

ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

НАУЧНО
СТРУЧНИ
ЧАСОПИС

ГОДИНА XXX*** БРОЈ **41**
Mart 2024

SCIENTIFIC
PROFESIONAL
JOURNAL

YEAR XXX *** ISSUE **41**
March 2024

МАШИНСТВО
ЕНЕРГЕТИКА
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И
РАЧУНАРСТВО
ТЕХНОЛОГИЈЕ
МЕНАџМЕНТ И ЕКОНОМИЈА
ВЕЛИКАНИ НАУКЕ

ДИТ Број 41 /2024 *ГОДИНА XXX



COBISS.SR-ID 105108999



Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-professional journal

Година XXX, Број 41, март 2024. год.
Year XXX, Issue 41, March 2024. 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 Жељко Еремић, 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,

Ево прилике да се мало и хвалимо. Савез инжењера и техничара Србије је на својој свечаној седници која је одржана 29. марта 2024. године доделио нашем часопису Повељу за најбољу ИТ публикацију у Србији у 2023. години. Честитамо, зато, свима који су учествовали у стварању Научно стручног часописа ДИТ (Друштво, Истраживање, Технологије): издавачима, уредницима, Издавачком савету а пре свега многобројним ауторима квалитетних прилога који су допринели да часопис заслужи ово признање. У исто време оно представља и обавезу свима поменутих да се одржи и свакако и у будућности подигне квалитет нашег часописа у свим елементима.

А пред Вама је четрдесет први број часописа ДИТ. И овог пута у већ традиционалним стручним и научним областима (машинство, електротехника и рачунарство, енергетика, технологије, економија и менаџмент) сврстали смо радове са савременим и атрактивним темама. У њима се говори о примени ФТА анализе код аксијалних пумпи, невидљивим мостовима за везивање торањских кранова, аутоматизацији процеса полирања, примени вештачке интелигенције у е-управи и за решавање задатака из хидраулике, електромагнетном зрачењу у возилима за масовни превоз, истраживању перформанси соларних електрана, испитивању квалитета овчијег млека, етичком кодексу државне ревизије, значају менаџмента знања, развојним потребама запослених, транзицији људског капитала, позиционирању локалних винарија.

Посебно истичемо представљање изузетне монографије „Транзиција и посттранзиција: енергетска и технолошка“. Књигу су издали наш издавач Друштво инжењера у Зрењанину и Градска народна библиотека из Зрењанина.

Из плејаде великана наше науке овог пута смо издвојили Марка В. Јарића чувеног светског физичара и професора више америчких универзитета.

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	
Боривој Новаковић, Љильана Радовановић, Мића Ђурђевић, Лука Ђурђевић, Михалъ Бакатор: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ФТА АНАЛИЗЕ НА СИСТЕМ ХИДРАУЛИЧНЕ КЛИПНО-АКСИЈАЛНЕ ПУМПЕ <i>IMPLEMENTATION OF FTA ANALYSIS ON AN AXIAL-PISTON HYDRAULIC PUMP SYSTEM</i>	9
Грујица С. Љубисављевић: ПРИМЕНА «НЕВИДЉИВИХ КРАНСКИХ МОСТОВА» ЗА ВЕЗИВАЊЕ ТОРАЊСКИХ КРАНОВА ЗА ВИСОКЕ ЗГРАДЕ <i>ПРИМЕНЕНИЕ «НЕВИДИМЫЕ КРАНОВЫХ МОСТОВ» ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ БАШЕННЫХ КРАНОВ К ВЫСОТНЫМ ЗДАНИЯМ</i>	15
Miljan Miletić, Milorad Rančić, Aleksandar Radonjić: АУТОМАТИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА ПОЛИРАЊА ИНОХ ДРЖАЧА СТАКЛА <i>AUTOMATION OF THE POLISHING PROCESS OF STAINLESS STEEL GLASS HOLDERS</i>	31
ЕНЕРГЕТИКА	
Лука Ђурђевић, Јасмина Пекез, Мића Ђурђевић, Боривој Новаковић, Михалъ Бакатор: КОРАК КА ОДРЖИВОСТИ: ИСТРАЖИВАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ СОЛАРНЕ ЕЛЕКТРАНЕ СНАГЕ 10 MW <i>STEP TOWARDS SUSTAINABILITY: PERFORMANCE INVESTIGATION OF A 10 MW SOLAR POWER PLANT</i>	43
Војин Грковић: <i>ТРАНЗИЦИЈА И ПОСТТРАНЗИЦИЈА: ЕНЕРГЕТСКА И ТЕХНОЛОШКА</i>	51
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО	
Маџа Кнежевић, Branko Markoski, Velibor Premčevski: ПРИМЕНА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ У Е-УПРАВИ <i>USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN E-GOVERNMENT</i>	57
Željko Eremić, Valentina Mladenović: ПРИМЕНА ШАТГРТ КАО ПОДРШКА ПРИ РЕШАВАЊУ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЗАДАТАКА ИЗ ХИДРОДИНАМИКЕ <i>APPLICATION OF SHATGPT AS A SUPPORT IN SOLVING ELEMENTARY PROBLEMS IN HYDRODYNAMICS</i>	63
Milorad Rančić, Miljan Miletić: ЕЛЕКТРОМАГНЕТНА ЗРАЧЕЊА У ВОЗИЛИМА ЈАВНОГ МАСОВНОГ ПРЕВОЗА <i>ELEKTROMAGNETIC RADIATIONS OF VEHICLES FOR PUBLIC MASS TRANSPORT</i>	75
ТЕХНОЛОГИЈЕ	
Milana Drašković, Gordana Ludajić, Danijela Jašin: ИСПИТИВАЊЕ ПАРАМЕТАРА КВАЛИТЕТА СИРОВОГ ОВЏИЈЕГ МЛЕКА АПАРАТОМ LACTOSCAN <i>EXAMINATION OF RAW SHEEP MILK QUALITY PARAMETERS USING THE LACTOSCAN.....</i>	83
МЕНАѢМЕНТ И ЕКОНОМИЈА	
Косовка Огњеновић: ТРАНЗИЦИЈА, ЉУДСКИ КАПИТАЈ И ПЛАТНИ ЈАЗ У СРБИЈИ <i>TRANSITION, HUMAN CAPITAL AND PAY GAP IN SERBIA.....</i>	91
Мирјана Миљановић: АНАЛИЗА ПОЗИЦИОНИРАЊА ЛОКАЛНИХ ВИНАРИЈА У ТРГОВАЧКИМ ЛАНЦИМА <i>ANALYSIS OF POSITIONING LOCAL WINERIES IN RETAIL CHAINS</i>	101
Славко Вукша, Далибор Кретић, Дејан Гојков: ПРОФЕСИОНАЛНИ СТАНДАРДИ И ЕТИЧКИ КОДЕКС ДРЖАВНЕ РЕВИЗИЈЕ <i>PROFESSIONAL STANDARDS AND CODE OF ETHICS OF STATE AUDITING</i>	111
Verica Gluvakov, Sanja Stanislavljev, Dragan Ćoćkalo: ЗНАЧАЈ МЕНАѢМЕНТА ЗНАЊА ЗА ПРОФИТАБИЛНОСТ КОМПАНИЈА <i>IMPORTANCE OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FOR COMPANY PROFITABILITY</i>	123
МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ	132
УПУТСТВО ЗА ПИСАЊЕ РАДОВА.....	136



МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ (1952 – 1997)

Чувени светски истраживач и научник

у области теоријске физике.

Професор на већем броју
америчких универзитета.

Пилот и спортиста,
патриота и хуманиста



Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-professional journal

Година XXX, Број 41, март 2024. год.
Year XXX, Issue 41, March 2024. 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

ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ФТА АНАЛИЗЕ НА СИСТЕМ ХИДРАУЛИЧНЕ КЛИПНО-АКСИЈАЛНЕ ПУМПЕ

IMPLEMENTATION OF FTA ANALYSIS ON AN AXIAL-PISTON HYDRAULIC PUMP SYSTEM

БОРИВОЈ НОВАКОВИЋ¹
ЉИЉАНА РАДОВАНОВИЋ¹
МИЋА ЂУРЂЕВИЋ¹
ЛУКА ЂОРЂЕВИЋ¹
МИХАЉ БАКАТОР¹

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

РЕЗИМЕ

Аутори овог рада приказали су примену анализе стабла отказа на примеру хидрауличне клипно-асијалне пумпе, где су указали кроз анализу потенцијалне кварове на поменутом систему. Анализа се развила кроз основне догађаје кроз шему стабла отказа у три фазе.

Кључне речи: Анализа стабла отказа, хидраулика, клипно-асијална пумпа.

ABSTRACT

The authors of this paper have demonstrated the application of Fault Tree Analysis using the example of an axial-piston hydraulic pump. Through the analysis, they highlighted potential failures within the mentioned system. The analysis was developed by delineating basic events in a fault tree diagram across three phases.

Key words: Faul tree analysis (FTA), hydraulics, axial-piston pump.

1. УВОД

Хидраулични системи имају кључну улогу у модерним индустријама омогућавајући прецизну контролу и ефикасан пренос снаге путем флуида. Међу разним типовима хидрауличних пумпи, истиче се клипно-асијална пумпа због свог компактног дизајна, високе ефикасности и свестраног перформанса. Она налази широку примену у различитим индустријама, укључујући

грађевинарство, производњу, пољопривреду и транспорт. Аксијално - клипна пумпа представља софистициран систем спојених механичких, електричних и хидрауличних компоненти. Као резултат тога, укључује сложене нелинеарне односе између параметара и значајне међусобне зависности карактеристика кварова [1,2]. Хидраулична клипно-асијална пумпа игра кључну улогу као основни добављач снаге за хидрауличне преносне системе, што је чини од суштинског значаја да се

обезбеди њено доследно и поуздано функционисање [3]. Због екстремних радних услова који се карактеришу високим температурама, високим притисцима и великим оптерећењима, неочекивани инциденти и кварови могу довести до значајних економских губитака и потенцијалних безбедносних последица [4-6]. Клипно-аксијалне пумпе имају широк дијапазон примене, укључујући снабдевање високопритисне течности како за сложене хидрауличне системе, као што је наведено у радовима [7,8], тако и за мање сложене хидрауличне машине која је описана у радовима [9-11].

Циљ овог научног истраживања је свеобухватно истражити теоријске и практичне аспекте хидрауличне клипно-аксијалне пумпе. Проучавањем њених основних принципа рада, конструкционих разматрања и карактеристика перформанси, желимо пружити вредне увиде инжењерима, истраживачима и стручњацима индустрије који раде са хидрауличним системима.

Анализа стабла отказа (Fault Tree Analysis - FTA) је систематичан и структуриран приступ који се користи за анализу и разумевање потенцијалних кварова у систему или процесу. Често се примењује у различитим индустријама, укључујући инжењерство, производњу и управљање ризиком, како би се идентификовали и ублажили потенцијални ризици и кварови. Анализа стабла отказа (FTA) је основна и широко коришћена метода за анализу безбедности и поузданости техничких система [12].

Главни циљ анализе стабла отказа је идентификација основних узрока кварова и процена њихових потенцијалних последица. На тај начин, омогућава организацијама да развију проактивне стратегије и примене превентивне мере како би избегле или смањиле појаву кварова.

Процес спровођења анализе стабла отказа укључује следеће кораке:

- Дефинисање система или процеса: Први корак је јасно дефинисање система или процеса који ће бити анализирани. То укључује идентификацију компоненти, подсистема и њихових међузависности.
- Идентификација потенцијалних режима квара: Затим аналитичар идентификује потенцијалне режиме квара за сваку компоненту или подсистем унутар система. Режим квара односи се на специфичан начин на који компонента или подсистем може отказати.
- Конструкција стабла кварова: Стабло кварова се конструише визуелним представљањем веза између компоненти, подсистема и њихових потенцијалних режима квара. То је графичко приказивање које почиње од система на највишем нивоу и грана се како би представило различите врсте кварова.
- Анализа стабла кварова: Затим се анализира стабло кварова како би се утврдили узроци и последице сваког режима квара. То укључује идентификацију доприносићих фактора и њихових веза унутар структуре стабла.
- Додељивање вероватноћа и критичности: У овом кораку, додељују се вероватноће за сваки догађај или услов унутар стабла кварова. То помаже у квантификацији вероватноће појаве сваког режима квара. Такође, процењује се критичност сваког режима квара на основу његовог утицаја на перформансе система, безбедност или друге релевантне критеријуме.
- Развијање превентивних мера: На основу анализе стабла кварова, могу се развити одговарајуће превентивне мере како би се ублажили или елиминисали

идентификовани режими квара. Ове мере могу укључивати промене у дизајну, унапређење процеса, редунданцију, обуку или друге стратегије за смањење ризика.

- Валидација и дорада анализе: ФТА треба прегледати и валидирати од стране стручњака како би се осигурала њена тачност и потпуност. По потреби, анализа се може дорадити укључивањем додатних информација или спровођењем даљих истраживања.

Спровођењем анализе стабла кварова (ФТА), организације могу добити свеобухватно разумевање потенцијалних кварова и њихових основних узрока. То им омогућава да спроведу циљане акције како би побољшале поузданост система, смањиле ризике и унапредиле укупне перформансе. Кључне предности анализе стабла отказа су:

1. **Систематски приступ:** Анализа стабла отказа пружа систематски и структурирани оквир за анализу потенцијалних кварова у систему. То омогућава свеобухватно испитивање узрока и последица кварова, што омогућава темељно разумевање рањивости система.
2. **Идентификација ризика:** ФТА помаже у идентификацији и процени потенцијалних ризика повезаних са системом. Анализом различитих сценарија кварова и њихових узрока, омогућава развој проактивних стратегија за смањење ризика.
3. **Анализа основних узрока:** ФТА омогућава идентификацију основних узрока кварова. Пратећи доприносиће факторе кроз стабло кварова, организације могу усмерити пажњу на решавање основних проблема уместо само третирања симптома.
4. **Проактивно управљање ризицима:** ФТА омогућава

организацијама предузимање проактивних мера за спречавање кварова. Идентификацијом потенцијалних режима кварова и њихових узрока, могу се имплементирати одговарајуће превентивне акције, као што су побољшања у дизајну, модификације процеса или додатне заштитне мере.

5. **Квантитативна анализа:** У случају пробабилистичке ФТА, квантитативне мере, попут вероватноћа и процена критичности, могу се доделити догађајима квара. То омогућава прецизнију процену вероватноће и озбиљности различитих сценарија кварова, што помаже у доношењу одлука и расподели ресурса.
6. **Комуникација и документација:** ФТА пружа визуелно приказивање стабла кварова, олакшавајући комуникацију комплексних сценарија кварова заинтересованим странама. Такође служи као вредан алат за документацију, бележећи процес анализе и њене резултате за будуће референце.
7. **Континуирано побољшање:** ФТА промовише менталитет континуираног побољшања идентификацијом области за унапређење и учењем из прошлих кварова. Организације могу користити сазнања добијена из ФТА да унапреде дизајн, процесе и оперативне праксе, што доводи до побољшане поузданости и перформанси система током времена.

2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

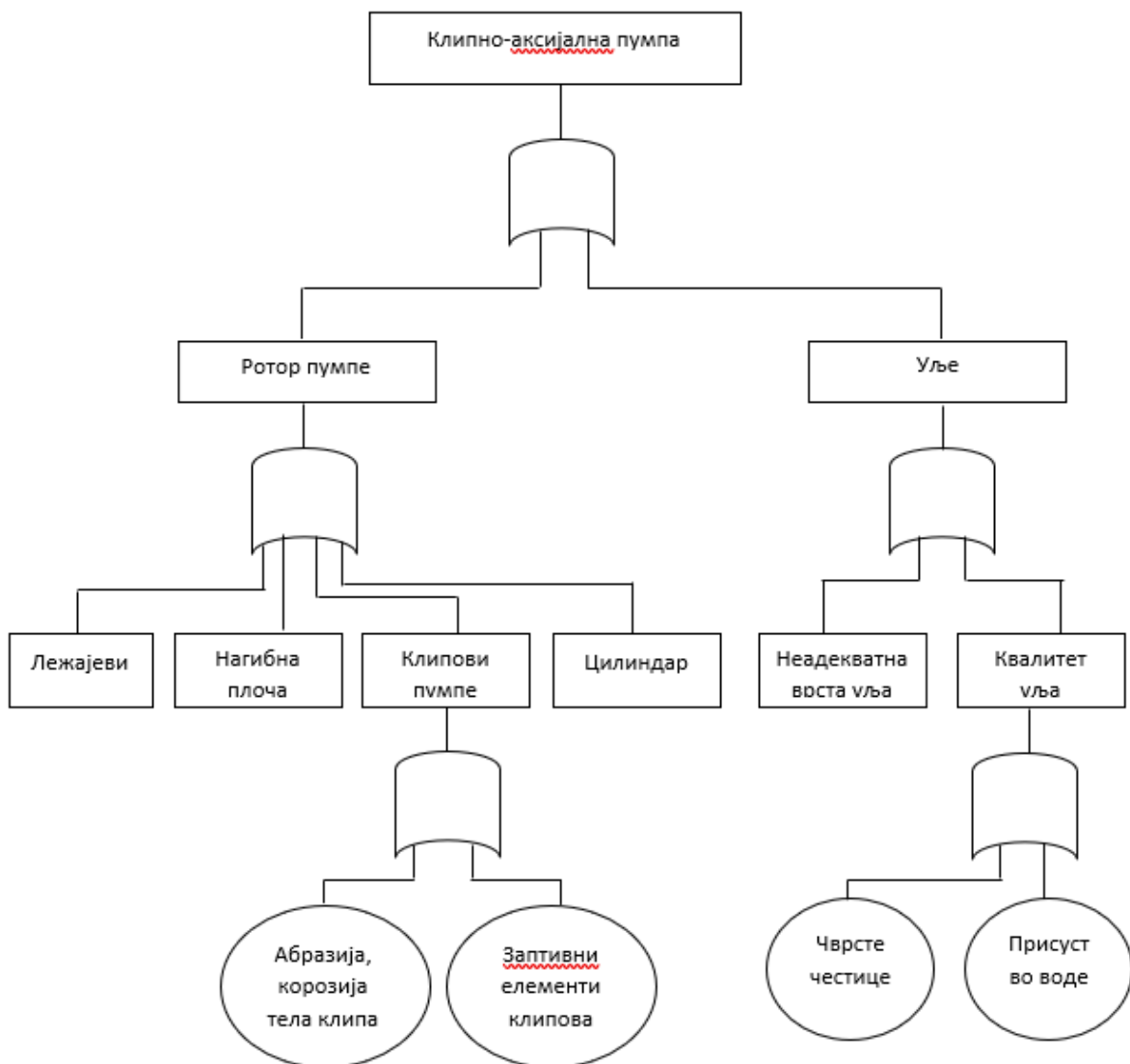
У овом раду примењена је метода за процену потенцијалних отказа, тј. анализа стабла отказа, примењена на систему хидрауличне пумпе. Врста хидрауличне пумпе која се анализира у раду је клипно-

аксијална пумпа, запремине 40 cm³, са максималним протоком декларисаним од 60 l/min, и максималним радним притиском од 300 bar. Методом анализе стабла отказа дефинишу се потенцијална слаба места на пумпи у три развијене фазе догађаја.

Сматрају се за врло поуздане и ефикасне, али свакако као и сви системи који раде под оптерећењем имају тенденцију квариња компоненти на систему. На слици 1. приказана је анализа стабла отказа за поменути хидрауличну пумпу.

3. ПРИМЕНА ФТА АНАЛИЗЕ НА ХИДРАУЛИЧНОЈ КЛИПНО-АКСИЈАЛНОЈ ПУМПИ

Клипно-аксијалне пумпе су међу најпримењивијим пумпама у индустрији.



Слика 1. Стабло отказа хидрауличне клипно-аксијалне пумпе

4. ДИСКУСИЈА

Клипно-аксијална пумпа састављена је из неколико кључних елемената унутар ротора, а то су свакако клупови, којих најчешће има 7, такође и нагибне плоче која носи клипове. Најчешћи проблеми који се јављају са овим типом пумпи су оштећења клипова по површини услед абразивног хабања или корозије. Постоји неколико узрочика томе, углавном је то проблем са усисним водом и квалитетом флуида, где се уз присуство ваздуха појављује кавитација. Поред наведеног проблема, јављају се и проблеми са легајевима, где се догађаји нису даље развијали, али код ове проблематике легајеви могу бити оштећени на телу легаја, унутрашњим стазама, кавезу, куглицама, а постоји неколико разлога што долази до тога, а један од њих је и крива осовина или несаосност погонске и гоњене осовине. Нагибна плоча такође представља потенцијалну тачку у систему где се може јавити проблем услед недовољног закретања нагибне плоче и неадекватног односа површина унутар пумпе, што доводи до промене протока. Са друге стране, проблематика која је индиректно везана за рад пумпи односи се на радни флуид, односно хидраулично минерално уље. Хидрауличне компоненте попут пумпи захтевају одређену класу чистоће радног флуида како би пумпа могла радити несметано и како не би дошло до физичких оштећења компоненти, што би узроковало ефикасан и исправан рад. Поред присуства чврстих честица, уља се често контаминирају водом, што може изазвати кавитацију унутар система, што доводи до потенцијалне корозије унутрашњих површина пумпе.

