

ДИТ

Друштво

Истраживање

Технологије

НАУЧНО
СТРУЧНИ
ЧАСОПИС

ГОДИНА XXIX*** БРОЈ 39
Март 2023

SCIENTIFIC
PROFESIONAL
JOURNAL

YEAR XXIX *** ISSUE 39
March 2023

МАШИНСТВО
ЕНЕРГЕТИКА
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И
РАЧУНАРСТВО
ТЕХНОЛОГИЈЕ
МЕНАџМЕНТ И ЕКОНОМИЈА
ВЕЛИКАНИ НАУКЕ



COBISS.SR-ID 105108999



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-professional journal

Година XXIX, Број 39, март 2023. год.
Year XXIX, Issue 39, March 2023. year

Оснивач: Друштво инжењера и техничара Зрењанин

Издавачи: Друштво инжењера, Зрењанин
Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину

Главни уредник: Проф. др Милорад Ранчић, Друштво инжењера Зрењанин
Технички уредник: Проф. др Жељко Еремић, ВТШСС Зрењанин

Одговорни уредници:

Машинство: Проф. др Љиљана Радовановић, ТФ“Михајло Пупин“ Зрењанин
Енергетика: Проф. др Јасмина Пекез, ТФ“Михајло Пупин“ Зрењанин
Електротехника и рачунарство: Проф. др Лазо Манојловић, ВТШСС Зрењанин
Технологије: Проф. др Данијела Јашин, ВТШСС Зрењанин
Менаџмент и економија: Проф. др Дејан Молнар, Економски факултет, Београд

Издавачки савет:

Председник Издавачког савета: Милан Зечар, дипл.инж. Друштво инжењера Зрењанин
Чланови Издавачког савета:

Горан Маринковић, дипл. инж. Културни центар Зрењанин
Проф. др Милан Николић, ТФ“Михајло Пупин“, Зрењанин
Проф. др Обрад Спаић, Факултет за производњу и менаџмент, Требиње
Проф. др Миодраг Ковачевић, ВТШСС Зрењанин
Др Здравко Ждрале, Завод за јавно здравље Зрењанин
Душко Радишић, мсц, Град Зењанин
Славиша Влачић, дипл. инж, Телеком Србија, Зрењанин
Милан Димитријевић, дипл.инж. ДЕК Институт, Зрењанин
Борислав Умићевић, дипл. маш. инж, УМИНГ, Зрењанин

Адреса издавача: Друштво инжењера Зрењанин
Македонска 11, 23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

Штампа: Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину
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 У ЗРЕЊАНИНУ



ГРАД ЗРЕЊАНИН

**ФИНАНСИЈСКА ПОДРШКА
ПОКРАЈИНСКИ СЕКРЕТАРИЈАТ ЗА ВИСОКО
ОБРАЗОВАЊЕ, НАУКУ И ТЕХНОЛОШКИ РАЗВОЈ**

СР - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

62

ДИТ : Друштво, Истраживање, Технологије :
научно-стручни часопис / главни уредник Милорад
Ранчић. - Год. 1, бр. 1 (1995)-год. 9, бр. 19/20
(2003) ; Год. 20, бр. 21/22 (2014)- . - Зрењанин :
Друштво инжењера Зрењанин, 1995-2003; 2014-
. - 30 cm

Полугодишње.
ISSN 0354-7140 = ДИТ
COBISS.SR-ID 105108999

РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА

Поштовани читаоци,

И у овом тридесет деветом броју Научно стручни часопис ДИТ (Друштво Истраживања, Технологије) објављује научне и стручне прилоге из области машинства, електротехнике и рачунарства, енергетике, технологија, економије и менаџмента. Аутори су афирмисани истраживачи и експерти али и млади и амбициозни стручњаци. Теме о којима се говори у одабраним радовима су актуелне и савремене. Читаоци се могу упознати са применом адитивних технологија при изради стезних прибора, антикорозивној заштити помоћу цинка, аутоматизацијом процеса производње инокс галантерије, електромагнетним зрачењем уређаја у домаћинству, примени торањских кранова, утицају климатских фактора на производеу електричне енергије, микробиолошкој анализи воде за пиће, улози иновација и ИКТ у развоју производа, примени ЛЕАН алата у управљању производњом.

Овај број часописа посвећен је докторки Драги Љочић, првој српкињи која је дипломирала медицину. Била је чувени лекар, велики борац за женска права и социјалну правду, хуманиста, филантроп и родољуб.

Министарство за високо образовање и науку Републике Србије је и у 2022-ој години наш часопис категорисало са М53.

Главни уредник
Др Милорад Ранчић, професор



Савез инжењера и техничара Србије
доделио је 3. фебруара 1997. године
Научно-стручно-информативном
часопису "ДИТ"

Повељу за најбољу



публикацију у Србији у 1996. години.

САДРЖАЈ

РЕЧ ГЛАВНОГ УРЕДНИКА	3
МАШИНСТВО	
Радован Николић, Вељко Милићевић, Оливера Пешић, Звонко Петровић: ПРИМЕНА АДТИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ПРОЈЕКТОВАЊУ И ИЗРАДИ СТЕЗНИХ ПРИБОРА <i>THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF CLAMPING ACCESSORIES</i>	9
Miljan Miletić, Milorad Rančić: АУТОМАТИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА ПРОИЗВОДЊЕ ИНОХ ГАЛАНТЕРИЈЕ <i>AUTOMATION OF STAINLESS STEEL GALLERY PRODUCTION PROCESSES</i>	19
Оливера Пешић, Радован Николић, Часлав Кљајић, Звонко Петровић: ПРИМЕНА ЛАМЕЛАРНОГ ЦИНКА У АНТИКОРОЗИВНОЈ ЗАШТИТИ <i>APPLICATION OF LAMELLAR ZINC IN ANTICORROSIVE PROTECTION</i>	29
ЕНЕРГЕТИКА	
Aleksandra Ijačić, Milica Kašiković: УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ФАКТОРА НА ПРОИЗВОДЊУ ХИДРОЕНЕРГИЈЕ <i>THE IMPACT OF CLIMATE FACTORS ON THE PRODUCTION OF ELECTRICITY IN HYDROELECTRIC POWER PLANTS</i>	39
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО	
Milorad Rančić, Miljan Miletić: ЕЛЕКТРОМАГНЕТНА ЗРАЧЕЊА КУЋНИХ АПАРАТА И УРЕЂАЈА <i>ELEKTROMAGNETIC RADIATIONS OF HOME APPLIANCES AND DEVICES</i>	47
ТЕХНОЛОГИЈЕ	
Iris Borjanović, Milica Rajačić, Ivana Vukanac: ЈЕСЕЊА МЕРЕЊА НИВОА РАДОНА У ВИСОКОЈ ТЕХНИЧКОЈ ШКОЛИ СТРУКОВНИХ СТУДИЈА У ЗРЕЊАНИНУ <i>AUTUMN MEASUREMENTS OF RADON LEVEL AT TECHNICAL COLLEGE OF APPLIED SCIENCES IN ZRENJANIN</i>	53
Isidora Protić, Milana Drašković, Danijela Jašin: МИКРОБИОЛОШКА АНАЛИЗА ВОДЕ ЗА ПИЋЕ <i>MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF DRINKING WATER</i>	59
Грујица Љубисављевић: ТОРАЊСКИ КРАНОВИ – ПРИМЕНА, ПОДЕЛА, КАРАКТЕРИСТИКЕ <i>БАШЕННЫЕ КРАНЫ- ПРИМЕНЕНИЕ, РАЗДЕЛЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКИ</i>	65
МЕНАџМЕНТ И ЕКОНОМИЈА	
Биљана Маљугић, Марија Матотек Анђелић: УЛОГА ИНОВАЦИЈА И ИКТ У РАЗВОЈУ КОНКУРЕНТНОСТИ И ПРЕВАЗИЛАЖЕЊУ ЕКОНОМСКИХ КРИЗА <i>THE ROLE OF INNOVATION AND ICT IN DEVELOPING COMPETITIVENESS AND OVERCOMING ECONOMIC CRISES</i>	79
Zlatko Košut, Sanja Stanisavljev, Mila Kavalić: ПРИМЕНА LEAN АЛАТА – ООЕ У ЦИЉУ ЕФИКАСНИЈЕГ УПРАВЉАЊА ПРОИЗВОДЊОМ <i>UTILIZATION LEAN TOOL – OEE WITH THE AIM OF MORE EFFICIENT PRODUCTION MANAGEMENT</i>	89
ДРАГА ЉОЧИЋ	97
УПУТСТВО ЗА ПИСАЊЕ РАДОВА	99



ДРАГА ЉОЧИЋ (1855 – 1926)

Прва жена лекар у Србији.
Упорни борац за равноправност жена
и њихова права,
родну једнакост и социјалну правду.
Докторка која је успешно лечила младе
а посебно децу и девојке.
Велики родољуб, учесник ослободилачких
ратова, хуманиста и филантроп.



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXIX, Број 39, март 2023. год.
Year XXIX, Issue 39, March 2023. year

МАШИНСТВО

Одговорни уредник:

Проф. др Љиљана Радовановић
Технички факултет “Михајло Пупин“
Зрењанин

Редакцијски одбор:

Проф. др Милија Крајишник,
Машински факултет,
Универзитет у Источном Сарајеву

Проф. др Драган Шешлија,
Факултет техничких наука,
Универзитет у Новом Саду

Проф. др Бранко Савић,
Висока техничка школа струковних студија
Нови Сад

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

ПРИМЕНА АДТИВНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ПРОЈЕКТОВАЊУ И ИЗРАДИ СТЕЗНИХ ПРИБОРА

THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF CLAMPING ACCESSORIES

РАДОВАН НИКОЛИЋ¹
ВЕЉКО МИЛИЋЕВИЋ²
ОЛИВЕРА ПЕШИЋ^{1,3}
ЗВОНКО ПЕТРОВИЋ²

¹АСС "Шумадија", Одсек Трстеник, Радоја Крстића 19, Трстеник, Србија

²"Застава оружје" АД, Косовска 4, Крагујевац, Србија

³"ППТ-ТМО" АД, Крсте Босанца 70, Трстеник, Србија

РЕЗИМЕ

Развој и примена технологија адитивне производње започели су у другој половини 80-их година прошлог века. Главни узрок томе био је задовољавање потреба тржишта у смислу вишег квалитета, флексибилности, нижих трошкова израде и експлоатације производа, краћег времена развоја и производње. Прилог експанзији ових технологија представља развој нискобуџетних 3D штампача, који постају лако доступни. На тржишту се појавио велики број типова 3D штампача, релативно лако доступних, па се потпуно мења приступ и логика развоја и саме производње. У овом раду, идеја је била да се 3D технологија примени у реинжењерингу стезног прибора за исписивање серијског броја оптичког нишана.

Кључне речи: адитивне технологије, 3D скенер, 3D штампа, РТ технологија, стезни прибор

ABSTRACT

The development and application of additive production technologies began in the second half of the 1980's. The main reason for this was to meet the needs of the market in terms of higher quality, flexibility, lower costs of production and operation of products, shorter development and production time. Contributing to the expansion of these technologies is the development of low-budget 3D printers, which are becoming easily accessible. A large number of types of 3D printers have appeared on the market, relatively easily accessible, so the approach and logic of development and production itself is completely changing. In this paper, the idea was to apply 3D technology in the reengineering of clamping accessories for printing the optical sight serial number.

Key words: additive technologies, 3D scanner, 3D printing, RT technology, clamping accessories

1. УВОД

Процес исписивања серијског броја на оптичком нишану се налази на самом крају производног ланца. Производ је претходно успешно прошао претходне фазе, као што су торментација, испитивање функције, визирање и дефинитиван пријем. Последња фаза која претходи паковању производа је исписивање његовог серијског броја. Приликом исписивања не сме доћи ни до каквих грешака или оштећења на производу. Уколико до тога дође, након санирања истог, производ мора бити враћен на почетак испитивања. Код постојећег прибора, због неадекватног базирања (налегања цилиндричних површина нишана на равне базне површине прибора) и стезања, долазило је до различитих грешака и оштећења у овој операцији. Због тога се указала потреба за конструкцијом и израдом новог прибора, што је урађено уз помоћ адитивних технологија.

Концепцијски ново решење стезног прибора обезбеђује прецизно дефинисан положај производа приликом исписивања, адекватно налагење на базне површине па самим тим и константну дубину исписивања на свим местима и комадима. Лакше је постављање и скидање комада и једноставније манипулисање. Могућност настанка оштећења на производу своди се на минимум. Предности примене оваквог начина пројектовања и израде су вишеструке.

2. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ РЕШЕЊА СТЕЗНОГ ПРИБОРА

Постојећи стезни прибор за потребе исписивања серијског броја оптичког нишана имао је низ недостатака који су се огледали у слабој прилагођености базних површина прибора облику оптичког нишана (налегање цилиндричне површине нишана на равну површину прибора). То је, поред неуједначене

дубине исписивања, узроковало и разноврсна оштећења самог нишана. Конструкција прибора од радника захтева да на основу свог искуства процени силу стезања, која се даље преко чељусти преноси на сам нишан. Због лошег налагења између описаних површина, ова сила мора бити нешто већа у циљу обезбеђења фиксирања нишана приликом исписивања серијског броја. Због тога се повећава могућност његовог оштећења. Лоше налагење у прибору може бити узрок лоше исписаног серијског броја, обзиром да искошеност дела може узроковати различите дубине исписивања серијских бројева, што је био један од разлога рекламације целих испоручених серија од стране купца.

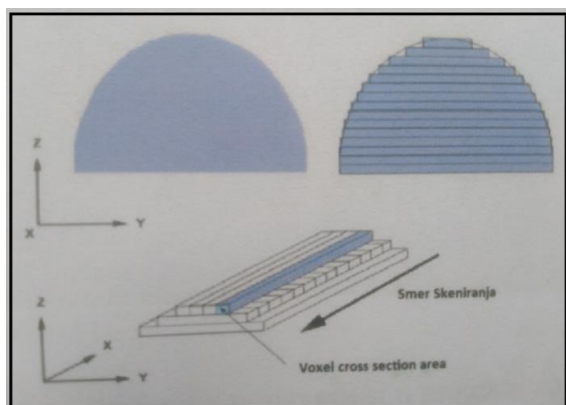
Уз помоћ адитивних технологија пронађено је адекватно решење за превазилажење предходно наведених проблема, тако што је конструисан нови стезни прибор који се у потпуности разликује од постојећег. Контуре стезног прибора у потпуности прате контуре нишана, чиме је обезбеђено добро налагење између елемената за базирање и базних површина нишана. На тај начин се елиминише потреба за додатним стезањем, а самим тим и могућност оштећења самог нишана и неравномерна дубина исписа. Уз то се постиже поједностављење самог процеса исписивања, бржи рад и лакаша манипулација.

3. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ 3D ТЕХНОЛОГИЈА

Најзначајнија предност 3D технологија огледа се у томе што омогућавају производњу делова које је тешко, или немогуће добити применом традиционалних производних технологија. Овај концепт отвара нове, занимљиве могућности израде модела, које је могуће добити применом само ових технологија.

Код традиционалних технологија обраде резањем, обрадак се формира скидањем материјала разним поступцима

(стругањем, глодањем, бушењем, брушењем итд.). За разлику од ових технологија, применом 3D технологије штампе, обрада се формира nanoшењем материјала, слој по слој [1, 2]. Модел се формира од растопљеног материјала који се одмах хлади и очвршћава. Процес 3D штампања спада у адитивне технологије: полази се "ни од чега" и производ се формира додавањем материјала тачку по тачку, или линију по линију. Материјал је растопљена маса термопласта, која се помоћу екструдера селективно полаже по X оси. Кад се једна линија заврши, глава диспензера се враћа, помера за један воксел по Y оси. Поступак се понавља до завршетка једног хоризонталног слоја. Започети објекат се онда спушта за један слој по Z оси и поступак понавља при nanoшењу наредног слоја (Сл. 1.)[3].



Слика 1. Принцип рада 3D штампача [3].

У овом раду примењено је скенирање комада и технологија 3D штампе при развоју елемента за базирање стезног прибора за операцију исписивања оптичког нишана. Могућности и предности 3D технологија за израду геометријски сложених и захтевних модела, уочене овом приликом, оправдавају примену 3D технологија у оваквим случајевима. Појава ових технологија представља једну врсту индустријске револуције. Све јефтинија и приступачнија опрема, штампачи и скенери, скратили су пут од идеје до израде готовог производа.

Примена традиционалног дизајнирања и реализација производних процеса захтева скупе алате и монтажу делова. При том, највећи недостатак се огледа у томе да се и до 90% основног материјала може изгубити током процеса обраде. Насупрот томе, 3D штампа је поступак стварања објекта додавањем материјала слој по слој, који може бити реализован на више начина, у зависности од карактеристика примењеног поступка производње, па као такав обезбеђује израду дела без губитака материјала.

3D штампа представља модерну технологију производње тродимензионалних објеката, која омогућава израду модела, макета и прототипова од више различитих материјала. Материјали могу поседовати различита физичка и механичка својства. Модели се формирају сукцесивним nanoшењем слојева материјала. Ова технологија се први пут појавила 1980. године и у почетку је примењивана за брзу израду прототипова. Сведоци смо да се у данашње време 3D штампа све више примрњује као нова производна технологија која служи и за добијање финалних производа.

Поступци брзе производње прототипова могу се поделити на поступке који користе материјале у чврстом агрегатном стању, као што су нпр. жица, папир, фолија, ламинат, смола и прах и оне који користе материјале у течном агрегатном стању. Неки од важнијих поступака код којих се користе чврсти материјали су [1, 2]:

- Таложно очвршћивање (е. Fused Deposition Modeling, FDM) и
- Производња ламинираних објеката (е. Laminated Object Manufacturing, LOM).

Поступци који подразумевају употребу течних материјала су:

- стереолитографија (е. Stereolithography, SLA),

- очвршћавање дигитално обрађеним светлосним сигналом (е. Digital Light Processing, DLP) и PolyJet.

Поступци који користе прах су:

- селективно ласерско синтеровање (е. Selective Laser Sintering, SLS) и
- 3D штампање (е. 3D Printing, 3DP)[1, 2].

Svaka od navedenih tehnologija ima svoje prednosti i mane, tako da će u nekim slučajevima jedna tehnologija dati bolje rezultate, u drugim obrnuto. Zbog toga je potrebno definisati optimalno rešenje, odnosno, napraviti najbolji odabir, kako tehnologije, tako i materijala koji će biti korišćeni prilikom 3D štampanja.

4. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ИЗРАДА ПРИБОРА

У пројектовању и изради прибора коришћен је нискобуџетни 3D штампач: Ultimaker 3 Extended, који у циљу израде објекта и модела примењује технологију таложног очвршћавања (FDM). Скенирање је изведено 3D скенером ATOS Compact Scan 5M (Сл. 2.)



Слика 2. 3D скенер ATOS Compact Scan 5M [4] и 3D штампач Ultimaker 3 Extended [5]

Коришћењем 3D штампача Ultimaker 3 Extended могу се штампати веома прецизни функционални прототипови, али и алати који могу задовољити многе захтеве. На овај начин инжењери и конструктори имају прилику да унапреде и убрзају тестирање нових решења. Време развоја производа је драстично смањено на период реда величине само неколико дана, што је значајно мање у односу на неколико недеља или дуже, када су традиционалне методе у питању.

Захваљујући томе што имају инсталиране две главе за штампање могуће је штампање истовременим коришћењем два различита материјала и то:

- основног и помоћног материјала при штампању сложених геометријских структура (када је потребна потпора у виду помоћног водоразградивог материјала) и
- два основна материјала у случајевима штампања модела који има нпр. две боје.

У првом случају, у програм за припремање модела за штампу учитава се само модел који је потребно направити у облику једне датотеке, а која садржи све геометријске целине. У другом случају, за сваку боју постоји посебан модел. Након учитавања модела у софтвер, боји се додељује екструдер на коме ће бити одштампан део модела у тој боји, а након подешавања екструдера врши се преклапање модела, односно њихово довођење у исти координатни систем [6].

Применом процеса 3D штампања могу добити такозвани "немогући" дизајни односно конструкције, који у ствари представљају моделе који се конвенционалним поступцима обраде не би могли произвести или склопити. У том погледу се и овај модел може посматрати као склоп који је већ намонтиран. Елементи склопа се добијају штампањем по слојевима, па самим бивају одштампане и везе и њихова међусобна преклапања.

Оператер је у могућности да сваког тренутка визуелно надгледа процес штампања, чак и ако се не налази у близини штампача. С друге стране, клијент је у могућности да прати целокупан процес штампања преко on-line stream-а путем сервиса као што су Youtube или Facebook [2].

У погледу трошкова ова технологија доноси бројне уштеде. Од идеје до прототипа долази се за 1 до 1,5 сат код једноставних пројеката. Претходно, са

екстерним добављачима, било је потребно две до три недеље.

Исплативост је кључни фактор 3D штампања. На основу досадашњег коришћења може се рећи да је *Ultimaker* исплатив 3D штампач. Он задовољава високе стандарде у аутомобилској индустрији и даје задовољавајуће резултате. *Open Filament System* је веома повољан за тимове који развијају различита решења за различите примене у индустрији. У поређењу са условима конвенционалне производње, када је потребан нови алат, прибор или контролник, применом концепта 3D штампања се може уштедети и до 90% трошкова или 90% времена. Ова технологија има велики потенцијал у одбрамбеној индустрији.

Неки од разлога због којих је пожељно да инжењери који се у индустрији баве конструисањем и испитивањем прототипова изаберу концепт 3D штампе су:

- 3D штампање скраћује развојни процес са неколико месеци на неколико дана,
- могуће је брзо тестирање идеја и анализирање њихове изводљивости и функционалности, при томе нови покушаји не изискују додатна материјална средства,
- лако је прилагодити и подесити делове како би јединствено одговарали потребама клијента без додатних трошкова и за само неколико сати,
- инжењери могу да на сајмовима разговарају о дизајну или брзо тестирају тржишни потенцијал и
- брзо и лако унапређење постојеће производње и производа и дизајн нових.

Материјали за 3D штампање су углавном полимерни материјали, али, у новије време, и метали и други материјали. Због различитих захтева тржишта, истраживања и развој у овој

области доводе до стварања нових материјала за штампу, попут керамике, различитих композита, дрвета, пластике, лаких метала и легура, па чак и материјала који се користе у прехранбеној индустрији.

Овде је примењен најлон полиамид (е. Nylon polyamid), који има широку примену за израду функционалних прототипова који захтевају релативно велику чврстоћу и отпорност на хабање. Поред тога, отпоран је на ударна оптерећења, корозију, органске хемикалије, флексибилан је и лаган. Материјал добро упија влагу, а његовом применом постиже се јединствена (монолитна) фигура без видљивих шавова. Користи се за израду алата, индустријских модела и функционалних прототипова. Јако је флексибилан материјал, а ценом је врло повољан. По својствима се може поредити са ABS-ом. У контексту примене за 3D штампање, предности овог материјала се огледају у врло ниској цени, која је дупло нижа од цене других конвенционалних материјала, лака доступност, обзиром да постоји у траженом облику. Одштампани елементи су флексибилни и отпорни на хабање, мање су крти у односу на ABS или PLA, а самим тим и отпорнији на лом. Недостатци овог материјала су већа лепљивост од ABS-а и PLA-а, лакше кривљење приликом штампања, неопходност добре припреме подлоге и адекватан степен осушености пре штампања [3].

При пројектовању прибора се полази од модела нишана, добијеног 3D скенирањем. Од модела се добија техничко-технолошка документација неопходна за израду прибора који ће, својом конструкцијом и карактеристикама материјала примењених за његову израду, спречити настанак оштећења оптичких нишана приликом исписивања серијских бројева на њима.

Методологија развоја и израде стезног прибора, који ће квалитативно

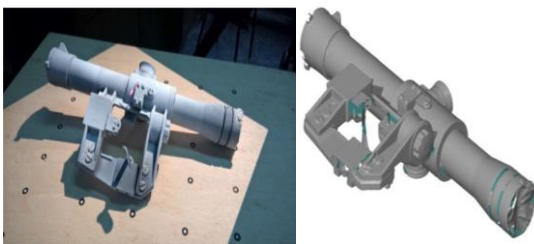
унапредити процес исписивања серијских бројева, подразумева спровођење следећих корака:

- 3D скенирање оптичког нишана,
- реверзни инжењеринг оптичког нишана,
- конструкција побољшаног решења стезног прибора,
- припрема стезног прибора за 3D штампу и
- 3D штампање развијеног стезног прибора.

Дигитализација геометрије оптичког нишана реализована је коришћењем технологије 3D скенирања оптичким мерним системом GOM ATOS.

Будући да је модел обојен мат црном бојом, површина је припремљена наношењем спреја TiO_2 , чиме се постиже потпуно “упијање” светлости коју емитује 3D скенер и која се након одбијања враћа ка камерама чиме се омогућава 3D скенирање. На сам објекат, као и у његовој околини налепљене су некодиране референтне тачке.

Модел оптичког нишана потпуно припремљен за 3D скенирање и резултат оптичке 3D дигитализације у форми облака тачака приказани су на (Сл. 3.).



Слика 3. Модел припремљен за 3D скенирање и облак тачака добијен скенирањем

Облак тачака (е. Point Cloud) је скуп тачака који најчешће представља спољашњу површину објекта у неком координатном систему. У просторном Декартовом правоуглом координатном систему поменуте тачке су дефинисане координатама X, Y и Z. Облак тачака

данас је могуће добити на више начина. Неки од њих су:

- 3D дигитализација (3D скенирање површине објекта коришћењем 3D скенера),
- коришћењем модела добијеног моделирањем у неком од савремених CAD софтвера (CATIA, SolidWorks, NX, Solid Edge, Inventor, Pro Engineer),
- на основу анализе DICOM слика добијених са медицинских или индустријских CT скенера,
- коришћењем LIDAR-а и других уређаја за дигитализовање површине Земље, генерисање 3D модела урбаних средина и
- 3D скенирањем на возилима Google Street View или Self driving vozilima [1].

У највећем броју случајева облак тачака се генерише дигитализацијом површине објекта коришћењем 3D скенера. Ови уређаји снимају велики број тачака на површини објекта које након обраде формирају његову слику. Другим речима, облак тачака представља скуп тачака чији су положаји у простору одређени током процеса мерења. Резултат је густ облак тачака који се састоји од неколико хиљада до неколико милиона тачака, записаних у форми ASCII кода или бинарне датотеке [5].

Облак тачака се може користити за различите намене:

- креирање 3D CAD модела за већ израђене делове (е. Reverse Engineering),
- генерисање модела коначних елемената (е. Finite Element Model Generation),
- индустријска метрологија и контрола квалитета (е. Industrial Metrology and Quality Control),
- брза израда прототипова (е. Rapid Prototyping),

- креирање модела изведеног стања,
- реконструкције, модернизације и адаптације,
- визуализација,
- архивирање и
- анимација.

Међутим, у већини случајева, облак тачака не може бити директно искоришћен. Уобичајена пракса је да се конвертује у полигоналну мрежу, односно мрежу троуглова, NURBS модел или CAD модел кроз процес који се назива реконструкција површине. У домаћој литератури облак тачака се неправилно поистовећује са полигоналном мрежом. Међутим, између ова два елемента постоји битна разлика: полигонална мрежа је модел геометрије површине посматраног дела, док је облак тачака само скуп тачака на површини модела. Као таква, полигонална мрежа пружа више информација о конфигурацији спољашње површине модела. Савремени CAD софтвери опремљени су модулима за рад са облацима тачака. Њима се облак тачака, уз увођење неопходних апроксимација, преводи у површински NURBS или запремски CAD модел. Целокупан поступак добијања површинских или запремских модела назива се реверзни односно инверзни инжењеринг.

5. РЕВЕРЗНИ ИНЖЕЊЕРИНГ ОПТИЧКОГ НИШАНА

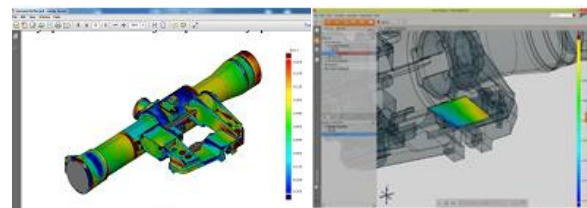
Процес реконструкције геометрије оптичког нишана извршен је кроз рад у неколико различитих CAD софтвера: Geomagic Design X, GOM Inspect, Solid Works.

На (Сл. 4.) је приказан реконструисани модел оптичког нишана и површина на којој се исписује серијски број. Резултат скенирања је показао да ова површина није потпуно хоризонтална, односно да оптичка оса није паралелна са овом површином.

Одступања на левој и десној страни износе ± 0.1 mm, али се ова површина може апроксимирати равном тј. након реконструкције на моделу ће бити урађена као равна.

Уколико се приликом исписивања, на левој и десној страни машина исписује бројеве са различитим дубинама исписа, односно ако је функција прибора нарушена, мора се направити нов прибор који би у обзир узео ову аномалију.

Елемент за базирање представља негатив скениране површине оптичког нишана, са урађеним растерећењима, са циљем доброг налегања комада у прибору. Ослањање комада је по две цилиндричне површи и испод дела на коме се врши исписивање серијског броја.



Slika 4. Реконструисани 3D модел оптичког нишана и положај површине на којој се врши исписивање

Припрема нумеричког кода за вођење главе за штампање извршена је коришћењем софтверског пакета CURA. Софтвери за припрему модела за 3D штампање у жаргону се зову “слајсери”. Овај назив наглашава само један од њихових задатака, а то је подела модела на скуп пресека [7]. У слајсерима се дефинишу и материјали који ће бити коришћени за 3D штампање. Индустрijски штампачи, какав је коришћени Ultimaker 3 Extended, омогућавају истовремено 3D штампање два различита материјала. То могу бити два истородна материјала, ако се штампа модел који има две различите боје или два разнородна материјала, основни и помоћни. Основни материјал је градивни материјал модела који се штампа. Улога помоћног материјала је слична улози скела у грађевинарству тј. има задатак да

подупре и омогући изградњу делова који нису у могућности да сами себе носе док се не охладе и очврсну. У пракси се такви случајеви обично појављују у вишим слојевима модела.

Једна од битних карактеристика 3D штампача је дебљина слоја. Штампачи Ultimaker 3 Extended омогућавају штампање слојева дебљине од 20 до 200 μm . Да би модел добијен на крају штампања задовољио постављене захтеве, 3D штампач у сваком пресеку мора да одштампа тачне границе модела, да направи зид жељене дебљине и да одштампа жељену испуну.

