрадне делове и закључак.
- Дијаграми, цртежи, слике, табеле треба да се налазе на свом месту у раду. Текст нпр. „Слика 1.“ налази се испод слике на средини а текст „Табела 1.“ изнад табеле лево.
- Мере и мерне јединице морају бити у складу са важећим прописима у тој области.
- Литература се наводи на крају и треба да садржи: редни број, презиме и почетно слово имена аутора, назив рада, назив часописа (или књиге), број издања, назив издавача, место седишта издавача и годину издања.
- Сви пријављени радови подлежу анонимној научној стручној рецензији и оцени квалитета о чему ће аутори бити обавештени.
- Уредништво часописа ће прихватити само необјављене радове.
- Пријављени радови се не враћају ауторима.