5. ЗАКЉУЧАК

Примена анализе стабла отказа (FTA) у техничким системима показује се као кључна стратегија за унапређење поузданости, безбедности и перформанси

система. Анализа стабла омогућава систематско истраживање потенцијалних кварова, идентификацију основних узрока и анализу последица тих кварова. Ова методологија пружа организацијама дубље разумевање ризика и слабости система, што омогућава развој циљаних превентивних и корективних мера.

Кроз анализу стабла отказа, организације су у могућности да идентификују кључне тачке кварова, што омогућава фокусирање ресурса на отклањање потенцијално озбиљних проблема. Ова проактивна стратегија спречава непредвиђене кварове и њихове озбиљне последице. Анализом основних узрока кварова, анализа стабла отказа омогућава дубље проницање у механизме неуспеха и подстиче развој трајних решења, уместо површинског третирања симптома.

Важно је истаћи да ова метода омогућава квантитативну анализу вероватноће кварова и процену њихове озбиљности. Ово помаже у доношењу информисаних одлука о алокацији ресурса и приоритетима у одржавању и надоградњи система. Такође, FTA олакшава комуникацију са заинтересованим странама, пружајући визуалну и јасну репрезентацију сложених сценарија кварова.

У целини, примена анализе стабла отказа има далекосежан утицај на континуирано побољшање техничких система. Кроз идентификацију ризика, анализу узрока кварова и развој превентивних мера, FTA доприноси повећању поузданости, ефикасности и безбедности система, стварајући темељ за одрживо и успешно функционисање у захтевном техничком окружењу.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Lan Y, Hu J, Huang J, et al. Fault diagnosis on slipper abrasion of axial piston pump based on extreme learning machine, Measurement, 124, 378–385, 2018.

- [2] Chao, Q., Gao, H., Tao, J., Wang, Y., Zhou, J., & Liu, C., Adaptive decision-level fusion strategy for the fault diagnosis of axial piston pumps using multiple channels of vibration signals. *Science China Technological Sciences*, 65(2), 470-480, 2022.
- [3] Tang, S., Yuan, S., Zhu, Y., Li, G., An integrated deep learning method towards fault diagnosis of hydraulic axial piston pump, *Sensors*, 20(22), 6576, 2020.
- [4] Kumar, S., Bergada, J.M., The effect of piston grooves performance in an axial piston pumps via CFD analysis, *Int. J. Mech. Sci.*, 66, 168–179, 2013.
- [5] Kumar, S., Bergada, J.M., Watton, J., Axial piston pump grooved slipper analysis by CFD simulation of three dimensional NVS equation in cylindrical coordinates. *Comput. Fluids*, 38, 648–663, 2009.
- [6] Bergada, J.M., Kumar, S., Watton, J., *Axial Piston Pumps, New Trends and Development*; Nova Science Publishers: New York, NY, USA, 2012.
- [7] Cieslik, K., Krogul, P., Rubiec, A., Spadło, K. Concept of a Vehicle for Collecting and Transporting Baled Biomass. In *Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent Technologies in Logistics and Mechatronics Systems, ITELMS, Panevezys, Lithuania*, pp. 69–74, 2015.
- [8] Przybysz, M., Rubiec, A., Simulation Research of Kinematic Discrepancy in Multiaxis Hydrostatic Drive Systems, In *Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Technologies in Logistics and Mechatronics Systems, ITELMS 2016, Panevezys, Lithuania*, 28–29, pp. 131–140, 2016.
- [9] Sliwinski, P. The Basics of Design and Experimental Tests of the Commutation Unit of a Hydraulic Satellite Motor. *Arch. Civ. Mech. Eng.*, 16, 2016.
- [10] Sliwinski, P., Influence of Water and Mineral Oil on the Leaks in Satellite Motor Commutation Unit Clearances, *Pol. Marit. Res.*, 24, 2017.
- [11] Patrosz, P., Influence of properties of hydraulic fluid on pressure peaks in axial piston pumps chambers, *Energies*, 14(13), 3764, 2021.
- [12] Vulcanović V, Stanivuković D, Kamberović B, Radaković N, Maksimović, R, Radlovački V, Šilobad M, *Metode i tehnike unapređenja procesa rada*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Institut za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Novi Sad, 2003.
- [13] Barlow R. E, Proschan, F, *Statistical Theory of Reliability and Life Testing Probability Models*, Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York, 1975.
- [14] Đorđević, V. V., Pecić, L. S., FTA analysis for hydraulic hand pump. *Tehnika*, 74(2), 235-242, 2019.
- [15] Bahr N. J, *System Safety Engineering and Risk Assessment: A practical approach*, Washington, D. C., Taylor and Francis, 2014.
- [16] Perić, S., Analiza stepena kritičnosti tehničkih sistema, *Vojnotehnički glasnik*, 57(2), 46-60, 2009.
- [17] Kang, J., Sun, L., & Soares, C. G., Fault Tree Analysis of floating offshore wind turbines. *Renewable energy*, 133, 1455-1467, 2019.
- [18] Lindhe, A., Norberg, T., Rosen, L., Approximate dynamic fault tree calculations for modelling water supply risks. *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 106, 61–71, 2012.

Адреса аутора: Новаковић Боривој, мастер инжењер машинства, Технички факултет "Михајло Пупин", Зрењанин, Буре Ђаковића бб
 е-маил: borivoj.novakovic@tfzr.rs
 Рад примљен: фебруар 2024.
 Рад прихваћен: март 2024.

ПРИМЕНА «НЕВИДЉИВИХ КРАНСКИХ МОСТОВА» ЗА ВЕЗИВАЊЕ ТОРАЊСКИХ КРАНОВА ЗА ВИСОКЕ ЗГРАДЕ

ПРИМЕНЕНИЕ «НЕВИДИМЫЕ КРАНОВЫХ МОСТОВ» ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ БАШЕННЫХ КРАНОВ К ВЫСОТНЫМ ЗДАНИЯМ

ГРУИЦА С. ЛЬУБИСАВЉЕВИЋ¹

¹ ОО „МИВЕЛ Лимитед“, Москва, Россия

REZIME

Представљен је пример пројектовања мостова за везу веома високих торањских кранова са високом зградом уз коју се налазе .Приказан је начин коришћења постојећих челичних везних греда (последње највишље везе кранова за зграду) као главних носача за кранске мостове .

Важно је напоменути да крански мостови још нису обухваћени законским прописима , не постоје регулативе ни дозвољени пројекти и ниједна инспекцијска служба их због тога не може прихватити !

Веома велика радна висина торањских кранова као и кабина на њима (164 м и 153 м до кабине) приликом грађења захтевали су да се некако нађе решење смањења замора краниста при вертикалном пењању по мердевинама унутар секција и бржег приступа радном месту путем израде „невидљивих кранских мостова“.

Ради израде таквих кранских мостова (за прелазак краниста са зграде на торањске кранове) од изабраних челичних гредних веза (задњих елемената веза ,торањских кранова за зграду на висини 97.3 м) за основне носаче мостова, са њиховом надоградњом извршен је прорачун носивости са великим коефицијентом сигурности .

Са тиме је реализована једна веома добра идеја и иста у пракси и доказана са акцентом на безбедност у току рада са основним задатком , заштита руковоаца торањских кранова и повећање његове радне способности .

Торањски кранови су са таквим мостовима између зграде и торањских кранова за прелазак краниста су радили скоро две године. Са земље се мостови нису ни примећивали те су зато и добили име "Невидљиви крански мостови".

Кључне речи: мост за особље крана, челична греда за везивање крана ,челична ужад за кранове , мердевине у секцијама торњева кранова

ABSTRACT

Представлен пример проектирования мостов для соединения очень высоких башенных кранов с высотным зданием рядом с ними. Метод использования существующих стальных соединительных балок (последнего по высоте соединения кранов со зданием) в качестве основных опор для представлены крановые мосты .

Важно отметить: крановые мосты пока не подпадают под действие правовых норм, не существует ни нормативных актов, ни разрешенных проектов, поэтому ни одна

инспекционная служба не может их принять !

Очень большая рабочая высота башенных кранов, а также кабины на них (164 м и 153 м до кабины) при строительстве заставила нас как-то найти решение по снижению утомляемости крановщика за счет вертикального подъема по лестницам внутри секций и более быстрого доступа на рабочее место, путем создания «невидимых крановых мостов».

Для изготовления таких крановых мостов (для перехода крановщиков из здания на башенные краны) из выбранных стальных балочных соединений (задние элементы соединений, башенные краны для здания высотой 97,3 м) для основных опор мостов при их модернизации был проведен расчет несущей способности, с большим коэффициентом безопасности.

При этом была реализована очень хорошая идея, подтвержденная на практике, с упором на безопасность при выполнении основной задачи, защиту операторов башенных кранов и повышение их работоспособности.

Башенные краны с такими мостами между зданием и башенными кранами, по которым переходят крановщики, работают уже почти два года. Мосты даже не были видны с земли, поэтому они получили название «Невидимые крановые мосты».

Ключевые слова: мост для крановщиков, стальная балка для обвязки крана, стальные тросы для кранов, лестницы в секциях башни.

Ключевые слова: мост для крановщиков, стальная балка для обвязки крана, стальные тросы для кранов, лестницы в секциях башни.

1. УВОД

Због све већега искоришћења земљишног простора граде се веома високе зграде са техником и опремом за изградњу која их адекватно прати у томе. Најглавнија опрема за то су торањски кранови којима се могу везивањем уз објекат и његовим растом у висини достићи висине и до 500 метара .

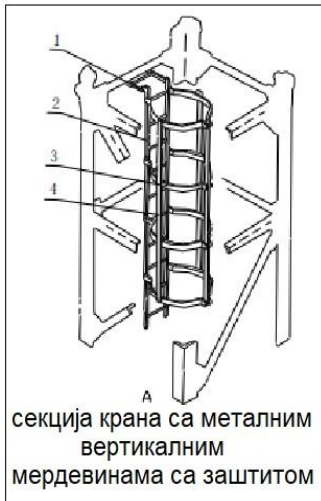
Услед пораста трошкова градње веома мало се посвећује пажња особљу које ради или опслужује (одржава, прегледа) такве торањске кранове. Нарочито начину њиховог приступа радном месту кабине руковаоца или пењања до њега на таквим висинама.

Постоје специјални уски мали лифтови који се монтирају уз торњеве тих кранова или унутар њих али због веома високих цена ретко се примењују на градњама широм света.

Скоро све до 1994 године унутар секције торњева (висина од 2,5 до 6 метара) торањских кранова уграђиване су металне вертикалне мердевине са заштитним обручевима за пењање руковаоца и другога особља на кран .На

местима везе секција торњева оне су спајане једна за другом и тако да је њихова непрекидна вертикална висина досезала до саме кабине крана.А кабине су се налазиле испод стреле крана или уз стрелу крана. Мердевине су урађене из флакова са завареним округлим шипкама између њих са ширином газишта до 500 мм. То је представљало најнехуманији начин пењања руковаоца до кабине јер се стално ослањао само на један део стопала приликом пењања и одмора у току пењања (сл.1) .





Сл.1 Торањски кран Potain FO 23 В са непрекидним металним мердевинама унутар секција торња крана

У Русији је због тога примењено решење да се мердевине у секцији торња кранова раде од везе до везе и косо ослањају . На местима ослањања мердевина су помоћне платформе са оградом .Отвори за пролаз на њима су постављени тако да особље које се пење мора да прошета платформом до следећих мердевина. Таква конструкција је доприносила руковоцу да може да одахне од пењања, исправи ноге и истовремено при кретању унутар секције по платформи погледа и и стање машинских веза секција.(сл.2 сл.3) .

ASSEMBLY / DISMANTLING
MAST SECTION ASSEMBLY (L) 2,0

везе торањских секција

металне мердевине

заштитна ограда мердевина

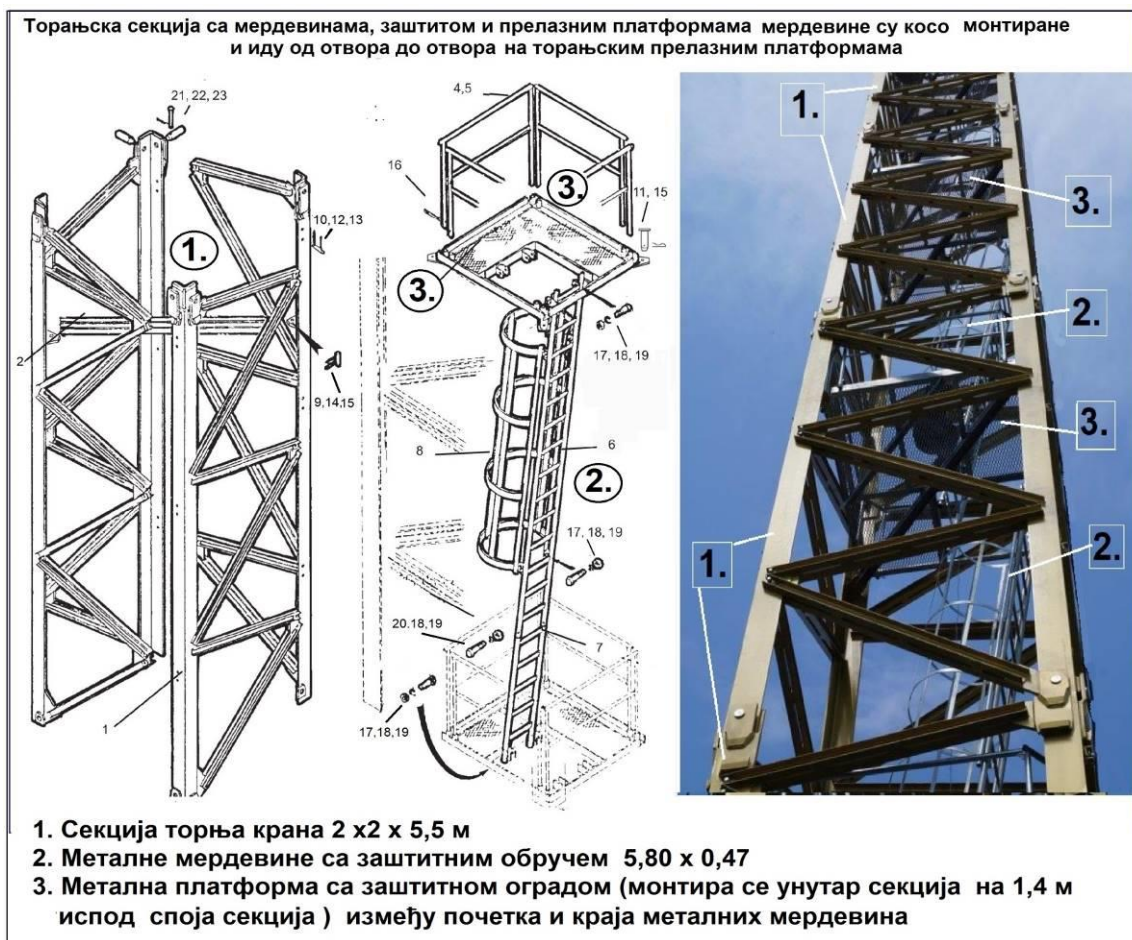
торањска секција

Платформа на почетку торањске секције

	H	A1	A2	L x G	D1	D2
S22	5500	2000	1794	150x18	55	55
S23	5500	2000	1794	180x18	55	55
S24	5500	2000	1794	200x20	60	60
S25	5500	2000	1794	200x26	60	60
TS24	5500	2000	1794	200x20	55	60
TS25	5500	2000	1794	200x26	60	60

ТОРАЊСКА СЕКЦИЈА крана LINDEN COMANSA пресека 2 x 2 м и висине 5,5 м са металним мердевинама и међуплатформом

Сл.2 Металне мердевине за заштитном оградом и платформама унутар секције торња грађевинског крана COMANSA



Сл.3 Металне мердевине дужине 5,80 м а унутрашње ширине 0,47 м , са заштитном оградом –обручем , постављене су косо између помоћних платформи , монтираних на 1,4 м , испод веза торањских секција на крановима COMANSA

Својим прописима успели су да све иностране произвођаче торањских кранова који се користе у Русији приморају да уграђују на овај начин металне мердевине у секцији торњева као и пролазне ,одморишне платформе уместо континуалних вертикалних мердевина.

Оваквим начином постављања мердевина и платформи је не само олакшано пењање руковаоца кранова већ је постигнута и олакшана монтажа и демонтажа секција кранова као и одржавање истих као и праћење веза кранских секција.

Али проблем свакодневног пењања руковаоца кранова са земље до кабине , поготово са повећањем висине кранова уз обавезно везивање торњева кранова са

зградом коју опслужују није у потпуности решен јер захтева велико време пењања и замор при томе.

2. ПРИМЕРИ ИЗРАДЕ КРАНСКИХ МОСТОВА ЗА ПРЕЛАЗЕЊЕ СА ЗГРАДЕ У ТОРАЊ КРАНА

Многи су покушавали у пракси да ураде и поставе кранске мостове у сопственој изради и да тако привремено реше проблем, Међутим, таква решења нису у складу са прописима и веома су опасна. На (сл.4, сл.5 и сл.6) приказан је пример једног таквог моста дужине око 12м и унутрашње ширине 1м, постављеног изнад металних веза торња крана Libher са зградом која се гради.



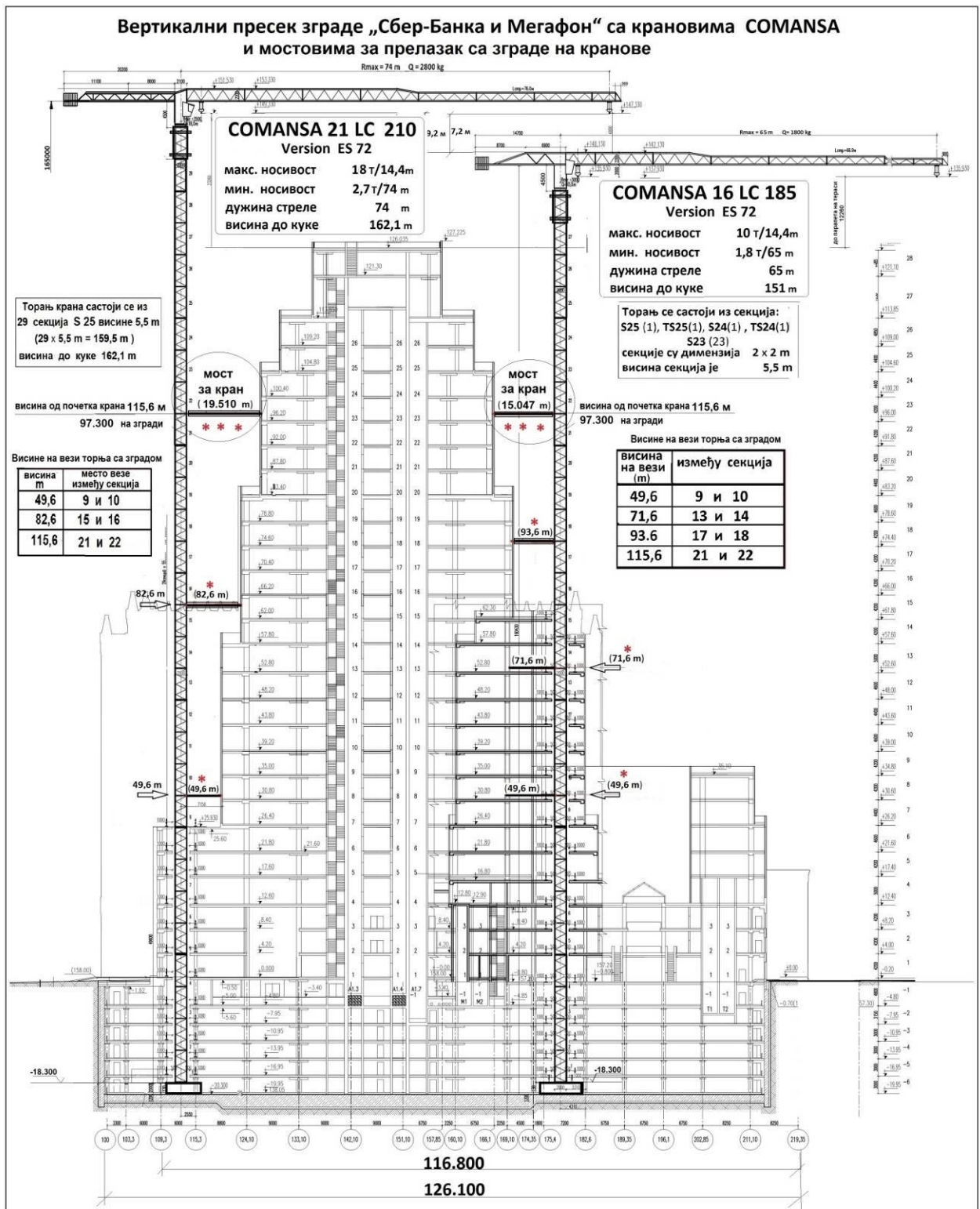
Сл.4 Мост за торањски кран Libher ,дужине 12 м,изнад веза торња крана са зградом