Корак који претходи 3D штампању неког објекта јесте трансформација његовог CAD модела у облике STL датотеке, која се најчешће користи. Отварањем датотеке у одговарајућем CAD софтверу добија се приказ како ће изгледати модел на радној подлози, на основу чега се може дефинисати његов оптималан положај, тако што се може померати, ротирати у свим правцима и смеровима. Програми омогућавају резање модела на слојеве и одређивање путање екструдера и како ће се и на који начин слагати слојеви од почетка штампања до његовог краја. То је један облик G кода који у себи садржи записане све потребне информације за израду предмета.

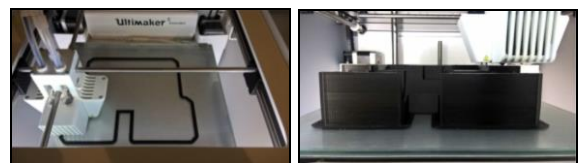
CAD софтвери коришћени за реализацију 3D штампе у свом крајњем запису садрже и информације које су резултат поставки задатих у програму. Тако је у софтверу дефинисано колики је пречник млазнице, колика ће бити брзина и резолуција штампања, односно висина једног слоја, колика ће бити температура топљења материјала који се користи при изради, колики ће бити степен попуњености предмета, јесу ли потребне потпорне структуре и како ће оне бити извођене, колики је пречник материјала који ће бити коришћен и још много тога.

Након дефинисања свих поставки, креира се датотека која садржи све информације неопходне за извођење 3D штампања. Преношењем и покретањем те

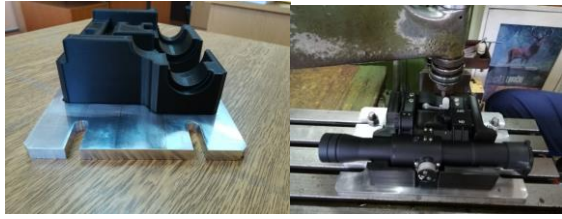
датотеке на 3D штампачу започиње процес израде жељеног објекта. Врло је битно извршити правилну припрему и оптимизацију свих подешавања у софтверу, обзиром да значајно утичу на изглед и квалитет прототипа. Понекад је у циљу испуњења постављених захтева и постизања најбољих резултата потребно мало експериментисати са подешавањима, методом покушаја и промашаја.

Штампање стезног прибора је трајало 2 дана и 17 сати. Дебљина слоја је 0.2 mm, а првих 200 слојева је штампано тако да су потпуно испуњени материјалом. Разлог овоме је то што није могуће одштампати навој који ће бити коришћен за везивање прибора за радну плочу машине. Такође, већа густина штампе у доњој половини прибора обезбедиће већу крутост прибора у овој зони, док ће у горњим слојевима прибор бити мање крут. На тај начин од оштећења чува оптички нишан приликом самог његовог постављања на прибор. На овај начин је из превентивних разлога дозвољено локално оштећење прибора приликом несмотреног постављања оптичког нишана. На (Сл. 5.) је приказано 3D штампање стезног прибора у различитим фазама.

Док је модел још био на машини за 3D штампање, проверено је како физички модел оптичког нишана налаже у одштампаном стезном прибору. Показало се да геометрија стезног прибора, односно површине за базирање, савршено одговарају геометрији оптичког нишана. Према “осећају” сила држања је била довољна а држи оптички нишан приликом исписивања серијског броја и без додатног стежања



Слика 5. Проба стезног прибора на радном столу машине за 3D штампање



Слика 6. Одштампан стезни прибор и примена прибора за исписивање серијског броја

Карактеристично за овај стезни прибор јесте то што је на релативно једноставан начин добијен прибор сложене конфигурације, чија би израда конвенционалним методама обраде метала резањем била знатно компликованија и дуготрајнија. С друге стране израду овог стезног прибора карактерише оно што генерално карактерише 3D штампу, а то је још увек релативно висока цена реализације. Трошкови израде прибора су релативно високи, али су у поређењу са трошковима израде прибора који се користе у аутомобилској индустрији, приближно истих габарита, нижи за око 30%. Узимајући у обзир примењене технологије и ниво знања потребног за конструисање и израду прибора овом методологијом, јасно је да су примењене најсавременије технологије и да производ мора да буде релативно скуп. Међутим, с аспекта исплативости стезног прибора кроз повећање ефикасности и значајно смањење степена оштећења комада током поступка исписивања серијског броја, јасно је да је примена ове методологије израде оправдана.

6. ЗАКЉУЧАК

Свака нова технологија и сваки нови материјал које човек уводи и почиње да користи и примењује за циљ увек имају олакшање, поједностављење и квалитативно унапређење неког процеса рада, постизање бољих резултата и јефтинији и квалитетнији, па самим тим, и клијентима приступачнији производ. Свакодневно смо сведоци појаве нових

материјала и технологија које нуде неке нове и више могућности у односу на оне већ постојеће.

Из наведених разлога, појавила се потреба за конструкцијом новог прибора за исписивање, који би решио проблеме до којих је долазило код старог конструкционог решења. Применом нових 3D технологија развијен је стезни прибор који ће у сваком погледу унапредити процес исписивања серијског броја оптичког нишана. Може се рећи да је прибор, конструисан и израђен применом 3D технологија, у потпуности испунио, на почетку рада, постављене циљеве. Успешност прибора огледа се у веома лакој манипулацији њиме, постављању и скидању комада у прибор, скраћењу времена потребног за извршење операције исписивања серијског броја и свођењу могућности за настајање оштећења и грешака на самом делу на минимум.

Предности новог прибора конструисаног и израђеног применом 3D технологија најбоље су могли сагледати радници који су на пословима исписивања серијског броја радили са старим, али и са новим прибором. Њихов општи закључак је да је ова иновација у многоме олакшала сам поступак рада. Ако је ово био примарни циљ, секундарни је био представљање могућности технологије 3D штампања која до сада није била у примени у фабрици "Застава оружје". Поред израде делова, модела и алата, 3D технологије би велику примену могле наћи у самом процесу контроле. Важно је уочити суштину примене 3D технологије у производне сврхе.

Са израдом овог стезног прибора и могућностима које ова технологија израде пружа упознате су и руководеће структуре фабрике. Најбољи показатељ да су сама технологија 3D штампе и модел стезног прибора за исписивање серијског броја израђен уз помоћ ње прихваћени на најбољи могући начин,

јесте куповина најсавременијих 3D штампача који су стигли у фабрику.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Pilipović, A. Aditivna proizvodnja, Polimeri: časopis za plastiku i gumu (0351-1871) 33 (2012), 3-4; 135-136.
- [2] Grujović, N. *Brza izrada prototipova*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2005.
- [3] <http://www.3ders.org/articles/20130613-new-nylon-filament-for-3d-printers-made-in-italy.html>, avgust, 2018.
- [4] <https://www.gom.com/metrology-systems/atos/atos-compact-scan.html>, jun, 2018.
- [5] <https://www.3drepublika.com/kategorija/3d-stampaci/>, jun, 2018.
- [6] <https://ultimaker.com/en/products/-ultimaker-cura-software>, jul, 2018.
- [7] <http://3dprintingforbeginners.com/filamentprimer/>, jul, 2018.

Адреса аутора: др Николић Радован, професор струковних студија, АССШ Одсек Трстеник, Трстеник, Радоја Крстића 19
е-маил: gnikolic@asss.edu.rs
Рад примљен: јануар 2023.
Рад прихваћен: март 2023.

AUTOMATIZACIJA PROCESA PROIZVODNJE INOX GALANTERIJE

AUTOMATION OF STAINLESS STEEL GALLERY PRODUCTION PROCESSES

MILJAN MILETIĆ¹
MILORAD RANČIĆ²

¹Akademija strukovnih studija Kruševac, odsek tehnicko tehnoloski

²Društvo inženjera u Zrenjaninu, Zrenjanin

REZIME

U ovom radu biće prikazana funkcionalnost robotizovane mašine za zavarivanje inox elemenata. Mašina koristi spregu elektronike, informacionih tehnologija, pneumatike i mašinstva u procesu rada. Svrha mašine je da se prvenstveno smanji škart koji se javljao prilikom ručnog zavarivanja. Sekundarni cilj je da se izbegne potreba za deficitarnim zavarivačima i umesto njih se koristi nekvalifikovana radna snaga za manipulaciju mašinom. Princip rada se sastoji u tome da radnik postavi poluproizvode u alat mašine, zatvori vrata i pritisne taster "automatski rad", a mašina samostalno vrši spajanje-zavarivanje inox elemenata i izbacuje zavareni proizvod u korpu. Nakon završetka varenja mašina se vraća u početni položaj, a radnik ponavlja ciklus.

Mašina je prošla sve vrste bezbedonosnih provera i ima sertifikat za bezbednost na radu. Cilj rada da se dokaže ekonomska isplativost primenjenog rešenja, kako sa stanovišta efikasnosti i smanjenja škarta, tako i zbog znatno smanjene potrebe intervencije ljudskog faktora.

Ključne reči: Senzori, robotizacija, automatizacija, PLC

ABSTRACT

In this paper, we will show the functionality of the robotized machine for welding stainless steel elements. The machine uses a combination of electronics, information technologies, pneumatics and machinery in the work process. The purpose of the machine is primarily to reduce the scrap that occurred during manual welding. A secondary objective is to avoid the need for deficit welders and instead use unskilled manpower to manipulate the machine. The working principle is that the worker places the semi-finished products in the machine tool, closes the door and presses the button for automatic operation, and the machine independently performs the welding of stainless steel elements and throws the welded product into the basket. After finishing welding, the machine returns to its starting position and the worker repeats the cycle.

The goal of the work is to prove the economic profitability of the applied solution, both from the point of view of efficiency and reduction of scart, as well as for the significantly reduced need for the intervention of the human factor.

Key words: Sensors, robotics, automation, PLC

1. UVOD

Proizvodnja inox ukrasnih elemenata sastoji se iz nekoliko faza. Prva faza je izvlačenje polulopte iz table lima. Ova operacija obavlja se na hidrauličnim presama sa posebnim alatima u zavisnosti od dimenzija kugle. Na slici 1 prikazani su poluproizvodi dobijeni procesom presovanja.



Slika 1. Poluproizvod dobijen presovanjem

Druga faza je spajanje polulopti dobijenih presovanjem lima. Ova faza obavlja se na robotizovanoj mašini sa automatskim zavarivanjem koja je prikazana na slici 2. Ova faza će biti detaljno opisana. Treća faza je brušenje i poliranje inox elemenata.



Slika 2. Mašina za automatsko varenje

Princip rada mašine opisan je u nastavku. Radnik uključuje mašinu na napajanje, čeka se inicijalizacija programabilno logičkog kontrolera- PLC.

Zatim radnik vrši otvaranje sigurnosnih vrata i u alatu za vođenje postavlja elemente za zavarivanje, odnosno polulopte. Potom radnik zatvara sigurnosna vrata i startuje automatski rad. Ceo proces dalje mašina obavlja samostalno; vrši zatvaranje alata za vođenje; kada se alat za vođenje nalazi u krajnjem položaju, mašina vrši zatvaranje i nameštanje poluproizvoda u alat za zavarivanje. Zatim se vrši zavarivanje polulopti i na kraju se vrši otvaranje alata i izbacivanje sastavljene lopte. Radnik ponovo ubacuje polulopte i nastavlja se novi ciklus. Treba napomenuti da mašina ima mogućnost ugradnje robotske ruke za nameštanje poluproizvoda u alat. U radu je opisana mašina bez robotske ruke i sva vremena potrebna za zavarivanje poluproizvoda merena su kada radnik namešta poluproizvode i startuje mašinu.

2. AUTOMATSKA MAŠINA ZA ZAVARIVANJE

U uvodnom delu objašnjen je osnovni princip funkcionisanja mašine. Da bi mašina mogla nesmetano da obavlja svoju funkciju moraju da se ispune sledeći uslovi:

- kontinualni dotok vazduha min 4bar pri protoku od 50 l/min,
- naizmenični napon 220V AC +/- 10% sa potrošnjom struje 20A,
- Temperatura prostorije od +10 do +40 C i u normalnoj vlažnosti vazduha.

Pored ovih minimalnih tehničkih uslova, moraju se poštovati i određene mere pravilnog rukovanja mašinom. Mašina je ispitana i proverena od strane akreditovanog tela za izdavanje potvrde o bezbednosti i zaštiti na radu. Mašina služi za automatsko zavarivanje inox polulopti. Radnik uključi mašinu, otvori sigurnosna vrata da proveriti da li su svi elementi mašine u početnom položaju, zatim postavlja polulopte na nosač, zatvara sigurnosna vrata, prekidač i prebacuje u automatski položaj. Radnik zatim stisne taster 1“start”. Mašina prvo zatvara nosač u položaj 2, zatim se zatvara alat koji prihvata polulopte sa nosača.

Mašina zatim otvara alat u početni položaj, pa se nosač vraća u početni položaj. Radnik vizuelno proverava da li su kuglice u alatu pravilno nameštene. U slučaju da je polulopta ispala iz alata radnik mora da zaustavi mašinu (STOP taster). Mašina zatim zatvara alat, spaja polulopte, spusta se pištolj aparata za zavarivanje. Alat počinje da se rotira i kreće zavarivanje kuglice. Kada mašina završi sa zavarivanjem, alat prestaje da se rotira, vraća se pištolj aparata u početni položaj, otvara se alat i radnik otvara sigurnosna vrata kako bi namestio novu kuglicu. Vreme potrebno za ceo ciklus od postavljanja kuglice do zavarivanja i ugradnje nove polulopte je 20 sekundi i ovo vreme zavisi od dimenzija inox elementa. Na slici 3 prikazan je izgled komandnog ormana mašine.



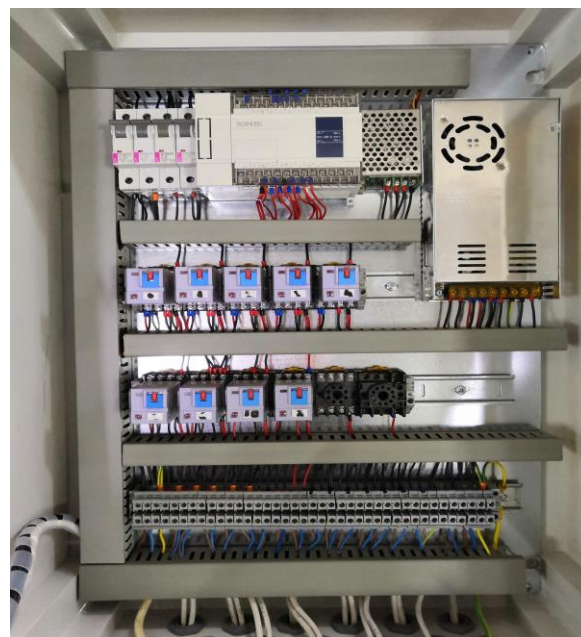
Slika 3. Prikaz komandnog ormana

Pored automatskog rada, mašina ima mogućnost ručnog rada, kao i režim regliranja, odnosno podešavanja mašine. Ove funkcionalnosti su korisne prilikom podešavanja parametara rada kada se vrši izmena alata i podešavanje senzora na druge dimenzije.

3. SASTAVNI DELOVI MAŠINE

Prikazano rešenje sastoji se iz spojeva elektrotehnike, mehanike, pneumatike i programiranja. Elektro komponente koriste

se za automatizaciju, upravljanje, prikupljanje informacija. Kao upravljački uređaj upotrebljen je PLC kontroler čiji je zadatak da pravovremeno uključi, odnosno upari sve komponente mašine. Pored PLC kontrolera korišćeni su kontaktori, senzori položaja, krajnji prekidači, automatski osigurači, servo motor. Na slici 4 prikazan je unutrašnji deo komandnog ormana sa elektronskim komponentama.



Slika 4. Prikaz elektronskih komponenti komandnog ormana

Karakteristike upotrebljenog PLC kontrolera:

LX5V 2424MT/3624MT PLC

- Brže: 0,01us ~ 0,03us brzina izvršavanja;
- Podržava veći kapacitet programa: 48.000 koraka;
- Podržava najveću brzinu prenosa podataka: 921600;
- Podržava 8 kanala spoljnih prekida i podržava i rastuće i padajuće ivice;
- Podržava 100us brzi prekid vremena pomoću tajmera;
- Podržava do 100 brzih brojanja prekida;
- Podržava E-CAM;
- Podržava elektronsku opremu;

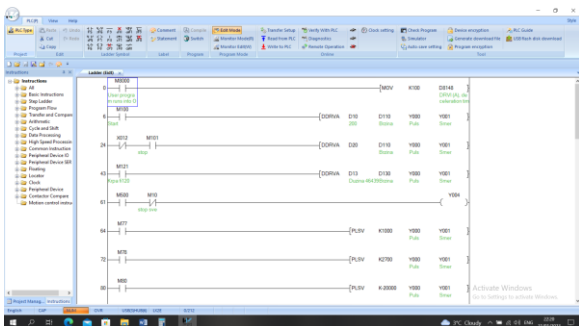
- Podržava efikasno i stabilno PID i CCPID samopodešavanje;
- Podržava IO modul i analogni modul serije LKS 3V;
- Podržava BD module LKS 3V serije (komunikacioni BD modul sada nije podržan)

Ovaj uređaj se koristi za prikupljanje informacija sa senzora (induktivni, krajnji), upravljanje aktuatorima, otvaranje i zatvaranje elektromagnetnih ventila, uključivanje i isključivanje aparata za varenje i servo motora. Na slici 5 prikazan je PLC kontroler. On je “mozak” celokupne automatizacije mašine i on kontroliše sve procese.



Slika 5. Prikaz PLC kontrolera

Za programiranje PLC kontrolera koristi se takozvano lestvično programiranje, odnosno LADDER dijagram. Na sledećoj slici 6 prikazan je primer programa koji je korišćen na mašini.



Slika 6. Prikaz lader dijagrama

Pored PLC kontrolera za prikupljanje podataka o položaju cilindara, odnosno alata, položaju motora rotacije, upotrebljeni su induktivni, odnosno krajnji senzori. Princip rada induktivnog senzora je da se magnetno

polje zatvori kada se metalni predmet nađe u položaju ispred mesta za očitavanje senzora. Senzori ovog tipa su izabrani zbog velike pouzdanosti, pošto su bezkontaktni, ne dolazi do habanja kontakta. Ova vrsta senzora nije osetljiva na prašinu koja se javlja prilikom zavarivanja, za razliku od foto senzitivnih senzora koji se nisu pokazali u praktičnoj primeni na ovoj mašini. Materijal od koga se prave poluproizvodi je slabo magnetni, odnosno nemagnetni, tako da ni proizvodi ne utiču na funkcionisanje senzora. Na slici 7 prikazan je model induktivnog senzora koji je primenjen na mašini (Omron I18N002).



Slika 7. Prikaz induktivnog senzora[8]

Postoji nekoliko modela induktivnih senzora. Glavna razlika je u daljini prijema, odnosno rastojanja glave senzora od elementa na kome treba da reaguje i poluprovodničkog elementa koji može biti PNP ili NPN. Ova druga karakteristika je izuzetno bitna i zavisi od izabranog PLC kontrolera koji ima mogućnost ulaza PNP tipa senzora.

Komponenta bez koje ne bi mogla da se vrši funkcionalnost mašine je pneumatski cilindar. Na prikazanoj mašini upotrebljena su tri cilindra koja služe za zatvaranje/otvaranje alata za prihvat poluproizvoda, zatvaranje/otvaranje alata za varenje i cilindar za spuštanje i podizanje ručke argonskog aparata. Komponente su izabrane zbog visoke pouzdanosti u radu, velike brzine i mogućnosti regulacije sile kojom se deluje na polulopte kako bi se idealno približile i omogućilo se zavarivanje bez upotrebe dodatne elektrode. Na slici 8 prikazan je pneumatski cilindar.



Slika 8. Pneumatski cilindar[9]

Na primenjenim cilindrima nalazi se magnet u cilindru za određivanje položaja klipa. Pomocu reed prekidača koji se montira na kućište cilindra vrši se podešavanje početne i krajnje tačke rada cilindra. Reed prekidači prosleđuju informacije PLC kontroleru koji na osnovu ovih podataka vrši uključivanje elektromagnetnih ventila koji se nalaze na pneumatskim razvodnicima (slika 9).



Slika 9. Pneumatski razvodnik[10]

Pneumatski razvodnik 5/3 koji je primenjen je zatvorenog neutralnog položaja, tako da se cilindri prilikom uključivanja mašine ili nestanka vazduha nalaze u krajnjem, odnosno početnom položaju. Upravljanje se vrši elektromagnetnim špulnama napona 24v DC. Razvodnik poseduje i modul koji se dodaje čija je uloga da prilikom isključenja električne komande cilindar zadržava trenutni položaj. Ova funkcija je naročito korisna prilikom podešavanja mašine kada se u ručnom radu tasterima određuje položaj za zadatu dimenziju. Pored ove funkcije, značajna primena je i zbog sigurnosti rada

kada se usled neke nepredviđene akcije radnika (otvaranje sigurnosnih vrata) prekida dovod struje na elektromagnetne ventile i cilindar se zaustavlja u trenutnom položaju.

Komponenta za rotaciju polulopti koja se koristi na prikazanoj mašini je servo motor. Razlog izbora servo motora za ovu svrhu je njegova:

- visoka preciznost
- visoka pouzdanost
- jednostavna regulacija

Preciznost servo motora se ogleda u hiljaditim delovima mm. U ovaj motor je ugrađen rotacioni encoder koji obezbeđuje tačne informacije o položaju motora. Ovo je vrlo bitno kako bi aparat mogao da zavari pun krug, odnosno kompletnu poluloptu. U praksi se nije dobro pokazalo rešenje da aparat prelazi preko već zavarenog mesta.

Na slici 11 prikazan je izgled servo motora.



Slika 11. Servo motor[11]

Pouzdanost ovih motora je prvenstveno glavni razlog njihove upotrebe. Za razliku od jednosmernih motora ili monofaznih motora sa redukcijom broja obrtaja, ovi motori nemaju četkice koje se vremenom habaju, pa dolazi do zastoja ili do smanjenja broja obrtaja reduktora. Upotreba jednosmernih i monofaznih motora je dovela do problema prilikom zavarivanja, kada je dolazilo do nezavarivanja delova. Kod ovog problema postojala je mogućnost korekcije na ručnom zavarivanju. Drugi problem se javio probijem vara, odnosno bušenjem polulopte usled zastoja zbog prekida kontakta četkice. Posledica ovakvih zastoja je bilo odbacivanje proizvoda u škart.

Regulacija kod servo motora je jednostavna. Pomoću enkodera se podešava brzina za po jedan broj obrtaja. Enkoder šalje vrednosti PLC kontroleru koji je putem 485 komunikacije je povezan sa drajverom servo motora. Na ulaznom portu PLC kontroler dobija digitalne impulse sa enkodera. Svaki impuls uvećava broj obrtaja za jedan, odnosno suprotno. Pomenuti motori dali su odlične rezultate u praksi, pošto nemaju četkice i ne zavise od promene električnog napona, jer poseduju sopstveno napajanje koje je vrlo fleksibilno. Radni napon je od 110V AC do 250V AC. Na primenjenim mašinama u funkciji od 4 godine nije bilo ni jednog otkaza ovih uređaja.

4. REZULTATI RADA MAŠINE

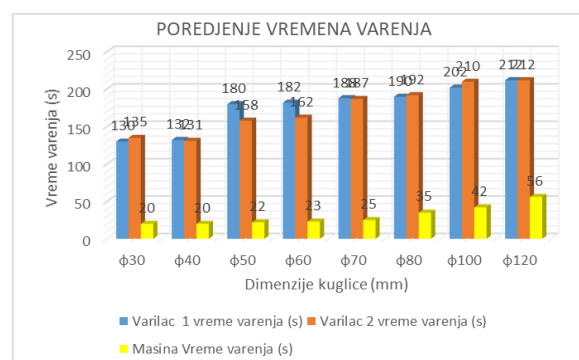
U ovom poglavlju opisano je istraživanje opravdanosti izrade ovog tipa mašine. Sva ispitivanja vršena su u realnim uslovima uporednim radom većeg broja varilaca i rada na dve mašine. Istraživanja su vršena tri puta po mesec dana: prvo istraživanje u zimskom mesecu februaru, a druga dva u maju i septembru. U tabelama i graficima koji će biti predstavljeni u nastavku prikazani su rezultati za jednu mašinu i dva varioaca. Razlog je taj što je druga mašina imala približne vrednosti merenja sa prvom mašinom, a prosečna vrednost vremena zavarivanja varioaca 1 i varioaca 2 je u prosečnim vrednostima ostalih ispitivanih radnika. Radnici koji su radili na mašini su uglavnom bili nekvalifikovani i počeli su sa radom na mašini nakon obuke. Radnici koji su vršili zavarivanje bili su provereni radnici koji su godinama radili u ovoj firmi. Ispitivanje je vršeno u dve smene koje su trajale po sedam sati efektivnog rada bez pauza. U rad je uračunato i vreme prilikom donošenja poluproizvoda i prilikom odnošenja gotovih proizvoda u magacin. Ovo vreme je isto i za radnika koji radi na mašini, kao i za radnika zavarivača. Vreme koje je potrebno za zamenu boca argona takođe je uračunato u ovim podacima. Na sledećoj tabeli prikazano je uporedno vreme

potrebno da se napravi jedna kuglica različitih dimenzija.

Tabela 1. Vreme izrade jedne kugle

Red.br.	Kugle	Varilac 1 vreme varenja (s)	Varilac 2 vreme varenja (s)	Masina Vreme varenja (s)
1	φ30	130	135	20
2	φ40	132	131	20
3	φ50	180	158	22
4	φ60	182	162	23
5	φ70	188	187	25
6	φ80	190	192	35
7	φ100	202	210	42
8	φ120	212	212	56

Prikazana vremena u tabeli su prosečna vremena varilaca i mašina u svim mesecima u kojima se vršilo testiranje. Sva vremena merena su digitalnim štopericama i sve jedinice mere izražene su u sekundama. Na grafiku . prikazana su vremena zavarivanja za oba radnika i mašinu. Na x osi predstavljene su dimenzije inox elemenata, dok je na y osi vreme zavarivanja u sekundama.



Grafik 1. Vreme varenja raznih dimenzija proizvoda

Na grafiku se može primetiti da su vremena varenja varioaca 1 i varioaca 2 približno jednaka, dok je vreme varenja mašine znatno kraće. Razlika u vremenu varenja zavisi od dimenzija elemenata koji se vare, tako da mašina ima prednost pri zavarivanju manjih dimenzija lopte približno sedam puta u odnosu na varioce, dok je kod većih dimenzija lopte razlika manja i kreće se do 4 puta. Treba napomenuti da se prilikom zavarivanja javljao var lošijeg kvaliteta, odnosno element nije propisno spojen. Kod ovih delova moguća je dorada ponovnim

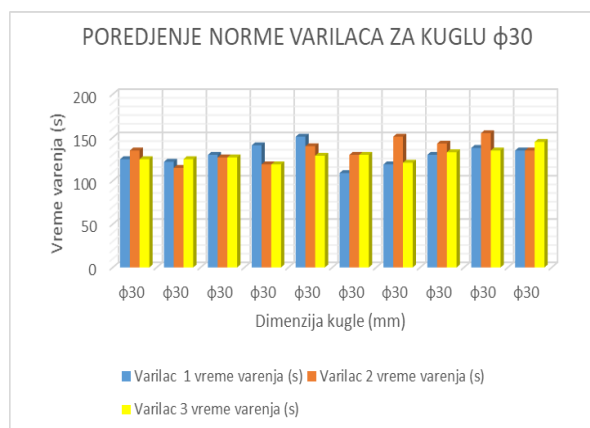
varenjem. Ovo se javilo kod mašinskog zavarivanja i dešavalo se kao posledica nestanka gasa argona. Druga pojava koja se javljala je da je na određenom broju komada dolazilo do probijanja metala, tako da su ovi elementi morali da završe u škartu. Škart se javljao u nekoliko slučajeva kod zavarivanja varilaca, dok mašine nisu imale komade u škartu.

U tabeli 2 prikazana su vremena potrebna da se zavari jedna kuglica dimenzije $\phi 30$ za više varilaca i uzorka od 10 merenja.

Tabela 2. Vreme izrade jedne kugle $\phi 30$

Red.br.	Kugla	Varilac 1 vreme varenja (s)	Varilac 2 vreme varenja (s)	Varilac 3 vreme varenja (s)
1	$\phi 30$	125	135	125
2	$\phi 30$	122	115	125
3	$\phi 30$	130	127	127
4	$\phi 30$	141	119	119
5	$\phi 30$	151	140	129
6	$\phi 30$	109	130	130
7	$\phi 30$	119	151	121
8	$\phi 30$	130	143	133
9	$\phi 30$	138	155	135
10	$\phi 30$	135	135	145

Uzete su prosečne vrednosti merenja za tri varioca u tri meseca testiranja. Zbog veličine prikupljenih podataka koji su beleženi u MySQL bazi podataka za svako merenje unete vrednosti, a merenja su vršena u dve smene po sedam sati, tri meseca. Postavljeni su samo obrađeni podaci, odnosno relevantne srednje vrednosti. Na grafiku 2 prikazane su srednje vrednosti prikupljenih podataka za zavarivanje kugle $\phi 30$ i odabrana su tri varioca.



Grafik 2. Vreme varenja varioca kugla $\phi 30$

Vreme zavarivanja mašine nije prikazano na ovom grafiku, pošto je ono konstantno i nije se menjalo. Vreme rada mašine može se videti iz tabele 1.

Prikaz proizvoda nakon zavarivanja na automatskoj mašini prikazan je na slici 12. Sa slike se može primetiti kvalitet i ujednačenost vara. Var je potpuno čist, ujednačen, bez prskanja i sagorevanja materijala sa strane. Razlog ovakvo kvalitetnog vara je alat koji nosi polulopte i koji vrši rashlađivanje materijala tako da on ne menja svoj oblik i ne pregreva se.



Slika 12. Lopta nakon varenja na mašini

Naknadni rad sa ovom kuglom je znatno lakši. Loptica se ubacuje u mašinu za šmirglanje, a nakon toga u mašinu za poliranje. Ove mašine su takođe potpuno automatizovane. Na slici 13 prikazan je izgled faze razvoja sfernog elementa od polulopte do završno ispoliranog proizvoda.



Slika 13. Faze u izradi sfernog elementa

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je detaljno objašnjen princip rada mašine za automatsko zavarivanje inox sfernih elemenata. Izvršeno je testiranje i istraživanje ekonomske isplativosti mašine. Glavna prednost upotrebe mašine je:

- kvalitet zavarivanja
- vreme zavarivanja
- nema otpada
- radna snaga
- ušteda materijala

Kvalitet zavarivanja mašine je uvek isti. Var je konstantan odličnog kvaliteta i lak za dalju obradu šmirglanjem i poliranjem.

Vreme zavarivanja mašine je znatno kraće u odnosu na varioce - u proseku svih dimenzija kugli kretalo se 5 puta. Naročito je isplativa za zavarivanje manjih dimenzija kuglica gde se vreme smanjivalo i do osam puta u odnosu na radnika.

Upotreba mašine pokazala je odlične rezultate zavarivanja, pošto se nije desio nijedan proboj polulopti, odnosno pojava škarta. U nekoliko slučajeva dolazilo je do nesastavljanja vara usled nedostatka gasa argona, ali su ove kuglice mogle da se zavare u ručnom radu na mašini nakon zamene boce sa gasom.

Ušteda u radnoj snazi je jedan od glavnih razloga potražnje za ovom mašinom. Zbog migracija stanovništva i odlaska kvalifikovane radne snage, prvenstveno zavarivača u zemlje Evropske unije, teško je moguće pronaći radnu snagu. Prednost mašine je u konstantnosti rada. Mašina nije tražila pauze, nije izostajala sa posla, nije išla na godišnji odmor i kao najveće dostignuće, nije tražila povećanje plate. Rukovodstvo firme nije imalo problema sa poštovanjem rokova izrade elemenata.

Ušteda u materijalu ogleda se u varenju bez upotrebe dodatnih elektroda, žice za spajanje elemenata. Radnik mora da koristi posebnu elektrodu za spajanje, dok mašina radi spajanje bez elektrode. Velika ušteda se javila i kod stvaranja škarta. Mašina nije napravila ni jedan komad koji nije mogao da se doradi, dok se kod varilaca javljao škart.

Upotreba mašina je dovela do isplativosti već nakon prve godine kada se rukovodstvo fabrike odlučilo za kupovinu još jedne mašine zbog konkuretnosti na tržištu i povećanja proizvodnje ovih elemenata.

Nadamo se da će ovaj rad dati doprinos u cilju što veće upotrebe automatizacije i robotike u industrijskoj proizvodnji, ne zbog izbacivanja ljudi sa posla, već zbog smanjenja ljudi na opasnim zanimanjima kao što su varioci zbog velikih elektromagnetnih zračenja koji se javljaju prilikom upotrebe argonskih aparata.

6. LITERATURA

- [1] J. Lee, J. Park, K. L. Kim, and J. Nam, "Sample-level deep convolutional neural networks for music auto-tagging using raw waveforms," Sound Music Comput. Conf., Espoo, Finland, 5–8 Jul. 2017.
- [2] I. W. Liu, Z. Wang, X. Liu, N. Zeng, Y. Liu, and F. E. Alsaadi, "A survey of deep neural network architectures and their applications," Neurocomputing, vol. 234, pp. 11–25, Apr. 2017.
- [3] **Miljan Miletić**, Radoje Cvejić, Velimir Dedić, „Information Technologies In Environmental Protection”, Sedma međunarodna konferencija “Pravo, ekonomija i menadžment u savremenim uslovima”, Lemima, 2021. Zbornik radova, knjiga II, Beograd, 2021. ISBN 978-86-81088-94-4
- [4] **Miljan Miletić**, Bojan Milosavljević, Branko Grubić, „Informacione tehnologije zaštititi životne sredine“, V nacionalna naučno-stručna konferencija sa međunarodnim učešćem „Trendovi u poslovanju“
- [5] **Miljan Miletić**, Radoje Cvejić, Velimir Dedić, „Napredne tehnike prečošćavanja otpadnih voda“, Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Zaštita voda u zelenoj industrijskoj revoluciji“, Zbornik radova, Beograd, 2021. UDC: 628.31:004, ISBN 978-86-81400-60-9

- [6] Kangbeom Cheon, Jaehoon Kim, Moussa Hamadache, and Dongik Lee “On replacing pid controller with deep learning controller for dc motor system,” Journal of automation and control engineering Vol. 3, No. 6, December 2015, pp. 452-456.
- [7] <https://scienceprog.com/considering-solid-state-relays-ssr-for-your-projects/preuzeto> 15.09.2022. u 15h
- [8] <https://www.wenglor.com/en/Inductive-Sensors/Inductive-Sensors-with-Standard-Switching-Distances/Inductive-Sensor-with-Standard-Switching-Distances/p/I18N002/preuzeto> 25.01.2023. u 18h
- [9] <http://www.westing.co.rs/proizvod/pneumatski-cilindar/104/preuzeto> 25.01.2023. u 18h
- [10] <http://www.westing.co.rs/proizvod/elektromagnetni-razvodnik/293/preuzeto> 25.01.2022. u 17h
- [11] https://www.westcon.com.cn/en/product_t/168.html/preuzeto 26.01.2023. u 10h

Adresa autora: Miljan Miletić, Akademija strukovnih studija Kruševac
e-mail: mmelektronik@gmail.com
Rad primljen: janyap 2023.
Rad prihvaćen: март 2023.



ДРАГА ЉОЧИЋ (1855 – 1926)

Прва жена лекар у Србији.
Упорни борац за равноправност жена
и њихова права,
родну једнакост и социјалну правду.
Докторка која је успешно лечила младе
а посебно децу и девојке.
Велики родољуб, учесник ослободилачких
ратова, хуманиста и филантроп.

ПРИМЕНА ЛАМЕЛАРНОГ ЦИНКА У АНТИКОРОЗИВНОЈ ЗАШТИТИ

APPLICATION OF LAMELLAR ZINC IN ANTICORROSIVE PROTECTION

ОЛИВЕРА ПЕШИЋ^{1,2}
РАДОВАН НИКОЛИЋ²
ЧАСЛАВ КЉАЈИЋ¹
ЗВОНКО ПЕТРОВИЋ²

¹"ППТ-ТМО" АД, Крете Босанца 70, Трстеник, Србија

²АСС "Шумадија", Одсек Трстеник, Радоја Крстића 19., Трстеник, Србија

РЕЗИМЕ

Ламеларни цинк –, *zinc flake coating*“ се састоји од мешавине цинкових и алуминијумских љуспица које су међусобно повезане органском или неорганском матрицом. Ове превлаке се не наносе електролитички, што обезбеђује повећану заштиту од корозије. Дебљина превлаке је обично између 5 μm и 20 μm , али се може повећати за специфичне захтеве корисника. Дебљину наноса ламеларног цинка не треба упоређивати са дебљином галванског електролитичког цинка.

Решење за задовољавање растућих захтева за квалитетом и растућих захтева за отпорношћу на корозију су превлаке од цинк-љуспица - „ламеларног цинка“ према ISO 10683. Оне су развијене да би се постигла висока заштита од корозије и у највећој могућој мери супротставиле слабостима електролитичких (галванских) превлака.

Кључне речи: цинк ламеле, водонична кртост, корозиона постојаност

ABSTRACT

Lamellar zinc - "zinc flake coating" consists of a mixture of zinc and aluminum flakes that are interconnected by an organic or inorganic matrix. These coatings are not applied electrolytically, which provides increased corrosion protection. The coating thickness is usually between 5 μm and 20 μm , but can be increased for specific user requirements. The thickness of lamellar zinc coating should not be compared with the thickness of galvanic electrolytic zinc.

The solution to meet the growing quality requirements and the growing requirements for corrosion resistance are zinc flake coatings - "soldering zinc" according to ISO 10683. They are developed to achieve high corrosion protection and to the greatest extent possible to counteract the weaknesses of electrolytic (galvanic) coating.

Key words: Zinc lamellas, Hydrogen brittleness, Corrosion resistance

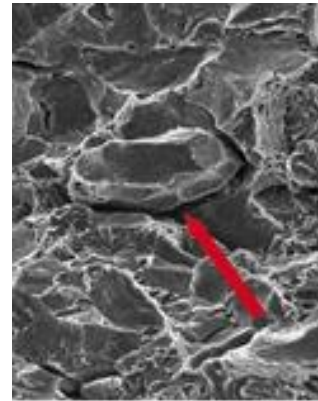
1. ТЕХНОЛОГИЈА НАНОШЕЊА, КОНТРОЛА ПРЕВЛАКЕ И ИСПИТИВАЊЕ КОРОЗИОНЕ ПОСТОЈАНОСТИ

Ламеларни цинк развијен је у Сједињеним Државама 1970-их као одговор на проблеме повезане са традиционално коришћеним галванским превлакама. Поједине врсте галванских заштита пружају релативно ниску заштиту од корозије. Самим галванским процесом се ослобађа водоник током процеса наношења, услед чега се јавља ризик од водоничне кртости, посебно код делова од материјала високе затезне чврстоће. Увођењем процеса ламеларног цинковања ти проблеми нестају, као и ризик по животну средину (користе се „еко“ препарати и системи за прераду вода нису потребни - затворен систем наношења).

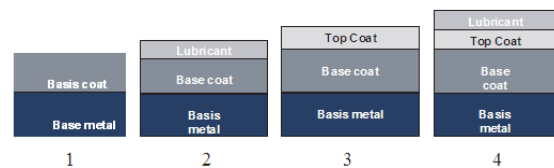
Корозија се јавља у различитим облицима и нажалост је неизбежна. Једно од решења за задовољавање растућих захтева за квалитетом и захтева за отпорношћу на корозију су превлаке од цинк-љуспица - „ламеларног цинка“ према ИСО 10683. Они су развијени да би се постигла висока заштита од корозије и у највећој могућој мери елиминисале слабости електролитичких (галванских) превлака. Дакле, у галванским превлакама на деловима који имају високу затезну чврстоћу, већу од 1000 N/mm², јако оптерећеним на затезање, (за тврдоћу језгра или површине преко 320 НВ и опруге са тврдоћом преко 390 НВ), не може се искључити пуцање превлаке услед ослобођеног водоника (ова појава се назива и водонична кртост). Ово се може смањити накнадним третманима као што је процес одгревања, али се не може потпуно елиминисати (видети такође ISO 4042).

При пуцању изазваном водоничним напрезањем, ускладиштени атоми водоника оштећују кохезију граница зрна. Такво оштећење граница зрна, услед уградње водоника, има за последицу

ширење прслине што може довести до оштећења дела - пуцања. Само испитивањем помоћу скенирајућег електронског микроскопа (СЕМ) могу се учинити видљивим пукотине на границама зрна (слика 1.). Водоник се уводи поступком галванизације као и претходном обрадом (дезоксидацијом и фосфатирањем) у метал.



Слика 1. Пукотине на границама зрна [1]



Слика 2. Превлаке ламеларног цинка са накнадним обрадама [2, 3]

На (слици 2.) приказане су различите варијанте наношења превлаке ламеларног цинка:

1. Само основна превлака;
2. Основна превлака + лубрикант;
3. Основна превлака + завршни премаз - силер
4. Основна превлака + силер + лубрикант.

Top coat и lubricant - завршни премази са превлаком ламеларног цинка у складу са ISO 10683, који дају корозиону отпорност већу од 480x у тесту слане магле према ISO 9227 и укупни коефицијент трења од $\mu = 0,09 - 0,14$ (VDA фриксиони елемент) су доступни код произвођача препарата за ламеларни цинк. Сама превлака ламеларног цинка у себи садржи одређену фриксиону компоненту.

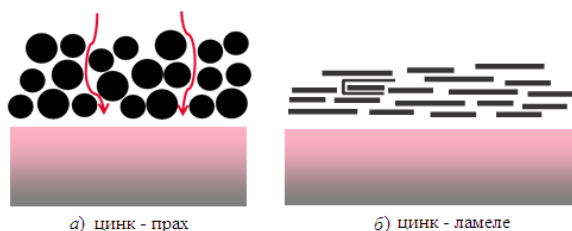
2. ТЕХНОЛОГИЈА НАНОШЕЊА ЛАМЕЛАРНОГ ЦИНКА

Пре наношења ламеларног цинка, могу се применити процеси претходног третмана укључујући чишћење алкалним воденим раствором и пескарењем. Избегава се употреба киселинске припреме са сумпорном или хлороводоничном киселином да би се спречила уградња водоника. Пошто се превлака ламеларног цинка „запеча“ на релативно ниским температурама (180-250°C), постоји мали утицај на металургију подлоге тј. неће доћи до промене структуре основног материјала – „базе“.

Процес наношења ламеларног цинка може бити:

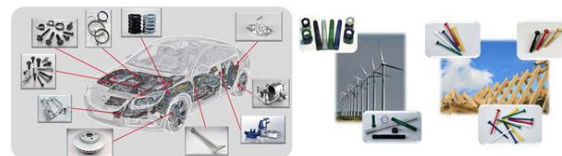
- системом потапања у строго затвореном систему – уређају (аутоматска линија) у бубњевима или качењем на алат;
- методом прскања где се користе класичним пнеуматским пиштољима или електростатичким пиштољима због смањеног губитка препарата;
- системом потапања и класичног откапавања код габаритних делова.

Формирање превлаке ламеларног цинка приказано је на (сл. 3.).

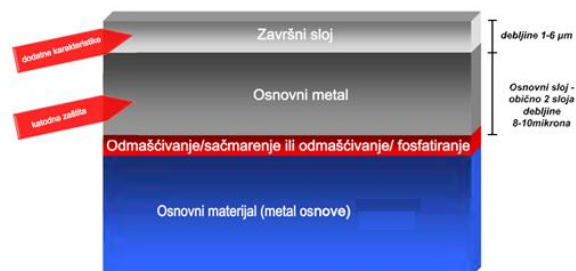


Слика 3. Формирање превлаке ламеларног цинка [4, 5]

Цинк-ламеле леже једна преко друге, тесно паковане и паралелне са основом, где је ламеларни цинк жртвујућа анода која обезбеђује катодну заштиту основе и спречава појаву корозије. Примена ламеларног цинка у аутомобилској и другим областима индустрије (сл. 4.).



Слика 4. Практична примена ламеларног цинка [4, 6]



Слика 5. Превлака ламеларног цинка и улога појединих слојева (где основни метал представља катодну заштиту, а завршни слој обезбеђује додатне карактеристике по захтеву) [4, 5]

Типичан поступак наношења и структура превлаке ламеларног цинка (сл. 5.). Основни слој ламеларног цинка не садржи тешке метале као што су никал, олово, жива, кадмијум, кобалт и шестовалентни хром. Завршни слојеви се могу комбиновати са основним слојевима као код галванских превлака цинка и легура цинка (хроматизација) чиме се обезбеђује мултифункционалност превлака. Мултифункционалност се огледа у повећаној корозионој отпорности, побољшаним фрикционим особинама, одличној адхезији, доступности заштићених делова у више боја (слика 6.), повећаној отпорности на абразију, врло доброј хемијској отпорности.

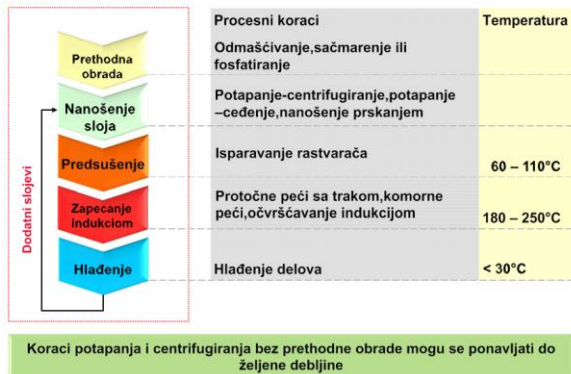
Додатни завршни премази (органски или неоргански) имају за циљ да:

- повећају отпорност на корозију.
- утичу на завршну боју (црна, зелена, бела,...) (сл. 6.).
- на однос (смицајна /затезна чврстоћа) причвршћивача (додавањем мазива у матрицу).

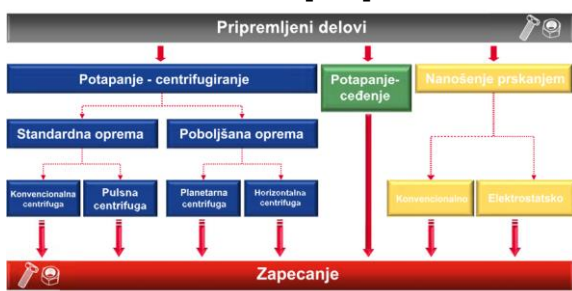


Слика 6. Боје завршног премаза[4, 6, 7]

- смањивање електричне проводљивости коришћењем органског завршног премаза.



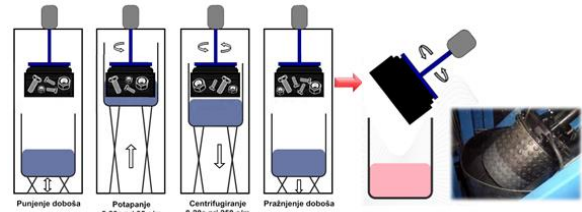
Слика 7. Поступак наношења ламеларног цинка [4, 5]



Слика 8. Методе наношења ламеларног цинка [4, 5]

Процес припреме и поступак наношења ламеларног цинка приказани су на (сл. 7.), а методе наношења ламеларног цинка на (сл. 8.). Ламеларни цинк се може нанети на више начина и то:

1. системом потапања и центрифугирања,
2. прскањем и
3. потапањем и цеђењем.



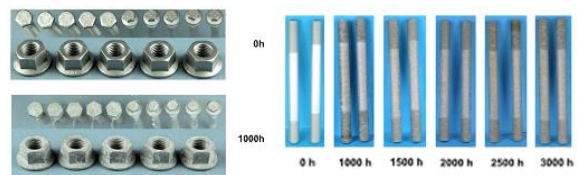
Слика 9. Стандардна опрема за потапање и центрифугирање [4, 5]

Главни недостатак овог стандардног поступка (сл. 9.) је непокривеност свих површина, посебно код делова сложених конфигурација, оштећења навоја као и визуелни изглед делова код црних силера тј. накнадних премаза. Код побољшане опреме се користе хоризонталне центрифуге са бубњевима (сл. 10.) што омогућава бољу покривеност у зазорима, малим отворима и подешавањем угла центрифугирања не постоји могућност оштећења навоја и других површина код делова. Оваква опрема великог капацитета (2t завртањске робе на сат) се налази у „ППТ-ТМО“-у у Трстенику.



Слика 10. Побољшана опрема за ламеларно цинковање потапањем и центрифугирањем и делови израђени у масовној производњи [4, 5]

На (сл. 11.) дати су ефекти испитивања у сланој комори делова заштићених класичним наносом ламеларног цинка, методом потапања и центрифугирања.



Слика 11. Резултати испитивања у сланој комори делова заштићених потапањем и центрифугирањем [4, 5]

Наношење прскањем ламеларног цинка (сл. 12.) може бити:

- конвенционалним поступком, класичним пиштољима код којих постоје недостаци као што су непокривена места, неравномерност слоја, велики утрошак препарата за ламеларни цинк.
- електростатички поступак прскања, електростатичким пиштољима има предности које се огледају у уштеди раствора, покривености свих површина и равномернијем слоју ламеларног цинка.

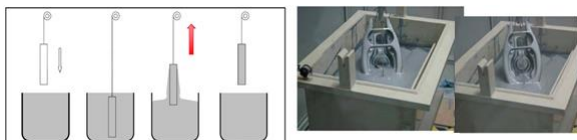


Слика 12. Метода наношења прскањем: а) конвенционални б) електростатички пиштољ за прскање [4, 5]



Слика 13. Примери наношења ламеларног цинка поступком прскања [4]

На (сл. 13.) су делови са превлакама ламеларног цинка нанетих поступком прскања.



Слика 14. Наношење ламеларног цинка методом потапања код делова за аутомобилску индустрију [4, 5]



Слика 15. Резултати испитивања корозионе постојаности делова потапањем и цеђењем за аутомобилску индустрију [4, 5]

Ток процеса наношења ламеларног цинка методом потапања и цеђења (сл. 14.) се састоји од процеса потапања делова у раствор, цеђења делова, предсушења и након тога завршно сушење – запецање. Резултати испитивања корозионе постојаности превлака од ламеларног цинка нанетог методом потапања и цеђења, на деловима за аутомобилску индустрију, приказани су на (сл. 15.)

3. ТЕХНОЛОГИЈА НАНОШЕЊА ЛАМЕЛАРНОГ ЦИНКА У "ППТ-ТМО"-У, ТРСТЕНИК

У индустрији "ППТ-ТМО" у Трстенику инсталирана је аутоматска линија „TULZ 155“ (сл. 16.) за наношење ламеларног цинка са савременом опремом и то у бубњевима и на алатима (произвођач опреме „WMV“ – Немачка). Испитивани узорци цинковани су на овој линији.



Слика 16. а) Аутоматска линија „TULZ 155“, б) резервоар за препарат „Zintek 200 ХТ“, в) резервоар за силер „Zintek TOP“, г) комора за хлађење; д) пећ за запецање ламеларног цинка и силера [8]

Поступак наношења ламеларног цинка обухвата следеће кораке:

1. предтретман: сачмарење („shot blast“), фосфатирање, UniDip AP – водена база
2. наношење „Zintek 200 XT“
3. запецање првог наноса
4. хлађење
5. наношење „Zintek 200 XT“
6. запецање
7. хлађење
8. паковање заштићених делова.

У случају захтева за већом корозионом постојаношћу након другог наношења и запецања Zinteka наноси се системом потапања и центрифугирања и силер – “top coat” Zintek TOP који се налази у посебном резервоару који се такође убацује у аутоматски уређај на крају.



а) б) в)

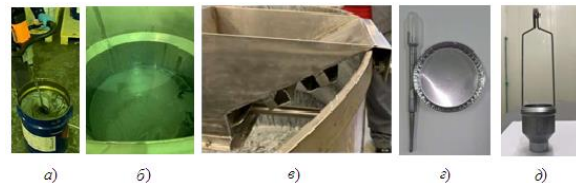
Слика 17. Делови после предтретмана а) и б) UniDip - ом, в) сачмарењем [8]

Изузетно је важан добар предтретман делова (сл. 17.) за бољу адхезију Zinteka за основни материјал. Од механичке припреме делова, као предтретмана не сме проћи више од 8 h до момента наношења Zinteka, јер постоји велика шанса да дође до појаве корозије на деловима.

Код процеса сачмарења (сл. 17. в) који је и најбољи третман предобраде делова величина сачме је 0,2 – 0,5 mm, а њихова тврдоћа 450 HV. Код примене фосфатирања као предобраде делова, делови могу да стоје и до 24h пре почетка наношења Zinteka. Користе се разни типови фосфата и то: pH Zn , pH Zn-Ca . Фосфат има своје недостатке и то могућност појаве водоничне кртости. Припрема делова са UniDip-ом AP (сл.

17. а и б) је боља опција од фосфатирања, нема издвајања водоника приликом припреме делова и појава водоничне кртости је сведена на минимум.

Припрема раствора раствора Zinteka 200 XT: мешање пнеуматском мешалицом (сл. 18. а) минимум 20 минута, са повременом провером („шпакла“- без трагова „муља“ на њој). Пречник диска мешалице 30-50% од пречника резервоара, филтрирање спремљеног препарата у резервоар (сл. 18. б и в) тј. посуде. Контролише се концентрација соли (сл. 18. г) и вискозитет (сл. 18. д).



Слика 18. Припрема и контрола раствора Zinteka 200 XT [8]

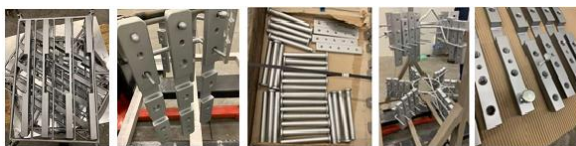
Веома важно је вршити споро предгревање делова пре запецања. Искуствени подаци: део масе $m = 3 \text{ kg}$ са собне температуре 35 min на 250 °C; део масе $m = 10 \text{ kg}$ са собне температуре 62 min на 250 °C; „велики део“- величина дела до »подлактице руке«, са собне температуре 2 h на 230 °C.

Напомена: не треба оптерећивати „плато“ због велике количине гасова који се ослобађа у пећи. Током запецања „ламеле“ Zn и Al узимају паралелни положај (хаотичан распоред се „уређује“). Контролише се: температура (регулисана уграђеним уређајем, просторија климатизована), вискозитет (према DIN 53211, 3 mm - отвор на вискозиометру), концентрација соли, ниво раствора у посуду (сензор нивоа на аутоматској линији), адхезија Зинтек-а након првог запецања (трака- до 4 класе „ОК“- TESA 4124 3,2 N/cm, Scotch 898 7,6 N/cm „чешаљ“- А и В - „ОК“, температура пећи и самог дела - предгревање (терморегулатори), адхезија Zinteka након

другог запецања, температура пећи и самог дела - предгревање, дебљина превлаке (предходно калибрација апарата, X-геу - може, али без силера) „GO“ и „NO GO“, атхезија након запецања силера - top coata, Zintek TOP XT, температура пећи и самог дела-предгревање, тестови провере саме припреме делова пре Zinteka: (маркер, фенолфталеин – алкални тест, pH-8, CuSO₄ x 5H₂O), вискозитет након 4 шарже, концентрација соли једном у свакој смени, дебљина, адхезија након сваке шарже, температура раствора једном у смени, филтрирање раствора након 144 h рада. Пропустљивост филтера је 20 µm и поред тога користи се и магнет за могућност да је неки део упао у раствор.

4. РЕЗУЛТАТИ НАНОШЕЊА ПРЕВЛАКА ОД ЛАМЕЛАРНОГ ЦИНКА И ИСПИТИВАЊЕ КОРОЗИОНЕ ПОСТОЈАНОСТИ

Делови код којих се наноси ламеларни цинк: у аутоматском уређају на алату (сл. 19.), прскањем (сл. 20.) или потапањем у бубњу (сл. 21.). Код nanoшења Zinteka на алатима постоји недостатак због таложења вишка цинка у навојима због сложених конфигурација делова и изискује накнадно прочишћавање истих.



Слика 19. Делови после nanoшења превлаке у аутоматском уређају на алату



Слика 20. Делови после nanoшења превлаке ламеларног цинка прскањем "Zintek 400"



Слика 21. Делови после nanoшења превлаке ламеларног цинка у бубњу

Корозиона постојаност делова за аутомобилску индустрију, рађених на алату на аутоматској линији "TULZ 155", испитивана је у научном институту "ATOTECH", Materials Science Trebur, у Немачкој и у »IMS« у Београду. Ова испитивања делова вршена су у сланој магли, а резултати испитивања дати су у следећим извештајима.

Examiner:	Hélène Garcin, Philipp Dryak, Ali Tirasci, Erk Mörseburg, Alisha Quyyum	
TCSP Test Group:	Y11000 Materials Science Corrosion	Part 1 of 1
Lab Receiving Date:		2019-09-24
Inspection Start Date:		2019-10-07
Report Creation Date:		2019-12-09
Global Product Team:	CP	
Contact Person:	Andreas Schweitzer	
Customer:	„PPT-TMO“ AD, TRSTENIK	
Task Description:	Neutral Salt Spray Test ISO 9227	



Summary:

This report contains corrosion results of 3 coated parts tested in Neutral Salt Spray Test according to ISO 9227.

Sample Designation:

Sample No.	Amount
1	3

Test Requirements:

Test till RR or 1512 h.

Evaluation of Corrosion
 Sample: 10152348 / IL: 150000624770 / Test:
 ISO 9227
 NSS / Evaluation: ISO 10289 / Equipment:
 3008011
 MS Trebur / CP / A. Schweitzer / Parts
 Start: 2019-10-07

hours	24	96	240	360	504	600	720	840	1008	1200	1344	1512
Results:	s7	s6	s6	r9	r9	r9	r9	r8	r7	r7	r7	r6

Rating / Area of defects	
10	0%
9	> 0% - 0,1%
8	> 0,1% - 0,25%
7	> 0,25% - 0,5%
6	> 0,5% - 1,0%
5	> 1,0% - 2,5%
4	> 2,5% - 5%
3	> 5,0% - 10%
2	> 10% - 25%
1	> 25% - 50%
0	> 50%

o = no corrosion
 s = discolouration
 *s = black spots
 w = white corrosion (Zn)
 r = red corrosion (Fe)
 k = other corrosion

Слика 22. Извештај о испитивању
 корозионе постојаности

5. ЗАКЉУЧАК

Код галванских превлака на деловима високе затезне чврстоће, може доћи до пуцања превлаке услед ослобођеног водоника (водонична кртост). Ово се може смањити накнадним третманима одгревања, али се не може потпуно елиминисати. При појави прскотине, ускладиштени атоми водоника оштећују кохезију граница зрна у металној решетци. Такво оштећење граница зрна, услед уградње водоника, има за последицу ширење прслине што може довести до оштећења дела - пуцања. У циљу елиминисања ове појаве прелази се на ламеларни цинк, који има низ предности.

При испитивању корозионе постојаности превлаке од ламеларног цинка, састављене од густо пакованих ламела Zn и Al, при малим дебљинама слоја имају велику корозиону

постојаност. То омогућују правилно, густо паковане ламеле, паралелне са основом које онемогућавају продор кисеоника до основе материјала и самим тим појаву корозије. На овај начин постижу се боља клизна својства површине, одлична адхезија превлаке и већа отпорност прама абразији. Поступак је еколошки чист (нема отпадних вода). Превлака Zinteka 200 ХТ у комбинацији са различитим силерима може дати још бољу корозиону отпорност и друге жељене карактеристике (премази у различитим бојама и сл.).

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] F.Reyher N chfg.GmbH&Co.KG, Reyher, Hamburg, 2019.
- [2] Alexander Sharp *B.Eng (Mechanical) UTS*, 2020. 2
- [3] Kaung Hlaing *B.Eng (Mechanical) UTS*, 2020. 3
- [4] dr Volker Krenzel, Materials Science, ATOTECH, Trebur, 1
- [5] Marco Beck, Atotech/ Trebur/ Q, 2018.
- [6] "Mr. Arun Prabhakar" DACROMET-GEOMET 7
- [7] HOBSONARTICLES 4
- [8] др Оливера Пешић, Часлав Кљајић "Презентација и практичан рад", РРТ, Трстеник, 2022.
- [9] NOF METAL COATINGS EUROPE S.A, France,
- [10] Shenzhen Lanejoy Technology Co., Ltd

Адреса аутора: др Николић Радован,
 професор струковних студија, АССШ Одсек
 Трстеник, Трстеник, Радоја Крстића 19
 е-маил: rnikolic@asss.edu.rs
 Рад примљен: јануар 2023.
 Рад прихваћен: март 2023.