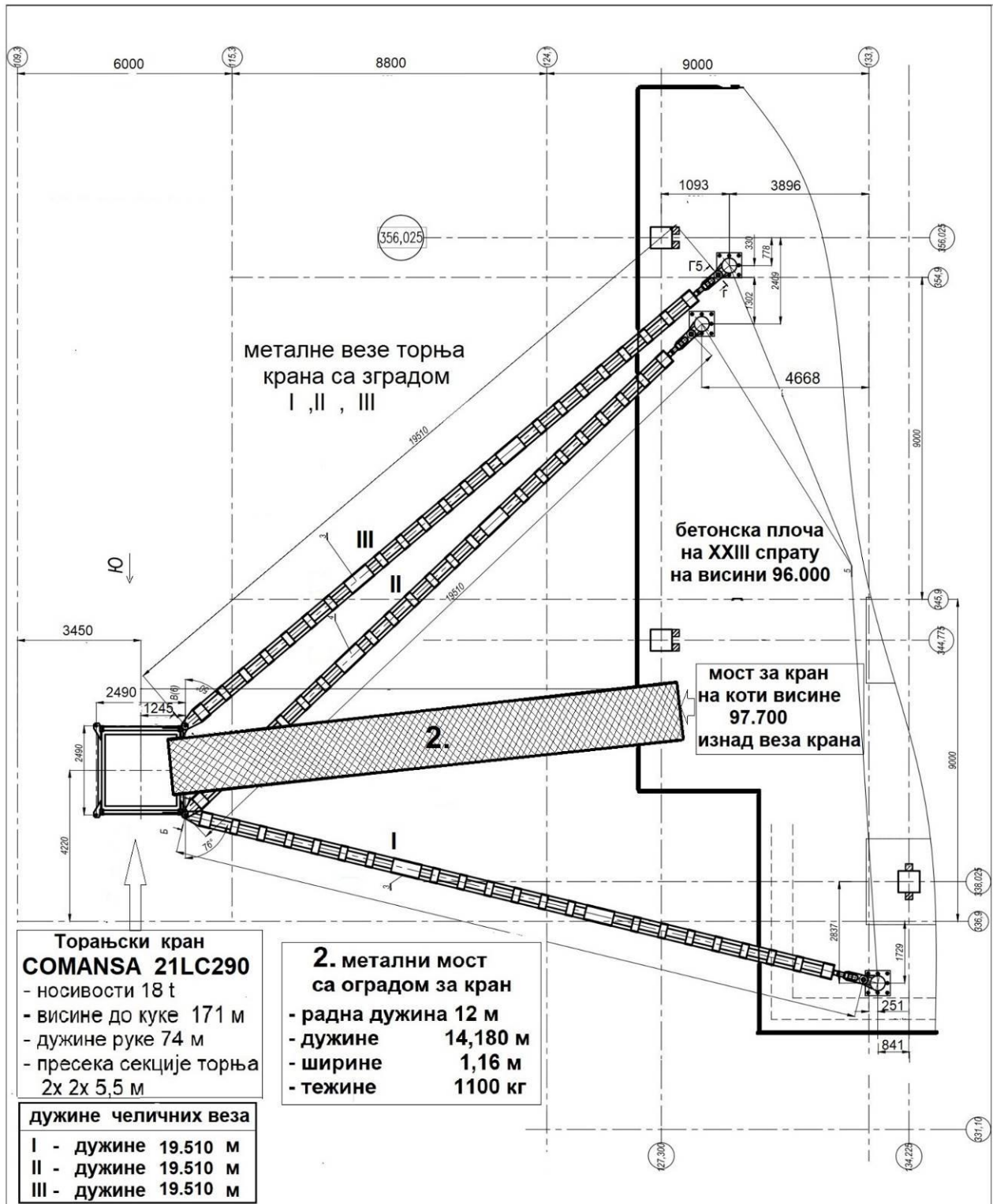
Сл.5 и 6 Детаљи везе моста са зградом и са торњем крана

На основу вертикалног пресека зграде са торањском крановима (Сл.7) као и хоризонталних пресека ,последњих веза

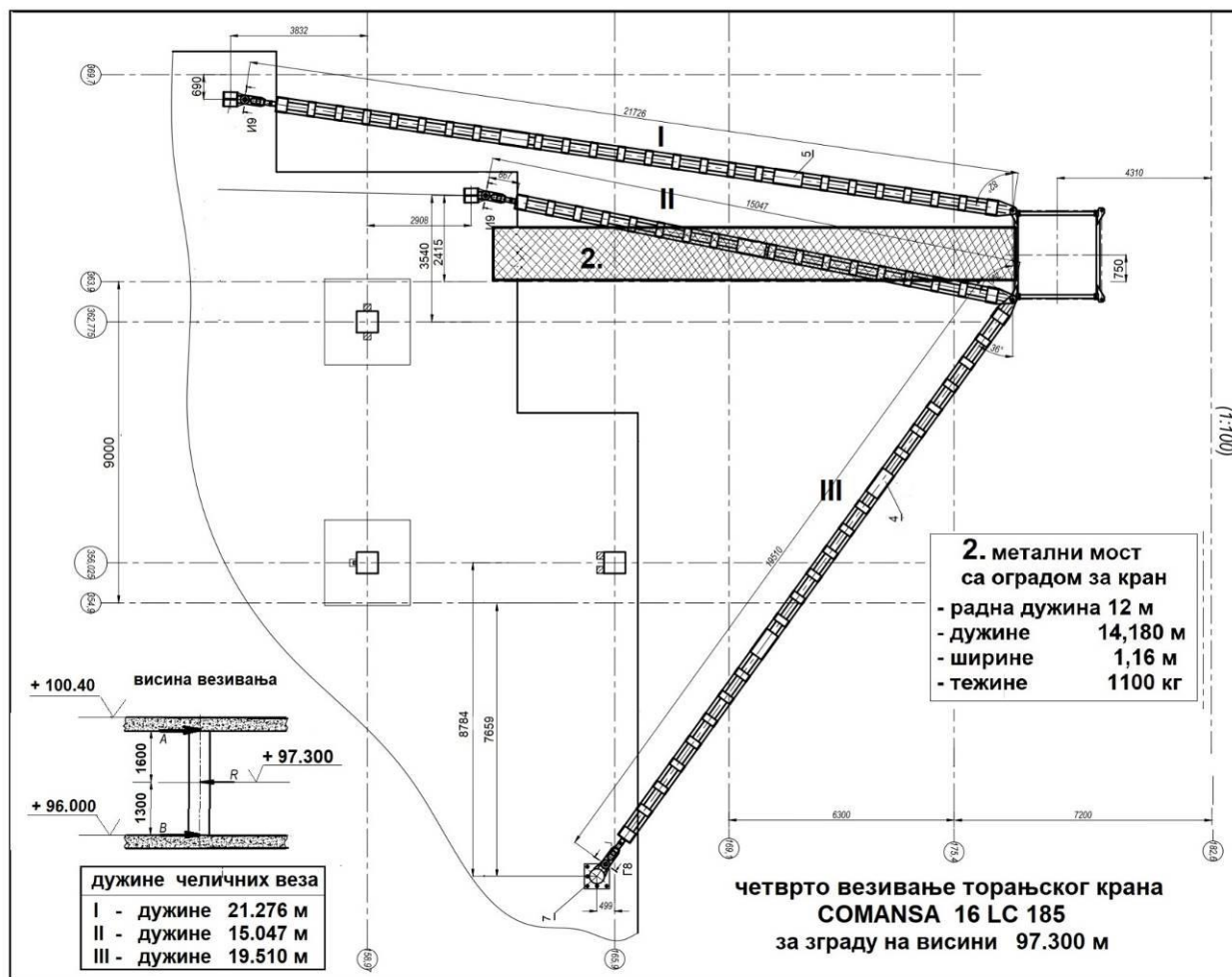
торањских кранова COMANSA са XXIII спратом зграде (сл.8 и 9) наручен је пројекат моста за кранове



Сл.7 Вертикални пресек зграде са торањским крановима COMANSA и позицијама мостова за прелазак са зграде на кранове



Сл.8 Цртеж веза торња крана са зградом и моста за кран изнад њих на коти 97.700 м за кран COMANSA 21LC 290



Сл.9 Цртеж веза торња крана са зградом и моста за кран изнад њих на коти 97.700 м за кран COMANSA 16LC 185

Урађен је комплетни статички прорачун за метални мост (сл.8 и сл.9) са три варијанте у односу на висину постављања на бетонској плочи коте + 96.000 или изнад ње на висини 97.700 и ти цртежи са пресецима су приказани на (сл. 10 и сл.11).

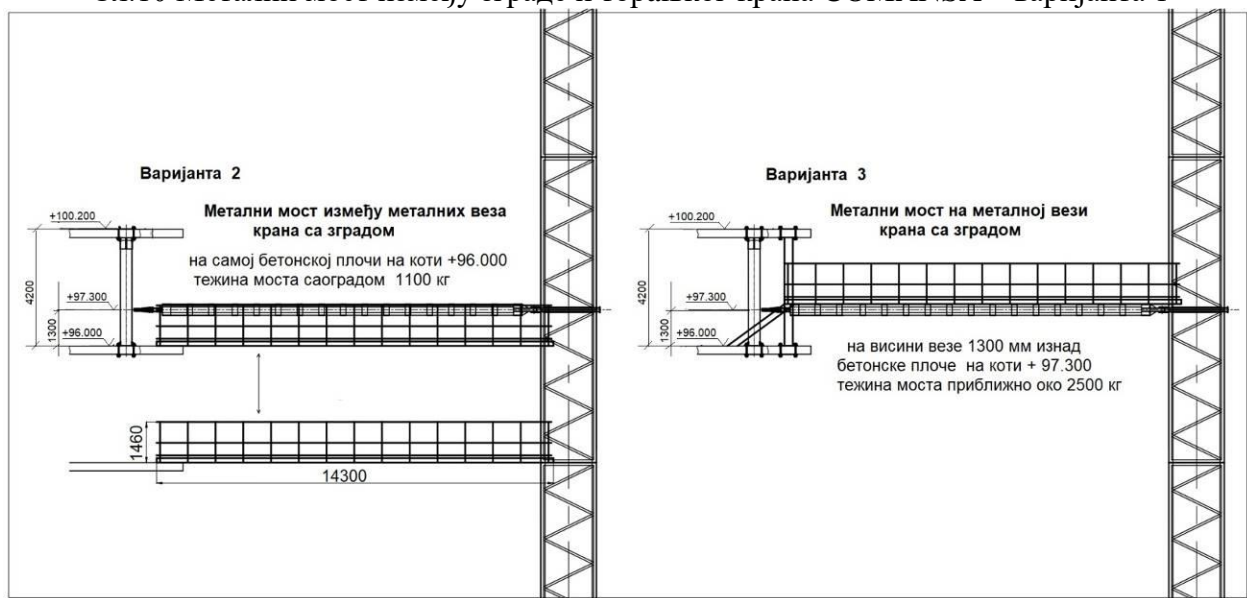
Добијени су подаци на основу изабраних челичних профила статичким прорачуном са кофицијентом сигурности 300 %. Монтажа таквих мостова би била веома проста и безбедна јер би се могла извести постојећим краном.

Одређено је место монтаже на цртежима за везивање кранова:

1. За торањски кран **COMANSA 21LC290** (сл.8) на висини од **97.700** изнад челичних веза торњева кранова са зградом на **XXIII** спрату зграде
2. За торањски кран **COMANSA 16LC185** (сл.9) на висини од **97.700** изнад челичних веза торњева кранова са зградом на **XXIII** спрату зграде



Сл.10 Метални мост између зграде и торањког крана COMANSA – варијанта 1



Сл.11 Метални мост између зграде и торањког крана COMANSA – варијанта 2 и 3

Међутим за овакво решење није добијена дозвола од органа Руске федерације за израду и постављање таквих мостова за кранове а из напред наведених разлога.

3. ИЗРАДА „НЕВИДЉИВИХ МОСТОВА

Под тим појмом „невидљиви мост“ подразумева се крански мост које се

налази на **97.300 м** висине и уклапа се у елементе торањског крана .Због тога се не може видети са земље и не упада у очи инспекцијама ,мада се објекат налазио у центру Москве .Велики високи торањски кранови монтирани уз објекат ,су са својим дугачким радним стрелама од **74 м** и **65 м** досезали до две трећине ширине улице , најпрометније саобраћајнице „Садово кољцо“- Кружни средњи

саобраћајни прстен са по шест трака у једном и другом смеру.

После неуспелог покушаја да се мост изгради према приспелим пројектима пришло се идеји да се искористе постојеће челичне везне греде као основа моста, на највишем, последњем, везивању кранова са зградом.

Искоришћена је средња (II) челична везна греда за оба крана и то изнад XXIII спрата зграде на висини од 97.300 м.

Такође и варијанта 3 као основа (сл.11) из пројекта са тим што је носећа конструкција моста у нашем случају везна греда а ограда моста челична ужад.

Због пирамидалног „степенастог“ облика зграде „задње“ челичне везе са торњевима кранова су највеће дужине од **15 до 22 м** д а самим тим и дужина „невидљивих кранских мостова“ се кретала у тим распонима.



Сл.12 Челична греда за везу торња крана COMANSA 21LC 290 са зградом

„Невидљиви мостови“ су урађени на следећи начин:

1. Проверена је статичка носивост постојећих средњих металних веза (сл.8,9 и 12) на оптерећање од **200 kg** са додатним континуалним оптерећењем од снега висине **30 cm**.
2. На средњу везну металну греду број II димензија **400 x 400** (сл.12) на висини од **97.300**, са горње стране поставиљена су лака неклизацијућа газашта ширине **400 mm** и то следеће:

- челична мрежа (са квадратним отворима 20 x20) у облику „U“ профила ана доле чиме је обухваћен профил греде металне везе и добијено неклизацијуће газаште (ка торњу крана **COMANSA 21LC290**) (сл.13 и сл. 14)
- лагане перфориране платформе из челичнога лима од фасадних скела ширина **450 mm** а дужина

3000 mm везавши их једну за другу и за металну челичну везну греду (ка торњу крана **COMANSA 16LC185**) (сл.12 , сл.16 и сл.17)

3. Урађено је додатно метално степениште и прелазна мала платформа ради прилаза „Невидљивом мосту“ на висини од **1300 mm** изнад бетонске плоче на **XXIII** спрату. (сл.16 и сл.20)
4. Направљена је ограда мостова користећи **челичну ужад** на следећи начин:

- Урадили и монтирали вертикалне цевне челичне стубиће **Ø 48/3 x 1800** са завареним на једној страни „металним ушкама са отворима за пролаз челичних ужади на растојању од врха по **600 mm** и то три ком. по стубићу.
- Такви стубићи су монтирани на почетку и на крају са обе стране „оба моста са окренутим металним ушкама споља.



Сл.13 Челична везна греда са челичном мрежом ,челична ужад са обе стране и челични стубићи са отворима за вођење ужади на згради за кран **COMANSA 21LC 290**



Сл.14 „Невидљиви мост“ са оградом од челичних ужади и челичном везном гредом као основом и челичним стубићима за вођење ужади за кран **COMANSA 21LC 290**

- Прво челично уже $\text{Ø}12 \text{ mm}$ постављено на висини од **20 cm** од челичне греде .Са једне стране –на почетку је везано за челични допунски стуб за који је причвршћена везна греда. Затим је провучено кроз доњу ушку на стубићу ,развучено до другог стубића на крају моста, провучено кроз доњу ушку на њему и причвршћено на торањ крана. Таквим поступком урађено је и челично уже са друге стране мостића.
- Друго челично уже пречника $\text{Ø}12 \text{ mm}$ је постављено на **60 cm** од првог ужета односно **80 cm** од челичне греде по истом поступку као и прво челично уже.

- Треће челично уже пречника $\text{Ø}14 \text{ mm}$,најглавније које је горњи део оgrade ,постављено је на **60 cm** од другог по висини односно на **140 cm** од челичне греде по истом поступку као и прво и друго челично уже.

Захваљујући завареним металним плочицама са отворима за ужад на пројектованим растојањима између плочица са отворима кроз која су прошла ужад добијена је континуална ограда моста од ужади (сл.13,14 ,15,16,17,18,19 и 20).

Најважније у овоме је најдебље челично уже $\text{Ø} 14$ које је рукохват за кретање по мосту а истовремено и носач алке сигурносног појаса који је део моста а без кога се лица не могу кретати њиме.



Сл.15 Друга страна „невидљивог моста“ уз торањ крана COMANSA 21LC 290

Уведена је обавеза да лице приликом уласка на мост са било које стране ,ставља сигурносни појас на себе који је повезан са клизном алком на ужету. Тиме

је сигурност лица који се крећу мостом и допунско обезбеђена (сл.18 ,19,20,21 и 22)-

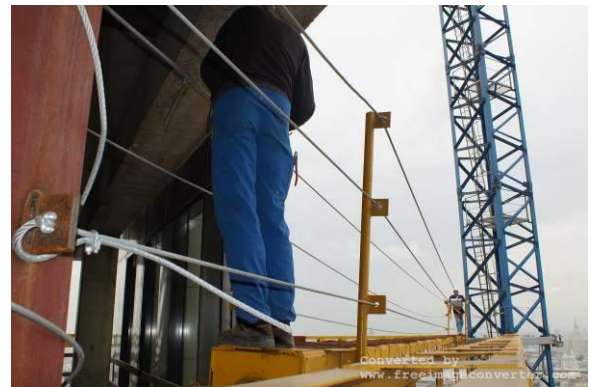


Сл.16 Челична везна греда са алуминијумским решеткасим платформама ,челична ужади са обе стране и челични стубићи са отворима за вођење ужади на згради за кран COMANSA 16 LC185



Сл.17 Друга страна „невидљивог моста“ уз торањ крана COMANSA 16 LC185

Таквим решењем „невидљивих мостова“ , добијених коришћењем конструкције постојећих везних челичних греда са додатком челичних ужади као оградом обезбеђен је приступ са зграде висине **97.300 m** , месту спајања **21** и **22** секције торњева кранова односно њене висине од фундамента **115,600 m**.



Сл.18 звршетак монтаже челичних ужади и провера веза на “невидљивом мосту“ дужине 19.510 м за кран COMANSA 21LC 290



Сл.19 „Невидљиви мост“ за кран COMANSA 21LC 290 и дежурно лице на одржавању кранова са сигурносним појасом



Сл.20 звршетак монтаже челичних ужади и провера веза на „невидљивом мосту“ дужине 15.047 м за кран COMANSA 16 LC 185



Сл.21 Зграда МФК Оружејни са два крана COMANSA и невидљивим мостовима

Са (сл.21) се види да крански мостови поз. 2 средње везне греде која су и мостови за везу торњева крана са зградом, за оба велика торањска крана на висини од 97.300 метара се уопште не виде са земље и ретко ко може претпоставити да их уопште има,

Десио се и овакав неочекиван случај у току градње.

Рано ујутро пре почетка рада око 7 и 20 шеф службе која чува зграду је изјавио да је на „You tube“ видео страници „инфлуенсера“ на крану COMANSA 21LC290 и да са стреле снима Москву .Предузете су одмах мере предострожности и наређено је руковаоцу крана који се спремао за рад да приликом пењања или преласка преко моста, не обраћа пажњу и не сме ничим да уплаши страни лице ,другачије речено „не сме да га примети“, да не би оно пало са крана.

Када је руковаоц крана прелазећи прописно „невидљивим мостом“ по другој средњој челичној везној греди идући ка торњу крана био на другој половини ,ближе крану, инфлуенсер је изашао из торња крана и ступио на трећу челичну гредну везу крана. Руковаоц по наредби , није обраћао пажњу на њега а овај је клизајући по везној греди са спољним ребрима - просто јашући је, бежао са крана (сл.22 и сл.23). Фотоапаратом и телеобјективом снимљен је тај момент.



Сл.22 и 23 Страно лице –инфлуенсер напушта , клизајући се по трећој металној гредној вези, торањ крана COMANSA 21 LC 290 а руковаоц крана иде „невидљивим мостом“

4. ЗАКЉУЧАК

„Невидљиви крански мостови“ су веома брзо урађени .Од тренутка рађања идеје са рачунском провером и набавком материјала, комплетна реализација је завршена за недељу дана. Њихова цена коштања је веома мала и кретала се око 2000 евра.

У пракси су се показали веома ефикасни и безбедни. Сви руковаоци и лица која су одржавала кранове а користила ове мостове су се изразили веома повољно о њима. Задовољни за дупло и више скраћивање пута пењања мердевинама унутар секција торњева и замора приликом таквога пењања.

Повећању безбедности ходања по мосту је допринео стално уграђен сигурносни појас повезан са алком на челичном ужету Ø 14 која натегнута је била и ограда моста . Појас је обавезан за сва лица која су користила кранске мостове.

До овога **XXIII** спрата на коти **96.000** довозио их је грађевински лифт уграђен у згради чија је носивост била **20** лица или **2000 kg** а који је нарастао је у висину са растом зграде.

Са земље односно са коте „0“ ови се мостови уопште нису видели и нико није могао претпоставити да их има на градњи па су зато и добили име „невидљиви мостови“.

Користили су се све до демонтаже кранова а и тада су коришћени за прелазак особља које је изводило демонтажу.