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXIX, Број 39, март 2023. год.
Year XXIX, Issue 39, March 2023. year

ЕНЕРГЕТИКА

Одговорни уредник:

Проф. др Јасмина Пекез
Технички факултет “Михајло Пупин“
Зрењанин

Редакцијски одбор:

Проф. др Будимирка Мариновић
Факултет за производњу и менаџмент,
Требиње
Универзитет у Источном Сарајеву

Проф. др Марина Карић
Академија струковних студија Шумадија
Одсек Трстеник

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ФАКТОРА НА ПРОИЗВОДЊУ ХИДРОЕНЕРГИЈЕ

THE IMPACT OF CLIMATE FACTORS ON THE PRODUCTION OF ELECTRICITY IN HYDROELECTRIC POWER PLANTS

ALEKSANDRA IJAČIĆ¹
MILICA KAŠIKOVIĆ¹

¹Универзитет у Источном Сарајеву, Факултет за производњу и менаџмент Требиње

REZIME

Климатски фактори имају утицај на производњу електричне енергије у свим електранама, а посебно у оним које користе обновљиве изворе енергије. У овом раду је дат осврт на досадашња истраживања о утицају климатских фактора на производњу енергије у хидроелектранама.

Кључне речи: климатски фактори, хидроелектране, електрична енергија

ABSTRACT

Climatic factors have an impact on the production of electricity in all power plants, and especially in those that use renewable energy sources. This paper provides an overview of previous research on the influence of climate factors on energy production in hydroelectric power plants.

Key words: climatic factors, hydropower plants, electricity

1. УВОД

Производња електричне енергије зависи од климатских услова као што су температура, падавине, брзина и смјер вјетра или екстремни временски услови. Домаћинство и привреда користе електричну енергију за различите намјене као што су загријавање и хлађење простора, освјетљење и за рад уређаја. Климатске промјене највећи утицај имају на гријање и хлађење. [1]

Основни начин на који климатске промјене могу утицати на производњу електричне енергије у хидроелектранама је кроз промјене протока ријеке, степена испаравања и сигурности брана. У различитим областима климатске промјене могу да доведу до повећања или

смањења падавина и протока ријеке. Повећање падавина и протока ријеке утичу на повећање потенцијала производње енергије у хидроелектранама, али ако је доток у постојеће акумулације превелик може доћи до негативних посљедица.

Поред утицаја који климатске промјене имају на проток ријеке и испаравање, могуће је да учесталост нестабилног тока ријеке (превелик доток) доведе до угрожавања сигурности брана.

Међутим сигурност брана не представља значајан проблем јер су у посљедње вријеме бране пројектоване тако да могу са сигурношћу да издрже оптерећења која доносе климатске промјене.

2. УЗРОЦИ УТИЦАЈА КЛИМАТСКИХ ПРОМЈЕНА НА ХИДРОЕНЕРГИЈУ

Анализа утицаја климатских фактора на енергетски систем је предмет различитих истраживања, било да је то утицај климатских карактеристика (као што су падавине и температура) или утицај на технолошку структуру, финансијске трошкове и емисију гасова стаклене баште. Утицај климатских промјена на природне ресурсе и на хидроенергију се може анализирати кроз климатске и хидролошке моделе и моделе засноване на електричним мрежама.

Економски утицаји климатских промјена на енергетски сектор се процјењују кориштењем „одоздо на горе“ технолошких модела, који се углавном ослањају на техно-економске податке. Изузетак је истраживање које су спровели Сељом и остали, [2] које користи десет климатских експеримената и енергетски модел одозго на горе за анализу утицаја климатских промјена на енергетску потражњу и снабдијевање, узимајући у обзир ефекте на хидро и вјетроенергетски потенцијал у Норвешкој. Закључено је да ће климатске промјене довести до повећања падавина и хидроенергетског потенцијала.

Иако постоје несигурности у резултатима предвиђања истраживачких модела, нема сумње да ће климатске промјене у наредном периоду имати значајан утицај на водне ресурсе и хидроенергију. Фактори (утицаји) преко којих климатске промјене утичу, [3] могу се подијелити на директне и индиректне.

2.1. ДИРЕКТНИ ФАКТОРИ КЛИМАТСКИХ ПРОМЈЕНА НА ХИДРОЕНЕРГИЈУ

Глобално загријавање је један од најистакнутијих фактора климатских промјена, међу којима су значајни и влажност ваздуха, облачност и падавине. Глобално загријавање доводи до повећања глобалних температура што

даље утиче на промјене у обрасцу падавина. Посљедица ових промјена је раније прољећно отапање снијега, што представља директан утицај на производњу у хидроелектранама. [4]

Температуре највише утичу на рад хидроелектрана које се налазе на великим надморским висинама, а имају мале акумулације. Високе температуре доводе до отапања снијега и често до интензивнијих периода сезонских падавина. Овај проблем се често среће у Хималајским земљама у којима се хидроелектране налазе на великим надморским висинама. [5] Због повећања количине отопљеног снијега и сезонских падавина скупља се више воде, што није погодно за производњу у хидроелектрани ни за низводно подручје.

Превелики пад испред турбине утиче на ефикасност рада због вишка напора у односу на оптималне радне услове. За разлику од хидроелектрана на великим висинама, на ниже хидроелектране више утичу падавине, него температуре. Међутим, раст температура утиче на падавине које утичу на производњу енергије. Harrison и остали [6] наводе да је производња енергија осјетљивија на промјену падавина него на промјену температуре. Markoff и Cullen [7] су истраживали релативни утицај промјене температуре и падавина на производњу хидроенергије и закључили су да промјена падавина од 3% има сличан утицај на хидроенергију, као и промјена температуре од 1°C. Свако повећање температуре од 1°C захтјева приближно 3% повећање падавина да би се задржао одређени ниво хидроенергетске производње.

2.2. ИНДИРЕКТНИ ФАКТОРИ КЛИМАТСКИХ ПРОМЈЕНА НА ХИДРОЕНЕРГИЈУ

Поред два најважнија директна фактора утицаја климатских промјена на хидроенериоју постоји и неколико индиректних фактора. Ти фактори имају поприлично мали утицај на

хидроенергију и тешко је направити њихову квантификацију. Утицаји неких од ових фактора се могу примјетити у свим подручјима, а неки су специфични за одређена подручја. У наставку је наведена квалитативна анализа утицаја индиректних фактора климатских промјена на производњу енергије у хидроелектранама. [8]

Прво, како температура расте, постоји и потенцијални раст степена испаравања, што доводи до преласка воде из течног у гасовито стање у нижим слојевима атмосфере. Заузврат повећање испаравања на површини акумулације, до кога долази због повећања температуре, доводи до потенцијалног смањења доступности воде за хидроенергетску производњу.

Друго, висока температура и висок ниво промјене обрасца падавина доводи до веће потражње воде за наводњавање пољопривредних земљишта. Ово се дешава и при непромјењеном обрасцу падавина.

Треће, количина воде није једина важна карактеристика. И промјена квалитета воде може утицати на производњу хидроенергије. Повећан интензитет падавина може довести до повећаног замагљења воде која је усмјерена на хидрауличну турбину. Ово може довести до повећаног хабања лопатица турбине, а то би повећало трошкове чишћења, смањило радни вијек турбине и смањило њену ефикасност у производњи енергије.

На крају, екстремни временски услови прате глобално загријавање. Повећани ризик од клизишта, избијања ледничких језера и поплава чини посебно важним прилагођавање повећаног протока регулацијом резервоара и управљањем водама. Током изузетно топлог, сувог времена, повећање наводњавања и укупне потражње за електричном енергијом ће довести до већег оптерећења на расположиво снабдијевање водом за производњу електричне енергије.

3. ПОРЕЂЕЊЕ ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА УТИЦАЈА КЛИМАТСКИХ ФАКТОРА НА ПРОИЗВОДЊУ ХИДРОЕНЕРГИЈЕ

Научници са Еквадора, Mohammad Mehedi Naaan и Guido Wyseure, [9] су развили модел који укључује три различита сценарија климатских промјена, а резултати тих сценарија су анализирани како би се квантификовао могући утицај климатских промјена на производњу енергије из хидроелектрана.

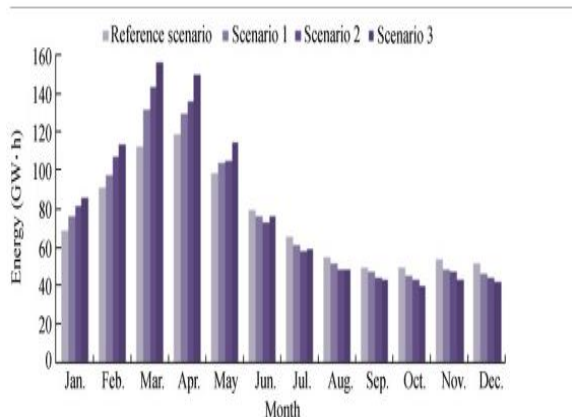
Претпостављена су три сценарија, приказана у табели 1. За референтни сценарио су узете тренутне вриједности температуре и количине падавина. Основна претпоставка је да влажни периоди постају још влажнији, а сушни сушнији. Кишна сезона траје од јануара до маја, а сушна од јуна до децембра.

Табела 1. Сценарији за наредни период (2045-2065) [9]

Сценарио	Промијена температуре (°C)	Промијена у количини падавина (%)
1	+1.1	±5
2	+2.0	±10
3	+2.9	±15

У случају када падавина има доста у влажној сезони, проток се повећава, што утиче на ток ријеке. Повећани проток доприноси већој могућности производње хидроенергије. Током сушне сезоне, хидроелектрана ће моћи да производи доста мање енергије због недостатка протока.

Са слике 1. се види да постоји евидентан раст производње хидроенергије у влажној сезони у односу на референтни сценарио, а производња хидроенергије у сушном периоду стално опада због мањка падавина.



Слика 1. Поређење просјечне мјесечне производње хидроенергије претпостављених са референтним сценаријем [9]

Предвиђена просјечна годишња производња у претпостављеним сценаријима има одређена одступања у односу на референтни сценарио, што је приказано табелама 2 и 3.

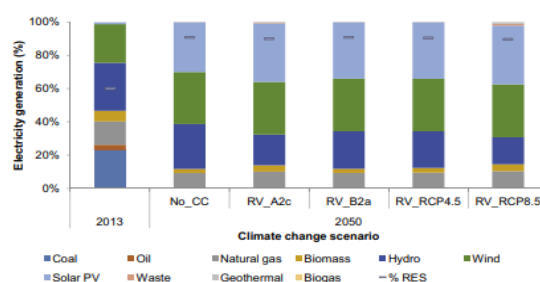
Табела 2. Просјечна годишња производња хидроенергије и њен прираст у односу на референтни сценарио [9]

Сценарио	Просјечна годишња производња хидроенергије (GWh)	Прираст годишње производње хидроенергије (%)
	894.56	
1	914.02	2.12
2	929.78	3.78
3	970.54	7.88

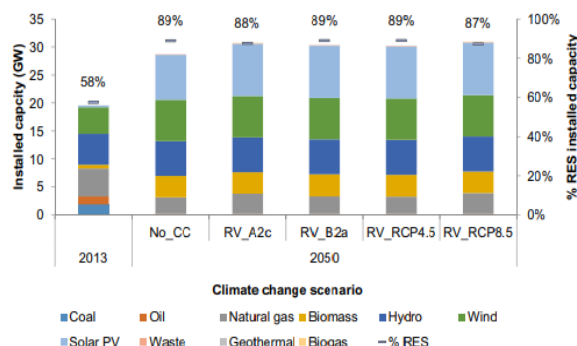
Табела 3. Просјечна годишња производња хидроенергије и пад у сушној сезони [9]

Сценарио	Просјечна производња хидроенергије у сушној сезони (GWh)	Пад производње хидроенергије у сушној сезони (%)
	404.78	
1	375.55	7.22
2	358.62	11.40
3	351.58	13.14

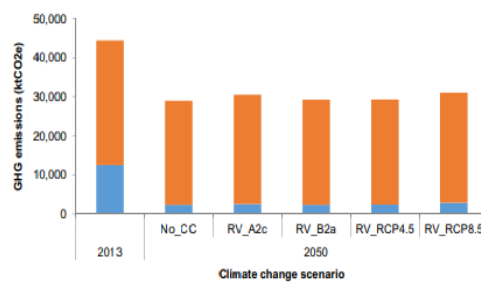
Научници из Португала, [3] су представили главне резултате за референтни сценарио и три сценарија климатских промјена. Резултати су представљени за португалску финалну потрошњу енергије, емисију стаклених гасова до 2050-те године, с обзиром на инсталирани капацитет, производњу електричне енергије и трошкове производње електричне енергије. У референтном сценарију, хидроенергија представља 27% укупне производње електричне енергије и 30% унутар обновљивих извора енергије.



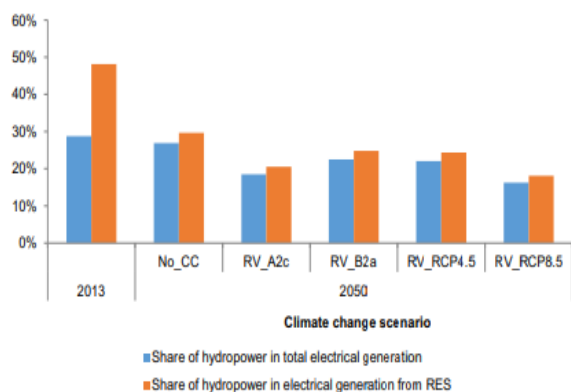
Слика 2. Сценарио производње ел. енергије 2013-2050 године [3]



Слика 3. Сценарио инсталисаног капацитета у ЕП са утицајем климатских промјена [3]



Слика 4. Сценарио емисије стаклених гасова са утицајем климатских промјена [3]



Слика 5. Удио производње хидроенергије у укупној производњи хидроенергије са утицајем климатских промјена [3]

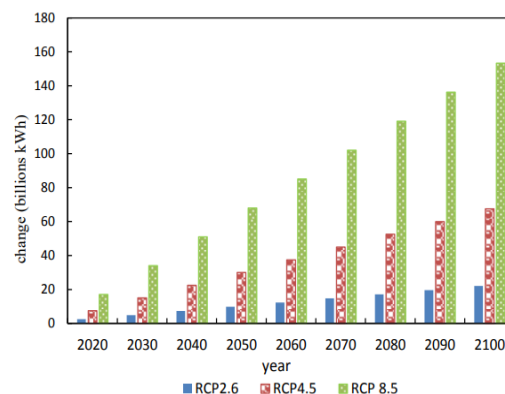
У поређењу са референтним сценаријем, симулације показују да производња електричне енергије благо опада (до 2%) у присуству климатских промјена. Смањење производње хидроенергије креће се од 2500 GWh до 5000 GWh. Из тог разлога, удио хидроенергије у производњи електричне енергије се смањује у свим сценаријима са утицајима климатских промјена.

Научници из Кине, [10] анализирали су утицај климатских промјена на хидроенергетски систем Кине. Представили су економетријски модел за истраживања утицаја климатских фактора на производњу хидроенергије у различитим регионима у Кини користећи мјесечне податке панела за 28 провинција у Кини. Дато је и предвиђање за промјене производње хидроенергије изазвано промјенама климатских фактора према три сценарија климатских промјена.

RCP 8.5 је сценарио високе емисије без климатске политике. Гасови стаклене баште настављају да расту, а сила зрачења узрокована гасовима ће износити $8,5 \text{ W/m}^2$.

RCP 2.6 је сценарио ниске емисије. Користе се најстроже климатске политике за смањење емисије угљеника. Сила зрачења ће изнсити $2,6 \text{ W/m}^2$.

RCP 4.5 је сценарио сличан RCP 2.6 са средњим нивоом. Сила зрачења узрокована гасовима стаклене баште ће износити $4,5 \text{ W/m}^2$.



Слика 6. Промјене у производњи хидроенергије изазване температуром и падавинама према три климатска сценарија [10]

Утицаји климатских фактора на производњу хидроенергије у сјеверним и јужним регионима Кине су различити. Утицај падавина на производњу хидроенергије је значајан у јужним регионима, али не и у сјеверним. Степен хлађења има значајан утицај у оба региона, а степен загријавања на сјеверни. Утицај трајања сунчеве свјетлости није значајан ни у једном региону у Кини. У поређењу са 2011. годином, укупне промјене производње хидроенергије изазване климатским факторима до 2100. год. су 153.29, 67.49, 22.10 милијарди kWh, респективно.

Табела 4. Процентуалне промјене производње хидроенергије са утицајем степена хлађења и загријавања и падавинама [10]

Сценарио	Степен загријавања	Степен хлађења
RCP 8.5	+9.122	+135.477
RCP 4.5	+3.888	+57.744
RCP 2.6	+1.196	+17.768
Падавине (%/10а)		у 2100 г. (%)
RCP 8.5	+1.6	+14
RCP 4.5	+1.1	+10
RCP 2.6	+0.6	+5

4.

4. ЗАКЉУЧАК

Од обновљивих извора енергије, хидроелектране се издвајају као постројења са највећим удјелом у производњи електричне енергије. Међутим, производња електричне енергије у хидроелектранама зависи од климатских фактора, карактеристика акумулације, тренутних потреба за енергијом и слично. На основу тога, јасно је да производња енергије у једној хидроелектрани зависи од различитих фактора, а ти фактори углавном имају нелинеарну везу са самом производњом. Те везе је тешко установити, па се за предвиђање производње енергије користе различите методе.

У овом раду су приказана нека од досадашњих истраживања утицаја климатских фактора на производњу електричне енергије у хидроелектранама. У истраживањима су узете у обзир падавине, сунчева свјетлост, температура, степен загријавања, степен хлађења. Резултати показују да је хидроенергетика осјетљива на климатске флукуације, што доводи до многих неизвијесности за развој у будућности.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Dmitreva, K. (2015) Forecasting of hydropower plant energy production, Ostfold University College, Master's Thesis in Computer Science, Halden, Norway.
- [2] Seljom P., Rosenberg E., Fidje A., Haugen J.E., Meir M., Rekstad J., et al. (2011) Modelling the effects of climate change on the energy system - A case study of Norway. Energy Policy.
- [3] Teotonio, C., Fortes, P., Roebeling, P., Rodriguez, M., Robiana-Alves, M. (2017) Assessing the impact of climate change on hdropower generation and the power sector in Portugal: A partialequilibrium approach, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 788-799.
- [4] Shu, J., Qu, J.J., Motha, R., Xu, J.C., Dong, D.F. (2018) c Impacts of climate change on hydropower development and sustainability, a review, IAHRs Symposium of Hidraulic Macinery and Systems, IOP Conference Series: Earth and Enviromental Science.
- [5] Agrawala S., Raksakulthai V., Aalst M.V., Larsen P., Smith J. and Reynolds J. (2003) Development and climate change in Nepal: Focus on water resource and hydropower. Organization for Economic Co-operation and Development.
- [6] Harrison G.P., Whittington H.W. and Wallace A.R. (2006) Sensitivity of hydropower performance to climate change. International Journal of Power and Energy Systems, 42-48
- [7] Markoff M.S., Cullen A.C. (2008) Impact of climate change on Pacific Northwest hydropower. Climatic Change 87:451-469.
- [8] Sale M.J., Kao S.C. (2012) Assessment of the effects of climate change on federal hydropower, an assessment prepared in response to section 9505(c) of the SECURE water act of 2009, Oak Ridge National Laboratory.
- [9] Mohammad Mehedi Hasan, Guido Wyseure (2018). Imact of climate change on hydropower generation in Ecuador. Water Science and Engineering. 157-166
- [10] Jing-Li Fan , Jia-Wei Hu , Xian Zhang, Ling-Si Kong , Fengyu Li , Zhifu Mi (2018) Impacts of Climate Change on Hidropower generation in China. Mathematics and Computers in Simulation.

Адреса аутора: Ијачић Александра,
Универзитет у Источном Сарајеву, Факултет за
производњу и менаџмент Требиње, Степе
Степановића б.б

е-маил: aleksandra.ijacic@fpm.ues.rs.ba

Рад примљен: јануар 2023.

Рад прихваћен: март 2023.



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-professional journal

Година XXIX, Број 39, март 2023. год.
Year XXIX, Issue 39, March 2023. year

ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Одговорни уредник:

Проф. др Лазо Манојловић
Висока техничка школа струковних студија
Зрењанин

Редакцијски одбор:

Проф. др Ранко Зотовић,
Универзитет Политехника Валенција,
Шпанија

Проф. др Дејан Раковић,
Електротехнички факултет
Универзитет у Београду

Проф. др Жељко Еремић.
Висока техничка школа струковних студија
Зрењанин

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

ELEKTROMAGNETNA ZRAČENJA KUĆNIH APARATA I UREĐAJA

ELEKTROMAGNETIC RADIATIONS OF HOME APPLIANCES AND DEVICES

MILORAD RANČIĆ¹

MILJAN MILETIĆ²

¹Društvo inženjera u Zrenjaninu

²Akademija strukovnih studija Šumadija, odsek Kruševac

REZIME

Danas su savremeni stanovi prepuni različitim električnim aparatima i uređajima. Elektromagnetna polja koja oni stvaraju i emituju u toku rada imaju negativan i štetan uticaj na zdravlje ljudi. U ovom radu su izloženi rezultati merenja intenziteta električnih, magnetnih i radiofrekventnih zračenja uređaja koji se najčešće nalaze u našim stanovima. Ukazuje se na odstupanja od dozvoljenih vrednosti kao i na neke mere zaštite.

Ključne reči: elektromagnetno zračenje, kućni aparati, merenje intenziteta, zaštita

ABSTRACT

Today, modern apartments are full of various electrical appliances and devices. Electromagnetic fields that they create and emit during work have a negative and harmful effect on human health. This paper presents the results of measuring the intensity of electric, magnetic and radio frequency radiation of devices that are most often found in our apartments. It indicates deviations from the permitted values as well as some possible protection measures.

Key words: home appliances, electromagnetic radiation, intensity measurement, protection

1. UVOD

Veliki broj dosadašnjih istraživanja, kako kod nas tako i u svetu, nesumnjivo su dokazala da postoji negativan uticaj elektromagnetnih polja na životno okruženje a posebno na ljudski organizam. Uticaj elektromagnetnih zračenja zavisi od više faktora od kojih su najznačajniji: intenzitet, frekvencija, rastojanje od izvora zračenja, vremenska dužina izlaganja... Mnogi autori su rezultate svojih istraživanja objavljivali u

radovima i monografijama i u njima upozoravali na štetno dejstvo elektromagnetnih zračenja po ljudski organizam. Posebno su isticali uticaji na nervni sistem, srce i kardiovaskularni sistem, funkcije mozga, endokrini sistem, pad imuniteta, pojavu stresa... Razaranja struktura ćelija koja se pri tome dešavaju mogu da izazovu i najteže bolesti kao što su kancer, leukemija, oštećenje vida, dijabetes.

U okviru projekta „Zračenje i zdravlje“ grupa istraživača iz Zrenjanina okupljenih

oko časopisa DIT do sada je u okviru prve faze projekta, svoju aktivnost posvetila evidentiranju izvora zračenja u radnom i životnom okruženju čoveka, merenju intenziteta električnih, magnetnih i radio frekventnih polja i predlozima nekih mera zaštite ljudskog orgganizma. Do sada su obavljena marenja u različitim radnim sredinama na mestima pored alatnih mašina (strugova, glodalica, presa, aparata za zavarivanje...), računarske opreme (monitora, štampača, računara, skenera...), telekomunikacionih uređaja (fiksni i mobilni telefona, ekrana, antena...). Fomirana je i mapa zračenja za Grad Zrenjanin u okviru koje su utvrđene lokacije izvora povećanog zračenja (transformatori, dalekovodi, električni vodovi, antenski urđaji lokalnih i kablovskih televizija...) i izmarenj intenziteti njihovih zračenja.

U ovom radu autori su izložili rezultate merenja zračenja u stanovima koja nastaju usled korišćenja velikog broja aparata i uređaja danas prisutnih skoro u svakom domaćinstvu. Ovo je u stvari nastavak i proširenje istraživanja koja su objavljena u referenci (1).

2. KUĆNI APARATI I UREĐAJI U SAVREMENOM DOMAĆINSTVU

Svako savremeno domaćinstvo danas koristi veliki broj kućnih aparata i uređaja. Stanovi i kuće pre, ruteri kablovse pune su modernim aparatima koji značajno olakšavaju život i pružaju niz pogodnosti. Čovek u toku dana najveći deo vremena provede u svom stanu. On u njemu spava, odmara se i zabavlja, priprema hranu, obeduje, obrazuje se a u poslednje vreme sve je više prisutan i višečasovni profesionalni „rad od kuće“. I nesumnjivo je da je u dužim vremenskim intervalima izložen dejstvu zračenja različitih električnih aparata i uređaja. A njih je u stanovima sve više. Navode se samo oni koji su najčešće prisutni. U kuhinji se nalaze električni šporet, mikrotalasna peć, frižider, mali bojler, aspirator, mašina za pranje sudova, čitav niz malih kućnih aparata (mikser,

toster, seckalica, blender, aparat za kafu ...). U kupatilu su veliki bojler, mašina za pranje veša, mašina za sušenje veša, električna grejalica, fen aparati... U dnevnoj sobi su obično televizori, audio tehnika (radio, gramofon, zvučnici), fiksni i mobilni telefoni, razni ruteri a u radnoj sobi su računari, laptopovi, štampači, skeneri. U stanovima su često prisutni i električni sistemi za zagrevanje kao, naprimer, etažni električni kotlovi, razne grejalice (kvarcne, radijatorske, duvaljke), podni mrežni kablovi. Rashladne i klima uređaje poseduje danas skoro svaki stan. A tu su i sistemi za osvetljavanje: viseće, stubne i stone lampe, ukrasne sijalice, uređaji za filtriranje i ozoniranje vazduha, mnogobrojni elektronski elementi (instrumenti, senzori, prekidači...) . dugačka je i mreža razvedenih kablova za povezivanje električnih potrošača, kablovsku televiziju, internet.

Ovome treba dodati, posebno u uslovima stanovanja u zgradama sa više stanova, i uticaj uređaja koji se nalaze u susednim stanovima(pored, iznad i ispod) i koji svakako mogu da utiču na uvećanje izmerenih vrednosti.

Kao što se iz ovog kratkog pregleda vidi stan kao životno okruženje u kome čovek provodi veliki period svog života prepun je električnih uređaja koji konstantno ili u dužim i kraćim vremenskim intervalima emituju elektromagnetna i radiofrekventna polja.

3. MERNI TEHNIKA I USLOVI MERENJA

Napravljen je izbor određenih kućnih aparata koji se najčešće koriste u našim stanovima. Izvršena su merenja intenziteta elektromagnetnog smoga (EMS), magnetnog polja (MAP), električnog polja (ELP) i radio-frekventnog polja (RAF). Za merenje su korišćeni sledeći merni instrumenti:

- Magnetoskop detektor, tip WKDA 02 705, Made in Poland
- Instrument Tri Field EMF Meter, model TF2, Made in USA.

Lokacija mernog instrumenta utvrđena je na mestu najvećeg zračenja kućnog aparata a na udaljenosti od 10 do 50 mm od njega. U toku merenja svi aparati su bili u svojim radnim funkcijama, odnosno, uključeni.

Dobijene vrednosti su izražene u sledećim jedinicama: EMS (nT), MAP (miG), ELP (miG), RAF (mW/m²).

Dobijeni rezultati merenja izloženi su u Tabeli 1.

Dozvoljene vrednosti

Dozvoljene vrednosti intenziteta elektromagnetnih i drugih vrsta

nejonizirajućeg zračenja definisane su međunarodnim i nacionalnim zakonskim propisima, pratećim pravilnicima i dokumentacijom proizvođača merne opreme. Prema ovim preporukama dozvoljene vrednosti su:

- Za elektromagnetni smog do 350 nT.
- Za magnetno polje 3miG (standardni frekventni opseg).
- Za električno polje do 50 mV/m²
- Za radiofrekventno polje do 0,200 mW/m² (za intenzitet) i do 1000 mW/m² (za pikove)

4. REZULTATI MERENJA

Tabela 1

Kućni aparat ili uređaj	Maksimalna snaga W	EMS nT	ELP miG	MAP miG	RFP mW/m ²
Električni šporet	2000	preko 4050	28	99	0,037
Bojler kuhinjski od 5 lit	1500	310	28	5,6	0,015
Aspirator	1200	preko 4050	406	1000	0,021
Frižider	300	180	48	0	0,036
Mikrotalasna peć	1300	preko 4050	740	980	187,0
Mikser	170	preko 4050	534	1000	0,016
Čoper secko	350	3600	891	1000	0,036
Bojler kupatilski 80 lit	2000	3340	542	437	0,032
Fen za kosu	1200	1680	961	94	0,165
Mašina za pranje veša	2200	preko 4050	18	84	2,4
Pegla	1000	2340	233	1000	0,034
Grejalica duvaljka	2000	preko 4050	1000	970	0,038
Grejalica kvarcna	2400	preko 4050	16	657	0,044
Klima uređaj, unutrašnji blok		180	4,8	22	0,020
Usisivač	1200	preko 4050	946	98	0,058
Televizor led	80	260	1000	1,5	0,083
Računar laptop	50	1670	49	23,5	0,172
Stona lampa	40	90	474	0,7	0,045
Telefon fiksni		80	282	1,1	0,242
Telefon mobilni smart		310	137	987	2,580

5. ЗАКЉУЧАК

Analiza dobijenih rezultata merenja intenziteta elektromagnetnih polja koja generišu i emituju kućni aparati i uređaji pokazuje da su oni u većem broju slučajeva

iznad dozvoljenih i preporučenih vrednosti. To praktično znači da, kako je već ranije rečeno, zdravlje ljudi može biti ugroženo. Da bi se štetno dejstvo zračenja smanjilo ili u potpunosti eliminisalo neophodno je preduzeti niz tehničkih rešenja. Kao

pozitivan primer mogu se navesti mobilni telefoni gde kod novih generacija zahvaljujući primeni savremenih tehnologija imamo znatno smanjenje svih oblika zračenja. Međutim, korisnici aparata i uređaja mogu i sami preduzeti neke relativno jednostavne mere u cilju sopstvene zaštite. Autori ovog rada predlažu neke od njih:

- Izvršiti preraspodelu lokacija aparata i eliminisati njihovu koncentraciju (u kuhinji, kupatilu, sobi).
- Što je više moguće skratiti vremenski period rada aparata.
- Izbegavati duže vremenske intervale boravka u zonama visokog zračenja.

Pozicije u kojima čovek dugo boravi (naročito krevet za spavanje, fotelja za odmor) udaljiti od emitera velikih zračenja.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Manojlović Lazo, „Elektromagnetno zračenje i životna sredina“, Naučno stručni časopis DIT, br. 21-22, Društvo inženjera u Zrenjaninu, Zrenjanin, 2014.
- [2] Lažetić Bogosav, „Biološki sistemi i magnetna polja“, Institut za plućne bolesti, Novi Sad, 2016.
- [3] Kalajdžić Aleksandar, Raković Dejan, „O biološkim uticajima radiofrekventnog i mikrotalasnog nejonizujućeg zračenja“, Naučno stručni časopis DIT, Društvo inženjera u Zrenjaninu, Zrenjanin, 2019.

Adresa autora: Dr Milorad Rančić, profesor,
Društvo inženjera u Zrenjaninu, Zrenjanin
e-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
Rad primljen: februar 2023.
Rad prihvaćen: mart 2023.



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXIX, Број 39, март 2023. год.
Year XXIX, Issue 39, March 2023. year

ТЕХНОЛОГИЈЕ

Одговорни уредник:

Проф. др Данијела Јашин
Висока техничка школа струковних студија
Зрењанин

Редакцијски одбор:

Проф. др Азра Јагањац, УН експерт
Амбасадор зеленог инжењерства

Проф. др Александра Митровић
Академија техничких струковних студија
Београд

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

ЈЕСЕЊА МЕРЕЊА НИВОА РАДОНА У ВИСОКОЈ ТЕХНИЧКОЈ ШКОЛИ СТРУКОВНИХ СТУДИЈА У ЗРЕЊАНИНУ

AUTUMN MEASUREMENTS OF RADON LEVEL AT TECHNICAL COLLEGE OF APPLIED SCIENCES IN ZRENJANIN

IRIS BORJANOVIĆ¹
MILICA RAJAČIĆ²
IVANA VUKANAC²

¹ Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину,

² Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду, Београд, Србија

РЕЗИМЕ

У овом раду представљена је студија мерења нивоа радона рађена у току јесени 2022. на Високој техничкој школи струковних студија у Зрењанину. Ове анализе су део пројекта („Мерење нивоа радона“) финансираног од стране Покрајинског секретаријата за Високо образовање и научно истраживачку делатност. Мерења су рађена у подруму и приземљу школе помоћу отворених угљених канистера и гама спектрометријских мерења (EPA520 метода), као и са активним детекторима марке Airthings. Добијени резултати су поређени и дискутовани.

Кључне речи: мерења радона, угљени канистри, јесен

ABSTRACT

The study of radon level measurements during autumn 2022 at Technical College of Applied Sciences in Zrenjanin is presented in this paper. These analysis are part of the project („Radon level measurements“) financed by the Provincial Secretariat for Higher Education and Scientific Research. Measurements have been done at the basement and ground floor level by means of open charcoal canisters and gamma spectrometric measurements (EPA520 method) and also with active type radon detectors (brand Airthings). Obtained results are compared and discussed.

Key words: radon measurements, charcoal canisters, autumn

1. УВОД

Јонизујуће зрачење представљају честице и електромагнетни таласи који су у стању да јонизују честице средине. Јонизујуће зрачење је присутно у природи

од давнина, а природни извори јонизујућег зрачења су космичко зрачење и природни радиоактивни елементи у земљи и људском организму. На ово „позадинско“ зрачење, такозвани природни фон, до извесне мере човек се

током постојања и адаптирао, само што је данас природни фон око 50 пута већи него раније. Данас такође постоји и утицај бројних вештачких извора јонизујућег зрачења (дијагностичке и терапијске медицинске технике, нуклеарне пробе и акциденти, нуклеарне електране, акцелератори), а човек у 20. веку постаје свестан штетног утицаја јонизујућег зрачења на здравље људи и почиње да предузима мере заштите.

Доминантан извор природног фона јесте племенити гас радон (Rn) са редним бројем 86, који спада у инертне гасове без боје мириса и укуса. У природи га има у траговима и стално се обнавља пошто настаје из урановог, торијумовог и актинијумовог радиоактивног низа, а најважнији изотопи радона јесу ^{222}Rn и ^{220}Rn [1]. У високим концентрацијама радон се ослобађа из земљишта и стена које садрже уранијум и радијум (гранит, глина и фосфатна једињења и др.) и кроз пукотине радон може доспети у унутрашњост кућа. Такође радон може ексхалирати и из грађевинског материјала и тако доспети у затворене просторе. Потомци радона су такође радиоактивни. Доказано је да радон и његови потомци имају штетан утицај на здравље људи и да изазивају канцер плућа.

У затвореном простору може да дође до акумулације већих концентрација радона, па је важно вршити контролу концентрације радона у затвореним просторима одговарајућим мерним техникама и уређајима. На Високој техничкој школи струковних студија у Зрењанину (ВТШ СС у Зрењанину) су у току пролећа 2022. [2], лета 2022. [3] и јесени 2022. рађена мерења нивоа радона, а у циљу истраживања сезонских варијација концентрације радона. Ово је био део активности рађених у оквиру пројекта „Мерење нивоа радона“ финансираном од стране Покрајинског секретаријата за високо образовање и научноистраживачку делатност. Главна идеја пројекта је била да се испита да ли је боравак људи у Школи безбедан и да

ли је потребно спроводити мере елиминације радона у згради Школе. У овом раду приказани су резултати јесењих мерења добијених методом уљених канистра, као и истовременим паралелним мерењима помоћу детектора марке Airthings.

2. ДЕТЕКТОРИ

Мерења радона у Школи рађена су методом угљених канистра [4] у сарадњи са Лабораторијом за заштиту од зрачења и заштиту животне средине Института за нуклеарне науке „Винча“ (Институт). Паралелна мерења су такође истовремено рађена и помоћу детектора марке Airthings.

Изглед отвореног угљеног канистра приказан је на Слици 1. Угљени канистар се састоји од металног кућишта облика цилиндра (висине 3.4 cm и пречника 10.4 cm) у коме се налази активан угаљ. Укупна маса канистра је око 160 g. Метално кућиште штити од оштећења и може херметички да се затвори. Активни угаљ има висок афинитет према радону који се по отварању канистра адсорбује на угљу. Угаљ је прекривен металном мрежицом да би се спречило просипање, а омогућила дифузија ваздуха. Када је канистер затворен спој поклопца и канистра је облепљен самолепљивом траком. Уређај је пасиван пошто не користи никакав извор енергије. Метода је јефтина пошто угљени канистри нису скупи и могу се рециклирати, односно користити више пута након сушења. Само излагање канистера може да ради било ко на основу упутства које иде уз канистар. Генерално мерење угљеним канистрима може да траје пар дана, а најоптималније је да траје 48h. Канистер се по завршетку мерења затвара, облепљује самолепљивом траком и што пре носи у акредитовану лабораторију где се ради анализа, односно мерење активности трагова потомака „ћерки“ радона помоћу гама спектрометра. Измерени одброј је сразмеран са

адсорбованом активношћу радона у угљу која се опет доводи у везу са концентрацијом радона у ваздуху (метода ЕРА520).



Слика 1. Изглед угљеног канистра.

Мерења су рађена и помоћу активних детектора компаније Airthings. Коришћени су модели Correntium Home Radon Detector [5] и View Plus Radon Detector [6] који раде на истом принципу [7]. Детектори су базирани на алфа спектрометријским мерења. Алфа честица из распада радона се детектује помоћу фотодиоде која је дигитална верзија филма на коме радон оставља траг. Детектор има пасивну дифузиону комору која омогућава да ваздух уђе у детектор, а комора је израђена од хрома који зауставља нежељене честице. Детектор може да се користи и за краткорочна мерења (од 1 до 7 дана) и за дугорочна мерења, чак до годину дана. Прецизност детектора на 200 Bq/m^3 за седам дана мерења је 10%, а за 2 месеца мерења је 5%. View Plus Radon Detector има додатне опције у односу на Correntium Home Radon Detector које омогућавају да резултати мерења могу да се прате преко мобилног телефона или рачунара.

3. МЕРЕЊА И РЕЗУЛТАТИ

Ниво радона осцилује и током дана и са сменом годишњих доба пошто на њега утичу временске прилике [8]. Идеално би

било радон мерити у континуитету годину дана, што је са активним детекторима неизводљиво због њихове високе цене. Аутори су радили краткорочна мерења нивоа радона у трајању од од 2 до 3 дана у условима под којима се очекује максимална вредност концентрације радона (без луфтирања просторија и у току хладнијих месеци). Оваква мерења служе за идентификацију места са могућом повишеном концентрацијом радона. Ако би се негде евентуално лоцирао радон у концентрацијама већим од дозвољених, онда би се на тим местима спроводила мерења од по више месеци и вршила детаљна анализа евентуалних узрока. Мерења су рађена у осам просторија у подруму и приземљу Школе где се очекује максимална вредност концентрације у објекту који се испитује. Собе у којима су рађена мерења пре почетка мерења нису биле ветрене бар 12 сати. Такође су у току мерења врата и прозори били све време затворени, а вентилација искључена. Угљени канистри са којима су мерења рађена су на почетку мерења отворани и постављани даље од извора топлоте, на око 1 метар изнад тла. Непосредно поред њих су постављани Airthings детектори да би се радила истовремена паралелна мерења нивоа концентрације радона. По завршетку мерења угљени канистри су затварани и ношени на Институт где су мерени на сцинтилационом NaI (натријум-јодид) гама спектрометру. Резултати јесењих мерења добијених методом угљених канистера представљени су у Табели 1. Резултати су дати са проширеном мерном несигурношћу на нивоу поверења 95%,

Табела 1. Измерене вредности концентрације радона у току јесени 2022. добијене методом угљених канистера.

Просторија	Концентрација радона (Bq/m^3)
Штампарија	30(6)
Магацин рачунарске опреме	56(8)

Лаб. за заваривање	30(8)
Лаб. за хибридне моторе и возила	22(7)
ЦИРТ	68(8)
Креативни студио	50(7)
Учионица 111	31(7)
Библиотека	44(8)

Резултати истовремених паралелних мерења изведених Airthings детекторима приказани су у Табели 2. Мерна несигурност резултата добијених Airthings детекторима за измерене вредности приказане у Табели 2 процењена је на 30%.

Табела 2. Измерене вредности концентрације радона у току јесени 2022. са Airthings детекторима.

Просторија	Концентрација радона (Bq/m^3)
Штампарија	30
Магацин рачунарске опреме	45
Лаб. за заваривање	25
Лаб. за хибридне моторе и возила	23
ЦИРТ	48
Креативни студио	50
Учионица 111	26
Библиотека	59

Резултати упоредних мерења концентрације радона угљеним канистрима и активним уређајем за мерење показују висок степен слагања. Слагање добијених резултата је у оквиру мерних несигурности коришћених метода мерења. Највећи допринос укупној мерној несигурности потиче од лоше статистике мерења обзиром да су измерене концентрације радона ниске.

4. ЗАКЉУЧАК

Директива Европског савета из 2013. године [9] успоставља основне сигурносне стандарде у заштити од зрачења и односи се на земље чланице

Европске уније. Она предвиђа да средње годишње концентрације радона у радним просторијама морају бити мање од $300 Bq/m^3$, а исто важи и за стамбене објекте. Домаћа законска регулатива [10], [11] предвиђа максималне дозвољене вредности концентрације радона у затвореном простору од $200 Bq/m^3$ за нове и $400 Bq/m^3$ за старе стамбене објекте, док је интервентни ниво за хронична излагања радону на радном месту једнак средњој годишњој концентрацији од $1000 Bq/m^3$ ^{222}Rn у ваздуху. Препорука Светске здравствене организације је да ниво радона у затвореном не прелази $100 Bq/m^3$.

Вредности измерене на ВТШ СС у Зрењанину у току јесени 2022. јесу знатно ниже од граница прописаних домаћом и иностраном законском регулативом. Закључујемо да је боравак људи у Школи безбедан и да сем дневних проветравања која се увек препоручују није потребно спроводити друге мере елиминације радона из зграде Школе. Планирамо да мерења концентрације радона у Школи опет поновимо у току зиме када се претпоставља да ће ниво радона бити највиши у односу на друга годишња доба.

Такође закључујемо да резултати упоредних мерења добијених угљеним канистрима и истовремено детекторима марке Airthings показују солидна слагања. Тиме се потврђује оправданост употребе Airthings детектора за мерења радона.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sources and effects of ionizing radiation, Annex B, UNSCEAR 2008 report to the General Assembly with Scientific annexes, United Nations, New York, USA, 2010. http://www.unscear.org/docs/reports/2008/09-86753_Report_2008_Annex_B.pdf
- [2] Iris Borjanovic, Lazo Manojlovic, Miodrag Kovacevic, Seasonal measurements of radon concentration level in the period of spring at the Technical College of Applied Sciences

- in Zrenjanin, Book of Abstracts, 10th Jubilee International Conference on Radiation in Various Fields of Research RAD2022-summer edition , pp 124, RAD Centre Niš, 2022., <https://doi.org/10.21175/rad.sum.abstr.book.2022.31.1>
- [3] I.Borjanovic, A. Rajic, Z. Eremic, Seasonal Measurements of Indoor Radon Concentration Level in the Period of Summer at Technical College of Applied Sciences in Zrenjanin, Book of abstracts, The 11th International Conference of the Balcan Physical Union (BPU11), pp. 32, 2022.
- [4] М. Живановић, Оптимизација мерења концентрације радона у затвореном простору методом угљених филтера, докторска дисертација, УДК број:544.58, Факултет за физичку хемију Универзитет у Београду, 2017.
- [5] Correntium Home Radon Detector User Manual, Airthings, Oslo, Norway, 2022. <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/4406702/Website/Manuals/Home/1-043-Correntium-Home-manual-60x77.pdf>
- [6] View Plus Radon Detector User Manual, Airthings, Oslo, Norway, 2022. <https://www.airthings.com/view-series-manual>
- [7] How we make the Correntium Home Radon Detector User Manual, Airthings, Oslo, Norway, 2022. <https://www.airthings.com/resources/radon-detector>
- [8] Sources and effects of ionizing radiation, vol. 1, UNSCEAR Report (A/55/46), United Nations, New York, USA, 2000. http://www.unscear.org/docs/publications/2000/UNSCEAR_2000_Report_Vol.I.pdf
- [9] EU, Council Directive 2013/59/Euratom, 2014 laying down basic safety standards for protection against the danger arising from exposure to ionizing radiation, and repealing Directives 89/618, 90/641, 96/29,97/43 and 2003/122/Euratom, Official Journal of the European Union.
- [10] Закон о радијационој и нуклеарној сигурности и безбедности (Сл. гл. РС бр. 95/18 и Сл. гл. РС бр. 10/19)
- [11] Правилник о границама излагања јонизујућим зрачењима и мерењима ради процене нивоа излагања јонизујућим зрачењима (Сл. гл. РС 86/11 и Сл. гл. РС 50/18)

Адреса аутора: Ирис Борјановић, Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину, Ђорђа Стратимировића 23, Зрењанин, Република Србија.

е-маил: iris@ipb.ac.rs

Рад примљен: јануар 2023.

Рад прихваћен: март 2023.



ДРАГА ЛЈОЧИЋ (1855 – 1926)

Прва жена лекар у Србији.
Упорни борац за равноправност жена
и њихова права,
родну једнакост и социјалну правду.
Докторка која је успешно лечила младе
а посебно децу и девојке.
Велики родољуб, учесник ослободилачких
ратова, хуманиста и филантроп.

MIKROBIOLOŠKA ANALIZA VODE ZA PIĆE

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF DRINKING WATER

ISIDORA PROTIĆ¹
MILANA DRAŠKOVIĆ²
DANIJELA JAŠIN²

¹JKP „Vodovod i kanalizacija“, Zrenjanin

²Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

REZIME

Voda za piće mora biti bezbedna po zdravlje ljudi koji je konzumiraju. Kvalitet vode za piće čine fizičko-hemijski i mikrobiološki parametri. Da bi sačuvali mikrobiološku ispravnost vode za piće, neophodno je kontinualno vršiti monitoring izvorišta i distributivne mreže, kao i održavanje istih. Takođe je neophodna dezinfekcija sirove vode hlorisanjem. Cilj ovog rada je ispitati mikrobiološke parametre vode za piće i ukazati na analizu rizika, kontrolne mere koje mogu uticati na prevenciju i eliminisanje zagađenja u cilju održavanja mikrobiološke ispravnosti vode za piće grada Zrenjanina.

Ključne reči: Voda za piće, dezinfekcija, kvalitet.

ABSTRACT

Drinking water must be safe for the health of the people who consume it. The quality of drinking water consists of physico-chemical and microbiological parameters. In order to preserve the microbiological integrity of drinking water, it is necessary to continuously monitor the source and the distribution network, as well as maintain them. Disinfection of raw water by chlorination is also necessary. The aim of this work is to examine the microbiological parameters of drinking water and indicate risk analysis, control measures that can affect the prevention and elimination of pollution in order to maintain the microbiological integrity of drinking water in the city of Zrenjanin.

Key words: Drinking water, disinfection, quality.

1. UVOD

Vodosnabdevanje grada Zrenjanina se vrši sa izvorišta lociranog na putu ka Mihajlovu. U postojećem režimu rada izvorišta „Mihajlovačka“, prosečno se (na godišnjem nivou) eksploatiše 220 l/s. Od mera korekcije kvaliteta podzemnih voda, obavlja se samo dezinfekcija.

Na izvorištu „Mihajlovačka“ izrađeno je 57 bunara, u dve linije na međusobnom rastojanju od oko 1250 metara, od kojih je 32 u aktivnom radu. Bunari kaptiraju vodu iz izdani koje zahvataju vodonosne horizonte sa dubine od 35 m do 80 m i od 90 do 140 m.

Elaboratom o zonama sanitarne zaštite su definisani uslovi zaštite, zone zaštite, namena površina u tim zonama i predložen

monitoring kvaliteta podzemnih voda, sa ciljem pravovremenog reagovanja u slučaju incidentnog zagađenja na izvoristu (slika 1.).



Slika 1. Geografski položaj šireg istražnog prostora „Mihajlovačka“ u Zrenjaninu [5]

Zone sanitarne zaštite su zaštićene oblasti izvorišta „Mihajlovačka“ u Zrenjaninu. U cilju zaštite vode u izvoristu uspostavljaju se:

- Zona neposredne sanitarne zaštite- Zona I
- Uža zona sanitarne zaštite- Zona II
- Šira zona sanitarne zaštite- Zona III

Takođe je predložen monitoring kvaliteta podzemnih voda, sa ciljem pravovremenog reagovanja, u slučaju incidentnog zagađenja na izvoristu.

Dezinfekcija vode se u JKP „Vodovod i kanalizacija“ Zrenjanin vrši hlorisanjem kao priprema vode za piće i distribucija gradu Zrenjaninu.

Postupak pripreme se odvija kontinuirano. U upotrebi su dve linije izvorišta, sa po 15 bunara koji se koriste. Od svake lokacije bunara polaze cevovodi koji se protežu do same lokacije gde se vrši hlorisanje. Magistralni cevovodi su u pravcu Mihajlovo-Zrenjanin i snabdevaju grad vodom.

Svrha dodavanja sekundarnog dezinfektanta je održavanje kvaliteta vode za piće u distribucionom sistemu do krajnjeg potrošača, odnosno održavanje postignutog nivoa kvaliteta vode [2].

Najvažniji cevovodi u postojećoj distribucionoj mreži grada Zrenjanina (Slika 2), koji transportuju potrebne količine vode do glavnih priključaka razvodne mreže i vrši konačan dovod i raspodelu vode do potrošača su:

- Zapadni tranziti cevovod,
- Glavni dovodni cevovod ka centru i jugoistočnim delovima grada,
- Istočni tranzitni cevovod



Slika 2. Šema najvažnijih elemenata postojećeg vodovodnog sistema Zrenjanina [6]

2. MATERIJAL I METODE RADA

Mikrobiološka ispitivanja uzoraka sirove vode i hlorisane vode za piće iz centralnog vodovoda na teritoriji grada Zrenjanina sprovedena su u akreditovanoj laboratoriji „Zavoda za javno zdravlje“ (ZZJZ) u Zrenjaninu u periodu od januara do juna 2022. godine. Uzorci su uzeti na 14 lokaliteta (Tabela 1 i 2) u skladu sa zakonskom regulativom [8].

Analizirani su sledeći mikrobiološki parametri osnovnog pregleda „A“ obima:

- Ukupan broj kulturabilnih mikroorganizama, metoda ispitivanja SRPS EN ISO 6222:2010
- Ukupne koliformne bakterije, metoda ispitivanja SRPS EN ISO 9308-1:2017/A1:2017

- Koliformne bakterije fekalnog porekla, metoda ispitivanja SRPS EN ISO 9308-1:2017/A1:2017
- *Proteus* vrste, metoda ispitivanja Priručnik ZZJZ 1) metoda 4.1
- Streptokoke fekalnog porekla, metoda ispitivanja SRPS EN ISO 7899-2:2010
- *Pseudomonas aeruginosa*, metoda ispitivanja SRPS EN ISO 16266:2010
- Sulfitoredukujuće klostridije, metoda ispitivanja Priručnik ZZJZ 1) metoda MPN 5.1.1

Po Pravilniku [7] propisan broj osnovnog pregleda „A“ obima je 42 tj. potrebno je uzorkovati 6 puta mesečno na 7 tačaka na mreži, dok se sirova voda uzorkuje iz sabiranog voda prilikom svakog pregleda vode iz vodovoda.

3. REZULTATI I DUSKUSIJA

Rezultati mikrobiološke analize vode za piće predstavljani su tabelarno, u Tabeli 1. i 2., za ukupno 253 analizirana uzorka hlorisane vode za piće i 35 uzoraka sirove vode, za period od januara do juna 2022.godine.

Tabela 1. Rezultati određivanja mikrobioloških parametara uzoraka sirove i hlorisane vode za piće grada Zrenjanina u za period od januara do marta 2022.

Mesto uzorkovanja:	Januar 2022.		Februar 2022.		Mart 2022.	
	Ukupan broj uzoraka	Mikrobiološki neispr. uzorci	Ukupan broj uzoraka	Mikrobiološki neispr. uzorci	Ukupan broj uzoraka	Mikrobiološki neispr. uzorci
1.Sirova voda	6	0	5	0	6	0
2.Grobljanska 2	3	0	3	0	3	0
3.Meše Selimović 2	3	0	3	0	3	0
4.4.jul-dr Laze Kostića	3	0	3	0	3	0
5.Bolnica-Hidrostanica	3	0	3	0	3	0
6.Miletićeva bb-"Gomex"	6	0	4	0	7	0
7.Rade Končara-naplatna "Toplana"	3	0	3	0	2	0
8.Vatrogasna stanica-Baranjska	3	0	3	0	3	0
9.Mužlja-Ambulanta	3	0	2	0	3	0
10.Petefijeva 3-JKP"VIK"	3	0	2	0	4	0
11.Crnogorska 53 "Persu"	3	0	1	0	4	0
12.Žarka Zrenjanina-Česma na pijaci	3	0	2	0	4	0
13.Zdravka Čelara 20b	3	0	2	0	4	0
14.Berbersko "Gomex"	3	0	2	0	4	0
Ukupan broj analiziranih uzoraka hlorisane vode	42	0	33	0	47	0

Tabela 2. Rezultati određivanja mikrobioloških parametara uzoraka sirove i hlorisane vode za piće grada Zrenjaninau za period od aprila do juna 2022.

Mesto uzorkovanja:	April 2022.		Maj 2022.		Jun 2022.	
	Ukupan broj uzoraka	Mikrobiološki neispr. uzorci	Ukupan broj uzoraka	Mikrobiološki neispr. uzorci	Ukupan broj uzoraka	Mikrobiološki neispr. uzorci
1.Sirova voda	6	0	6	2 crevne enterokoke	6	1 <i>Pseudomonas aerug.</i>
2.Grobljanska 2	3	0	4	1 ukupan br.m.o.	3	0
3.Meše Selimović 2	3	0	4	1 <i>Pseud.aer.</i>	3	0
4.4.jul-dr Laze Kostića	3	0	4	1 kolif.bakt.	3	1 ukupan br. m.o.
5.Bolnica-Hidrostanica	3	0	4	0	4	0
6.Miletićeva bb-"Gomex"	7	0	7	0	4	0
7.Rade Končara-naplatna "Toplana"	3	0	4	0	3	0
8.Vatrogasna stanica-Baranjska	3	0	4	0	3	0
9.Mužlja-Ambulanta	2	0	3	0	3	0
10.Petefijeva 3-JKP"VIK"	2	0	3	0	2	0
11.Crnogorska 53 "Persu"	3	0	3	0	3	0
12.Žarka Zrenjanina-Česma na pijaci	3	0	3	0	3	0
13.Zdravka Čelara 20b	3	0	3	0	3	0
14.Berbersko "Gomex"	2	0	3	0	5	0
Ukupan broj analiziranih uzoraka hlorisane vode	40	0	49	3	42	1

Od ukupno 253 analizirana uzorka vode za piće i 35 uzoraka sirove vode za period od januara do juna 2022., utvrđena je mikrobiološka ispravnost u 98,4 % analiziranih uzoraka hlorisane vode i 91,4% sirove vode. Mikrobiološki neispravni uzorci

sirove vode i hlorisane vode za piće u maju i junu su u korelaciji sa višim temperaturama, povećanom potrošnjom vode, što za posledicu ima slabiji pritisak vode u mreži, naročito u naseljima gde dominiraju višespratne zgrade (4.jul, Bagljaš). Takođe

dolazi do obaranja nivoa podzemne vode u bunarima što pogoduje razvoju mikroorganizama.

Dužim zadržavanjem vode u mreži usled slabijeg pritiska, dolazi do nakupljanja taloga, što predstavlja pogodnu sredinu za formiranje biofilma, u kojem su mikroorganizmi zaštićeni od dejstva rezidualnog hlora.

U slučaju mikrobiološke neispravnosti vode za piće, preduzimaju se neophodne mere odnosno kontrola/pojačanje hlorisanja, ispiranje distribucione mreže kao i kontrolna analiza vode za piće.

4. ZAKLJUČAK

Pravovremeno otkrivanje kontaminacije vode sprečava ugrožavanje zdravlja stanovništva, te se preporučuje stalni dalji monitoring kao i prevencija zagađivanja.

Uzimajući u obzir rezultate ispitivanja, sledeći korak je ukazati na analizu rizika, kontrolne mere koje mogu uticati na prevenciju i eliminisanje zagađenja u cilju održavanja mikrobiološke ispravnost vode za piće grada Zrenjanina.

5. LITERATURA

[1] Dalmacija Božo, Bečelić-Tomin Milena, Kontrola kvaliteta vode za piće od izvorišta do potrošača, Departman za

hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, PMF Univerziteta u Novom Sadu, 2015.

- [2] Dalmacija Božo, Agbaba Jasmina., Klašnja Mile, Savremene metode u pripremi vode yza piće, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, PMF Univerziteta u Novom Sadu, 2009.
- [3] Dalmacija Božo, Agbaba Jasmina, Kontrola kvaliteta vode za piće, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, PMF Univerziteta u Novom Sadu, 2006.
- [4] Šćiban Marina, Prodanović Jelena, Tehnologija vode I deo - kvalitet vode i sistem za vodosnabdevanje, Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu, 2021.
- [5] Uzelac Rade, Elaborat o zonama sanitarne zaštite izvorišta „Mihajlovačka“ u Zrenjaninu, Tehnohidrosfera, Beočin, 2014.
- [6] Vukoje Saša., Vodosnabdevanje Zrenjanina, Poslovno udruženje vodovoda i kanalizacije Jugoslavije, Zrenjanin, 2001.
- [7] Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće („Sl. list SRJ“, br. 42/98 i 44/99 i „Sl.glasnik RS“, br. 28/2019)
- [8] Pravilnik o načinu uzimanja uzoraka i metodama za laboratorijsku analizu vode za piće (Službeni list SFRJ br. 33/87)

Adresa autora: Drašković Milana, profesor strukovnih studija, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Đorđa Stratimirovića 23, Zrenjanin
e-mail: dtaskovic.milana@gmail.com
Rad primljen: januar 2023.
Rad prihvaćen: mart 2023.



ДРАГА ЉОЧИЋ (1855 – 1926)

Прва жена лекар у Србији.
Упорни борац за равноправност жена
и њихова права,
родну једнакост и социјалну правду.
Докторка која је успешно лечила младе
а посебно децу и девојке.
Велики родољуб, учесник ослободилачких
ратова, хуманиста и филантроп.

ТОРАЊСКИ КРАНОВИ – ПРИМЕНА, ПОДЕЛА, КАРАКТЕРИСТИКЕ

БАШЕННЫЕ КРАНЫ- ПРИМЕНЕНИЕ, РАЗДЕЛЕНИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКИ

ГРУЈИЦА ЉУБИСАВЉЕВИЋ¹

¹ Међународна академија природних наука, Москва, Русија

РЕЗИМЕ

Торањски кранови због своје конструкције, могућности рада у веома тесним условима, способности брзог подизања и премештања терета на великим висинама у домену кружног кретања своје радне стреле, претстављају главна и незаменљива средства унутрашњег транспорта а нарочито вертикалног.

Огромну примену нашли су у: грађевинарству, путоградњи, градњи мостова, лукама, складиштима, железничким чворовима, бранама за хидроцентралне и др. Може се рећи да скоро ни једна друга врста грађевинске опреме не може да уради и да допринесе својим радом оно што могу торањски кранови. Висине дизања које се данас могу остварити са њима иду преко 450м до куке крана, дужине стрела до 100 м а носивости до 240 тона, што је веома импозантно. Они су истовремено и главни механизам за све сложеније изазове у грађевинарству.

Кључне речи: торањски кранови, примена, подела, основне карактеристике

РЕЗЮМЕ

Башенные краны, благодаря своей конструкции, возможности работы в очень стесненных условиях, способности быстро поднимать и перемещать грузы на большие высоты в области кругового движения своей рабочей стрелы, представляют собой основное и незаменимое средство внутреннего транспорта, особенно вертикальный.

Они нашли огромное применение в: строительстве, дорожном строительстве, строительстве мостов, портах, складах, железнодорожных узлах, плотинах для гидроэлектростанций и т.д. Можно сказать, что почти никакая другая строительная техника не может сделать и внести в свою работу то, что башенные краны умеют делать. . Высота подъема, которую можно достичь с их помощью сегодня, до крюка крана, составляет более 450 м, длина стрелы — до 100 м, а грузоподъемность — до 240 т, что очень впечатляет. основной механизм решения все более сложных задач в строительстве.