Још једном се напомиње да не постоје технички прописи за израду кранских мостова и да се не могу се добити дозволе за употребу. Али

коришћење таквих мостова је био хуман приступ руковоцима кранова и смањењу висине свакодневног пењања на тако велике висине до радног места кабине кранова . То је био и основни циљ прорачуна ,израде са искоришћењем постојећих металних везних елемената и њиховом надоградњом.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Проспекти кранова LINDEN COMANSA 16LC185 и LINDEN COMANSA 21LC290
- [2] ППР Пројект организације градилишта и рада на градилишту ООО "Группа проектирования производства работ" Москва Русија
- [3] Пројект мостова кранова за везу са зградом од Кривокапића фирме „ЕНКОС“ Србија
- [4] НЕОБИЧНО РЕШЕЊЕ ДЕМОНТАЖЕ ВИСОКОГ ТОРАЊСКОГ КРАНА У ИЗГРАДЊИ ВЕЛИКИХ ЗГРАДА , аутора Грујице Љубисављевић часопис «ДИТ 36»
- [5] ТЕХНИЧКА РЕШЕЊА И ПРОРАЧУНИ ВЕЗИВАЊА ТОРАЊСКИХ КРАНОВА ЗА ВИСОКУ ЗГРАДУ , аутора Грујице Љубисављевић часопис «ДИТ 40»
- [6] Фотографије и скице , аутора овога пројекта Грујице Љубисављевић

Адреса аутора: Грујица Љубисављевић, дип.маш. инж., Академик Међународне академије друштвених наука, Москва, Русија. Синђелићева 27/26, 37000 Крушевац

е-маил: grujica48@gmail.com

Рад примљен: фебруар 2024.

Рад прихваћен: март 2024.



МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ (1952 – 1997)

Чувени светски истраживач и научник
у области теоријске физике.
Професор на већем броју
америчких универзитета.
Пилот и спортиста,
патриота и хуманиста

AUTOMATIZACIJA PROCESA POLIRANJA INOX DRŽAČA STAKLA

AUTOMATION OF THE POLISHING PROCESS OF STAINLESS STEEL GLASS HOLDERS

MILJAN MILETIĆ¹
MILORAD RANČIĆ²
ALEKSANDAR RADONJIĆ²

¹Akademija strukovnih studija Kruševac, odsek tehnicko tehnoloski

²Društvo inženjera u Zrenjaninu, Zrenjanin

³Institut tehnickih nauka Srpske akademije nauka i umetnosti, Beograd, Srbija

REZIME

U ovom radu predstavljena je funkcionalnost automatizovane mašine za poliranje držača stakla. U mašini se koristi sprega elektronike, informacionih tehnologija, pneumatike u procesu rada. Namena mašine je da prvenstveno ubrza proces poliranja držača smanji broj radnika za poliranje i ujednači kvalitet politure. Svrha mašine je i da se smanji škart koji se javljao prilikom ručnog poliranja. Drugi cilj je da se izbegne potreba za deficitarnim radnicima za poliranje i umesto njih se koristi dostupna radna snaga za manipulaciju mašinom koja se relativno brzo uključuje u proces rada. Princip rada se sastoji u tome da radnik postavi držače u alat mašine, zatvori vrata i pritisne taster "automatski rad", a mašina samostalno vrši poliranje držača. Nakon završetka poliranja mašina se vraća u početni položaj, a radnik ponavlja ciklus.

Mašina zadovoljava sve vrste bezbedonosnih standarda 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 ljudskog faktora.

Ključne reči: senzori, robotizacija, automatizacija, PLC

ABSTRACT

The work below shows the functionality of an automated glass holder polishing machine. The machine uses a combination of electronics, information technologies, and pneumatics in the work process. The purpose of the machine is primarily to speed up the process of polishing the holders, reduce the number of workers for polishing and uniform the quality of the polish. The purpose of the machine is also to reduce the scrap that occurred during manual polishing. The second goal is to avoid the need for deficit workers for polishing and instead use the available manpower to manipulate the machine, which is relatively quickly involved in the work process. press the "automatic operation" button, and the machine polishes the holders independently. After finishing polishing, the machine returns to its initial position, and the worker repeats the cycle.

The machine meets all kinds of safety standards and has a certificate for occupational safety. 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 waste, and due to the significantly reduced need for the human factor.

Key words: Sensors, robotics, automation, PLC

1. UVOD

Proizvodnja inox držača stakla sastoji se iz nekoliko faza. Prva faza je izvlačenje oblika iz table lima. Ova operacija obavlja se na hidrauličnim ili ekscentar presama sa posebnim alatima u zavisnosti od dimenzija držača. Na slici 1 prikazani su poluproizvodi dobijeni procesom presovanja iz table lima.



Slika 1. Poluproizvod dobijen presovanjem

Sledeća faza je otvaranje rupa na držaču i punktovanje ploče sa navojem. Proizvod ove operacije predstavljen je na slici 2.



Slika 2. Otvaranje rupa i punktovanje navoja

Naredna faza je šmirglanje, zatim poliranje spoljašnjih strana držača do visokog sjaja. Ova faza obavlja se na automatizovanoj mašini koja je prikazana na slici 3. Ista mašina se koristi prvo za šmirglanje, a zatim za poliranje. Vršiti se samo zamena glava (šmirgla ili krpa za poliranje). Ova faza će biti detaljno opisana.

Završna faza je montaža držača i pakovanje u ambalažu.



Slika 3. Mašina za automatsko šmirglanje – poliranje držača

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 šaržeru postavlja držače za šmirglanje, odnosno poliranje. Potom radnik zatvara sigurnosna vrata i startuje automatski rad. Ceo proces dalje mašina obavlja samostalno; vrši spuštanje šmirgle – krpe, uključuje se motor za šmirglanje. Kada motor postigne odgovarajuće ubrzanje mašina uključuje kretanje šmirgle krpe po horizontalnim vodičama. Sledeći korak je uključivanje motora koji vrši pomeranje nosača šmirgla-krpa levo-desno za širinu šmirgle ili krpe kako bi se ostvarila ravnomerna potrošnja abrazivnog materijala na celoj površini. Naredni korak je dodavanje paste za poliranje. Kada mašina pređe zadatu putanju od početne stanice do krajnje stanice, mašina vrši promenu rotacije motora i mašina se vraća u početni položaj. Radnik skupi ispolirane držače, ubaci nove držače 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 POLIRANJE DRŽAČA

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 30A,
- temperatura prostorije od +15 do +30 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 šmirglanje i poliranje inox držača. Radnik uključi mašinu, otvori sigurnosna vrata da proveriti da li su svi elementi mašine u početnom položaju, zatim postavlja držače na nosač, zatvara sigurnosna vrata, na HMI displeju radnik bira automatski rad. Zatim na HMI-ju pritisne ikonicu "start". Mašina nakon inicijalizacije koja traje 20s (provera da li su svi krajnji prekidači odradili svoj posao, odnosno na pravoj poziciji), uključuje pogonski motor za šmirglu ili poliranje. Nakon 15s motor prelazi iz starta zvezdastrougao, spušta se pogonsko vratilo koje postavlja pogonski motor na pravu visinu koja se tokom vremena menja zbog habanja abrazivnog materijala. Sledeći korak je početak kretanja pogona duž horizontalne ose. Na prikazanoj mašini dužina ove ose iznosi 6230mm zbog prihvata većeg broja držača 200.komada kada su položeni na lice ili naličje. Nakon početka kretanja uključuje se motor za kretanje nosača šmirgle krpe napred-nazad. Ovaj korak je neophodan kako bi se obezbedila ravnomerna potrošnja abrazivnog materijala i povećao kvalitet poliranja. Zatim se vrši aktiviranje pneumatskih cilindara koji služe za dodavanje paste kod poliranja. Postoje dva para cilindara, po jedan za svaku stranu kretanja po horizontalnoj osi. Razlog za postavljanje ova dva cilindra zbog promene smera

rotacije pogonskog motora koji se kreće u smeru kazaljke na satu kada krene iz početnog položaja prilikom starta mašine i kada stigne u krajnju poziciju "stanica 1", isključuje se pogonski motor i svi ostali motori, kao i cilindar. Kada se motor zaustavi, mašina vrši promenu rotacije sada suprotno od smera kazaljke na satu, zatim se vrši uključivanje kretanja nosača pogonskog motora i tada mašina kreće ka početnom položaju. Tada se uključuje suprotni, drugi cilindar za dodavanje paste. Razlog za ovo je taj što se mašina koristi za poliranje u povratnom smeru. Ovako se znatno skraćuje vreme potrebno za poliranje. Kada mašina ponovo dođe u početni položaj, a nakon gašenja pogonskog motora, radnik vrši otvaranje vrata, isključuje osigurač koji obezbeđuje okretanje šaržera alata držača i vrši okretanje. Zatim se vrši poliranje drugih držača koji su poređani sa suprotne strane alata. Kada se ova radnja završi, vrši se ponovno okretanje šaržera, sada sa bočne strane, tj. vrši se poliranje držača sa prve bočne, a zatim sa druge bočne strane. U šaržeru sa bočne strane nalazi se po 500 držača. Zaduženje radnika je da vizuelno proverava da li su držači u alatu pravilno namešteni. U slučaju da je neki od držača ispao iz šaržera radnik mora da zaustavi mašinu (STOP taster). Kada mašina završi sa poliranjem ili šmirglanjem svih strana držača, alat prestaje da se rotira, radnik otvara sigurnosna vrata kako bi pokupio obrađene držače i vrši nameštanje novih držača u šaržer. Vreme potrebno za ceo ciklus od postavljanja držača do poliranja-šmirglanja, prikupljanja obrađenih držača i ugradnje novih držača je 660s i ovo vreme zavisi od dimenzija držača kao i spretnosti - brzine radnika. Za potrebe navedenog istraživanja uzeto je prosečno vreme mereno za 10 radnika i za različite dimenzije držača. Na slici 3 prikazan je izgled komandnog ormana mašine. Orman na sebi sadrži glavni prekidač, komandnu tablu-HMI, tastere za podešavanje visine glave usled habanja abrazivnog sredstva i panel za regulaciju brzine kretanja motora po horizontali.



Slika 3. Prikaz komandnog ormara

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.



položaja, krajnji prekidači, automatski osigurači, servo motor. Na slici 4 prikazan je unutrašnji deo komandnog ormara sa elektronskim komponentama.



Slika 4. Prikaz elektronskih komponenti komandnog ormara

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

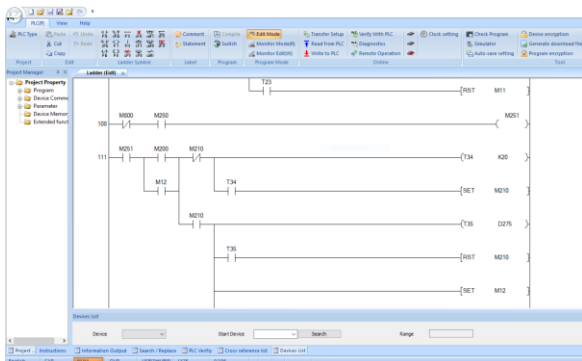
3. SASTAVNI DELOVI MAŠINE

Prikazano rešenje sastoji se iz sprege 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



Slika 5. Prikaz PLC kontrolera

Za programiranje PLC kontrolera koristi se takozvano lestvično programiranje, odnosno LADDER dijagram. Na sledećoj slici 6 prikazan je jedan delić 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 dva cilindra koja služe za zatvaranje/otvaranje alata za dodavanje paste. Komponente su izabrane zbog visoke pouzdanosti u radu, velike brzine i mogućnosti regulacije sile kojom abrazivno sredstvo deluje na drzace kako bi se idealno približile i omogućilo se poliranje bez oštećenja proizvoda. Na slici 8 prikazan je pneumatski cilindar.



Slika 8. Pneumatski cilindar [9]

U primenjenim cilindrima nalazi se magnet koji služi za određivanje položaja klipa. Pomoću *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. Proporcijalni regulator pritiska [10]

Pneumatska komponenta koja je upotrebljena za regulaciju pritiska koji je potreban da se pasta prisloni na krpu a da ne dođe do preslabog ili prejakog pritiska je proporcijalni elektro-pneumatski ventil. Namena ventila je da precizno reguliše potreban pritisak koji je zadat na PLC kontroleru. Ovaj pritisak se putem senzora meri podaci se šalju na PLC koji vrši regulaciju. Pre primene ovog proporcijalnog ventila nije bilo moguće podesiti silu kojom pasta vrši pritisak na krpu. U slučaju prevelikog pritiska dolazilo je do oštećenja krpe, a pri malom pritiskom na krpu nije bilo nanošenja paste pa je poliranje bilo loseg kvaliteta tako da je operacija morala da se ponovi više puta. Jedini problem sa ovim regulatorima je malo viša cena koja dugotrajnom upotrebom i pouzdanom primenom opravdava svoj kvalitet i nesto višu cenu u odnosu na druge proizvođače ove opreme.

Komponenta za rotaciju pogonskog vratila 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 milimetra. U ovaj motor je ugrađen rotacioni enkoder koji obezbeđuje tačne informacije o položaju motora. Ovo je vrlo bitno kako bi plc mogao precizno da reguliše poziciju abraziva u

odnosu na držače koji se poliraju. Ovaj motor vrši preciznu regulaciju približavanja odnosno udaljavanja krpe ili šmirgle od držača koji se polira. Ovim motorom je uspešno moguće nadomestiti proces habanja šmirgle ili krpe, a da kvalitet poliranja ostane isti.

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.

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 2 godine nije bilo ni jednog otkaza ovih uređaja.

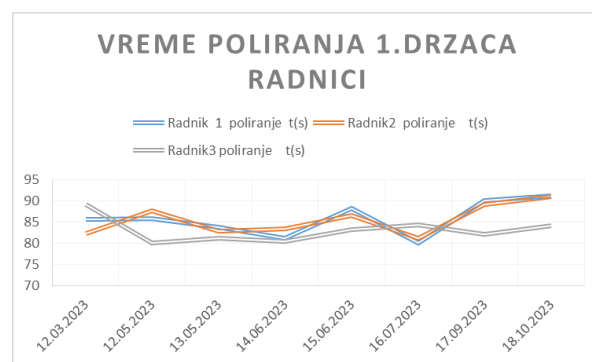
4. REZULTATI RADA MAŠINE

U ovom poglavlju opisano je istraživanje opravdanosti izrade ovog tipa mašine. Sva ispitivanja vršena su u realnim uslovima uporednim radom većeg broja radnika ručno i rada na mašini. Istraživanja su vršena deset puta u toku godine po pet dana: Prvo istraživanje u zimskom mesecu martu, a ostala u maju, junu, julu, septembru i oktobru. U tabelama i graficima koji će biti predstavljeni u nastavku prikazani su rezultati za prikazanu mašinu i tri radnika koja su polirala ručno. Razlog zbog koga su predstavljena tri radnika je da su rezultati merenja ostalih radnika u okvirima prosečne vrednosti vremena poliranja radnika 1, radnika 2 i radnika 3. Radnici koji su radili na mašini su uglavnom bili nekvalifikovani i počeli su sa radom na mašini nakon obuke. Radnici koji su vršili poliranje bili su provereni radnici koji su godinama radili u ovoj firmi i koji imaju veliko iskustvo u poliranju držača. Ispitivanje je vršeno u dve smene koje su trajale aktivno po šest 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 koji poliranje obavlja ručno. Vreme koje je potrebno za zamenu i popunjavanje šaržera takođe je uračunato u ovim podacima. Na sledećoj tabeli prikazano je uporedno vreme potrebno da se ispolira jedan držač za troje radnika.

Tabela 1. Vreme poliranja jednog držača

Dan/godina	Radnik1 poliranje t(s)	Radnik2 poliranje t(s)	Radnik3 poliranje t(s)
12.03.2023	85.76	82.31	89.23
12.05.2023	85.83	87.77	80.12
13.05.2023	83.84	82.91	81.25
14.06.2023	81.26	83.54	80.54
15.06.2023	88.24	86.54	83.25
16.07.2023	80.21	81.23	84.35
17.09.2023	90.14	89.27	82.12
18.10.2023	91.24	91.13	84.24
Prosek:	85.815	85.5875	83.1375

Prikazana vremena u tabeli su prosečna vremena za troje radnika 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 poliranja za sva tri radnika i njihova prosečna vrednost. Na x osi predstavljeni su datumi merenja efikasnosti radnika, dok je na y osi broj ispoliranih komada.



Grafik 1. Vreme poliranja 1. držača mereno za 3. radnika

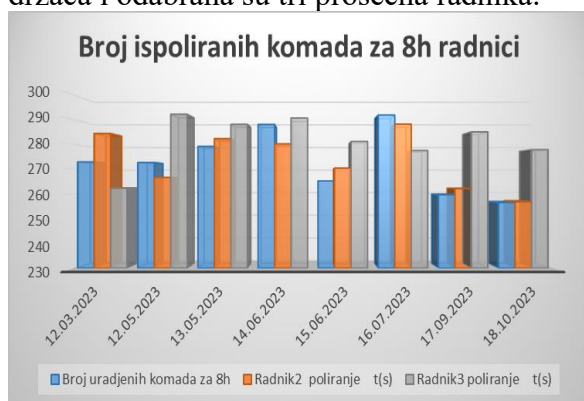
Na grafiku se može primetiti da su vremena poliranja radnika 1 i radnika 2 približno jednaka, dok je vreme poliranja radnika 3 nešto kraće. Razlika u vremenu poliranja zavisi od dimenzija elemenata koji se poliraju. Radnici brže vrše poliranje držača većih dimenzija od držača koji su manji. Ovaj odnos kod mašinskog poliranja je na strani mašine zbog većeg broja držača koji sada mogu da se postave u šaržer dok je vreme poliranja potpuno isto kao i za držače većih dimenzija. Treba napomenuti da se prilikom poliranja javljala politura lošijeg kvaliteta, odnosno element nije propisno ispoliran. Kod ovih delova moguća je dorada ponovnim poliranjem. Ovo se javilo kod mašinskog poliranja i dešavalo se kao posledica nestanka abrazivnog sredstva ili nestanka paste za poliranje. 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 ručnog poliranja koja je obavljao radnik, dok mašina nije imala ni jedan komad koji je završio u škartu.

U tabeli 2 prikazan je broj ispoliranih držača za osmo časovno radno vreme sa uračunatim pauzama za topli obrok. Tabela je izvršen prikaz za posmatrane datume u toku godine za tri radnika.

Tabela 2. Broj ispoliranih držača za 8h po radniku

Dan/godina	Broj urađenih komada za 8h	Radnik 2 poliranje t(s)	Radnik3 poliranje t(s)
12.03.2023	273	284	262
12.05.2023	273	267	292
13.05.2023	279	282	288
14.06.2023	288	280	291
15.06.2023	265	270	281
16.07.2023	292	288	277
17.09.2023	260	262	285
18.10.2023	256	257	278
Prosek:	273	274	282

Uzete su prosečne vrednosti merenja za tri radnika u 6 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 šest sati, po tri dana u toku prikazanog meseca. Postavljeni su samo obrađeni podaci, odnosno relevantne srednje vrednosti. Na grafiku 2 prikazane su srednje vrednosti prikupljenih podataka za poliranje držača i odabrana su tri prosečna radnika.



Grafik 2. Broj ispoliranih držača za 8h po radniku

Vreme poliranja mašine nije prikazano na ovom grafiku, pošto je ono konstantno i nije se menjalo. Vreme rada mašine može se videti iz tabele 2.

Tabela 3. Broj ispoliranih držača za jedan ciklus 11min. automatska mašina

Automatska mašina		
Šaržer strana	Broj držača	Vreme poliranja
1	200	5. min.
2	500	4. min.
3	200	5. min.
4	500	4. min.
Vreme poliranja 200 Držača = 11 min		
Vreme poliranja 1. Držača = 3.3 sekunde		

Prikaz proizvoda nakon poliranja na automatskoj mašini prikazan je na slici 12. Sa slike se može primetiti kvalitet i ujednačenost politure. politura je potpuno čista, ujednačena, bez prskanja i sagorevanja materijala sa strane izazvane krpom. Razlog ovakvo kvalitetne politure je alat šaržer koji nosi držače koji je fiksiran bez uticaja vibracija i koji vrši rashlađivanje materijala pošto je alat masivan, dobro odvodi višak toplote sa držača tako da držači ne menjaju svoj oblik i ne vrše promenu boje usled pregrevanja.



Slika 12. Držači nakon poliranja na mašini

Na slici 13 prikazan je izgled namontiranog gotovog proizvoda spremnog za montazu. Proizvod se sada pakuje u ambalažu i spreman je za transport do krajnjeg kupca.



Slika 13. Završna faze u izradi držača

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je detaljno objašnjen princip rada mašine za automatsko poliranje inox držaca stakla. Izvršeno je testiranje i istraživanje ekonomske isplativosti mašine. Glavna prednost upotrebe mašine je:

- kvalitet poliranja
- vreme poliranja
- nema skarta
- radna snaga
- ujednačenost politure

Kvalitet poliranja mašine je uvek isti. Politura je odličnog kvaliteta visokog sjaja i nije potrebna dalja obrada poliranjem.

Vreme poliranja mašine je znatno kraće u odnosu na rucni rad radnika - u proseku se kretalo do 5 puta kraće po jednom kompletnom držaču. Mašina je naročito isplativa za poliranje većih serija proizvodnje držača zbog prihvata 200 držača u jednom ciklusu rada mašine.

Upotreba mašine pokazala je odlične rezultate prilikom šmirglanja, pošto se nije desio nijedan proboj grebanje odnosno suviše šmirglanje površine držača, odnosno pojava skarta. U nekoliko slučajeva dolazilo je do nedovoljnog šmirglanja, poliranja usled nedostatka abrazivnog sredstava šmirgle ili krpe za poliranje, ali su ovi držači mogli da se ponovo vrata na šmirglanje na mašini nakon zamene šmirgle odnosno krpe za poliranje.