Ключные слова: башенные краны, применение, деление, характеристики

1. УВОД

Торањски кранови су нашли примену не само у грађевинарству ,где су истовремено и главни механизам за све сложеније изазове у изградњи архитектонских великих ,веома високих и сложених зграда , мостова ,већ и за утоваре истоваре веома сложених и тешких терета не само у хоризонтални него и висински.

Рационална употреба торањских кранова у изградњи различитих објеката могућа је само уз правилан избор типа торањског крана за ту врсту рада и са оним карактеристикама које би оптимално одговарале природи обављаног посла и месту његовог постављања.На основу искуства у раду са таквим торањским крановима у периоду од приближно 40 година аутор овога и до сада објављених радова из ове области предлаже поделу на више типова торањских кранова према типу торња и његове покретности,типу радне платформе под торњем и њене покретности ,типу радне стреле.

2. ТОРАЊСКИ КРАНОВИ – ПОДЕЛА ПО ТИПОВИМА

Веома је тешко дефинисати и одвојити их по фиксним типовима јер зависно од места на коме ће радити величине и висине опслужујућих објеката ,израда зграда (од њихове дужине и висине односно спољних габарита), складишта ,лука ,пристаништа мостова или других саобраћајних објеката зависи како ће они бити постављени : као статични без могућности померања, на шасији са централним теговима са могућношћу померања или пак на шасији са централним теговима и погоном за шински колосек.

Реална подела торањски кранова по типовима би изгледала:

1. По типу торња крана :

1.1 Торањски кранови са окретном платформом и торњем –торањ се налази

на окретној платформи ,доле, са елементима за погон и добошем за радно челично уже и са централним противтеговима. Цела платформа ротира са торњем и радном стрелом на врху торња око своје осе.Терет се транспортује покретним по радној стрели радним колицима са два или четири радних ужади помоћу радних кука. Такви кранови обично су носивости до 10 тона (сл.1, 9,10,11и12) .Све је мање у производњи таквих кранова због релативно мале висине терета,ограничен максималном висином торња, (не могу се везивати за зграду) и имају веома сложен систем навлачења радног ужета.

1.2 Торањски кранови са фиксним торњем – торањ је фиксни а окретна платформа је на врху торња са радном стрелом и контра стрелом са погоном и радним добошем и противтеговима и окреће се око своје осе.(сл.2,3, 4,5, 6 7 и 8). Терет се транспортује по радној стрели покретним радним колицима са котурачама са два или четири радних ужади и са радним кукама на крају. Овакви торањски кранови се највише употребљавају и могу са везивањем за објекат на коме раде достићи невероватне висине и веома велике дужине радних стрела као и преносити велике тешке терете.За своје подизање на велике висине ,потребни су уређаји за подизање –клетери који се посебно испоручују за тај тип торња крана.

2. По типу радне стреле :

2.1. са радном стрелом која може радити и под углом са против теговима на крутој равној задњој (контра) стрели (сл.5 ,7 и 8) Торањ је фиксни а окретна платформа је на врху торња са радном стрелом и контра стрелом са погоном и радним добошем и противтеговима и окреће се око своје осе.Кука за терет се налази на крају стреле (не постоје радна колица терета) а при свом кружном кретању стрела променом угла (подизањем и спуштањем радне стреле)у

односу на торањ мења и радиус доставе или узимања терета односно покривну радну повшину. Рад је сличан



Сл.1 Торањски кранови са обртним торњем



Сл.2 Торањски кранови са фиксним торњем

аутодизалици са фиксном дужином стреле.Највише се користе код веома високих зграда и често се и постављају се на врху зграда у ојачаној лифтовској бетонској конструкцији.

2.2. са крутом равном радном стрелом - торањ је фиксни а окретна платформа је на врху торња са радном стрелом и контра стрелом са погоном и радним добошем и противтеговима и окреће се око своје осе и против теговима на задњој крутој равној стрели. Терет се транспортује по радној стрели покретним радним колицима са котурачама са два или четири радних ужади и са радним кукама на крају.

Постоје два типа круте радне стреле и то:

2.2.1 равна крута стрела и задња (контра) крута равна стрела су са затегама повезане са врхом изнад торња крана - „А“ рамом (сл.2 и 4)

До проналаска равне стреле „сити верзија“ ови кранови били су једини представници те групе Њихова предност је у томе што са мањом тежином радне стреле ,слабијим пресеком могу понети веома велике терете захваљујући затегама, на великим дужинама радних стрела (торањски кранови фирме „Wolf“ и „Kroll“) Радне стреле су фиксних дужина и места везивања са затегама су унапред одређена.

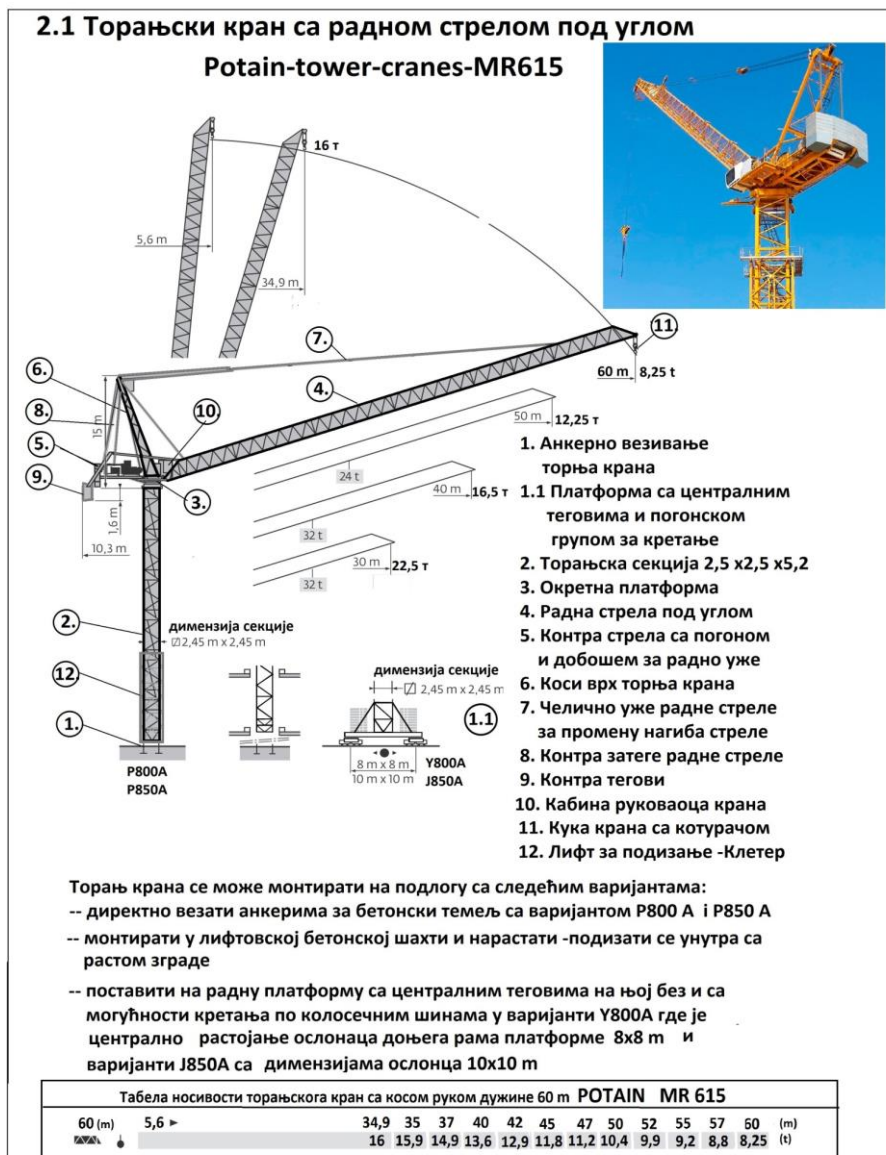
2.2.2. равна крута стрела „сити верзија“ (радна и контра стрела) су потпуно равне без затега и врха крана. Састављена су из више секција разних дужина (сл.3 и сл.6) У задње време све више распрострањена верзија јер је могуће у ваздуху добављати секције стрела уз добавку тегова на контра стрели истовремено и смањивати дужину стреле уз уклањања секција стреле и одузимање тегова на контра стрели.



Сл.3 Торањски кран са равном крутом стрелом

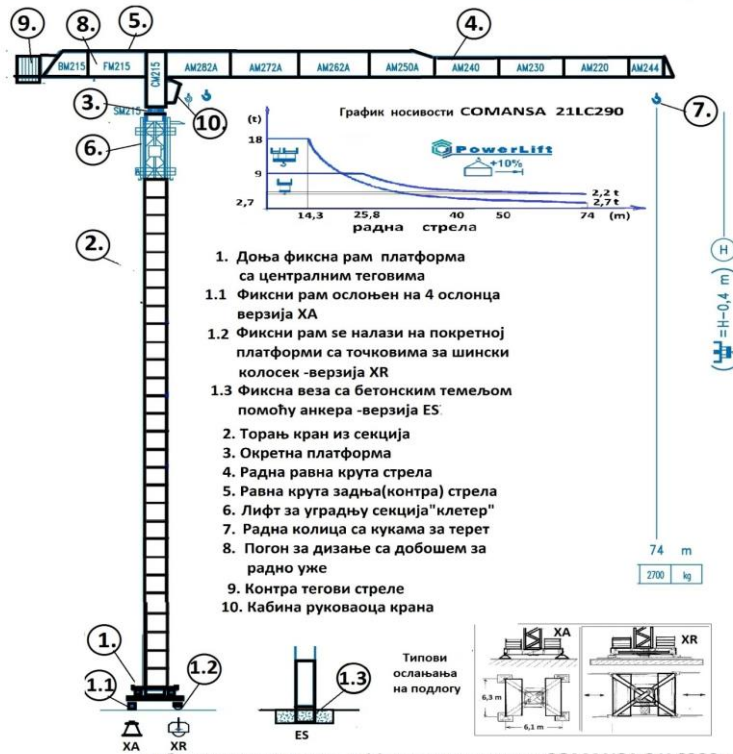
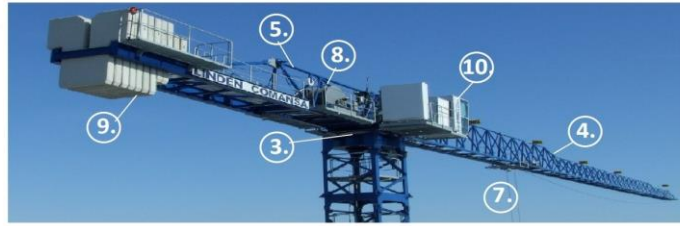


Сл.4 Торањски кран са равном крутом стрелом и затегама, стрела са „А“ рамом



Сл.5 Торањски кран са фиксним торњем и са радном стрелом која може радити и под углом

2.2 Торањски кран са фиксним торњем и окретном платформом на врху торња са крутом равном радном стрелом



1. Доња фиксна рам платформа са централним теговима
- 1.1 Фиксни рам ослоњен на 4 ослоња
- 1.2 Фиксни рам се налази на покретној платформи са точковима за шински колосек -верзија XR
- 1.3 Фиксна веза са бетонским темељом помоћу анкера -верзија ES
2. Торањ кран из секција
3. Окретна платформа
4. Радна равна крута стрела
5. Равна крута задња(контра) стрела
6. Лифт за уградњу секција "клетер"
7. Радна колица са кукама за терет
8. Погон за дизање са добошем за радно уже
9. Контра тегови стреле
10. Кабина руковаоца крана

Табела носивости куке у (t) торањског крана COMANSA 21LC290 од 18 t

R(m)	четвороструко				двоструко радно уже										74 (m)
	14,3	15	20	25,8	25,9	30	34	40	44	50	54	60	64	70	
74	18000	17005	12165	9000	9000	7660	6660	5545	4980	4300	3930	3475	3220	2890	2700

Сл.6 Торањски кран са фиксним торњем и са равном радном стрелом



Сл.7 Торањски кран са фиксним торњем



Сл.8 Торањски кран са косом стрелом

3. По начину постављања торња крана и могућности рада:

3.1. стационарни торањски кранови (самостојећи и могућности премештања (сл.1,2,3,4,5,6 и 7). Сви ови типови наведених кранов са фотографија могу бити стационарни (монтирани са анкерима на бетонске фундаменте- тип 1.2) на металним основама са централним теговима на основи –тип 1.2 и 1.1 као и самоподизајући кранови –тип 3.2) то значи да се могу и премештати по градњи мада су за то најефикаснији самоподизајући кранови.

3.2. Самоподизајући торањски кранови (сл.7,8 ,9 и 12) У светском означавању се сви торањски кранови са торњем ,централним теговима ,погоном, и добошем за радно уже налазе на окретној платформи ,доле, која се заједно са торњем и стрелом окрећу око своје осе зову самоподизућима. То уводи велику забуну јер се овим именом називају торањски кранови који се налазе у пресавијеном стању и тако довозе на градилишта а обично су висина до 36 м ,дужина рука до 45 м и носивости до 8 тона (сл.10 и 11).То су мањи кранови такозвани брзомонтирајући и користе за изградњу зграда и објеката до шест спратова.Сами са својим погоном се из хоризонталнога транспортнога положаја расклапају са шарнирним везама и исправљају торањ у вертикалу , аутоматски са исправљањем радне стреле на врху у хоризонталу.Данас имају веома велику примену у мањим градњама са висинама објеката до 30 м.

Многи од ових типова могу и да промене и угао нагиба руке и исти фиксирају са тим нагибом али зато радна колица се морају фиксирати за радну стрелу на зато одређеним местима са радном куком.

Самоподизући, брзомонтирајући мањи кранови обично немају кабину за руковоаца на торњу крана већ се командовање краном врши преко командних пултова са каблом или електронским безкабловним системом.

4. Према врсти доње основе са платформом

Такви типови кранова раде са својим максималним радним висинама које су без везивања за објекат.

4.1. Торањски кранови на шинском колосеку (сл.11).

4.1.1. Са крутом радном платформом и фиксним торњем - На специјалном подвозу са челичним шинским –малим точковима монтирана је крута радна платформа са централним теговима и торањским краном типа 1.2 .Крећу се по унапред постављеном шинском колосеку обавезно уземљеном ,на бетонским гредама- носачима ,са одређеном ширином према типу крана монтираном на платформи.

4.1.2. Са окретном радном окретном платформом и торњем – На специјалном подвозу са челичним шинским –малим точковима монтирана је окретна радна платформа са централним теговима и торањским краном типа 1.1 .Крећу се по унапред постављеном шинском колосеку са одређеном ширином према типу крана монтираном на платформи.

4.2 Торањски кранови на гусеницама (сл.12),Могу да се и назову специјални кранови јер су нове верзије опремљене са жироскопима и електроником која дозвољава нагиб гусеница до 10 % у X , Y, Z правцу а да при томе торањ крана остаје у вертикали.На специјалној основи са погоном на металне гусенице постављена је окретна радна платформа са централним теговима и торањским краном типа 1.1 Могу да раде на било каквим добро сабијеним подлогама чак шта више има их и са својим дизел агрегатима монтираним на њима за напајање.

4.3. Торањски кранови на специјалним камионима (сл.7) Веома се ретко користе и ретко се и производе, користе се за мања градилишта ,мањих висина и носивости.На специјалној шасији камиона постављен је мањи

торањски кран са окретном платформом и торњем са самоподизањем торња са стрелом типа 1.1

4.4. на гуменим точковима (сл.10)

То су обично кранови на специјалним шасијама са погонима и сва четири широка гума на точка и окретном радном платформом са погоном за возњу и рад, кабином за руковање и транспорт и управљајућим по нагибу торњем високим до 25м и стрелама дужина до 20м и носивошћу до 100 тона (К 1001). У току рада ослањају се на уграђени допунски систем ослањања на четири места преко носача на подлогу (принцип аутодизалице). Са променом нагиба торња мења и радијус опслуживања краном. Не постоје радна колица и кука се налази на крају радне стреле. Могу да раде од напајања електро енергијом или преко дизел мотора уграђеног на њему и генератора са сопственим напајањима. Велику примену у Русији имају у такозваним нултим циклусима, односно грађевинским радовима до коте „0“ и мањим објектима који су близу један другоме. Доста су због непостојања радних колица спорији у раду од других наведених типова кранова. Транспортна брзина таквих кранова је 18 km/h. У последње време их све више у томе послу замењују аутодизалице са допунским радним стрелом на себи.

5. Према конструкцији торња крана:

5.1. Торањ крана је из решеткастих секција дужина од 1,5 до 6 м са квадратним пресеком од 0.8 x 0.8 м па све 4x4 м - кранови типа 1 и 2

5.2. Торањ крана из круте решеткасте конструкције - кранови типа 4.4

5.3. Торањ крана по пресеку: округли, квадратни, правоугаони или троугласти из кутијастих челичних профила или решеткасте конструкције таквих пресека – самоподизајући кранови типа 3.2



Сл.9 Торањски кран на платформи са точковима



Сл.10 Самоподизајући кран



Сл.11 Самоподизајући торањски кран



Сл.12 Кран на гуменим точковима



Сл.13 Торањски кран на шинском колосеку



Сл.14 Торањски кран на гусеницама

Са наведеном поделом долази се донеког типизирања кранова ,мада је веома тешко направити идеалну типизацију јер појам неких кранова је близак аутодизалицама које све више поред главне хидрауличне телескопске руке добијају и решеткасте стреле које се под одређеним угловима фиксно монтирају на главну телескопску руку и изгледа као кран.

3. ГЛАВНЕ ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТОРАЊСКИХ КРАНОВА

Примена и употреба торањских кранова у изградњи различитих објеката могућа је само уз правилан избор типа торањског крана за ту врсту рада и са оним карактеристикама које би оптимално одговарале природи обављаног посла. Перформансе било којих типова торањских кранова можемо добити из главних техничких карактеристика тих типова:

- **висина подизања куке** - одређује максималну могућу висину зграде или објекта којисе буде градио ,
- **дужина радне стреле** - даје радну површину испод радне стреле крана приликом изградње
- **максимална висина дизања** – треба је разматрати са два аспекта:
 - Максимална висина дизања крана самостојећег без везивања за зграду или објекат на којем буде радила
 - Максимална висина рада са везивањем за објекат на којем буде радила
- **максимална носивост** – дефинисана је произвођачем кранова на одређеној дужини радне стреле или одређеним нагибом радне стреле.
- **Носивост на крају радне стреле**
- **Начин постављања торањског крана на тло** – начин остваривања веза са фундаментом или поставке

торањског крана на платформе са и без погона(види поделе кранова)

- **отпорност на силу ветра** – параметар који је веома релевантно на местима где нису неубичајени ветрови велике јачине.

Пошто је ова материја веома обимна јер као што сте видели из првога дела овога рада, да постоји огромна разноликост типова торањских кранова ограничићемо се само на оне који се данас највише користе у изградњама ато су:

- торањски кранови са фиксним торњем и равном или косом руком
- самоподижући –брзомонтажни торањски кранови типа типа 3.2 , који се увелико користе за изградњу мањих зграда и објеката.

Торањски кранови са фиксним торњем и равном или косом руком

На скицама и фотографијама приказаних у првом делу рада приказано је из чега се они састоје и како изгледају односно у чему се разликују.

Први који је дошао до идеје је Julius Wolf ,реализовао у пракси, и приказао на сајму у Лајпцигу 1913 году механизам од кога су настали торањски кранови.Данас је тај завод **Wolf** један од водећих у свету производњи веома снажних торањских кранова са фиксним торњем и равном или косом руком.

Прву радну стрелу са потпуно равном руком без врха «А» и затега направио је завод за производњу таквих кранова **Linden Comansa** 1970 године.



Сл.15 Торањски кран са равном стрелом COMANSA 21 LC660 на изградњи моста

Фирма COMANSA је урадила и највишљи кран на свету са равном стрелом серије 21 LC660 са дужином руке од 86,2 m односно радном дужином од 84 m и носивошћу од 50 t

Кранови су монтирани са шест веза за пилоне моста на -sebu-CordovaExpressway in line PHILIPPINES (слика15).

На слици 16 приказан је цртеж тога крана са разним по дужинама стрела

(стрела односно радна рука је из секција помоћу којих се може избацањем или уметањем добити разне дужине уз услов да се и тегови на контра руци мењају – усагласе са дужином руке према табели произвођача).Истовремено дате су табеле носивости у зависности од дужине рука као и табела носивости за руку дугачку 84 m.

Торањски кран са фиксним торњем и равном стрелом дужине 84 m
са остваривањем веома великих висина до 450 m са везивањем торња за објект

2100 Series COMANSA 21LC660 50,0 t

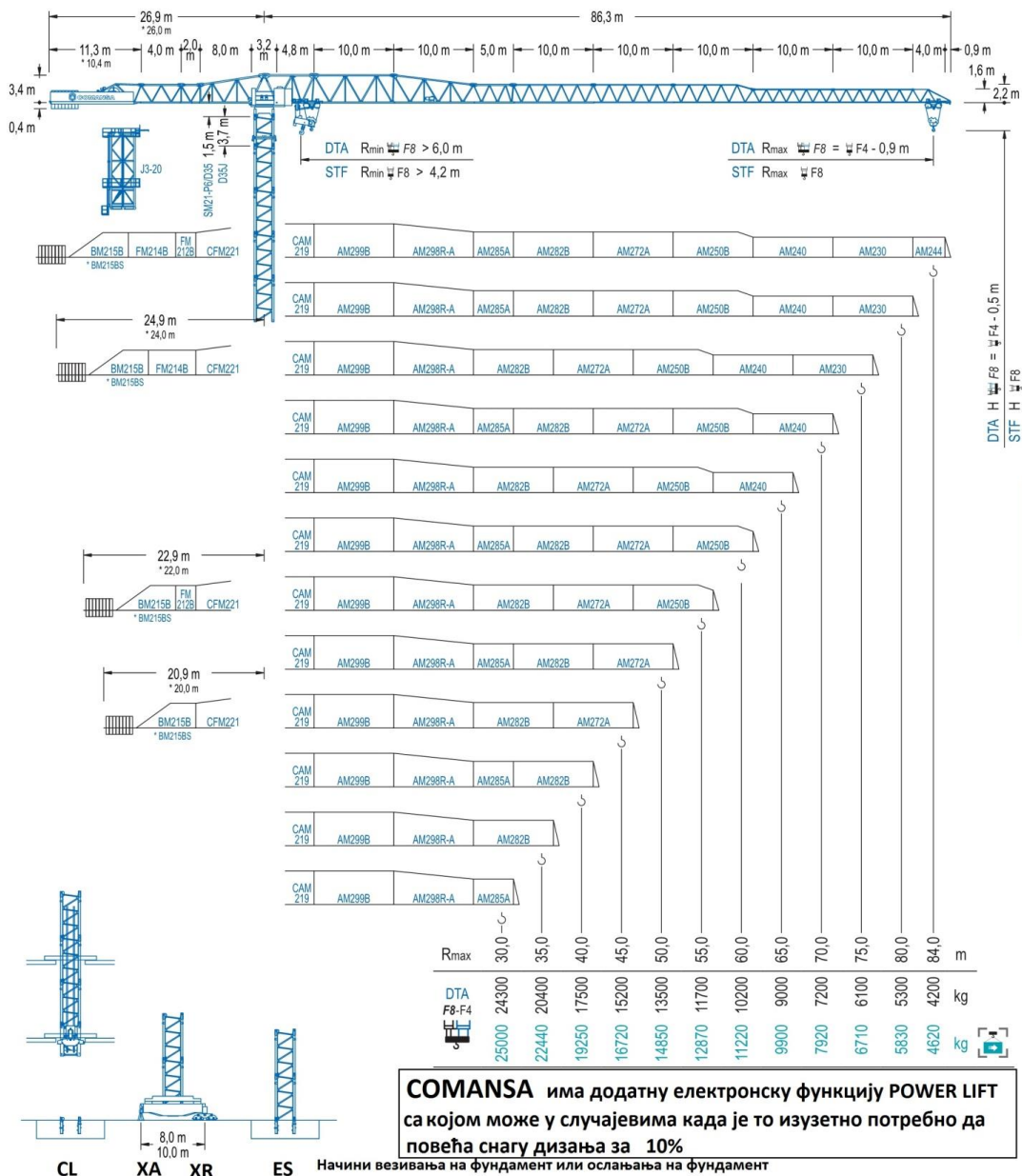


DIAGRAMA DE CARGAS Табела носивости торањског крана са равном руком дужине 84 m

Load chart / Diagramme de charges / Lastdiagramm / Diagramma di carico / Диаграмма распределения нагрузки

R	50,0 t		25,0 t		F8		F4													
	↔	↔	↔	↔	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0	80,0	84,0
84	10,3	17,9	19,6	50000	31100	24420	18860	15260	12730	10860	9430	8290	7360	6590	5940	5390	4910	4500	4200	
	10,9	19,0	20,9	50000	33650	25000	20340	16480	13770	11770	10220	9000	8010	7180	6490	5900	5380	4940	4620	

Сл.16 Техничке карактеристике торањског крана са равном стрелом COMANSA 21LC660

Највишљи и најачи самостојећи торањски кран K10000 са фиксним торњем и равном стрелом са затегама и секцијским рамом над врхом торња, у свету направила је фирма **Kroll cranes**. Веома импозантне су његове

карактеристике: Максимална носивост је 240 t, висина самостојећег торањског крана до куке је 90 m а дужина радне стреле од 79 до 100 m (сл.17) при дужини стреле од 82 m на крају руке он носи 120 t.



Сл.17 Торањски кран **Kroll K10000**
носивости 240 т

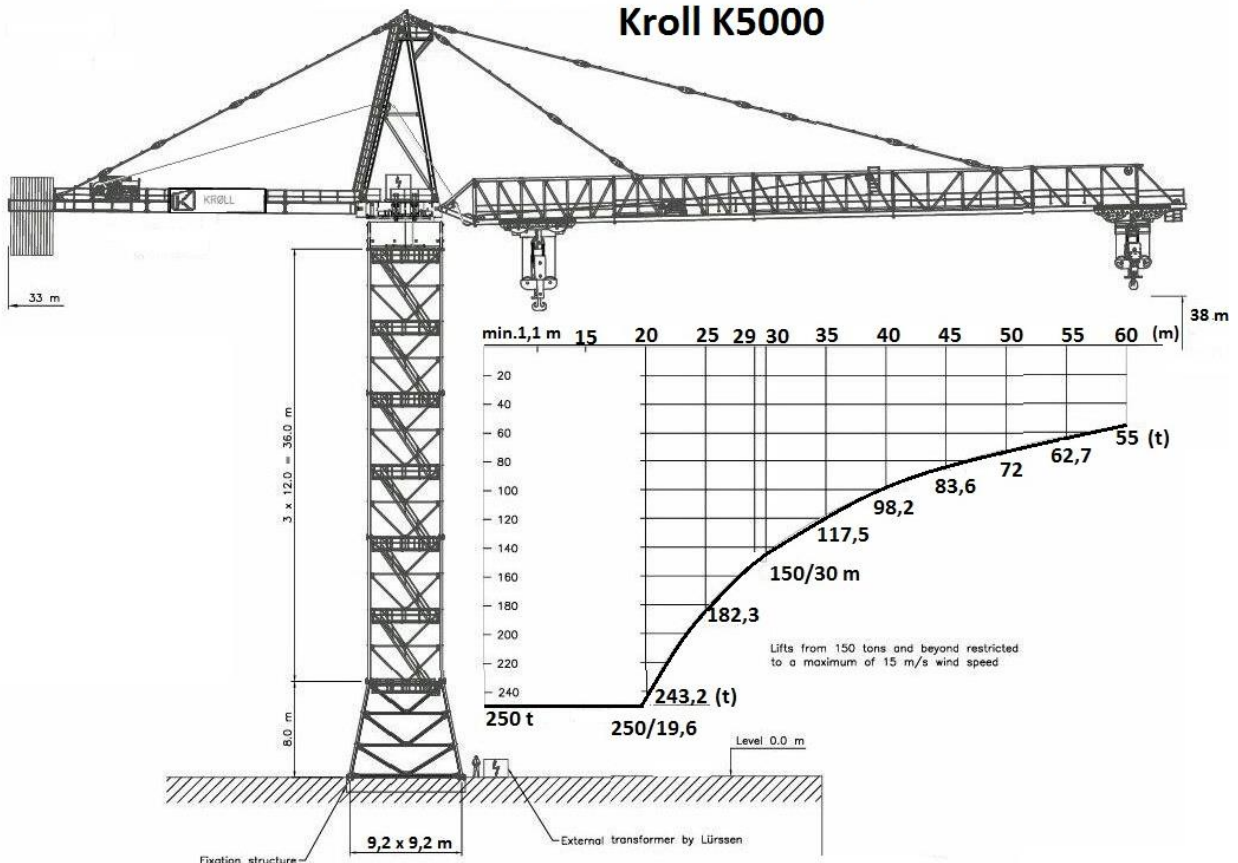
На сликама 17 и 18 приказане су фотографије и дијаграми носивости најачих торањских кранова са рвном руком и затегама (типа 1.2) марке **Kroll** и то **K10000** и **K5000**.

Еволуциони процеси у конструкцији торањских кранова одвијају се како са главним конструкцијама тако и са свим осталим компонентама, укључујући и кабину.

Постигле су се глатке-безтрзајне регулације брзина подизања ,окретања и кретања теретних колица „мачке“ ,коришћењем електромотора чији се број обраћаја мења путем промене фреквенце напајања преко фреквентних претварача.

Торањски кран са фиксним торњем и окретном платформом на врху торња са затегама преко "А" рама (тип 1.2)

Kroll K5000



Сл.18 Карактеристике торањскога крана са равном руком и затегама Kroll K5000

Усавршили су се системи заштите кранова од преоптерећења ,удара ветра ,преноса електроенергије са фиксног торња на обртну платформу на врху торња, правилнога намотавања ужета на добоше, преласка са једног пара радног

ужета на два пара укупчавањем двојне котураче и др.

Кабине за руковаоце кранова израђују се као посебне целине и обично се монтирају са десне стране у правцу гледања радне стреле на доњој висини те

стреле. Урађене су са клима уређајима и свим потребним елементима за дужи рад руковаоца. Командно место руковаоца је опремљено , джојстицима и електричним тастерима и прекидачима смештене уз наслоне за руке са једне и друге стране радне фотеље руковаоца крана. Испред руковаоца крана налази се дигитални екран преко кога је руковаоца крана је у свакој секунди обавештен о свим неопходним информацијама за правилан рад крана и терету који подиже..Но за правилан рад крана и навођење кретања терета , руковаоца је обавезно опремљен са једном или две радиостанице већег домета од којих је једна повезана са сигналистима на земљи и сигналистима на пратовима зграде а друга са руковаоцем суседних кранова у његовом домету.

Но постоје и кранови у којима је кабина смештена односно интегрисана у структури торња крана и она је доста ужа ,некоформија и у њу се често улази одоздо кроз отвор на поду.

4. ЗАКЉУЧАК

Веома је тешко било одредити правилну поделу по типовима торањских кранова због тога што са допунским постављањем на специјалне рамне и погонске шасије прелазе у другу групу покретних кранова а произвођач је и предвидео и такав начин рада. Гледајући торањске кранове на мобилним шасијама са широким гуменим точковима тип 4.3 (слика 10) данас постоје и аутодизалице које такође на своју телескопску руку могу да имају допунски фиксно монтиране решеткасте стреле дужина и до 72 м под одређеним углом и ја зато аутор овога рада у дилеми да ли и шта уопште од таквих машина спада у торањске кранове. Исто се односи и на торањске кранове на гусеницама. Као примеер наводимо да је фирма **Liebherr** направила гусеничну дизалицу или кран

са три велике решеткасте стреле носивости 1250 t.

Данас у свету је постоји много познатих и великих произвођача кранова са читавом гамом производа. Они су модернизовани савременом електроником , новим технологијама рада, новим материјалима за израду, имају безброј нових иновација за бољи и безбеднији рад, бржу и ефикаснију монтажу и демонтажу истих и др.

Неки од највећих произвођача торањских кранова који се веома често користе при градњи веома великих сложених бетонских или бетонско-челичних конструкција великих висина (зграда ,мостова ,брана...) су: **Potain , Liebbeer , Linden Comansa , WOLF KRAN , Kroolcranes, Terex , SAEZ , RAIMOND** .Ту су и многе кинеске фирме са својим све успешнијим типовима кранова: **XCMG и Zoomlion** и други.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Проспекти кранова LINDEN COMANSA ,Kroll , Wolf, Potain ,Liebherr
- [2] Упутства за монтажу и демонтажу кранова LINDEN COMANSA свим техничким карактеристикама и пресецима и шемама.
- [3] Фотографије са градилишта аутора рада
- [4] Фотографије произвођача кранова
- [5] Грујица Љубисављевић, „НЕОБИЧНО РЕШЕЊЕ ДЕМОНТАЖЕ ВИСОКОГ ТОРАЊСКОГ КРАНА У ИЗГРАДЊИ ВЕЛИКИХ ЗГРАДА“, Часопис ДИТ,бр. 36, Друштво инжењера, Зрењанин, 2021.год.

Адреса аутора: Грујица Љубисављевић , дипл. маш. инж., Академик Међународне академије друштвених наука, Москва, Русија, Синђелићева 27/26, Крушевац.

е-маил: grujica48@gmail.com

Рад примљен: јануар 2023.

Рад прихваћен: март 2023.



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXIX, Број 39, март 2023. год.
Year XXIX, Issue 39, March 2023. year

МЕНАѢМЕНТ И ЕКОНОМИЈА

Одговорни уредник:

Проф. др Дејан Молнар
Економски факултет
Београд

Редакцијски одбор:

Проф. др Соња Јосиповић
Технолошко-металуршки факултет
Универзитет у Београду

Др Косовка Огњеновић,
научни сарадник
Институт економских наука,
Београд

Проф. др Мила Кавалић
Технички факултет “Михајло Пупин“
Зрењанин

Редакција:

Друштво инжењера Зрењанин
ул. Македонска 11,
23000 Зрењанин
E-mail: milorad.rancic@diz.org.rs
www.diz.org.rs

УЛОГА ИНОВАЦИЈА И ИКТ У РАЗВОЈУ КОНКУРЕНТНОСТИ И ПРЕВАЗИЛАЖЕЊУ ЕКОНОМСКИХ КРИЗА

THE ROLE OF INNOVATION AND ICT IN DEVELOPING COMPETITIVENESS AND OVERCOMING ECONOMIC CRISES

БИЉАНА МАЉУГИЋ¹
МАРИЈА МАТОТЕК АНЂЕЛИЋ²

¹Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин”, Зрењанин

²Висока техничка школа струковних студија у Зрењанину

РЕЗИМЕ

У глобалном окружењу, услед неочекиваних друштвених и економских прилика, могу се појавити изненадне и непредвиђене нестабилности пословних и организационих система. Промене на глобалном тржишту дешавају се услед ризичних ситуација у окружењу, али и услед растуће појаве пласирања напреднијих високотехнолошких иновација. Стање хиперконкуренције у глобалној економији било је питање времена. Распрострањеност и употреба Информационо комуникационих технологија - ИКТ као и неопходност употребе интернета у XXI веку пружа неограничене могућности за иновативне активности и функционисање предузећа у кризним временима.

Кључне речи: конкурентност, иновације, ИКТ, економске кризе.

ABSTRACT

In the global environment, due to unexpected social and economic circumstances, sudden and unforeseen instabilities of business and organizational systems may appear. Changes in the global market occur due to risky situations in the environment, but also due to the growing phenomenon of marketing more advanced high-tech innovations. The state of hyper-competition in the global economy was only a matter of time. The spread and use of information and communication technologies - ICT, as well as the necessity of using the Internet in the 21st century, provides unlimited opportunities for innovative activities and the functioning of companies in times of crisis.

Key words: competitiveness, innovation, ICT, economic crisis.

1. УВОД

Развој и унапређење технологија условило је појаву све веће

конкурентности на глобалном тржишту. Поред водећих напредних привреда и економски слабије земље приближиле су се глобалном току развоја.

Конкурентност водећих економија САД, Јапан и Немачка, иновативним деловањем достигле су новоиндустријализоване земље и земље БРИКС-а (енгл. *Brazil, Russia, India, China, South Africa - BRICS*). Резултати напретка примећују се посебно на примеру привреда Кине и Индије. Acharol и Kotler дају објашњење да су ове земље ширењем базе потрошње ушле у трку са развијеним земљама света [1], [2].

У глобалној економији услед брзог настанка најновијих технологија као и понуда долази до конкурентских престижа који се не могу зауставити. Овакво стање Kotler [3] назива као појаву хиперконкурентности и објашњава да је хиперконкурентност резултат интензивних и брзих конкурентских померања. Неопходност брзог реаговања и изграђивања брзе конкурентске предности доводи до стања хиперконкурентности у опису глобалног тржишта [3], [према Маљугић и Табороши, 2].

Са организационог и економског аспекта конкурентност се остварује управљањем квалитетом. Данас предузећа послују према међународном тржишту тако да постављају приоритете квалитета производа у правцу задовољења захтева купаца, смањењу трошкова и уштеди на времену. За унапређење управљања квалитетом полази се од потребе човека за што квалитетнијим производом или услугом које се постиже квалитетним управљањем и применом међународних стандарда квалитета [4].

Конкурентност глобалних размера остварује се брзим генерисањем иновација. Ђорђевић и др. [5] износе да је пласирање иновација карактеристично за велике економске силе попут земаља Немачке, САД-а и Швајцарске. Док способност земље за иновацијама првенствено одређују фактори квалитета образовања и примене ИКТ [према Маљугић и Табороши, 2]. Осим тога, у

непредвидивим ситуацијама у окружењу, као и на турбулентном тржишту, неопходна је иновативност у управљању и прихватање смерница међународних стандарда [4].

Циљ рада је да се на основу теоретских разматрања и практичне примене сагледа улога иновација и ИКТ у развоју конкурентности и савладавању економских криза.

2. ЗНАЊЕ И ИНОВАЦИЈЕ У СТВАРАЊУ КОНКУРЕНТНОСТИ

Промене у менаџменту требало би прилагођавати променама у окружењу. На тај начин би се постигли значајни пословни резултати. Hamel [6, стр. 40] износи да иновација менаџмента доноси конкурентску предност када се задовољи један до три наредна услова: иновација се заснива на новом принципу менаџмента, иновација је системска и иновација је део текућег програма брзих открића. Иновација менаџмента може допринети већој конкурентности предузећа. Такође, може се постићи и конкурентска предност уколико је иновација нов начин управљања који обухвата цео систем управљања, и уколико је настала као нова творевина услед истаживања у организацији.

Неприхватање правовремених промена, без креирања флексибилних стратегија на краће периоде, без нових знања и креативности, као и неусвајања нових идеја и тимског рада нарушава се просперитет. Односно, нема стварања потребних ресурса за нове иницијативе у организацији.

Свака иновација или иновативна активност показује да у предузећу у којем је настала постоји знање. Постоји искуство које се преноси и жеља за едукативним напретком, да се примене последња технолошка достигнућа у циљу стварања свеобухватног унапређења.

Тајна успеха новоиндустријализованих земаља крије се у стицању знања. На пример, у

Сингапуру, менаџери предузећа одлазили су у иностранство на усавршавање и прикупљање додатних научних знања из области високих технологија [7].

У стручној литератури најчешће се појављују радови који стижу из Индије. Што показује да се у Индији посебна пажња посвећује научно - истраживачком раду. Карактеристично за Индију су нова достигнућа у области алтернативних извора енергије [8]. Један од највећих познатих рачунарских центара Индије налази се у граду Bangalore [9].

Кина је данас једна од водећих економија света. Успеху Кине допринео је и пораст образовања. Предвиђа се у банци Standard Chartered Bank да ће око 27 одсто кинеске радне снаге до 2030. године стећи универзитетско образовање [према Harison и Palumbo, 10].

Електронски Издавач глобалног нивоа Visual Capitalist износи процену да данашњи просек пословања компаније износи око 18 година, што је много мање у односу на претходне године. Разлоге проналазе у брзом напредку у којем су иновације приоритет за опстанак на тржишту. Visual Capitalist, између осталих, истиче и компанију Huawei. Кинеска технолошка компанија Huawei напредовала је 42 места на листи рангирања америчке глобалне консултантске фирме за менаџмент Boston Consulting Group најиновативнијих компанија за 2020. годину и достигла шесто место. Значајна позиција Huawei резултат је инвестирања у 2019. години. Компанија Huawei уложила је 19 милијарди долара у истраживање и развој. Инвестиција се исплатила, што потврђује продаја Huawei мобилних телефона која је била већа у односу на продају произвођача Apple у 2019. години [према М.А., 11].

Компаније које су улагале у иновације имале су много већу продају. Најуспешније компаније у иновацијама показују да је иновација опредељење за дуг просперитет, коју поткрепљује креативност и брзо проналажење нових

привилегованих решења у високој технологији. Visual Capitalist издваја најиновативније компаније: Apple, Alphabet, Amazon, Microsoft, Samsung, IBM, Hewlett-Packard и Toyota [према М.А., 11].

3. ЕКОНОМСКЕ КРИЗЕ И ПРОМЕНЕ НА ГЛОБАЛНОМ ТРЖИШТУ

Економску несигурност и све учесталије промене на глобалном тржишту аутори Kotler и Caslione описују терминима турбуленције и хаотика. Kotler даје објашњење да су ризик и несигурност проузроковани турбуленцијом и хаосом постали „нормално стање за индустрије, тржишта и компаније“. Даље, Kotler објашњава да су турбуленције „нова нормалност“ коју карактеришу повремена и наизменична благостања и силазна стања која могу довести до рецесије или депресије [према Мартиновић, 12, пар. 8], [према Митровићу, 13, пар. 4]. Да турбуленције имају два учинка по компаније, рањивост и прилику. С тим да рањивост треба предупредити, а прилику искористити [12, пар. 8].

У лошим временима, поједини руководиоци, да би избегли непријатности од ризика склони су грешкама. На пример у смањењу трошкова на погрешним местима као што су откази талентованим запосленима, смањивање улагања у развој технологија и производа, развој маркетинга, смањивање трошкова по свим одељењима. Такво пословање иде у прилог јачим компанијама, па долази до преузимања тржишта или ослабљеног конкурента под повољним условима [12]. Не препоручује се руковођење у времену криза према традиционалним стратегијама и смањењу трошкова јер то има краткорочне ефекте побољшања, а може довести и до већих последица по предузеће и запослене. Најбољи начин да

се што лакше преброди криза је њено правовремено откривање и креирање пословних стратегија на краће временске периоде у циљу дугорочног опстанка [12]. Нов начин управљања, систем Хаотика, рањивост доводи до минимума, а могућности користи на најбољи начин. Хаотика управљање доводи до конкурентске предности. То је нови приступ у управљању и маркетингу током рецесије у условима турбулентног времена када је потребно препознати промене да не би дошло до наглих изненађења, на пример услед неочекиваних иновација на тржишту [12].

Да би се смањило ризик у времену кризе неопходно је да се прате промене, и на тржишту, као и стање, понашање конкуренције. Креирати стратегије и за најгоре могуће ситуације. Хаотика систем управљања и маркетиншког планирања један је од начина да се предузме опорави током кризе као и да креира проактиван наступ на тржишту који ће омогућити у турбулентним временима да успешно искористити шансе за развој и напредак [13]. Првенствено је битно задовољити потребе и задржати циљну групу потрошача, најбоље купце, а пословно планирање обављати у што краћим циклусима.

4. ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЈА

Стање пандемијског опоравка према Klaus Schwab и Saadia Zahidi [14] може се анализирати на основу Извештаја Светског економског форума World Economic Forum - WEF, у 2020. - тој години. Извештај Светског економског форума о глобалној конкурентности у Специјалном издању 2020: *“Како земље наступају на путу опоравка”* [14], првенствено указује на поступке прилагођавања дигиталном пословању. Постављању дигиталне инфраструктуре у земљама које нису обезбедиле ове ресурсе као и образовање кадрова, и одређивања правног оквира дигиталних

активности. Компаније треба да се подстакну да послују према дигиталним пословним моделима, и да инвестирају у развој ИКТ-а и дигиталних вештина. Klaus Schwab и Saadia Zahidi [14, стр. 18] износе непосредне импликације за оживљавање економије, померање технолошке границе напред брже него што је то био случај до тада. Потрошња приватног сектора на технологији се према речима стручњака само тренутно повлачи у 2020. Очекује се снажан скок у 2021. Такође се очекује, да у наредне три године, компаније скоро удвоструче своје инвестиције посвећене дигиталној трансформацији. Економије које су унапредиле и надоградиле своју ИКТ инфраструктуру, односно прошириле усвајање дигиталних технологија имају бољу опремљеност за фазу опоравка. Дуге државе које заостају требало би да издвоје делове стимулативних пакета и акција смерница за овај домен [14, стр. 18].

Дигитална трансформација треба да се деси подједнако са људским капиталом и законским оквиром кретања. Технолошки напредак и продуктивност економије треба да искористе могућности нових технологија. Законски кодекси морају обухватити дигитални свет тако да обезбеде одређена и једноставна правила за дигиталне пословне моделе ако што су e-commerce, sharing economy, fintech. Из Извештаја је издвојен, према резултатима истраживања, табеларни приказ првих десет земаља на основу четири категорије [14, стр. 18]: Усвајање ИКТ-а, Флексибилни радни аранжмани, Дигиталне вештине и Дигитални правни оквир. У Табели 1 примећује се да је мало земаља напредовало на свим аспектима па чак и земље у којима су ИКТ широко распрострањене. Предвиђа се прилагођавање пословних и организационих модела у складу с тим у следећој фази економског опоравка [14, стр. 18].

Tabela 1. Првих десет земаља по усвајању ИКТ-а, флексибилним радним аранжманима, дигиталним вештинама и дигиталним правним оквиром

	Усвајање ИКТ-а	Флексибилни радни аранжм.	Дигиталне вештине	Дигитални правни оквир
1.	Korea, Rep. 93.7	Netherlands 82.7	Finland 84.3	United States 78.0
2.	United Arab Emirates 92.3	New Zealand 77.7	Sweden 79.5	Luxembourg 77.4
3.	Hong Kong SAR 90.2	Switzerland 75.8	Estonia 77.9	Singapore 76.5
4.	Sweden 89.7	Estonia 75.0	Iceland 77.6	United Arab Emirates 72.5
5.	Japan 88.3	United States 74.2	Netherlands 77.3	Malaysia 70.0
6.	Singapore 88.1	Luxembourg 73.6	Singapore 77.3	Estonia 69.3
7.	Iceland 87.8	China 73.6	Israel 76.5	Sweden 67.9
8.	Norway 84.7	Australia 72.9	Denmark 74.7	Finland 67.7
9.	Qatar 83.9	Finland 72.5	Saudi Arabia 74.1	Germany 67.3
10.	Lithuania 83.8	Denmark 72.4	Korea, Rep. 73.0	Netherlands 65.5

Извор: World Economic Forum, Executive Opinion Survey 2019-2020 and International Telecommunication Union (ITU), WTDS 2020 database [према Klaus Schwab и Saadia Zahidi, 14, стр. 18].

„**Напомена:** Сви резултати су изражени на скали од 0-100. Усвајање ИКТ-а је просек следећих индикатора добијених од ИТУ-а: „Корисници интернета % одрасле популације“; „претплате мобилне телефоније на 100 корисника“; однос „Претплате на Fibre Интернет на 100 п.“ на „Фиксни широкопојасни Интернет

претплатници на 100 поп.“; однос „претплате мобилног широкопојасног приступа на 100“ према „претплатама за мобилне телефоне на 100 корисника“. Флексибилни аранжмани рада: Одговор на питање анкете „У вашој земљи, у којој мери компаније нуде флексибилне радне аранжмане (нпр. виртуелни тимови, рад на даљину, скраћено радно време)? 1=Не уопште; 7=у великој мери. Дигиталне вештине се односе на одговор на питање анкете „У вашој земљи, у којој мери активно становништво поседује довољно дигиталних вештина (нпр. компјутерске вештине, основно кодирање, дигитално читање)? 1=Никако; 7=У великој мери. Дигитални правни оквир односи се на одговор на анкетно питање „Колико се брзо правни оквир ваше земље прилагођава дигиталним пословним моделима (нпр. e-commerce, sharing economy, fintech, итд.) у вашој земљи?“ [1 = уопште није брзо; 7 = веома брзо].“ [према Klaus Schwab и Saadia Zahidi, 14, стр. 18].

Из Табеле 1 може се приметити да је Сингапур био спреман да се брзо прилагоди организационим и пословним променама у складу с кризом која је условила повећано обављање пословних активности путем дигиталних технологија. С обзиром на то да поседује ИКТ, дигиталне вештине и правни оквир за дигитално пословање. Једино што се, према резултатима истраживања, Сингапур није нашао на листи земаља с аспекта флексибилног радног ангажмана. Финска је задовољила сва три важна аспекта дигиталног пословања. Осим што поседују и константно користе ИКТ, имају веома развијене дигиталне вештине (на првом су месту) и дигитални правни оквир као и флексибилност у раду. Холандија такође, прва је на листи Флексибилних радних аранжмана, поседују дигиталне вештине и правни оквир.

Нордијска привреда је услед добро развијене дигиталне инфраструктуре лакше пребродила економске последице

пандемије од већине земаља у Европи [према М.А., 15]. Што се може приметити и у претходној табели.

У истраживању Европске комисије [према М.А., 15], на основу конективности, људског капитала, коришћења интернета и распрострањености е-трговине, Данска, Шведска, Финска и Холандија имале су најнапредније дигиталне привреде у Европској Унији 2018. године. У нордијским земљама рад од куће био је одавно заступљен, па су седишта компанија Ericsson и Nokia била на европском врху по раду од куће и пре пандемије. Према подацима Европске фондације за побољшање услова живота и рада Eurofound у Шведској која је 2019. године била прва у раду од куће радило је нешто мање од трећине радника, док је просек за ЕУ био око 10 одсто. Праксе флексибилног рада дале су подстицај раду од куће, па је тако у време пандемије око 60 одсто Финаца могло да ради од куће, скоро два пута више од запослених у Шпанији. Према подацима Eurofound-а, Шведска и Данска су изнад европског просека у износу мањем од 40 одсто. Примећено је високо учешће радних места која су у основи заснована на информационом технологијама и на којима је могуће радити од куће. Предузећа и појединци брзо су реаговали да би допринели порасту дигитализације. У појединим земљама ЕУ скраћењем радног времена радници су остваривали приходе толико да се није угрозила потрошња домаћинства [према М.А., 15].

Поставља се питање дигиталног пословања домаћих предузећа у Републици Србији, колико су домаћа предузећа била способна да одговоре на пословне поремећаје услед Ковид пандемије. Сва мала и средња предузећа која нису дигитализована тешко су поднела губитке. На жалост, веома је мали број домаћих предузећа која поседују ресурсе и дигиталне вештине да

би се уклопила у нов начин пословања, рад на даљину, односно раду од куће.

Дигитализација јавног сектора изашла је у сусрет грађанима у прибављању потребних докумената путем еУправе. Савладавање кризе са што мање последица према популацији која се школује и образује, платформе за е-наставу, односно е-учионице потпомогле су сектору просвете.

Број незапослених који се услед кризе веома повећао, упућује на то да подршка државе у дигитализацији, повезивању и едукацији приватног сектора буде тема за разматрање и деловање. Осим тога, знање мора бити у фокусу домаћих привредника. Промене у начину управљања поред знања захтевају иновативност у управљању и улагања у системе квалитета. Технолошки развој потражује иновације производа и иновативност у управљању да би домаћа предузећа била продуктивнија као и диференцијацију производа и маркетинг вештине за бољи наступ на тржишту. Услови кризе намећу потребу за новим производима где флексибилност предузећа мора доћи до изражаја да би се колико је могуће производња преусмерила према потребама и новим захтевима тржишта, што укључује и измену структуре производње, реорганизацију пословања, као и покретање и оснаживање неких индустрија које су до сада слабије пословале, на пример текстилна и хемијска индустрија, у којима је остварено повећање обима производње заштитне одеће, дезинфекционих средстава и ХТЗ опреме. Мобилна телефонија и ИКТ су највише, ако не и максимално допринеле да се последице Корона кризе у социјалном окружењу и у пословању ублаже.

5. ПРЕВАЗИЛАЖЕЊЕ КРИЗЕ И ПОСТ КРИЗНИ ПЕРИОД

Посматрано с других аспеката, иако су многе земље разлоге настанка COVID-

19 пандемије упућивале Кини, Кина је према Ђукићу масовну производњу као и донације медицинских материјала употпунила „брзим развојем технологије за масовну вакцинацију“ [16, стр. 25]. Поред америчке, британске и руске вакцине, у свету је доминантна примена кинеске вакцине, у Индији и већи арапских земаља, у Србији и земљама у окружењу [16].

Успостављањем строгог система управљања с једне стране и глобализације с друге, у слободној трговини на светском тржишту и поред технолошких револуција Кина је успела да оствари свој економско-технолошки развој. Осим што се супротставила многим негативним ефектима пандемије на економију, Кина већ одавно ради према плану тако да је с успехом новог светског рекорда смањила сиромаштво у земљи. Обавезе према Агенди Уједињених Нација о одрживом развоју до 2030. године Кина је остварила 10 година раније [16, стр. 25].

Превазилажење свих досадашњих економских криза, временски посматрано, показало се ефективно путем кооперативних предузећа, односно путем удруживања стејхолдера у стварању задруга. С обзиром на то да су ова предузећа у исто време асоцијације и предузетнички пословно оријентисана, кооперативе су успеле да превазиђу економске кризе, а било је и случаја напредка [17]. Искуства досадашњих кооператива показала су еластичност према финансијској и економској кризи, која се препознаје управо у суштини кооперативних предузећа - рационалности, где су људи приоритет у односу на финансијску добит, и то представља различитост у односу на друге економске ентитете [17, стр. 11]. Из тих разлога предлаже се кооперативни модел привређивања и у условима кризе изазване пандемијом COVID-19.

Аутори Закић [17, стр. 13] истичу да кооперативе након глобалне кризе имају водећу улогу у „„самоорганизованим“ и „самоуправљаним“ предузећима“ која

системски учествују у управљању природним ресурсима и остварују основне заједничке људске потребе: храну, запошљавање, становање, штедњу, кредит, снабдевање водом и електричном енергијом, управљање отпадом, здравље, социјалне услуге и локални развој. Путем различитих облика кооператива, претходно наведене основне потребе, могу се обезбедити у датом тренутку и дугорочно.

Ђукић [16] износи да постоје прилике у постковид периоду које би требало искористити. Аутор издваја ревитализацију постојећих капацитета система јавног здравља и изградњу нових за случај других пандемија, уштеде у производњи и услугама кроз смањење трошкова енергије, рада и материјала, као и рад на даљину. На тај начин би се омогућила боља технолошка оспособљеност, информатичка опремљеност и организација комуникације током рада. У исто време постигло би се ефикасније коришћење енергије и унапређење енергетске ефикасности у јавним службама. Са акцентом на пораст и брже увођење обновљивих извора енергије у енергетици.

6. ЗАКЉУЧАК

Иновативна постигнућа и распрострањеност ИКТ-а, електронска трговина, електронско пословање и друштвени медији, допринели су унапређењу конкурентности пословних организација. Такође, у глобалном окружењу, иновације и примена напредних технологија евидентне су у развоју привреда појединих земаља. Рад на иновацијама производа и услуга, као и иновативно управљање, оснажују ове констатације. Дигиталне технологије омогућиле су брже и боље функционисање пословних система, што су показала и нова приступна решења веома значајна у ситуацији ублажавања Ковид кризе.

Сврха и допринос овог рада препознаје се у теоријским основама и примерима из пословне праксе, који дају подстрек експлоатацији дигиталних технологија, односно могућности настанка нових иновација у дифузији високих технологија. Као и неопходност даљег развоја економије и друштва у препознавању потенцијала ИКТ -а.

Предлог за даља истраживања је преглед стања пословања у времену посткризног периода. Анализе остварених резултата, услед примене нових пословних решења, током кризе могли би се упоредити с резултатима након опоравка од кризе. На тај начин допринело би се искуству за даљи развој и деловање у непредвидивим и изненадним ситуацијама.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Acharol R.S., Kotler P., Frontier of the marketing paradigm in the third millenium, Journal of academic marketing science, Vol. 40, No. 1, January 2012., pp. 35-52, www.springer.com
- [2] Maljugić B., Taboroši S., Analysis of opportunities for productivity improvement of domestic enterprises, XI International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2021 (IIZS 2021) October 07-08, 2021, University of Novi Sad, Technical Faculty "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, Serbia
- [3] Kotler P., Caslione J., Kaotika, Mate, Zagreb, 2009.
- [4] Maljugić, B.M., Đorđević, D.B., Čočkalo, D.Ž., Quality Management System and competitiveness in the modern business environment: A review of literature and business practice, Tehnika, Vol. 76, No. 5, pp. 680-689, 2021., DOI: 10.5937/tehnika2105680M
- [5] Đorđević, D., Čočkalo, D., Bogetić, S., Bešić, C., Analiza konkurentnosti domaće privrede u globalnom tržišnom okruženju, XVII Međunarodna konvencija o kvalitetu - JUSK ICQ, pp. 63-70, 2021.
- [6] Hamel Gari, Budućnost menadžmenta, Asee, Novi Sad, 2009.
- [7] Repecki Marko, Kako su uspjeli: Singapur, Lider, 03.03.2018., <https://www.index.hr/vijesti/clanak/kako-su-uspjeli-singapur/1028349.aspx> (poslednji put posećeno 21.09.2022.)
- [8] Vladislava, Nikolić Jovana, Indija se od države zavisne od uglja transformiše u lidera na polju čiste energije - Neverovatna Indija, 11. jula 2020., <https://www.indija.rs/video/indija-se-od-drzave-zavisne-od-uglja-transformise-u-lidera-na-polju-ciste-energije/> (poslednji put posećeno 21.09.2022.)
- [9] Ekonomija Indije. Tajne razvoja zemlje - ekonomija 2021, Agromassidayu.com, <https://hrv.agromassidayu.com/ekonomika-indii-tajni-razvitiya-strani-news-736530> (poslednji put posećeno 21.09.2022.)
- [10] Harison Virdžinija, Palumbo Danijele, Kako je Kina postala svetsko ekonomsko čudo, BBC Njuz, 9 oktobar 2019, <https://www.bbc.com/serbian/lat/svet-49941880> (poslednji put posećeno 21.09.2022.)
- [11] M.A., Ovo su najinovativnije kompanije na svetu, Blic, 24.09.2020., <https://www.blic.rs/biznis/ovo-su-najinovativnije-kompanije-na-svetu/rcf7p0k> (poslednji put posećeno 21.09.2022.)
- [12] Martinović Maja, Najgore bi bilo široko rezati troškove, Lider, 19.09.2009., https://www.b92.net/biz/fokus/intervju.php?yyyy=2009&mm=09&nav_id=382326 (poslednji put posećeno 22.09.2022.)
- [13] Mitrović Uroš, Haotika-upravljanje-i-marketing-u-turbulentnim-vremenima, umitrovic.wordpress.com/2010/09/13/haotika-upravljanje-i-marketing-u-turbulentnim-vremenima/ (poslednji put posećeno 22.09.2022.)
- [14] Klaus Schwab, Saadia Zahidi, World Economic Forum, The Global Competitiveness Report, Special Edition 2020, How Countries are Performing on

the Road to Recovery, World Economic Forum (weforum.org),
https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2020.pdf (poslednji put posećeno 21.09.2022.)

[15] M.A., Kod njih je pad privrede manji nego u drugim državama, evo u čemu je tajna, Blic, 24.09.2020.,
www.blic.rs/biznis/kod-njih-je-pad-privrede-manji-nego-u-drugim-drzavama-evo-u-cemu-je-tajna/nhfrzf9 (poslednji put posećeno 17.09.2022.)

- [16] Đukić Petar, Kovid-kriza: Izazov za strukturne promene privrede i društva, Ekonomski vidici, XXVI, Br. 1-2, pp. 17-34, 2021.
- [17] Zakić Vladimir i Zakić Zorka, Finansijska uspešnost i otpornost kooperativnog modela privređivanja u uslovima pandemije Covid-19, Ekonomski vidici, XXVI, Br. 1-2, pp. 1-16, 2021.

Адреса аутора: Маљугић Биљана, студент докторских студија, Пушкинова 13, Зрењанин
е-маил: biljanamaljugic28@gmail.com
Рад примљен: јануар 2023.
Рад прихваћен: март 2023.



ДРАГА ЉОЧИЋ (1855 – 1926)

Прва жена лекар у Србији.
Упорни борац за равноправност жена
и њихова права,
родну једнакост и социјалну правду.
Докторка која је успешно лечила младе
а посебно децу и девојке.
Велики родољуб, учесник ослободилачких
ратова, хуманиста и филантроп.

PRIMENA LEAN ALATA – OEE U CILJU EFIKASNIJEG UPRAVLJANJA PROIZVODNOM

UTILIZATION LEAN TOOL – OEE WITH THE AIM OF MORE EFFICIENT PRODUCTION MANAGEMENT

ZLATKO KOŠUT¹
SANJA STANISAVLJEV¹
MILA KAVALIĆ¹

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin”, Zrenjanin, Srbija.