Ušteda u radnoj snazi je jedan od glavnih razloga potražnje za ovom mašinom. Zbog migracija stanovništva i odlaska radne snage,

prvenstveno radnika mašinske i elektro struke 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 držača.

Velika ušteda se javila i kod stvaranja škarta. Mašina nije napravila ni jedan komad koji nije mogao da se doradi, dok se kod radnika 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.

Dalji pravci razvoja masine odnosno unapređenja je upotreba veštačke inteligencije u upravljanju servo motorom za anuliranje potrošenosti abrazivnog sredstva. Tako bi se dodatno povećala efikasnost mašine i ubrzalo vreme šmirglanja odnosno poliranja držača.

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 radnici koji se bave ručnim šmirglanjem - poliranjem zbog udisanja štetnih čestica hroma ili drugih metala koji se javljaju prilikom obrade metalnih elemenata.

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 zaštiti 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] (XM)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.westing.com.cn/en/product_t/168.html/preuzeto 26.01.2023. u 10h

Adresa autora: Dr Miljan Miletić, prof.
Akademija strukovnih studija Kruševac
e-mail: mmelektronik@gmail.com
Rad primljen: mart 2024.
Rad prihvaćen: mart 2024.



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-profesional journal

Година XXX, Број 41, март 2024. год.
Year XXX, Issue 41, March 2024. 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

КОРАК КА ОДРЖИВОСТИ: ИСТРАЖИВАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ СОЛАРНЕ ЕЛЕКТРАНЕ СНАГЕ 10 MW

STEP TOWARDS SUSTAINABILITY: PERFORMANCE INVESTIGATION OF A 10 MW SOLAR POWER PLANT

ЛУКА ЂОРЂЕВИЋ¹
ЈАСМИНА ПЕКЕЗ¹
МИЋА ЂУРЂЕВ¹
БОРИВОЈ НОВАКОВИЋ¹
МИХАЉ БАКАТОР¹

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

РЕЗИМЕ

Овај рад истражује важност обновљивих извора енергије, посебно се фокусирајући на соларну енергију. Све већа свест о еколошким проблемима истиче соларну технологију као кључну за одрживу енергетску будућност. Анализирана је соларна електрана снаге 10MW у Зрењанину, користећи софтвер PVsyst за симулацију соларне електране. Резултати су показали значајан потенцијал соларне енергије у задовољавању енергетских потреба града Зрењанина.

Кључне речи: Соларна енергија, ПВ системи, PVsyst, Обновљиви извори

1. УВОД

У савременом свету, постајање еколошких изазова, као што су глобално загревање и загађење, постало је неопходно [1]. Ово је довело до усвојавања истине о томе колику важност имају обновљиви извори енергије (ОИЕ). ОИЕ који су присутни на нашој планети и

ABSTRACT

This paper explores the importance of renewable energy sources, mainly focusing on solar systems. The increasing awareness of environmental issues highlights solar technologies as key to a sustainable energy future. A 10MW solar power plant in Zrenjanin was analyzed using PVsyst software for simulation. The results demonstrated the significant potential of solar energy in satisfying the energy needs of Zrenjanin.

Key words: Solar Energy, PV systems, PVsyst, Renewable Energy

које можемо користити без угрожавања животне средине, постали су централни елементи многих стратегија одрживог развоја [2]. Међу овим обновљивим изворима, соларна енергија је постала једна од најперспективнијих [3,4].

Соларна енергија је универзално доступна и обновљива, а њена употреба не резултује емисијом штетних гасова, што је чини еколошки прихватљивијом у

односу на традиционална, фосилна горива [5]. Током последњих деценија, бележимо значајан раст у употреби соларне енергије, што је резултат како технолошког напретка, тако и смањења цена соларне опреме, укључујући соларне панеле и остале повезане компоненте [6].

Соларна енергија постаје све важнији обновљиви извор енергије широм света. По подацима Међународне агенције за обновљиву енергију (IRENA), инсталирана снага соларних електрана на глобалном нивоу стално расте, и капацитети се стално увећавају [7]. Ово је резултат побољшања у технологији, смањења цена и повећања сагледавања еколошких предности које овај облик енергије пружа.

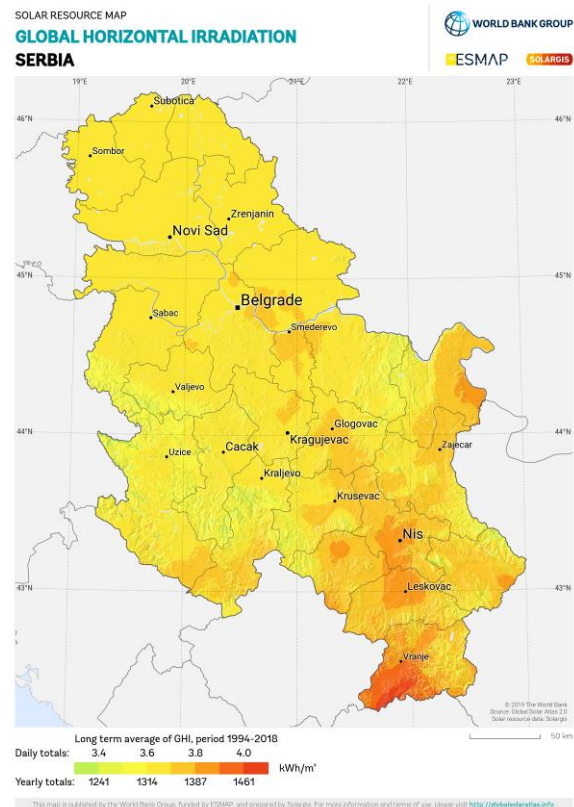
Европа је један од предводника у искоришћењу соларне енергије. Земље као што су Немачка, Италија и Шпанија поседују велике капацитете соларних електрана [8]. Са јасним политикама и стимулисаним инвестицијама, Европска унија је поставила амбициозне циљеве за широку употребу соларне енергије у блиској будућности [9].

У Србији је ситуација са обновљивим изворима енергије још увек у почетној фази [10]. Енергија у Србији највише се добија из традиционалних извора попут угља и нафте [4,11], што води до различитих еколошких и здравствених проблема, као што су загађење ваздуха, емисије штетних гасова и ризици повезани са климатским променама. Упркос томе, свест о значају прелаза на обновљиве изворе енергије, укључујући соларну енергију, расте у Србији [12].

Влада Србије се труди да подстакне развој ОИЕ и повећа њихов удео у укупној потрошњи енергије. Разни закони, стратегије и планови усмерени су на промоцију и подршку обновљивој енергији, укључујући соларну. Међутим, и даље се суочавамо са изазовима као што су недостатак инвестиција, инфраструктуре и подстицаја за соларне пројекте.

У Србији имамо више сунчаних сати него већина европских земаља, око 2000 сати годишње [13]. Интензитет сунчевог зрачења варира од 1.200 kWh/m²/годишње на северозападу земље до 1.550 kWh/m²/годишње на југоистоку земље.

На слици 1 приказана је мапа глобалног хоризонталног зрачења у Србији за период 1994-2018 [14].



Слика 1. Глобално хоризонтално зрачење у Србији [kWh/m²], © 2020 The World Bank, Извор: Global Solar Atlas 2.0, Solar resource data: Solargis, (приступљено 01.07.2023)

У овом раду биће разматрана употреба соларне енергије на територији града Зрењанина. Анализира се рад соларне електране снаге 10MW, њена ефикасност и утицај на производњу електричне енергије потребне за задовољавање енергетских потреба града. Циљ је да се разуме како овај облик обновљиве енергије може бити ефикасно искоришћен у контексту урбаног развоја, као и да се истакне потенцијал за даље ширење употребе соларне енергије у целом региону.

2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

У овом раду коришћен је софтвер PVsyst 7.3, који се користи за пројектовање, симулацију и анализу ПВ система. Овај софтвер пружа свеобухватно решење које се користи за процену ефикасности ПВ система у различитим условима, као што су температура, временски услови и сенчење [15,16]. Метеоролошки подаци, који су од кључног значаја за симулације, добијени су из Metronome 8.1. Ови подаци су кључни за тачно процењивање потенцијала соларне електране.

Извршена је симулација соларне електране снаге 10 MW, повезане на мрежу, на територији града Зрењанина. Технологија коришћена за ове симулације је Монокристални/Н-тип ПВ модул (400 Wp), модел LG 400 N2W-A5. Укупно је коришћено 25,002 комада, а за инвертер коришћен је SUN2000-100KTL-M1-400Vac (укупно 22 комада). Подаци о соларној електрани приказани су у табели 1.

Табела 1. Основни подаци о симулираној соларној електрани

	Зрењанин
Географска ширина	45.36 N
Географска дужина	20.44 E
Надморска висина	79 м
Нагиб	36
Азимут	-2
Панел	LG 400 N2W-A5
Инвертер	SUN2000-100KTL-M1-400Vac
Број модула	25,002
P _{nom} укупни	10 MWp
Површина соларне електране	51.819 м ²

У Табели 2 приказани су најважнији параметри перформанси коришћени у раду.

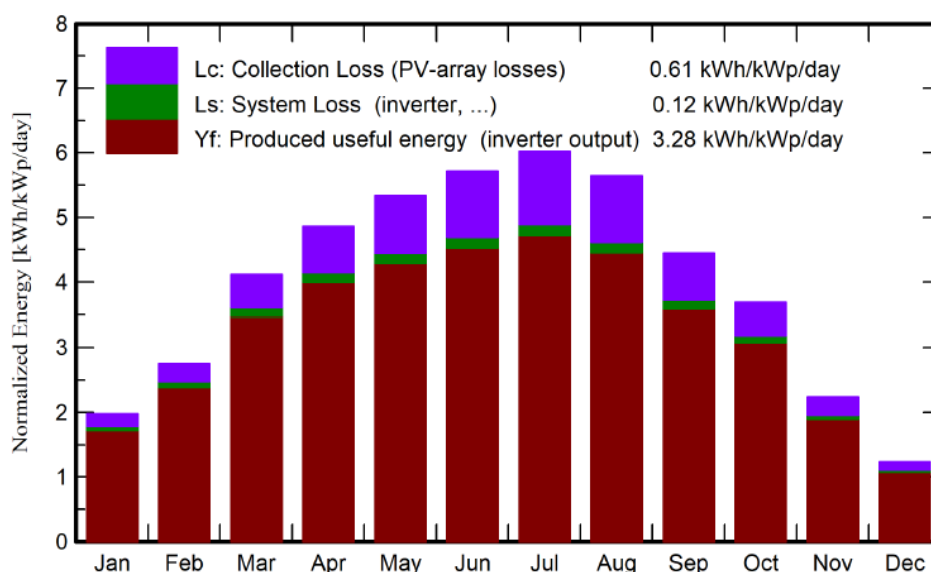
Табела 2. Параметри перформанси [17,18]

Параметар	Једначина
Array yield – Принос низа омогућава процену и упоређивање перформанси различитих ПВ модула на основу њихове излазне енергије у зависности од њихове називне снаге.	$Y_A = \frac{E_{PV}}{P_{nom}} \left(\frac{h}{d}\right)$
Reference yield - Референтни принос је однос инсолације (H) према зрачењу у условима STC - Стандардних услова испитивања, за зрачење од 1000 W/m ²	$Y_R = \frac{H}{G_{STC}} \left(\frac{h}{d}\right)$
Performance Ratio - Однос перформанси једносмерне струје је однос корисне произведене енергије и енергије коју идеална електрана (без губитака) треба да произведе.	$PR = \frac{Y_A}{Y_R} \cdot 100 \text{ (\%)} $

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Након извршене симулације добијени су следећи подаци. Соларна електрана ће у мрежу испоручити 11.958 MWh електричне енергије. Губици панела износе 0,61 kWh/kWp/дневно, губици система износе 0,12 kWh/kWp/дневно, док произведена електрична енергија испоручена у мрежу износи 3,28 kWh/kWp/дневно. Графички приказ добијених података приказан је на слици 2.

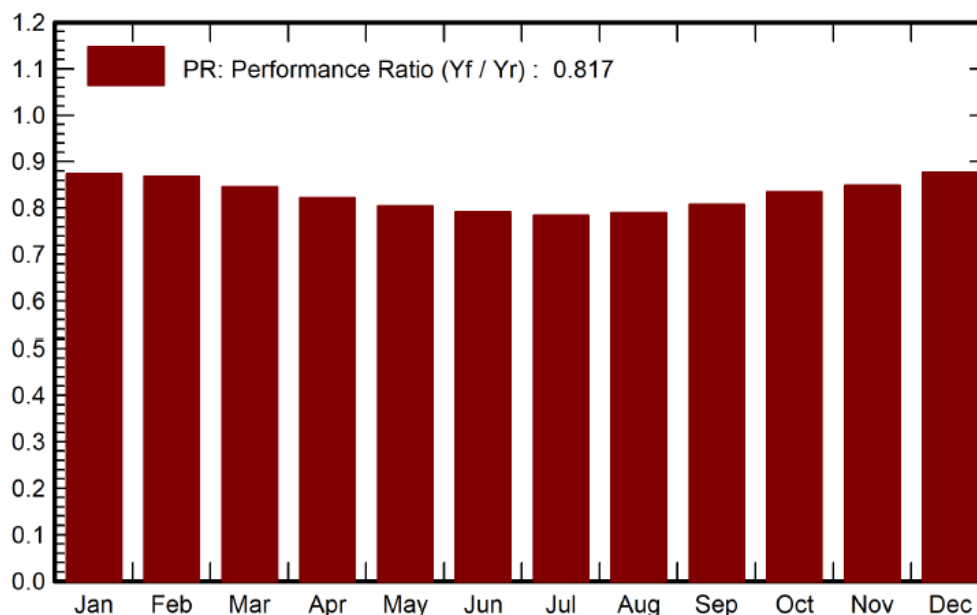
Normalized productions (per installed kWp)



Слика 2. Графички приказ губитака и произведене електричне енергије

Са слике 2 такође видимо да су губици панела највећи у летњим месецима, из разлога смањења ефикасности панела због пораста температуре.

На слици 3 приказан је однос перформанси соларне електране по месецима.



Слика 3. Однос перформанси PR по месецима

Са слике 3 видимо да је PR највећи у зимским месецима, док су најмање добијене вредности у летњим месецима. Овим се још једном доказује негативан

утицај пораста температуре на ефикасност рада соларних панела.

У табели 3 приказани су биланси и главни резултати добијени у симулацији.

Табела 3. Биланси и главни резултати симулације

	Хоризонтално зрачење	Температура	Енергија на излазу панела	Енергија испоручена у мрежу	PR
	kWh/m ²	°C	kWh	kWh	
Јан	33.4	0.15	555572	535047	0.873
Феб	51.6	2.21	695163	670075	0.869
Мар	99.7	7.40	1120219	1079197	0.845
Апр	132.4	12.91	1244826	1200189	0.822
Мај	165.7	18.03	1380709	1331254	0.805
Јун	179.9	21.49	1409447	1359025	0.792
Јул	191.2	23.85	1519440	1465052	0.784
Авг	164.4	23.62	1432011	1381901	0.790
Сеп	111.5	17.79	1118031	1077951	0.808
Окт	79.5	12.74	989690	954834	0.835
Нов	41.7	7.49	589843	569454	0.848
Дец	25.3	1.72	345775	334064	0.877
Укупно	1276.2	12.51	12400727	11958042	0.817

Најмање зрачење је у зимским месецима, са најнижим вредностима у јануару (33,4 kWh/m²) и децембру (25,3 kWh/m²). Ово је очекивано, обзиром да су дани краћи током зиме, а сунчева радијација је слабија. Највеће зрачење је током летњих месеци, са врхунцем у јулу (191,2 kWh/m²). Ово је период када је сунце највише на небу и када су дани најдужи, што резултира највећом количином соларног зрачења.

Најмање електричне енергије испоручено је у мрежу током зимских месеци, са најнижом количином у децембру (334064 kWh). Највећа количина енергије испоручена је у јулу (1465052 kWh).

У табели 4 приказани су упоредни подаци о електричној енергији коју је роизвела соларна електрана и подаци о утрошку електричне енергије у граду Зрењанину у 2022. години.

У јануару, симулирана соларна електрана би могла да обезбеди око 1.592 домаћинства електричном енергијом, што је мање него у осталим месецима, како због мање производње, тако и због веће потрошње електричне енергије у зимским месецима. У марту, електрана би могла да

задовољи потребе око 3.211 домаћинства, а у јулу, који је један од најсунчанијих месеци, чак око 4.360 домаћинства би могло бити снабдевано енергијом. У просеку, симулирана соларна електрана могла би да обезбеди електричну енергију за око 3000 домаћинства.

4. ЗАКЉУЧАК

Користећи софтвер PVsyst, извршена је симулација соларне електране снаге 10 MW на територији града Зрењанина. На основу добијених резултата, главни закључци су:

- Укупна годишња производња енергије система износила је 11.958 MWh, са максимумом у јулу - 1465052 kWh, и минимумом у децембру - 334064 kWh,
- Глобално хоризонтално сунчево зрачење у току године износило је 1276,2 kWh/m²,
- PR се кретао од 0,784 до 0,877 са годишњим просеком од 0,817. Вредности PR у зимским месецима су веће од оних у току лета,

Табела 4. Упоредни подаци

	Симулација- ел. енергија испоручена у мрежу [MWh]	Потрошња града Зрењанина [MWh] [19]	Број домаћинстава које соларна електрана може да задовољи (просечна месечна потрошња 336 kWh) [20]	Процент задовољавања потреба града
Јан	535	102.025	1.592,3	0.52 %
Феб	670,1	87.705	1.994,0	0.76 %
Мар	1.079,2	95.763	3.211,3	1.13 %
Апр	1.200,2	81.827	3.571,4	1.47 %
Мај	1.331,3	74.863	3.961,3	1.78 %
Јун	1.359	74.997	4.044,6	1.81 %
Јул	1.465,1	79.707	4.360,1	1.84 %
Авг	1.381,9	75.062	4.110,1	1.84 %
Сеп	1.077,9	74.016	3.205,4	1.46 %
Окт	954,834	78.309	2.839,3	1.22 %
Нов	569,4	85.344	1.693,5	0.67 %
Дец	334,1	92.826	994	0.36 %
Укупно	11.958	1.002.445	2.976,2	1.20 %

- Симулирана соларна електрана задовољава потребе града Зрењанина у просеку са 1,2 %. Најмања вредност задовољавања потреба града за електричном енергијом је у децембру 0,36 % и највишом у августу од 1,84 %,
- Скоро 3.000 домаћинстава би било задовољно електричном енергијом.

Кроз детаљну симулацију рада соларне електране снаге 10MW користећи софтвер PVsyst, резултати су показали да соларна енергија може значајно да допринесе задовољавању енергетских потреба града Зрењанина.

Упркос неискоришћеном потенцијалу, Србија настоји да побољша удео обновљивих извора енергије у укупној потрошњи. Не само да ово истраживање наглашава неискоришћеност соларне енергије, већ пружа и драгоцене податке о могућој нето производњи таквих система.

Важно је истаћи потребу за даљим истраживањима, посебно у области

соларних технологија, како би се осигурао њихов пуни потенцијал и оптимизовао рад. Усвајање соларних технологија у Србији биће кључни корак у транзицији ка одрживој енергетској будућности. Овај рад је показао да је неопходно искористити потенцијал соларне енергије. Ово истраживање може да послужи као референца за будуће студије и пројекте у вези са соларном енергијом, подстичући њену ширу употребу у циљу побољшања енергетске стабилности и одрживости Србије.