РЕЗИМЕ

Акцент у раду ставља се на примену савремених концепата, који доприносе да се на ефикаснији начин управља производњом. Фокус продуктивне и савремене производње треба бити на свеобухватном и свакодневном одржавању. У раду ће се представити примена LEAN алата - OEE, као једног од најважнијих индикатора укупног продуктивног одржавања.

Кључне речи: Квалитет 4.0, LEAN производња OEE, одржавање, опрема.

ABSTRACT

Emphasis in the paper is on the application of modern concepts, which contribute to more efficient management of production. The focus of productive and modern production should be on comprehensive and daily maintenance. The paper will present the application of the LEAN tool - OEE, as one of the most important indicators of overall productive maintenance.

Key words: Quality 4.0, LEAN production OEE, maintenance, equipment.

1. УВОД

Трендови савременог пословања захтевају примену савремених концепата, метода, техника и алата који ће омогућити правремено реаговање предузећа на захтеве потрошача. Флексибилна и ефикасна производња чији је темељ квалитет тежи “савршеним” процесима са што мање губитака и расипања, јер једино на тај начин купци могу правремено добити квалитетан производ по приступачној цени.

Због великих изазова који настају у производњи, данас је пословање условљено сталним унапређењем производних система, а све у циљу оптимизације и смањена трошкова производње [1].

Циљ пословања усмерен је да повећа продуктивност, а да скрати време које производ проведе у процесу производње. Сваки губитак и застој ствара трошак који купац није дужан да плати.

Трендови пословања уско су повезани са економским растом једне земље, који је условљен са успехом индустријског

сектора. Окружење које је пропраћено интезивном глобалном конкуренцијом, намеће потребу да се размотре стратегије које би утицале на унапређење ефикасности и ефективности у производњи. Неке од тих стратегија које су усмерене на повећање ефикасности и постизања конкурентске предности јесу свакако неки од LEAN алата, као на пример: Just in Time (JIT), Kaizen, Kanban, 5S, OEE (Overall Equipment Effectiveness), Gemba или Тотално продуктивно одржавање (ТПМ) [1;2].

OEE (Overall Equipment Effectiveness) је златни стандард за мерење производне продуктивности, односно представља идентификацију процента времена производње који је заиста продуктиван. OEE алат први пут је уведен у контексту укупне продуктивности [3]. У овом раду представиће се примена LEAN алата - OEE, као и предности његове примене.

2. TEORIJSKI OKVIR ISTRAŽIVANJA

2.1. ЗНАЧАЈ МЕРЕЊА ПЕРФОРМАНСИ У ПРОИЗВОДНИМ ПРЕДУЗЕЋИМА

Производни учинак може се представити кроз меру у којој је предузеће или одређени процес испунио постављени циљ. Приликом мерења одређених перформанси добијају се информације које даље помажу у доношењу пословних одлука.

Каидос је издвојио пет разлога због којих је потребно да предузећа мере перформансе [4]:

1. Унапређена контрола - повратна информација која је неопходна за даљи рад.

2. Јасно дефинисане одговорности и јасно постављени циљеви - овим се јасно дефинише ко је одговоран за одређене резултате или проблеме.

3. Стратешко усклађивање циљева – из разлога што представљају средство комуникације за стратегију предузећа.

4. Разумевање пословних процеса - из разлога што мерење података подразумева разумевање истих.

5. Утврђивање способности процеса - из разлога што се на тај начин познаје и његов капацитет.

2.2. ДЕФИНИСАЊЕ OEE АЛАТА

OEE алат је најбоља метрика за идентификацију губитака, напредка у бенчмаркинг и побољшања продуктивности производне опреме (тј. елиминисање отпада) [5]. OEE методологију чине метрике које су везане за смернице за производну опрему у мерном систему и које помаже предузећу да унапреди перформансе опреме и да тако смањи трошкове [3].

OEE концепт познат је у свету, као квантитативни алат који има важну улогу у мерењу продуктивности. У прилог томе говоре и Хуанг и сарадници. Они истичу да је концепт OEE постао популаран и да се све више користи као алат који је неопходан за мерење продуктивности у производним операцијама [6].

OEE алат осмишљен је да идентификује сметње које се дешавају у производном процесу. Сметње у било ком облику могу да доведу до проблема који могу бити веома озбиљни и који могу смањити ефикасност опреме.

За OEE алат на првом месту може да се каже да се користи као „benchmark“, тако што се врши упоређивање почетних OEE мера са будућим OEE вредностима, а чиме може да се квантификује ниво захтеваног побољшања. Овакав приступ је довео до унапређења политике одржавања и доста је утицао на континуирано унапређење производног система. Затим за OEE вредности једне производне линије могуће је користити поређење са перформансама друге линије у целој операцији, што утиче на идентификују лоших перформанси линија

и наилажење на потребна побољшања. Затим се ОЕЕ алат у сврси мерења користи и за ефикасан начин ради анализе и идентификације ефикасности једне машине. Такође се може користити и за обављање дијагностике и поређења производних јединица у различитим индустријама [2].

2.3. МЕРЕЊЕ ГУБИТАКА ПОМОЋУ ОЕЕ АЛАТА

Губици опреме могу да се мере ОЕЕ алатом, при чему се израчунава доступност опреме, ефикасност перформанси процеса и стопе квалитета производа. Једначина 1. показује прорачун ОЕЕ [7].

$$\text{ОЕЕ} = \text{Availability (A)} \times \text{Performance Efficiency (P)} \times \text{Rate of Quality (Q)}$$

Општа ефикасност опреме (ОЕЕ) представља комбинацију стварне доступности, ефикасности перформанси и стопе квалитета [8;9]. ОЕЕ представља и ТПМ метрику која се користи за бенчмаркинг, затим за анализу и процену продуктивности или ефикасности опреме у производном процесу [9;10].

Продуктивност у таквим производним системима зависи од ефикасности рада система или уских грла која се дешавају [11].

ОЕЕ алат посматра шест великих губитака [10]:

1. коришћење опреме у оперативном систему,
2. недостатке у опреми,
3. имплементацију и прилагођавања која се односе на смањење времена приступа машинама,
4. краткотрајна заустављања,
5. смањење брзине услед смањења брзине функционисања машине,
6. расипање и понављање посла услед снижавања нивоа квалитета производа.

Приликом анализе шест неведех губитака, ствара се јасна слика о току производње и на тај начин се помаже стучним лицима у доношењу бољих одлука о машинама и производним линијама, кроз чега се повећава и учинак и ефикасност опреме [10].

2.4. ЕФЕКТИ ПРИМЕНЕ ОЕЕ АЛАТА

Када је у питању рад машина, један од главних приоритета за педузеће је могућност да се избегне заустављање постројења због квара. Заустављање постројења у већем броју случаја дешавају се због неочекиваних кварова, услед старења или преоптерећења опреме [12]. Перформансе опреме директно зависе од активности одржавања на целокупној опреми [13]. Из тог разлога произвођачи се труде да обезбеде поузданост и квалитет своје опреме и то по конкурентним ценама [9].

Наведене радње имају за циљ да минимизирају појаву времена мировања машина. Време мировања представља непродуктивно време како машина, тако и запослених, или обоје. Мировање машина назива се и време чекања, дозвољено време или време застоја [14]. Неуспех у спровођењу добрих пракси одржавања машина може да утиче да дође до погоршања укупног учинка компаније [13].

На основу наведеног може се закључити да машине или опрема играју значајну улогу у претварању улаза у излаз. ОЕЕ алат користи за процену најпроблематичнијих машина у организацији [15].

Уз помоћ ОЕЕ алата могуће је постићи да се минимизирају кварови и да се постројење одржи у добром радном стању уз најнижу могућу цену [14], као и да открију скривени трошкови повезани са ефикасношћу опреме [9].

ОЕЕ вредност може се повећати минимизирањем губитака и кварова при преласку који су у уској вези са

доступношћу и минимизирањем кварова и губитака [3]. Опрема која је у добром стању, утицаће да предузећа генеришу квантитет и квалитет производа у складу са циљевима предузећа.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У сврху припреме овог истраживања праћење је вршено у одређеном временском периоду (квартал), што је приказано на слици 1.

У том временском периоду праћено је функционисање 5 машина (RO02 – RO06), које се налазе у склопу 5 линија, што је приказано на слици 2.

На свим машинама је у питању била производња истог производа, с тим да је на неким од њих долазило до промене дијаметра производа што је захтевало заустављање и вршење одређених промена односно подешавања на машинама.

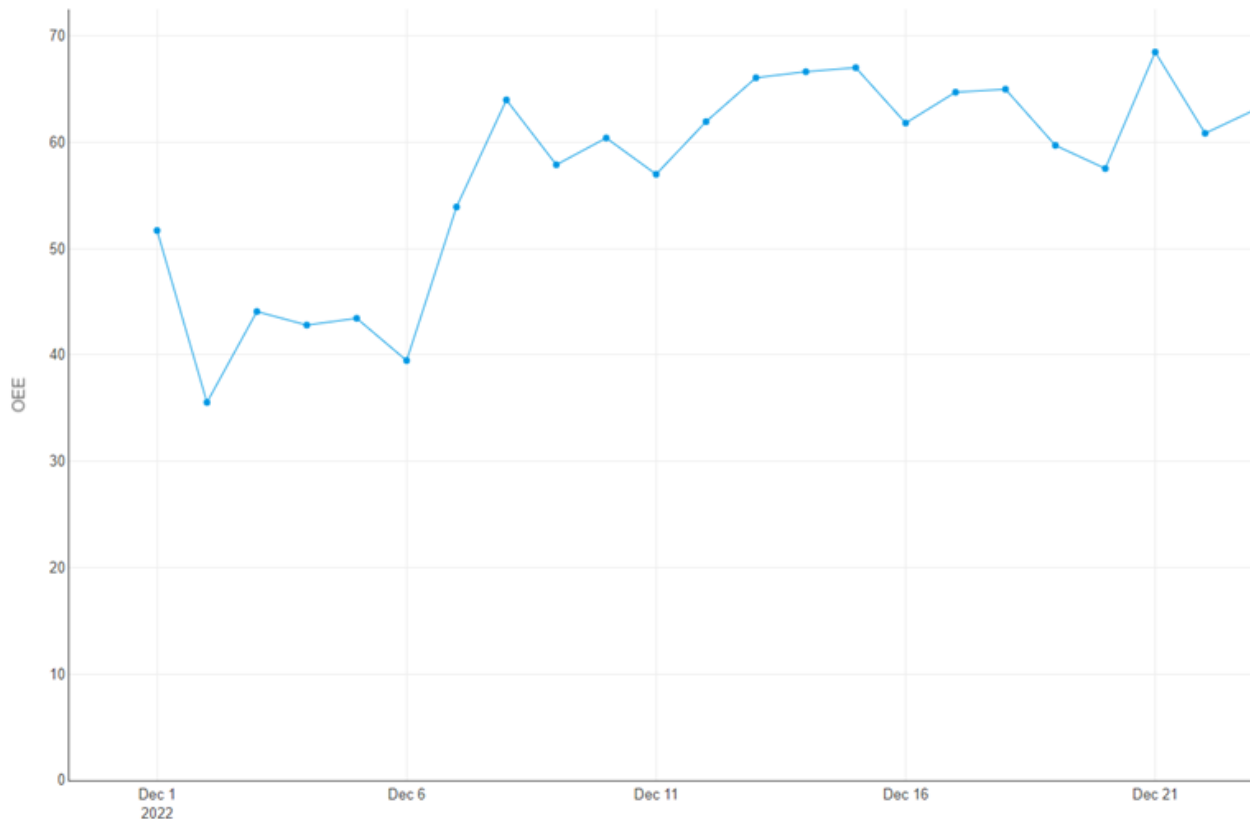
Рад на смањењу губитка расположивости у облику кварова на опреми или подешавања штити предузеће од непланираних заустављања или застоја који се могу спречити, као и минимизирању свих планираних заустављања.

Решавање губитка перформанси који је резултат празног хода и мањих заустављања, као и смањене брзине, спречава накупљања малих заустављања и спорих циклуса.

Коначно, минимизирање губитка квалитета у облику грешака у процесу и смањеног приноса смањује број неупотребљивих делова произведених пре и током производње у стабилном стању.

Све у свему, шест великих губитака именује и категоризује проблеме са којима се произвођачи свакодневно суочавају.

OEE by Day



Слика 1. OEE за посматрани период

* Резултати истраживања аутора

Доследан рад унутар овог оквира на предузимању акција, један по један губитак, резултираће константним побољшањем ОЕЕ резултата.

Суштина је да је потребно поставити ОЕЕ циљ који ће довести до солидног, инкременталног побољшања процеса.

Такође, потребно је дати све од себе да буду избегнете упоређивања различитих процеса и екстерних ОЕЕ стандарда.

Постоји само један циљ који је заиста важан: циљ који ће довести до побољшања процеса.

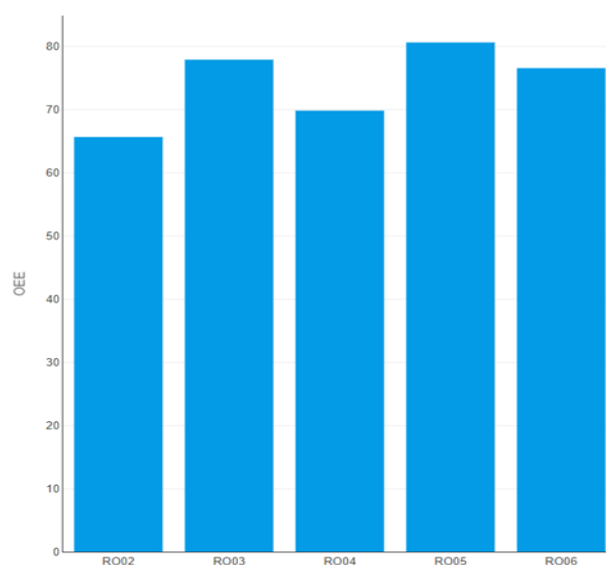
ОЕЕ бројке светске класе су занимљиве и корисне, али је потребно имати на уму да имају корене на одређеном месту (Јапан), у одређено време (1970-их) и у одређеној индустрији (аутомобилска).

Реалност је да већина производних компанија, чак и данас, има ОЕЕ резултате ближе 60% што је случај и у овом истраживању и то је приказано на слици 1.

Како би дошли до што тачнијих резултата чак и унутар производног погона може бити контрапродуктивно поставити само један ОЕЕ циљ. На пример, ако постоје две идентичне производне линије, али једна линија производи један производ, а друга линија производи 5 различитих производа, није реално очекивати да имају исти ОЕЕ резултат. Линија која производи 5 различитих производа вероватно ће доживети далеко већи губитак доступности услед промена и самим тим нижи ОЕЕ резултат, што је потврђено и у приказаном случају, а може се видети и на примеру машине RO02 и машине RO05 (слика 2).

На машини RO02 како је већ горе поменуто долазило је до промене на дијаметру производа што је захтевало заустављања и подешавања и на крају имало и последицу мању вредност ОЕЕ.

OEE by Machine



Важна ствар је да није потребан фокус на апсолутну вредност броја. Потребно је усредсредити се на способност да се дође до побољшања тог броја.

Сваки ОЕЕ циљ треба да буде дуготрајан циљ који је заиста достижан.

Слика 2. ОЕЕ по машинама
* Резултати истраживања аутора

Мерење ОЕЕ-а веома је значајно зато што пружа стварну слику процеса и простор за унапређење. Праћењем три величине које чине ОЕЕ (расположивост, учинак и квалитет) могу се утврдити највећи изазови са којима се компанија сусреће и њихов утицај на продуктивност. Често се у мерењима „подешава“ калкулација (најчешће смањивањем планираног времена рада за време замене алата) како би се добила већа вредност ОЕЕ-а, али се тим потезом нарушава суштина мерења.

Правилним мерењем треба утврдити све факторе који утичу на продуктивност и тежити ка унапређењу процеса и смањењу свих застоја. Много је корисније идентификовати утицај поменутог времена замене алата на расположивост опреме и тежити његовом смањењу применом SMED (Single-digit

Minut Exchange of Die) методе, него га елиминисати из калкулације и помирити

се са чињеницама да је време замене фиксно и да се не може смањити.

4. ЗАКЉУЧАК

Како би предузећа постигла ефикасну и продуктивну производњу која ће им омогућити конкурентску предност, требају да користе алате попут ОЕЕ и кобинују их са другим доступним техникама и алатима. Потребно је да их усавршавају и прилагођавају својим специфичним процесима и стратегијама. Као што се може видети из приложеног, основни концепти ОЕЕ-а јесу прилично једноставни и три ОЕЕ фактора заиста помажу да се предузеће фокусира на основне узроке губитка продуктивности. ОЕЕ анализу потребно је још дубље сагледати и ићи корак даље, узимајући у обзир четврти фактор – коришћење. Такав приступ отвара једну ширу перспективу посматрања перформански ТЕЕП-а (Total Effective Equipment Performance).

5. BIBLIOGRAFIJA

- [1] Chong, K. E., & Ng, K. C. (2016). Relationship between overall equipment effectiveness, throughput and production part cost in semiconductor manufacturing industry. IEEE international conference on industrial engineering and engineering management (IEEM) (75-79).
- [2] Rasheed, R., & Rasheed, S. (2016). Advancement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) IN Machining Process Industry. International Journal for research in electronics & electrical engineering (ISSN: 2208-2735), 2(8), 01-14.
- [3] S. Nakajima, "Introduction to TPM: Total Productive Maintenance," Cambridge, MA: Productivity Press Inc., 1988.

- [4] W. Kaydos, "Operational performance measurement: increasing total productivity," St. Lucie Press, 1999.
- [5] De Ron, A. J., & Rooda, J. E. (2006). OEE and equipment effectiveness: an evaluation. *International Journal of Production Research*, 44(23), 4987-5003.
- [6] Samual H. Huang, John P. Dismukes, J. Shi, Qi Su, Mousalam A. Razzak, Rohit Bodhale and D. Eugene Robinson (2003). "Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis," *Int. J. Prod. Res.*, 41(3).
- [7] Fam, S. F., Loh, S. L., Haslinda, M., Yanto, H., Khoo, L. M. S., & Yong, D. H. Y. (2018). Overall equipment efficiency (OEE) enhancement manufacture of electronic components & boards industry through total productive maintenance practices. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 150, p. 05037). EDP Sciences.
- [8] Saleem, F., Nisar, S., Khan, M. A., Khan, S. Z., & Sheikh, M. A. (2017). Overall equipment effectiveness of tyre curing press: a case study. *Journal of quality in maintenance engineering*, 23(1), 39-56.
- [9] Tsarouhas, P. (2019). Improving operation of the croissant production line through overall equipment effectiveness (OEE) A case study. *International journal of productivity and performance management*, 68(1), 88-108.
- [10] Sari, M. F., & Darestani, S. A. (2019). Fuzzy overall equipment effectiveness and line performance measurement using artificial neural network. *Journal of quality in maintenance engineering*.
- [11] Singh, M., & Narwal, M. (2017). Measurement of Overall Equipment

- Effectiveness (OEE) of a manufacturing industry: An effective lean tool. *International journal of recent trends in engineering and research*, 3(5), 268-275
- [12] Folmer, J., Schrüfer, C., Fuchs, J., Vermum, C., & Vogel-Heuser, B. (2016). Data-driven valve diagnosis to increase the overall equipment effectiveness in process industry. 14th international conference on industrial informatics (INDIN) (1082-1087).
- [13] Ngadiman, Y., Hussin, B., Hamid, N. A., Ramlan, R., & Boon, L. K. (2016). Relationship between human errors in maintenance and overall equipment effectiveness in food industries. *Proc. Int. Conf. On industrial engineering and operations management* (2211-2224).
- [14] Binti Aminuddin, N. A., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Antony, J., & Rocha-Lona, L. (2016). An analysis of managerial factors affecting the implementation and use of overall equipment effectiveness. *International journal of production research*, 54(15), 4430-4447.
- [15] Wudhikarn, R. (2016). Implementation of the overall equipment cost loss (OECL) methodology for comparison with overall equipment effectiveness (OEE). *Journal of quality in maintenance engineering*, 22(1), 81-93.

Адреса аутора: др Кавалић Мила, доцент,
Катедра за менаџмент, Технички факултет „Михајло
Пупин“ Зрењанин, Универзитет у Новом Саду.
е-маил: mila.kavalic@tfzr.rs
Рад примљен: јануар 2023.
Рад прихваћен: март 2023.



ДРАГА ЉОЧИЋ (1855 – 1926)

Прва жена лекар у Србији.
Упорни борац за равноправност жена
и њихова права,
родну једнакост и социјалну правду.
Докторка која је успешно лечила младе
а посебно децу и девојке.
Велики родољуб, учесник ослободилачких
ратова, хуманиста и филантроп.

Проф. др Милорад Ранчић

ДРАГА ЉОЧИЋ



Драгиња Драга Љочић је рођена у Шапцу 28. фебруара 1855. године. Била је пето дете Марије и Диме, шабачких трговаца. Драга је основну школу завршила у родном граду а Вишу женску у Београду. Након завшетка Лицеја 1872. године постаје прва српкиња која је уписала студије медицина на Медицинском факултету Универзитета у Цириху. Студије прекида 1876. године јер се као болничарка придружила српској војци у српско-турском рату (1876 – 1876). Након завршетка рата Драга се вратила у Цирих и наставила студије. Дипломирала је 1879. године и тако постала прва српска жена лекар а четврта у Европи.

Након повратка у Србију, због тадашње дискриминације жена, безуспешно је покушавала да се запосли у државне здравствене институције. Њене захтеве и дописе да јој сена основу дипломе Циришког универзитета изда лиценца за рад Министарство унутрашњих дела је више пута одбило. Изговори су били различити па чак и апсурдни као је онај да „жене не служе војску“. А Драга је била учесник рата и из њега изашла са чином поручника. Тек након ургенције краљице Наталије формирана је комисија чији је задатак био да се утврди њена стручност. Комисија је изузетно повољно оценила стручне квалификације докторке Драге Љочић и тек тада јој је дозвољено да отвори приватну праксу. За државну службу и даље није имала равноправан статус. Тек је 1881. године успела да се запосли као лекарска помоћница у Општој државној болници у Београду на радном месту начелнице женског одељења. Због своје стручности и храбрости у току учешћа у српско-бугарском рату унапређена је 1885. године у секундарног лекара. Али ни тада није била равноправна са својим колегама. Плата јој је била умањена, није имала повишице, право на пензију. Међутим, њена борба за професионална и женска права није престала. Обраћала се министрима и министарствима, државном Савету па чак и краљу Милану али ни то није поправило њен професионални положај и статус. Напротив, децембра 1889. године добила је решељњ о отпуштању из државне службе. Наставила је са приватном праксом и успешно лечила грађане, посебно децу и младе девојке, све до завршетка Првог светског рата. Ипак је после вишедеценијске борбе за професионално

изједначавање и једнака права крајем 1924. године остварила право на пензију. Имала је тада седамдесет година.

Иако у мирнодопским условима Драга није била изједначена са мушкарцима у ратним условима имала је признати статус лекара. А била је учесник Српско-турских ратова (1876-1878), Српско-бугарског рата (1885), Балканских ратова (1912-1913) и Првог светског рата (1914-1918). У току рата са Бугарском била је једини лекар у три београдске болнице: Општој државној, Заразној болници и Болници за рањенике, У току балканских ратова ратова радила је у Болници Николе Спасића и Амбуланти за грађанство и сироти-њу.

Историја српске медицине запамтила је Др Драгу Љочић као великог добротвора која је често бесплатно лечила децу а нарочито девојке. Заједно са доктором Лазом Лазаревићем бесплатно је лечила ученице из Женске радничке школе. Године 1904. са доктором Јованом Јовановићем основала је Материнско удружење и била његова прва председница. Циљ удружења је био смањење смртности новорођенчади и старање о напуштеној деци. Драга је године 1919. основала и Друштво београдских жена лекара чији је циљ био задатак на прикупљању средстава за изградњу Болнице за жене и децу. . Иако су све ове активности биле огропман филантропски рад Драга је често наилазила на неразумевање околине.

Докторка Драга Љочић се бавила и педагошким радом у области педијатрије. Са руског језика је превела књигу под називом „Гајење мале деце“. Из француских и немачких часописа преводила је текстове о савременим тенденцијама у гинеколошкој пракси. Била је уредник Српског архива. Поред стручних текстова оставила је и веома корисне дневничке забелешке.

И у историји српског феминизма Драга Љочић заузима значајно место. Била је велика поборница за женску равноправност, социјалну правду и радну једнакост у свим професијама. Вартрено се залагала да се лекарке у правима изједначе са колегама. Говорила је да моралне вредности и стручне компетенције морају да буду једини услов за запошљавање. Својим личним залагањем и животом пуно је допринела еманципацији жена у Србији крајем деветнаестог и почетком двадесетог века. Своја феминистичка уверења исказивала је у свим приликама када је то било могуће. Борила се и залагала и за политичка права жена и њихово право гласа. Године 1906. са неколико познатих београђанки основала је Српски народни женски савез који је окупиомсва женска удружења Србије.

Драга Љочић је била удата за Рашу Милошевића једног од оснивача Народне радикалне странке. Била је прва српкиња која је поред мужевљевог презимена задржала своје дево-јачко. У браку су имали петоро деце. Живели су у У Београду у згради на спрату на месту на коме је касније направљен Хотел Москва. Становници Београда би је препознавали по кратко ошишаној коси и црном мушком шеширу који је често носила.

Прва српска лекарка, велики борац за женска права, хуманист и родољуб, Драга Љочић преминула је 5. новембра 1925. године у Београду. Сахрањена је на београдском Новом гробљу. Данас Дом здравља у Шапцу носи њено име. Њој у част Српска краљевска академија установила је награду која се додељује истакнутим појединцима и институцијама за достигнућа и унапређења у области лечења људи, хуманизма и родољубља.

УПУТСТВО ЗА ПИСАЊЕ РАДОВА

- Радови се достављају у електронском облику на усб диску или електронском поштом.
- Рад треба да буде откуцан у фонту Times New Roman са ћириличним писмом. Величина фонта 12.
- Препоручује се ауторима да при уређивању рада користе шему - темплејт - који се налази на сајту издавача www.diz.org.rs
- 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.
- На крају рада после Литературе навести име и презиме првог аутора са научним или стручним звањем, назив и адресу институције, контакт телефон и е-маил адресу.
- Препорука је да се радови пишу на ћирилици.
- Сви пријављени радови подлежу анонимној научно стручној рецензији и оцени квалитета о чему ће аутори бити обавештени.
- Уредништво часописа ће прихватити само необјављене радове.
- Пријављени радови се не враћају ауторима.
- **За оригиналност, резултате истраживања и изнете ставове у овој публикацији издавач не сноси одговорност, већ аутори радова.**

Пријатељи часописа ДИТ



Elektrotehnički institut DEC[®]

za merenja i ispitivanja iz Zrenjanina
osnovan 1990.

Kej 2. oktobra br. 13
23000 Zrenjanin
P. fah 3
e-mail: info@dec.rs
www.dec.rs

Tel: +381 23 580 830
381 23 589 030
Fax: +381 23 580 831
+381 23 589 031

Usluge usaglašene sa SRPS ISO/IEC 17020 i SRPS ISO/IEC 17025:

- Merenja, ispitivanja i kontrolisanja na elektroenergetskim objektima do 400 kV (sistemi izolacije - tgδ i VLF 0,1 Hz, otpornost namotaja, prenosni odnos, SFRA analiza, merenje impedanse uzemljenja na sistemima velikih uzemljivača, napon dodira i koraka, hemijska i fizička analiza trafo ulja, regeneracija trafo ulja, termovizijske kontrole, kontrolisanje metaloksidnih odvodnika prenapona...)

- Jednofazno i trofazno ispitivanje relejne zaštite, analiza kvaliteta isporučene el. energije...

- Kontrolisanje mernog mesta na niskom, srednjem i visokom naponu: brojila, merni transformatori...

- Revizija trafostanica: merenje, ispitivanje i pregled montažno-betonskih, stubnih, zidanih i ostalih tipova trafostanica svih naponskih nivoa...

- Laboratorija za etaloniranje i pregled električnih merila

- Overavanje brojila el. energije i mernih transformatora (strujnih i naponskih)

- Kontrolisanje električnih i gromobranskih instalacija stambenih, poslovnih, proizvodnih objekata...

- Ispitivanje opreme i oruđa za rad sa aspekta bezbednosti i zdravlja na radu: Licenca za pregled opreme i oruđa za rad od Ministarstva rada i socijalne politike br. 164-02-00230/2015-01

- Izdavanje sertifikata o energetskim svojstvima objekata visokogradnje - energetskog pasoša

- Merna kola BAUR: pronalaženje trase kablova i kvarova na njima, kao i saniranje kvarova

NAŠ INSTITUT JE ZVANIČNI ZASTUPNIK KOMPANIJA METREL IZ SLOVENIJE

- Ispitivanje el. instalacija Eurotest 61557...
- Otpor izolacije, uzemljenje... TeraOhm 10kV...
- Mašine i oprema MI 2094 CE Multitester...
- Analiza kvaliteta el. energije POWER4Q PLUS...
- Multimetri, strujna klešta... MD 9060...

www.metrel.si



UM-ING

PETKUS Engineering d.o.o.

Bagljaš Aerodrom bb
23000 Zrenjanin
Rep.Srbija



GP MPM d.o.o.
Adresa: Aleksandra Belića 14,
23000 Zrenjanin

email: office@gmpm.rs;
predragmistic@gmpm.rs

PIB: 111249840

MB: 21449237

Žiro račun: 275-0020222974638-56
Societe Generale Banka

IRON



www.iron.rs 023/531-890 , 023/ 530-511



iron@iron.rs 063/521-435 , 062/8838-291

TEGOVI I KLUPE ZA VEŽBANJE

BORILAČKA OPREMA

KOORDINACIONI PROGRAM

SPRAVE ZA KUĆNO VEŽBANJE

BSN TEH GRAD DOO

23000 Zrenjanin,

Toše Jovanovića br 26 L2/8

E mail:djurica1963@gmail.com



ДРУШТВО ИНЖЕЊЕРА ЗРЕЊАНИН



ГРАД ЗРЕЊАНИН



РЕПУБЛИКА СРБИЈА

Овај часопис се финансира из буџета Покрајинског секретаријата за науку и високо образовање и Града Зрењанина.

Ставови изражени у овој публикацији искључива су одговорност аутора и његових сарадника и не представљају нужно званичан став ГРАДА.