ЗАХВАЛНИЦА

Ово истраживање спроведено је кроз пројекат „Стварање лабораторијских услова за истраживање, развој и едукацију у области коришћења соларних ресурса у Интернету ствари“, на Техничком факултету „Михајло Пупин“ Зрењанин, који финансира Покрајински секретаријат за Високо образовање и научноистраживачки рад, Република Србија, Аутономна Покрајина Војводина, број пројекта 142-451-3118/2022-01.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hassan ST, Batool B, Zhu B, Khan I. Environmental complexity of globalization, education, and income inequalities: New insights of energy poverty. *Journal of Cleaner Production* 2022;340:130735. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130735>.
- [2] Yadav P, Singh J, Srivastava DK, Mishra V. Environmental pollution and sustainability. *Environmental Sustainability and Economy*, Elsevier; 2021, p. 111–20. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822188-4.00015-4>.
- [3] Ganiyu SO, Martínez-Huitle CA, Rodrigo MA. Renewable energies driven electrochemical wastewater/soil decontamination technologies: A critical review of fundamental concepts and applications. *Applied Catalysis B: Environmental* 2020;270:118857. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2020.118857>.
- [4] Djordjević L, Pekez J, Novaković B, Bakator M, Djurdjev M, Čockalo D, et al. Increasing Energy Efficiency of Buildings in Serbia—A Case of an Urban Neighborhood. *Sustainability* 2023;15:6300. <https://doi.org/10.3390/su15076300>.
- [5] Soto EA, Hernandez-Guzman A, Vizcarrondo-Ortega A, McNealey A, Bosman LB. Solar Energy Implementation for Health-Care Facilities in Developing and Underdeveloped Countries: Overview, Opportunities, and Challenges. *Energies* 2022;15:8602. <https://doi.org/10.3390/en15228602>.
- [6] Aksoy MH, Ispir M. Techno-Economic Feasibility of Different Photovoltaic Technologies. *Applied Engineering Letters* 2023;8:1–9. <https://doi.org/10.18485/aeletters.2023.8.1.1>.
- [7] IRENA. RENEWABLE CAPACITY STATISTICS 2023 2023. <https://www.irena.org/Publications/2023/Mar/Renewable-capacity-statistics-2023> (accessed May 25, 2023).
- [8] Benasla M, Hess D, Allaoui T, Brahami M, Denai M. The transition towards a sustainable energy system in Europe: What role can North Africa’s solar resources play? *Energy Strategy Reviews* 2019;24:1–13. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.007>.
- [9] Madsen DN, Hansen JP. Outlook of solar energy in Europe based on economic growth characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2019;114:109306. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109306>.
- [10] Ilić B, Stojanovic D, Djukic G, Faculty of management Zajecar, Megatrend University, Belgrade, Serbia. Green economy: mobilization of international capital for financing projects of renewable energy sources. *Green Finance* 2019;1:94–109. <https://doi.org/10.3934/GF.2019.2.94>.
- [11] Brkić D. Energy Situation in the Republic of Serbia. *ENGINEERING*; 2018. <https://doi.org/10.20944/preprints201808.0279.v1>.
- [12] Stevović I, Mirjanić D, Stevović S. Possibilities for wider investment in solar energy implementation. *Energy* 2019;180:495–510. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.194>.
- [13] Prvulovic S, Tolmac D, Matic M, Radovanovic L, Lambic M. Some aspects of the use of solar energy in Serbia. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy* 2018;13:237–45. <https://doi.org/10.1080/15567249.2012.714842>.
- [14] Solargis. Solar Resource Maps of Serbia n.d. <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/serbia> (accessed December 10, 2022).
- [15] Kumar R, Rajoria CS, Sharma A, Suhag S. Design and simulation of standalone solar PV system using PVsyst Software: A case study. *Materials Today: Proceedings* 2021;46:5322–8. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.785>.
- [16] Belmahdi B, Bouardi AE. Solar Potential Assessment using PVsyst Software in the Northern Zone of Morocco. *Procedia Manufacturing* 2020;46:738–45. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.104>.

- [17] Agyekum EB, Mehmood U, Kamel S, Shouran M, Elgamli E, Adebayo TS. Technical Performance Prediction and Employment Potential of Solar PV Systems in Cold Countries. *Sustainability* 2022;14:3546.
<https://doi.org/10.3390/su14063546>.
- [18] Elhadj Sidi CEB, Ndiaye ML, El Bah M, Mbodji A, Ndiaye A, Ndiaye PA. Performance analysis of the first large-scale (15 MWp) grid-connected photovoltaic plant in Mauritania. *Energy Conversion and Management* 2016;119:411–21.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.04.070>.
- [19] Serbian Public Electric Utility Company. Energy data 2022 2023. <https://elektrodistribucija.rs/> (accessed July 1, 2023).
- [20] Public Enterprise Electric Power Industry of Serbia. Technical report 2022 2022.
<https://www.eps.rs/eng/Pages/Technical-reports.aspx> (accessed July 1, 2023).

Адреса аутора: Ђорђевић Лука, мастер инжењер машинства, Технички факултет "Михајло Пупин", Зрењанин, Ђуре Ђаковића бб
е-маил: luka.djordjevic@tfzr.rs
Рад примљен: фебруар 2024.
Рад прихваћен: март 2024.

МОНОГРАФИЈА

Војин Грковић

ТРАНЗИЦИЈА И ПОСТТРАНЗИЦИЈА: ЕНЕРГЕТСКА И ТЕХНОЛОШКА

Друштво инжењера у Зрењанину и Градска народна библиотека у Зрењанину издавачи су монографије ТРАНЗИЦИЈА И ПОСТТРАНЗИЦИЈА: ЕНЕРГЕТСКА И ТЕХНОЛОШКА. Аутор монографије је Проф. др Војин Грковић, редовни професор Факултета техничких наука у Новом Саду. Рецензенти књиге су: Проф. др Милан Радовановић, редовни професор Машинског факултета у Београду, Др Предраг Стефановић, виши науч-ни сарадник Института «Винча» у Београду и Проф. др Драгољуб Жив-ковић, редовни професор Машинског факултета у Нишу, Лектор је Јелена Зорић, професор књижевности. Главни и одговорни уредник је Проф. др Милорад Ранчић. Књига је одштампана у Градској народној библиотеци у Зрењанину у марту 2024. Године.

КРАТАК ПРИКАЗ МОНОГРАФИЈЕ

Књига је структурирана у пет поглавља. У првом поглављу су размотрене идеје које су могле претходити осмишљавању и развоју концепта транзиције. У научној заједници то је била, на знању заснована свест о неопходности налажења начина за превазилажење растућих друштвених проблема. За кључне носиоце власти било је много сигурније да унапред осмисле и реализују комплексне промене које ће у великој мери мењати друштво и свет али које њих, не само што неће угрожавати, већ ће им доносити несумњиве користи. На основу таквог сагледавања дата је дефиниција друштвене транзиције као пројектован и управљан развој производних снага друштва у оквиру постојећих продукционих односа и без промене тих односа.

У другом поглављу развијен је и представљен категоријални апарат за истраживање процеса транзиције друштвене, привредних, енергетских, технолошких и еколошких система. Истовремено је дефинисана потреба научног бављења посттранзицијом, не само као неминовним природним наставком процеса транзиције, већ и као средством за осведочење исправности претходно утврђеног транзиционог пута. У другом, као и у сваком од наредних поглавља, дат је и одговарајући преглед литературе.

У трећем поглављу детаљно је анализирана и разматрана енергетска транзиција. Дефинисан је енергетски систем и путеви његове транзиције. Размотрени су циљеви енергетске транзиције. Посебно су разматране опције путева енергетске транзиције од примарне енергије чврстих фосилних горива на примарну енергију која неће емитовати угљен-диоксид током процеса њене трансформације у секундарну енергију. У том смислу су сагледане опције примене примарне енергије сунца и ветра, с једне стране и нуклеарне примарне енергије са друге стране. У наставку је дат преглед и анализа могућности примене специфичних индикатора енергетске транзиције. Помоћу тих индикатора могуће је одредити колико је текућа енергетска транзиција напредовала на унапред осмишљеном

путу. Дат је осврт на примере пројектованих енергетских транзиција. Детаљно су размотрене импликације енергетске транзиције на стратегије енергетских компанија. Посебно је приказан проблем праведне енергетске транзиције. Дата је дефиниција и анализира појма енергетске посттранзиције.

Четврто поглавље је посвећено технолошкој транзицији. Детаљно је анализирана технолошка транзиција енергетских и електроенергетских система. Дефинисан је концепт конкурентности електроенергетског система у технолошкој транзицији. Концепт се заснива на оцени способности једног транзиционог пута да се такмичи, односно да буде успешнији од другог транзиционог пута. Идентификовани су специфични трошкови који настају у технолошкој транзицији електроенергетских система. Приказани су специфични индикатори конкурентности транзиције електроенергетских система. Анализирана је погодност и примењљивост сваког од тих индикатора. Дат је прилог анализи конкурентности електроенергетског система у технолошкој транзицији уз коришћење посебно развијеног модела и приказаних индикатора. Посматрани су: један хипотетички електроенергетски систем у хипотетичкој транзицији, девет стварних електроенергетских система у девет европских држава у хипотетичкој транзицији и један стварни електроенергетски систем у пројектованој стварној транзицији. Општи закључак ове анализе јесте да је електроенергетски систем конкурентнији на путу технолошке транзиције од електрана са чврстим фосилним горивом на нуклеарне електране, него од електрана са чврстим фосилним горивом на ветроелектране.

Појам технолошке посттранзиције електроенергетског система ближе је одређен и дефинисан у петом поглављу. Дефинисан је концепт конкурентности електроенергетског система у посттранзицији. Посебно је детаљно размотрен концепт енергија-време, са одговарајућим индикаторима, као алат за одређивање конкурентности електроенергетског система у посттранзицији. Демонстрирана је примена концепта енергија-време на анализе конкурентности електроенергетског система у технолошкој посттранзицији. Дефинисан је и размотрен интегрални концепт одређивања конкурентности електроенергетских система у технолошкој транзицији и посттранзицији. Размотрени су најважнији аспекти примене тако дефинисаног интегралног приступа.

ИЗВОДИ ИЗ РЕЦЕНЗИЈА

„Књига је писана зналачки са дубоким познавањем и разумевањем...“

„Књига даје одговоре на многа питања везана за енергетску транзицију, коришћење модерних енергетских технологија, обновљиве изворе енергије и одрживи развој...“

„Књига је посебно посебно потребна и значајна основа за све људске ресурсе у институтима и факултетима који се баве енергетиком...“

О АУТОРУ МОНОГРАФИЈЕ

Војин Грковић је дипломирао 1970., магистрирао 1974. а докторирао 1984., све на Катедри за термоенергетику Машинског факултета Универзитета у Београду. Државни испит је положио 1980. а 1987. године положио је све предвиђене испите и добио „зелени картон“ – дозволу за рад у спољној трговини.

У разним привредним организацијама радио је укупно 29 година. У Електроприреди Србије (ЕПС-у) провео је највише – укупно 17 година – где је био водећи инжењер, главни инжењер и технички директор „Колубаре Б“ – Термоелектране-топлане у изградњи, укупне електричне снаге: 2x350MWe и топлотне снаге 2x380MWt. Последње две године рада у ЕПС-у координирао је пројекат реконструкције „ТЕ Никола Тесла А“ (укупне снаге 1640 MWe), за грејање Београда и изградњу одговарајућег далековода до Београда. После ЕПС-а био је две године директор Фабрике глинице „Бирач“ у Зворнику, Република Српска, а, потом је две године био секретар за индустрију у Привредној комори Југославије.

На универзитету је радио укупно 29 година. За ванредног професора на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду изабран је 1988. а за редовног професора на истом факултету изабран је 1993. године, где је до 2015. године држао наставу из предмета „Топлотне турбомашине“ и „Термоенергетска постројења“, прво са допунским, потом и делом редовног радног времена, а од 2003. године са пуним радним временом, јер је до половине 2003. године са делом редовног радног времена радио у привреди. У лето 1997. године боравио је на постдокторским студијама код Проф. Др. Штетера на Машинском факултету Универзитета у у Штутгарту, где је урадио студију под насловом: „Off-Design Process Analysis of Two Shaft, Simple Cycle Gas Turbines“.

Пошто је испунио све законом прописане услове 2015 године, Војин Грковић је добио инжењерску лиценцу и постао члан Инжењерске коморе Србије 2016. године. Као лиценцирани инжењер и одговорни пројектант, урадио је ПЗИ за: „Термоелектрана 'Костолац Б' Блок Б3, Главни технолошки систем, турбина и помоћни уређаји“.

Био је председник Друштва термичара Србије од 1993. до 1997. и председник Удружења професионалних инжењера Београда од 1994. до 1998. године. Војин Грковић је члан Њујоршке академије наука и Међународне менаџерске академије у Новом Саду.

Објавио је преко 150 научних и стручних радова, укључујући 11 књига, 18 радова у међународним часописима и 37 радова на међународним научним конференцијама.



МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ (1952 – 1997)

Чувени светски истраживач и научник
у области теоријске физике.
Професор на већем броју
америчких универзитета.
Пилот и спортиста,
патриота и хуманиста



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-professional journal

Година XXX, Број 41, март 2024. год.
Year XXX, Issue 41, March 2024. year

ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Одговорни уредник:

Проф. др Жељко Еремић
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

Др Миљан Милетић,
Професор, Академија струковних студија
Крушевац

Редакција:

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

ПРИМЕНА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ У Е-УПРАВИ

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN E-GOVERNMENT

MAŠA KNEŽEVIĆ¹
BRANKO MARKOSKI²
VELIBOR PREMČEVSKI³

¹Канцеларија за информационе технологије и еУправу, Београд

²Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад

³Универзитет у Новом Саду, Технички факултет „Михајло Пупин”, Зрењанин

РЕЗИМЕ

У овом раду, аутори ће приказати основне принципе рада е-Управе, као и услуге које пружа е-Управа Републике Србије. Аутори ће приказати основне принципе вештачке интелигенције. Главни циљ овог рада представља приказ различитих извора литературе, где се приказују различита решења симбиозе вештачке интелигенције и е-Управе.

Кључне речи: е-Управа, Вештачка интелигенција

ABSTRACT

In this paper, the authors will present the basic principles of the e-Government as well as the services provided by the e-Government of the Republic of Serbia. The authors will present the basic principles of the artificial intelligence. The main goal of this paper is a presentation of various sources of literature, where various solutions for the symbiosis of artificial intelligence and e-Government are presented.

Key words: e-Government, Artificial Intelligence

1. УВОД

Е-управа је дефинисана као начин владе да користи најиновативније информационе и комуникационе технологије. Е-управа пружа одређене погодности, као што је смањење трошкова, повећање поверења према влади, веће оперативне ефикасности и самим тим брзу и једноставну имплементацију. Е-управа представља скраћеницу за електронску управу која означава нови, интегрирани и континуирани начин пружања јавних

услуга онлајн. Е-Управа користи Интернет за пружање услуга циљној групи. Е-управа представља **ИСТ** (*Information and Communication Technology*) алат, односно алати информацијске и комуникацијске технологије који се користе како би се повећала продуктивност и перформансе система. Е-управу имплементира влада и намењена је е-грађанима.[1]

Е-управа представља у 21. веку велики потенцијал са вишим квалитетом у комуникацији између грађана и владе. Најважнији аспект е-Управе је начин да

грађане и предузећа приближи владама.[2]

Постоји осам различитих модела у системима е-Управе који су базирани на датом аспекту [3]:

- Влада-грађанину (G2C);
- Грађанин-влади (C2G);
- Vlada-biznis (G2B);
- Бизнис-влади (B2G);
- Vlada-Vlada (G2G);
- Vlada-neprofitna organizacija (G2N);
- Neprofitna organizacija-Vlada (N2G);
- Vlada-zaposlenom (G2E).

У оквиру зрелости услуга које пружа влада у претходно наведеним аспектима постоји пет нивоа. Први ниво представља информацију, тако да постоји барем упутство како треба поступити са датом услугом на Интернету. Други ниво представља једносмерну интеракцију, где образац потребан за пружање услуга је доступан за преузимање на веб страници дате услуге. Трећи ниво је двосмерна интеракција, електронски обрасци су доступни на веб страници са могућности да их грађанин попуни и преда онлајн. Четврти ниво представља ниво трансакција, где је комплетно пружање дате услуге на мрежи образац, односно попуњавање и слање траженог обрасца (пријаве), укључујући и уплату административних такси са прилозима. Пети ниво се карактерише на проактивну е-Управу, где се шаљу већ унапред попуњени обрасци. Овај ниво се користи за услуге као што су пореска пријава, попис становништва или други статички извештаји. Такође у оквиру овог нивоа се захтева коришћење података из регистра. Ови наведени нивои, заједно са евалуционим извештајима и резултатима истраживачких пројеката, треба да играју кључну улогу када је у питању дигитализација јавне управе. [4]

Е-управа Републике Србије нуди различите врсте услуга својим е-грађанима. Неке од значајнијих услуга е-

Управе Републике Србије су приказане у табели (Табела 1).

Табела 1. Врсте услуга е-Управе Републике Србије

Врста услуге:	Услуге:
Документа и уверења	Лична карта, возачка дозвола, регистрација возила, уверења и потврде, еСагласност, еИзвод из матичне књиге рођених, Уверење о држављанству, Исправе о оружју, Пријава поравка странца, Добровољно служење војног рока, Квалификовани електронски сертификат, Потпис у клауду, Паркинг, Јединствени бирачки списак.
Породица	Бебо, добродошла на свет, еВртић, Одбијеница
Здравље	Здравствено осигурање, здравствена заштита, вантелесна оплодња, Ковид19.
Дијаспора	Заказивање термина за конзуларну услугу
Образовање	Средња школа, еДневник, еТаленти.
Посао и финансије	Локална пореска администрација, порези, плати, моји подаци за банку, дигитална имовина, накнаде, конкурси за радна места, стручна усавршавања.
Пројекти	Јавни позиви, стратегије.
Инспекцијске службе	Пријаве инспекцији, комунални проблеми.
Странац	Пријава за радну визу, регистрација боравка.
Урбанизам и грађевина	Урбанизам

Човекова интелигенција је веома важна самом човеку, и она представља карактеристику због које је човек назван мудрим човеком кроз процес еволуција. Вештачка интелигенција покушава не само да разуме, него и да изгради

интелигенте ентитете. Развој саме вештачке интелигенције је започео након Другог светског рата, док је сам назив задобила 1956. године. Вештачка интелигенција је релевантна за све интелектуалне задатке, применљива је у различитим сверама привреде и истраживања. Дефинисање вештачке интелигенције се може односити како на мисаоне процесе и расуђивање, тако и на понашање у току извршавања самих процеса. [5]

Вештачка интелигенција представља систем заснован на машинама који може, за задате људски дефинисане објекте да предвиђа, даје препоруке или доноси одлуке утичући на стварно или вештачко окружење. Један систем вештачке интелигенције користи машине и улазе које дефинише човек како би: спознао стварно и вештачко окружење, анализом инкорпорирао перцепцију окружења у модел аутоматског понашања и користио модел понашања за пружање информација или предузимање акција. У оквиру Европске Уније вештачка интелигенција се дефинише као систем који испољава интелигентно понашање анализом окружења и предузимањем акција са одређеним степеном аутономије у циљу постизања специфичних циљева. Подаци представљају главну компоненту примене вештачке интелигенције, односно премена саме вештачке интелигенције подразумева обраду великих база података како би се извршили задаци предвиђања и како би се донеле одлуке на основу тих предвиђања. [6]

Специфичне савремене примене вештачке интелигенције укључују експертске системе, обраду природног језика, препознавање говора и машинско учење. Главне функције које вештачка интелигенција обухвата су: учење, планирање, резонување, доношење одлука и решавање различитих врста проблема. Како би се проблем решио уз помоћ вештачке интелигенције, оно захтева укључивање многих процеса.

Термини који се превасходно односе на вештачку интелигенцију су: наука о подацима, рударење података, машинско учење, дубоко учење и појачано учење. [8]

Поред аутоматизације различитих послова, вештачка интелигенција је донела и нове профиле послова као што су развој алгоритама машинског учења, те је битно у овим подухватима вршити подстицање младих људи да изаберу вештачку интелигенцију и сродна подручја за усавршавање и каријеру. [7]

2. ПРИМЕНА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ У Е-УПРАВИ

Употреба вештачке интелигенције у слопу е-управе се може оправдати следећим факторима, који помажу у многим аспектима. Пре свега, оно може довести до смањење трошкова е-Управе, побољшање ефикасности и ефективности пружених услуга, побољшања транспарентности система, одржавање одговорности и обезбеђивање благовремене испоруке услуга. Да би се обезбедио дубински, системски и свеобухватни преглед услуга е-Управе потребно је урадити неколико наредних корака и анализа. Пре свега је потребно описати предности и недостатке постојећих услуга е-Управе. Други корак представља дизајнирање и имплементирање **IoT** оквира са омогућеном вештачком интелигенцијом како би се превазишли изазови са којима се суочавају постојећој системи, на пример:

- Неовлашћено коришћење IoT података,
- Грешке у поступању са подацима о грађанину,
- Управљање разноврсношћу уређаја и интероперабилности,
- Руковање великом количином података,
- Ублажавање повезаног ризика од сајбер-напада,
- Побољшање ефикасности услуга е-Управе. [9]

Аутоматизација процеса конверзије руком писаног текста у дигитални текст игра значајну улогу у аутоматизацији система е-Управе [10]. На пример, препознавање руком писаног текста може унапредити системе за филтрирање поштанских услуга, које тренутно зависе од људи који читају адресу на свакој коверти и прослеђују је на тачно одредиште. Овакав систем се још може примењивати и за архивирање и дигитализацију датотека. За креирање једног оваквог модела потребно је направити модел дубоког учења који може да препозна латинична слова, али у случају наше земље и ћирилична, и као таква их претвори у дигитални текст. [11]

Системи машинског учења су ефикасни, прецизни, са високим преформансама и употребљиви за различите домене, а посебно за решавање проблема класификације. Квалитет пружања услуга од стране владе грађанима могу се побољшати високом прецизношћу у владиним документима. Системи машинског учења омогућавају лакшу и бржу аутоматизацију класификације података, притом смањивањем трошкова. Док, овај процес ручно захтева знатно већу количину труда и времена. Анализа сентимента применом машинског учења је техника за унапређење интерактивности, а самим тим и односа између владе и грађана. Анализа сентимента дозвољава владиним организацијама да идентификују и разумеју потребе грађана док омогућавају грађанима да утичу на пружање услуга или на имплементацију било које нове услуге или им омогућава да се идентификују нове иновације за услуге које већ постоје. [12]

Последњих година смо сведоци спајања државних служби и електронских система. Грађани и интеракције држава су промениле фокус ка електронским приступима усредсређеним на човека, од упознавања грађана са електронским сервисима који имају поједностављене бирократске механизми време одзива.

Велика Британија и већина земаља Европске Уније нису само извршили дигитализовање владиних процеса, него су укључили своје грађане у заједничкој производњи знања и дељења информација. У овом процесу ове земље су то успеле уз помоћ вештачке интелигенције и машинског учења, које олакшавају процес доношења одлука. Италијанска влада разматра о увођењу неколико онлајн и канцеларијских приступних тачака својим услугама, како би се повећао продор система обезбеђивања, који не захтевају директну интеракцију у јавној управи. Италијанска влада тврди да дигитализација процеса може да уштеди ресурсе. Америчка влада врши подстицање приватних компанија да инвестирају у нове трендове. Америчка перспектива је усредсређена на владине политике које омогућавају и подржавају вештачку интелигенцију и технолошки развој. Примери су технолошка открића која су спонзорисана од стране америчке владе, како би се стекла војна предност (аутономна возила, сајбер технологије и вештачка интелигенција). [12]

3. ЗАКЉУЧАК

Вештачка интелигенција има широк спектар примене у различитим областима пословања, па и у самом унапређеном владиним услугама грађанима. Дигитализација е-Управе и развој исте се усавршава у континуитету, наредни подухват у већини земаља представља примењивање вештачке интелигенције у е-Управи. На тај начин ће се омогућити брзо и ефикасно одлучивање уз потребу минималних ресурса, али и унапређење постојећих сервиса анализом великих података о грађанима и прилагођавање самим грађанима.

У даљем истраживању је планирана имплементација одређеног система употребом вештачке интелигенције на постојећем систему е-Управе Републике Србије на основу тренутних анализа и

прегледа литература, али и додатно рађеним статистикама. Статистике ће бити урађене са циљем истраживања потребе грађана Републике Србије, али и потребама владе Републике Србије.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [7] Silcock, Rachel. "What is e-government." *Parliamentary affairs* 54.1 (2001): 88-101.
- [8] Panev, Ida, Dijana Liverić, and Juraj Vrzan. "Revizija e-uprave." *Zbornik radova, Tiskarstvo i dizajn* 2017: 70.
- [9] Spalević, Žaklina, Bojan Milisavljević, and Miloš Plić. "Pravni aspekti razvoja Elektronske uprave u Republici Srbiji."
- [10] Fiala, Zdenek, and Olga Sovova. "NEW CHALLENGES FOR PUBLIC ADMINISTRATION AT THE AGE OF THE RIGHT TO THE INTERNET ACCESS." *CONFERENCE PROCEEDINGS DRAFT*. 2020.
- [11] Carter, Shan, and Michael Nielsen. "Using artificial intelligence to augment human intelligence." *Distill* 2.12 (2017): e9.
- [12] Smith, Andrew. "Using artificial intelligence and algorithms." *FTC*, Apr (2020).
- [13] Joshi, Prateek. *Artificial intelligence with python*. Packt Publishing Ltd, 2017.
- [14] Boden, Margaret A., ed. *Artificial intelligence*. Elsevier, 1996.
- [15] Al-Besher, Abdulaziz, and Kailash Kumar. "Use of artificial intelligence to enhance e-government services." *Measurement: Sensors* 24 (2022): 100484.
- [16] B. Shi, X. Bai, and C. Yao, "An end-to-end trainable neural network for image-based sequence recognition and its application to scene text recognition," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 39, no. 11, pp. 2298–2304, Nov. 2017.
- [17] Al-Mushayt, Omar Saeed. "Automating E-government services with artificial intelligence." *IEEE Access* 7 (2019): 146821-146829.
- [18] Alexopoulos, Charalampos, et al. "How machine learning is changing e-government." *Proceedings of the 12th international conference on theory and practice of electronic governance*. 2019.
- [19] Reis, João, Paula Espírito Santo, and Nuno Melão. "Artificial intelligence in government services: A systematic literature review." *New Knowledge in Information Systems and Technologies: Volume 1* (2019): 241-252.

Адреса аутора: Кнежевић Маша, Мастер инжењер информационих технологија, Канцеларија за информационе технологије и еУправу, Београд, Катићева 14-16
е-маил: masa.knezevic@ite.gov.rs
Рад примљен: фебруар 2024
Рад прихваћен: март 2024.



МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ (1952 – 1997)

Чувени светски истраживач и научник
у области теоријске физике.
Професор на већем броју
америчких универзитета.
Пилот и спортиста,
патриота и хуманиста

PRIMENA CHATGPT KAO PODRŠKA PRI REŠAVANJU ELEMENTARNIH ZADATAKA IZ HIDRODINAMIKE

APPLICATION OF CHATGPT AS A SUPPORT IN SOLVING ELEMENTARY PROBLEMS IN HYDRODYNAMICS

ŽELJKO EREMIĆ¹
VALENTINA MLADENOVIĆ¹

¹Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

REZIME

ChatGPT je, kao relativno novi fenomen iz oblasti veštačke inteligencije, preko noći izazvao značajnu pažnju svetske javnosti. Stiče se utisak da njegove mogućnosti imaju značajan potencijal da, u velikoj meri, izmene svet u kome živimo i radimo. Pravce u kojima su te promene moguće kao i stvarne potencijale neophodno je intenzivno istraživati. U ovom radu su istraživane mogućnosti ChatGPT-4 u oblasti rešavanja zadataka iz oblasti hidrodinamike kao značajnog segmenta mašinskog inženjerstva. U svrhu postizanja ovog cilja napisan je skript i izvršena su testiranja ovih mogućnosti, a dobijeni odgovori su analizirani.

Кључне речи: ChatGPT, AI, LLM, NLP

ABSTRACT

ChatGPT, as a relatively new phenomenon in the field of artificial intelligence, has attracted considerable attention from the world public overnight. One gets the impression that its capabilities have significant potential to, to a great extent, change the world in which we live and work. The directions in which these changes are possible, as well as the real potentials, must be intensively researched. In this paper, the possibilities of ChatGPT-4 in the field of solving tasks from the field of hydrodynamics as an important segment of mechanical engineering were investigated. In order to achieve this goal, a script was written and these possibilities were tested, and the answers obtained were analyzed.

Key words: ChatGPT, AI, LLM, NLP

1. UVOD

ChatGPT (Chat Generative Pre-trained Transformer) je relativno nov fenomen za koji još nije usvojena jedinstvena definicija, ali ono što je sigurno je da proizvod je kompanije OpenAI, i da ima mogućnost da daje, manje ili više, pouzdane odgovore na

pitanja iz različitih oblasti [1], to jest, da generiše odgovore u stilu razgovora kao odgovor na adekvatan na korisnički unos [2]. ChatGPT je najpopularnija regenerativna AI aplikacija [3] a za izuzetno kratko vreme postao je jedan od najvažnijih globalnih fenomena i to ne samo u oblasti veštačke inteligencije i informacionih tehnologija, već i u svetu

politike, ekonomije i društvenih odnosa. On već ima značajan uticaj na veliki broj današnjih aktivnosti širokog i raznovrsnog dela ljudske populacije, ali uprkos tome postoji i mnogo nedoumica i nepoznanica kada su u pitanju njegova upotreba i njegove mogućnosti.

Takođe, imajući u vidu da ChatGPT predstavlja jedan od vidova korišćenja veštačke inteligencije (*Artificial Intelligence* - AI) oko čijeg rapidnog razvoja i sve šire primene postoje globalne kontroverze, dalje usavršavanje ChatGPT i njegova sve šira primena u različitim poljima neminovno dovode i do zabrinutosti kada su u pitanju moguće zloupotrebe. Međutim, veštačka inteligencija, kao i svaka nova tehnologija, će ljudima doneti puno dobrobiti a na njima je da spreče rizike i eventualne zloupotrebe [4].

Generalno, merenje inteligencije živih bića je izazovan problem zbog višestruke prirode koncepta inteligencije a kada je u pitanju sistem veštačke inteligencije (AI) performanse se mere u odnosu na određeni zadatak ili problem domena [3].

Zbog svega navedenog veoma je značajno istraživati ograničenja koja ima ChatGPT kao i njegove mogućnosti. Cilj je, s jedne strane, utvrditi gde ChatGPT greši, šta korisnici mogu unaprediti u pripremi svojih pitanja/zadataka da bi smanjili mogućnost pojave greške, ali i pratiti kako ovaj AI napreduje kroz nove verzije da bi se njegove mogućnosti što bolje iskoristile. Sa druge strane, sva istraživanja takvog tipa pružaju mogućnost za unapređivanje ovog i sličnih vidova veštačke inteligencije. Imajući u vidu da se u protekloj deceniji integracija veštačke inteligencije (AI) u obrazovanje javlja kao rastući trend [5] ovaj rad je prilog istraživanjima ChatGPT fenomena, njegovim mogućnostima i ograničenjima i to kada je u pitanju područje edukacije u jednoj od oblasti mašinskog inženjerstva.

2. STANJE U OBLASTI

Kako je ChatGPT relativno nov fenomen, nedovoljno poznat široj javnosti,

za one čitaoce koji žele da razumeju osnovni kontekst u kome ovaj chat bot radi neophodno je da se bar informativno upoznaju sa glavnim terminima značajnim za ovu oblast kao što su LLM, GPT, NLP i NLG [6]. Međutim, za samu praktičnu upotrebu ChatGPT to nije neophodno.

"ChatGPT je revolucionarni LLM (*Large Language Model*) koji može da održava razgovore nalik ljudima i generiše tekst sličan čoveku za bilo koji upit prirodnog jezika koji se skoro ne može razlikovati. Model se može koristiti za odgovaranje na pitanja, pisanje eseja, rešavanje problema, objašnjavanje složenih tema, pružanje virtuelnog podučavanja, vežbanje jezika, učenje programiranja, podučavanje i podršku istraživanju" [7].

Još uvek postoji mnogo otvorenih pitanja, pre svega u pogledu toga kolika je pouzdanost i korisnost ChatGPT, kao i kakve su mu zaista mogućnosti. Takođe, kao što je konstatovano u tehničkom izveštaju koji je podneo OpenAI 2023. godine, treba imati na umu i da: „ChatGPT-4 i modeli naslednici imaju potencijal da značajno utiču na društvo i na koristan i na štetan način“ [8].

ChatGPT-4 je trenutno najnaprednija verzija sistema koju nudi kompanija OpenAI i danas ima visoku popularnost. Neki od razloga za to su orijentacija na veliki broj tema i mogućnost rada na različitim jezicima. „ChatGPT-4 nadmašuje postojeće velike jezičke modele u kolekciji NLP (*Natural Language Processing*) zadataka i prevazilazi ogromnu većinu najsavremenijih sistema (koji često uključuju fino podešavanje specifičnog zadatka). Otkrili smo da poboljšane mogućnosti, iako se obično mere na engleskom, mogu da se demonstriraju na mnogo različitih jezika“ [8].

Posebna pogodnost kod ChatGPT-4 predstavlja njegova mogućnost da razume prirodni jezik posebno u složenijim jezičkim konstrukcijama, i da daje podjednako složene i kompleksna odgovore u duhu govornog jezika.

Postoji više primena chat bot-ova u obrazovanju, a može se uočiti i njihov doprinos mentorstvu u procesu učenja [9], međutim, ma o kojoj oblasti da je reč, ono što i dalje predstavlja ograničenje je pitanje pouzdanosti odgovora koje ovaj sistem generiše.

Kako bi se istražile mogućnosti i ograničenja autori rada su napravili odgovarajući skript korišćenem programski jezik JavaScript, koji je dostupan na <https://github.com/ezeljko1981/ChatGPT-4-simple-question-by-Node.js>.

Organizacija OpenAI daje mogućnost korišćenja njihovog API (*Application Programming Interface*) za povezivanje sa skriptom korisnika uz ispunjenje potrebnih uslova. Pored pretplate za korišćenje, bilo je neophodno izvršiti i generisanje jedinstvenog API ključa da bi se moglo pristupiti ChatGPT-4 iz skripta korisnika (u ovom slučaju autora rada).

Nakon toga je bilo moguće postaviti složena pitanja (u vidu zadataka) u govornom srpskom jeziku. Kada je u pitanju zadavanje brojčanih podataka korišćena je notacija koju je ChatGPT-4 sposoban da razume.

Na pitanja postavljena ChatGPT-u dobijeni su detaljni odgovori koji su takođe bili na srpskom jeziku (i srodnim jezicima ili narečjima jer je u odgovorima, na nekim mestima, primetna ijekavica), a predstavljali su kombinaciju tekstualnog režima i formula.

Po dobijanju odgovora sprovedena je njihova analiza a rezultati analize i zaključci su navedeni u okviru ovog rada.

3. TEORIJSKE POSTAVKE

ChatGPT je već uspešno testiran na zadacima rešavanja tekstualnih pitanja sa prijemnog ispita na VTŠSS u Zrenjaninu i to kada su pitanja bila postavljena na srpskom, ali i na engleskom jeziku [6]. Tokom analize rezultata eksperimenta je primećeno da je ChatGPT sa 100 % uspešnosti dao odgovore na 42 tekstualna pitanja postavljena na engleskom jeziku, a sa 94,24 % uspešnosti je

rešio isti test kada su pitanja bila postavljena na srpskom jeziku [6].

Međutim, autori ovog rada su prepoznali kao sledeći, viši nivo, potrebu da se mogućnosti ChatGPT testiraju na problemu rešavanja zadataka [5, 10] i to zadatih na srpskom jeziku. Odabrano je da to budu elementarni zadaci iz teme Hidrodinamika koja pripada predmetu Hidraulika i pneumatika koji se izučava u okviru mašinskog inženjerstva. Kroz rešavanje tih zadataka se demonstrira praktična primena jednačine kontinuiteta i Bernulijeve jednačine. Kada je u pitanju matematički aparat, pri rešavanju ovakvih tipova zadataka se koriste osnovne računске radnje kao i stepenovanje/korenovanje ali nema primene npr. izvoda i integrala. Po složenosti rešavanja taj nivo odgovara zadacima sličnog tipa iz brojnih drugih oblasti studija mašinskog inženjerstva (ali i drugih inženjerskih oblasti) te se relevantne paralele i zaključci mogu povući u cilju izvođenja uopštenijih i sveobuhvatnijih zaključaka.

Iako dve navedene jednačine pripadaju bazičnim znanjima fizike (čiji su hidraulika, pa tako i hidrodinamika, sastavni deo) i trebalo bi da su opšte poznate, ipak su u nastavku navedene zbog čitalaca kojima ova oblast nije bliska a istražuju naučno-stručnu literaturu koja se bavi implementacijom ChatGPT.

3.1 TEORIJSKE OSNOVE HIDRODINAMIKE NEOPHODNE ZA EKSPERIMENTE

Jednačina kontinuiteta govori da je, pri stacionarnom strujanju idealnog nestišljivog fluida, protok konstantan.

$$Q = \text{const.} \quad (1)$$

Ukoliko se posmatraju dva poprečna preseka (čije su površine A_1 i A_2) jedne cevi kroz koju struji fluid onda su brzine strujanja u tim presecima v_1 i v_2 . Imajući u vidu da se zapreminski protok može izračunati kao proizvod brzine strujanja fluida (v) i površine poprečnog preseka (A):

$$Q = v \cdot A \quad (2)$$

onda se jednačina kontinuiteta može primeniti na dva preseka posmatrane cevi na sledeći način:

$$v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 \quad (3)$$

Kada se razmatra idealan fluid (što je slučaj u sva četiri eksperimenta realizovana u okviru istraživanja izloženog u ovom radu) brzina strujanja se smatra istom u svim tačkama poprečnog preseka.

Bernulijev princip glasi: pri stacionarnom strujanju idealnog fluida kroz strujnu cev zbir statičkog, dinamičkog i hidrostatičkog (visinskog) pritiska ostaje konstantan. Iz njega proizilazi Bernulijeva jednačina koja (za jedinicu mase posmatranog fluida) glasi:

$$p + \frac{\rho v^2}{2} + \rho gh = \text{const.} \quad (4)$$

Svi članovi Bernulijeve jednačine imaju dimenziju i prirodu pritiska i to su:

- p - statički pritisak fluida,
- $\frac{\rho v^2}{2}$ - dinamički pritisak koji zavisi od brzine strujanja fluida,
- ρgh - hidrostatički pritisak fluida (ovaj član je prisutan samo kada je cev nagnuta, a u suprotnom je $h_1 = h_2$).

Kada se Bernulijeva jednačina primeni na dva preseka strujne cevi dobija se:

$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho gh_1 = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \rho gh_2 \quad (5)$$

Zbog rešenja koja nudi ChatGPT značajno je napomenuti da Bernulijeva jednačina, osim preko pritiska, može biti izražena na još dva načina: preko energija ili preko visina.

3.2 CHATGPT - OSNOVNA OGRANIČENJA

Iz prethodnih istraživanja i ličnih, praktičnih iskustava autori rada su znali da je specifičan izazov činjenica da zadaci koji se pripremaju za eksperimente sa ChatGPT moraju biti formulisani u vidu teksta. U poglavlju 4 su prikazane postavke zadatka iz kojih će se steći uvid u formulacije koje su bile neophodne ali je u poglavlju 5 ukazano i na probleme koji su se javljali tokom realizovanja eksperimenata.

Značajno je istaći i sledeća tri osnovna aspekta kada je u pitanju pravilna formulacija zadatka:

1. Uobičajeni zapis tipa $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ nije odgovarajući već je potrebno podatak dati opisno: ubrzanje Zemljine teže iznosi $9,81 \text{ m/s}^2$.

2. Iako ChatGPT razume tekst napisan na srpskom jeziku (pa čak i daje rešenja i obrazloženja na njemu) svi podaci koji imaju decimale morali su biti napisani u obliku 9.81 (a ne 9,81 što je svojstveno srpskom govornom području).

3. Kada su u pitanju jedinice sa eksponentima podaci tipa 9.81 m/s^2 morali su biti pripremljeni u obliku 9.81 m/s^2 . U suprotnom ChatGPT ih tumači na pogrešan način (nije tačno utvrđeno po kom principu) i daje pogrešne rezultate.

Takođe, u standardnim okolnostima, kada se ovakvi zadaci postavljaju studentima, oni su praćeni odgovarajućim slikama da bi tekst postavke dodatno bio pojašnjen. API i pretplata koju imamo na raspolaganju podržavaju samo tekstualni režim rada. Neophodno je naglasiti da je u ovom radu, ipak, uz svaki zadatak priložena odgovarajuća slika ali sa jedinim ciljem: da postavka zadatka bude jasnija za čitaoca.

4. EKSPERIMENTI

Priprema za svaki od eksperimenata obuhvata nekoliko koraka. Prvo se u izvornom kodu skripta pronalazi sledeća linija koda:

```
ask("What is your name?");
```

Umesto "What is your name?" se unosi pitanje koje se odnosi na tekući eksperiment. Zatim se otvara Command Prompt i na istoj lokaciji gde se nalazi skript izvršava se sledeća komanda za izvršenje skripta:

```
node index.js
```

Nakon toga se šalje pitanje i čeka odgovor od ChatGPT. Kada je odgovor spreman u Command Prompt se ispisuje pitanje (user:) i odgovor (assistant:).

Za potrebe ovog istraživanja osmišljena su četiri elementarna zadatka od kojih je prvi najjednostavniji, a potom se u svakom narednom zadatku dodaje jedan nivo složenosti. Takođe, autori rada su došli do zaključka da je, zbog specifičnosti koje ChatGPT pokazuje pri tumačenju teksta,

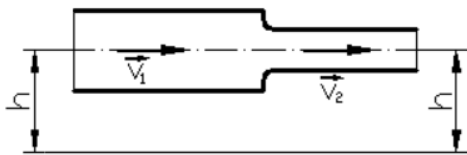
korisno četvrti, i najsloženiji, zadatak formulirati na 3 načina i testirati sve 3 varijante. U svim zadacima koji su korišćeni u eksperimentima voda je smatrana idealnom tečnošću. To znači da je ujedno testirano da li će ChatGPT prepoznati da otpore usled trenja i lokalne otpore treba zanemariti.

U prvih tri zadatka se zahtevalo da se izračunaju brzine strujanja vode i/ili pritisci u određenim presecima, a u četvrtom zadatku je zahtev bio da se odredi napor pumpe.

Kao što će se u nastavku videti, u komunikaciji sa ChatGPT onaj koji postavlja pitanje/zadatak je korisnik (*user*) a ChatGPT sebe naziva asistent (*assistant*). Odgovori koje je dao ChatGPT su dati u originalnom izgledu to jest nisu ni na koji način korigovani. Zbog toga su primetne određene kupaće, pa i pravopisne greške, kao i notacija koja nije tačna ali je razumljiva (na primer, umesto A_1 piše $A1$ i sl.).

4.1 EKSPERIMENT 1

Slika 1 odgovara postavci zadatka koji je poslužio za prvi eksperiment:



Slika 1. Horizontalna cev sa promenljivim poprečnim presekom

user: Prva horizontalna cev ima poluprečnik 0.9 cm. Na nju je nastavljena druga horizontalna cev koja ima poluprečnik 0.25 cm. Kroz cevi protiče voda koja se smatra idealnom tečnošću. Zapreminski protok vode je 0.5 litara u sekundi. Kolika je brzina strujanja vode u prvoj cevi u m/s? Kolika je brzina strujanja vode u drugoj cevi u m/s?

U nastavku je rešenje koje je dao ChatGPT.

assistant: Zapreminski protok vode je konstantan za sve delove cevi, tako da možemo koristiti formula $Q = v \cdot A$, gde je v brzina strujanja vode, a A poprečni presek cevi.

Prvo ćemo pretvoriti zapreminski protok iz litara u sekundi u m^3/s , zatim ćemo izračunati brzinu strujanja vode u obe cevi.

$1 \text{ l} = 0.001 \text{ m}^3$, tako da je $Q = 0.5 \text{ l/s} = 0.0005 \text{ m}^3/s$.

Poprečni presek cevi je $A = \pi r^2$.

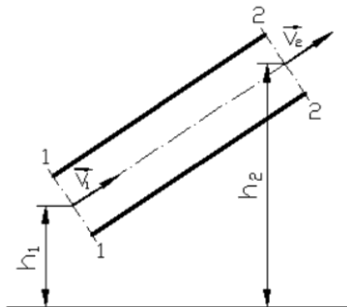
Za prvu cev, $r1 = 0.9 \text{ cm} = 0.009 \text{ m}$, tako da je $A1 = \pi \cdot (0.009 \text{ m})^2 = 0.000254 \text{ m}^2$. Brzina strujanja vode u prvoj cevi je $v1 = Q/A1 = 0.0005 \text{ m}^3/s / 0.000254 \text{ m}^2 = 1.969 \text{ m/s}$.

Za drugu cev, $r2 = 0.25 \text{ cm} = 0.0025 \text{ m}$, tako da je $A2 = \pi \cdot (0.0025 \text{ m})^2 = 0.0000196 \text{ m}^2$. Brzina strujanja vode u drugoj cevi je $v2 = Q/A2 = 0.0005 \text{ m}^3/s / 0.0000196 \text{ m}^2 = 25.51 \text{ m/s}$.

Dakle, brzina strujanja vode u prvoj cevi je približno 1.969 m/s, a u drugoj cevi je približno 25.51 m/s.

4.2 EKSPERIMENT 2

Slika 2 odgovara postavci zadatka koji je poslužio za drugi eksperiment:



Slika 2. Kosa cev sa konstantnim poprečnim presekom

user: Voda struji kroz kosu cev od prvog ka drugom preseku. Gustina vode je 1000 kg/m^3 . Ubrzanje Zemljine teže je 9.81 m/s^2 . Visina centra prvog preseka je 2 m. Visina centra drugog preseka je 9 m. Površina prvog poprečnog preseka cevi je 0.3 m^2 . Površina drugog poprečnog preseka cevi je 0.3 m^2 . Brzina strujanja vode kroz prvi presek je 4 m/s. Pritisak u prvom preseku je 2 bar. Kolika je brzina strujanja vode (u m/s) u drugom preseku? Koliki je pritisak (u Pa) u drugom preseku?

Rešenje koje je ponudio ChatGPT je dato u nastavku.

assistant: Da bismo rešili ovaj problem, koristićemo Bernulijevu jednačinu koja tvrdi

da je ukupna energija (kinetička + potencijalna + pritisna) duž nekompresibilne struje konstantna. Drugačije rečeno, duž struje vode ta energija se prenosi ali se ukupna količina ne menja.

Bernulijeva jednačina se može zapisati kao:
 $P_1/(\rho g) + v_1^2/(2g) + z_1 = P_2/(\rho g) + v_2^2/(2g) + z_2$,

gde je

- P_1 i P_2 pritisak na prvom, odnosno drugom preseku,
- ρ gustina vode,
- g ubrzanje Zemljine teže,
- v_1 i v_2 brzina strujanja vode na prvom, odnosno drugom preseku,
- z_1 i z_2 visina prvog, odnosno drugog preseka.

Napomena: Pritisak se obično meri u Pascalima (Pa), ali je u ovoj postavci zadatka pritisak u prvom preseku dat u baru. Treba napomenuti da 1 bar = 100000 Pa.

Ako u ovoj formuli zamenimo podatke iz postavke zadatka, dobijamo:

$$P_1/(\rho g) + v_1^2/(2g) + z_1 = P_2/(\rho g) + v_2^2/(2g) + z_2$$

$$2 \cdot 10^5 / (1000 \cdot 9.81) + 4^2 / (2 \cdot 9.81) + 2 = P_2 / (1000 \cdot 9.81) + v_2^2 / (2 \cdot 9.81) + 9.$$

Sada treba da rešimo ovu jednačinu da bismo našli brzinu v_2 i pritisak P_2 .

Napomena: Ova jednačina se podrazumeva da je voda idealna - tj. nema viskoznosti ili unutrašnjeg trenja. Ovo može uticati na tačnost rezultata za stvarne tečnosti.

Rešenje:

Od značaja je i da je prečnik cevi isti na oba preseka. Zbog očuvanja mase, brzina vode na početnoj i krajnjoj tački strujanja su iste:

$$v_1 = v_2 = 4 \text{ m/s.}$$

Sada računamo:

$$20.372515722 + 0.8150730576 + 2 =$$

$$P_2 / (1000 \cdot 9.81) + 4^2 / (2 \cdot 9.81) + 9$$

$$23.187588779 = P_2 / (1000 \cdot 9.81) +$$

$$0.8150730576 + 9$$

$$13.3725157214 = P_2 / (1000 \cdot 9.81)$$

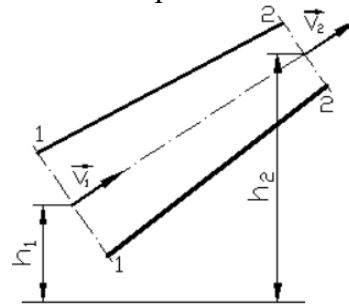
$$13.3725157214 \cdot 1000 \cdot 9.81 = P_2$$

$$P_2 = 1.3 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

Zaključak: Brzina strujanja vode u drugom preseku je 4 m/s, a pritisak u drugom preseku je 130000 Pa ili 1.3 bar.

4.3 EKSPERIMENT 3

Slika 3 odgovara postavci zadatka koji je poslužio za treći eksperiment:



Slika 3. Kosa cev sa opadajućim poprečnim presekom

user: Voda struji kroz kosu cev promenljivog poprečnog preseka od prvog ka drugom preseku. Gustina vode je 1000 kg/m^3 . Ubrzanje Zemljine teže je 9.81 m/s^2 . Visina centra prvog preseka je 2 m. Visina centra drugog preseka je 9 m. Površina prvog poprečnog preseka cevi je 0.9 m^2 . Površina drugog poprečnog preseka cevi je 0.3 m^2 . Brzina strujanja vode kroz prvi presek je 4 m/s. Pritisak u prvom preseku je 2 bar. Kolika je brzina strujanja vode (u m/s) u drugom preseku? Koliki je pritisak (u Pa) u drugom preseku?

U nastavku je rešenje koje je dao ChatGPT.

assistant: Da bismo rešili ove probleme, primenićemo Bernulijevu jednačinu:

$$P_1/\rho + v_1^2/2 + g \cdot z_1 = P_2/\rho + v_2^2/2 + g \cdot z_2$$

gde su P_1 i P_2 pritisci u prvom i drugom preseku, v_1 i v_2 su brzine u prvom i drugom preseku, z_1 i z_2 su visine prvog i drugog preseka, a ρ je gustina fluida.

Imajte na umu da je pritisak izražen u paskalima (Pa), stoga ćemo pretvoriti pritisak od 2 bara u paskale množenjem sa 10^5 .

Prvo, koristeći prvi deo Bernulijeve jednačine, možemo odrediti brzinu strujanja u drugom preseku.

Da bismo to uradili, koristimo činjenicu da je brzina fluida obrnuto proporcionalna površini poprečnog preseka kojom prolazi (Početni zakon kontinuiteta: $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$). Tako možemo reći:

$$v_2 = A_1 \cdot v_1 / A_2 = 0.9 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ m/s} / 0.3 \text{ m}^2 = 12 \text{ m/s}$$

Zatim, koristeći kompletnu Bernulijevu jednačinu, možemo odrediti pritisak vode u drugom preseku. Imajte na umu da su $z_1 = 2$ m i $z_2 = 9$ m, a $g = 9.81$ m/s².

$$P_2 = \rho \cdot (P_1/\rho + v_1^2/2 + g \cdot z_1 - v_2^2/2 - g \cdot z_2)$$

$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot (2 \cdot 10^5$$

$$\text{Pa}/1000 \text{ kg/m}^3 + 4 \text{ m/s}^2/2 + 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m} -$$

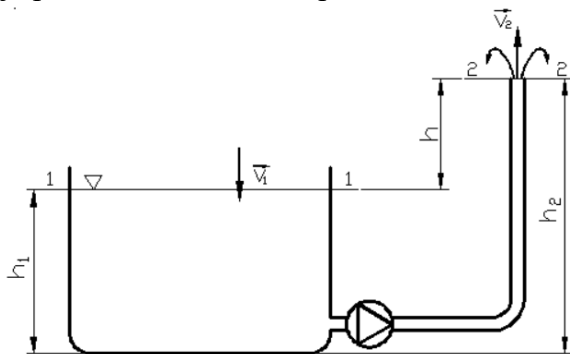
$$12 \text{ m/s}^2/2 - 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 9 \text{ m})$$

$$= 1.37 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

Dakle, brzina strujanja vode u drugom preseku je 12 m/s, a pritisak vode u drugom preseku je $1.37 \cdot 10^5$ Pa.

4.4 EKSPERIMENT 4

Na slici 4 je prikazan rezervoar sa vodom koji se prazni pomoću pumpe preko cevi i ta slika odgovara postavci zadatka koji je poslužio za četvrti eksperiment.



Slika 4. Rezervoar sa vodom koji se prazni kroz cev pomoću pumpe

Kao što je ranije rečeno u okviru ovog eksperimenata su kreirane tri varijante teksta zadatka što podrazumeva da su rešenja ista a razlikuju se samo formulacije u određenoj meri.

4.4.1 VARIJANTA 1

Postavka četvrtog zadatka u prvoj varijanti je bila:

user: Rezervoar sa vodom (koja se smatra idealnom tečnošću) se prazni pomoću pumpe. Površina poprečnog preseka rezervoara je 15 m^2 . Rezervoar je otvoren. Pritisak iznad slobodne površine vode je 1 bar. Pumpa potiskuje vodu kroz cev. Voda ističe kroz otvor cevi u okolinu. Poprečni presek cevi je kružni i ima prečnik 70 mm.

Brzina isticanja vode kroz cev je 8 m/s. Pritisak iznad otvora cevi je 1 bar. Razlika u visinama slobodne površine vode u rezervoaru i visine otvora cevi je 12 m. Gustina vode je 1000 kg/m^3 . Ubrzanje Zemljine teže je 9.81 m/s^2 . Koliki je napor pumpe (u J/kg) koja prazni rezervoar?

Rešenje koje je dao ChatGPT glasi:

assistant: Prema Bernulijevoj jednačini za idealnu tečnost, možemo izračunati ukupan energetske napor pumpe po jedinici mase, koji je potreban da vodu prebaci iz rezervoara kroz cev. Bernulijeva jednačina glasi:

$$P_1/\rho + v_1^2/2 + g \cdot h_1 = P_2/\rho + v_2^2/2 + g \cdot h_2 + NA.$$

Gde su:

P_1 i P_2 - pritisci na početnu i krajnju tačku (u ovom slučaju su jednaki, tako da se izjednačavaju)

ρ - gustoća vode

v_1 i v_2 - brzine na početnu i krajnju tačku (brzina vode u rezervoaru se može zanemariti, tako da $v_1 = 0$)

g - ubrzanje Zemljine teže

h_1 i h_2 - visine na početnu i krajnju tačku

NA - napor pumpe po jedinici mase

Bernulijeva jednačina u ovom slučaju postaje:

$$0 + 0 + g \cdot h_1 = 0 + v_2^2/2 + g \cdot h_2 + NA.$$

Sada samo treba izračunati napor pumpe (NA):

$$NA = v_2^2/2 + g \cdot (h_2 - h_1),$$

$$NA = 8^2/2 + 9.81 \cdot (0 - 12),$$

$$NA = 32 + (-117.72)$$

$$NA = -85.72 \text{ J/kg.}$$

Dakle, u ovom slučaju napor pumpe koji je potreban da se voda podigne od dna rezervoara do otvora cevi je oko -85.72 J/kg . Ovde je dobijena negativna vrednost zato što je voda bila na većoj visini (u rezervoaru) nego na kraju (u cevi), što znači da je gravitaciona energija vode na izlazu manja od njene gravitacione energije na ulazu u pumpu, pa je za rad pumpe potrebno uložiti negativno energetske ulaganje, odnosno pumpanje vodu pomaže gravitaciono polje Zemlje. U realnoj situaciji to bi značilo da ne

bi bilo potrebno uložiti rad da se podigne nivo vode do nivoa otvora cevi.

4.4.2 VARIJANTA 2

Postavka četvrtog zadatka u drugoj varijanti je glasila:

user: Rezervoar sa vodom (koja se smatra idealnom tečnošću) se prazni pomoću pumpe. Površina poprečnog preseka rezervoara je 15 m². Rezervoar je otvoren. Pritisak iznad slobodne površine vode je 1 bar. Pumpa potiskuje vodu kroz cev. Voda ističe kroz otvor cevi u okolinu. Poprečni presek cevi je kružni i ima prečnik 70 mm. Brzina isticanja vode kroz cev je 8 m/s. Pritisak iznad otvora cevi je 1 bar. Visina slobodne površine vode u rezervoaru je 10 m. Visina otvora cevi je 22 m. Gustina vode je 1000 kg/m³. Ubrzanje Zemljine teže je 9.81 m/s². Koliki je napor pumpe (u J/kg) koja prazni rezervoar?

Rešenje koje je ponudio ChatGPT je glasilo:

assistant: Primenjujemo Bernoullijevu jednačinu na početne i krajnje tačke:

$$P_1/\rho + v_1^2/2 + g \cdot z_1 = P_2/\rho + v_2^2/2 + g \cdot z_2 + pc$$

gde je:

P₁ - pritisak iznad slobodne površine vode u rezervoaru (100000 Pa)

v₁ - brzina vode na površini rezervoara (0 m/s, jer je površina mirna)

z₁ - visina slobodne površine vode u rezervoaru (10 m)

P₂ - pritisak iznad otvora cevi (100000 Pa)

v₂ - brzina vode na izlazu iz cevi (8 m/s)

z₂ - visina otvora cevi (22 m)

ρ - gustina vode (1000 kg/m³)

g - ubrzanje zemljine teže (9.81 m/s²)

pc - prenosna elasticna snaga pumpe (potrebno je izračunati)

$$P_1/\rho + v_1^2/2 + g \cdot z_1 = P_2/\rho + v_2^2/2 + g \cdot z_2 + pc$$

$$100000/1000 + 0/2 + 9.81 \cdot 10 = 100000/1000 + 64/2 + 9.81 \cdot 22 + pc$$

$$100 + 0 + 98.1 = 100 + 32 + 215.82 + pc$$

$$198.1 = 347.82 + pc$$

Ona iznosi pc = 198.1 - 347.82 = -149.72 J/kg.

Ova vrednost je negativna jer se energija prenosi od pumpe vodi (pumpa radi na vodu), dakle napor pumpe iznosi 149.72 J/kg.

4.4.3 VARIJANTA 3

Treća varijanta postavke četvrtog zadatka glasila:

user: Rezervoar sa vodom (koja se smatra idealnom tečnošću) se prazni pomoću pumpe. Površina poprečnog preseka rezervoara je 15 m². Rezervoar je otvoren. Pritisak iznad slobodne površine vode je jednak atmosferskom. Pumpa potiskuje vodu kroz cev. Voda ističe kroz otvor cevi u okolinu. Poprečni presek cevi je kružni i ima prečnik 70 mm. Brzina isticanja vode kroz cev je 8 m/s. Pritisak iznad otvora cevi je jednak atmosferskom. Visina slobodne površine vode u rezervoaru je 10 m. Visina otvora cevi je 22 m. Gustina vode je 1000 kg/m³. Ubrzanje Zemljine teže je 9.81 m/s². Koliki je napor pumpe (u J/kg) koja prazni rezervoar?

Rešenje koje je ponudio ChatGPT za ovakvu postavku zadatka je glasilo:

assistant: Da bi smo izračunali napor pumpe, potrebno je da razmislimo o energijama koje su uključene u ovaj proces. Pre svega, kada pumpa pumpa vodu iz ždrebla, to zahteva rad na dva fronta: prvo, protiv gravitacije (jer je otvor cevi na većoj visini od samog rezervoara) i drugo, da bi se voda pokrenula kroz cev od mirovanja do određene brzine (kinetička energija).

Gravitaciona potencijalna energija po jedinici mase za vodu koja se pumpa kroz cev je $pe=gh$, gde je g ubrzanje sile teže, a h je razlika u visinama rezervoara i izlaznog otvora cevi (22 m - 10 m = 12 m). Dakle, $pe=9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 12 \text{ m} = 117,72 \text{ J/kg}$.

Kinetička energija po jedinici mase za vodu koja ističe kroz cev je $ke=1/2 \cdot v^2$, gde je v brzina vode (8 m/s). Dakle, $ke=1/2 \cdot (8 \text{ m/s})^2 = 32 \text{ J/kg}$.

Suma potencijalne i kinetičke energije pošto je brzina vode u rezervoaru zanemarljiva biće ukupan napor pumpe. Dakle, napor pumpe = 117,72 J/kg + 32 J/kg = 149,72 J/kg.

Dakle, potrebno je oko 150 J/kg energije da bi se voda pumpala iz ovog rezervoara. Takođe, ovo je ukupan teorijski minimum; stvarni napor pumpe biće veći kada se računa sa efikasnošću pumpe i drugim faktorima, kao što su trenje i otpornost unutar cevi.

5. ANALIZA REZULTATA EKSPERIMENTA

Načelno, primetna je nedoslednost u odgovorima kada je u pitanju notacija. Na primer, u odgovoru dobijenom u okviru eksperimenta 3 se javlja zapis 9.81 m/s^2 ali i zapis $1.37 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, što znači da sam ChatGPT koristi stepen u vidu zapisa s^2 (iako ga „ne razume“ kada je u postavci zadatka tako napisan) ali i u vidu zapisa 10^5 .

Može se uočiti da je ChatGPT, pri rešavanju zadataka, pristupao potpuno različitim izvorima. To postaje očigledno kada se u rešenjima tri varijante četvrtog zadatka analiziraju oznake koju je koristio za napor pumpe (tabela 1).

Tabela 1. Oznake i nazivi koje je ChatGPT dodelio traženoj veličini „napor pumpe“

Varijanta	Oznaka	Naziv
1	NA	napor pumpe
2	pc	prenosna elastična snaga pumpe
3	g	napor pumpe

U nastavku su detaljnije analizirani rezultati svakog od eksperimenata.

5.1 ANALIZA REZULTATA EKSPERIMENTA 1

Prvi zadatak je odmah tačno rešen bez ikakvih korekcija postavke zadatka. Objasnjenje toka razmišljanja i izvođenje formula je u potpunosti korektno i veoma podseća na izlaganje koje bi dao nastavnik.

ChatGPT je prepoznao da treba pretvoriti jedinice (cm u m) kao i pretvoriti zapremiski protok koji je dat u l/s u m^3/s .

5.2 ANALIZA REZULTATA EKSPERIMENTA 2

Kada je u pitanju brzina strujanja u preseku 2 izveden je tačan zaključak a takođe je dobijen tačan rezultat za pritisak p_2 uz dve napomene:

- rezultat je mogao biti precizniji to jest trebalo je da iznosi 131 330 Pa umesto dobijenih 1,3 bar to jest 130 000 Pa i
- primetno je da nije izvedena konačna formula za pritisak već su brojne vrednosti zamenjivane u izvornu Bernulijevu jednačinu, njeni sabirci su izračunati i tek na kraju je izražen pritisak. To nije netačno ali bi se preferisalo izvođenje konačne formule za pritisak pa tek na kraju zamena brojnih vrednosti i izračunavanje.

5.3 ANALIZA REZULTATA EKSPERIMENTA 3

Rezultati ovog eksperimenta su delimično tačni to jest brzina strujanja je izračunata korektno. Međutim, kada je u pitanju traženi pritisak u drugom preseku uočena je vrlo specifična anomalija. Naime, formula za pritisak u drugom preseku je izvedena tačno ali, pri zameni brojnih vrednosti, brzine nisu kvadrirane i zbog toga se ne dobija tačna vrednost koja treba da iznosi $p_2 = 67\,330 \text{ Pa}$ već $p_2 = 137\,000 \text{ Pa}$.

Bitno je istaći da se anomalija tog tipa nije javila u prethodnom zadatku u kome je takođe trebalo kvadrirati brzinu (tu, međutim, jedinice nisu zamenjivane već isključivo brojne vrednosti).

Takođe, trebalo bi obratiti pažnju na jedinice kada je u pitanju zamena vrednosti za brzine: pri zameni brzine od 4 m/s u formulu (brzina je trebalo da bude kvadrirana) trebalo je da se dobije ili $(4 \text{ m/s})^2$ ili $16 \text{ m}^2/\text{s}^2$. Međutim, kao što se može videti u zapisu koji je ponudio ChatGPT, dobijeno je 4 m/s^2 što nije tačno ni po vrednosti ni po jedinici. Ista je situacija i sa brzinom u drugom preseku koja je iznosila 12 m/s .

5.4 ANALIZA REZULTATA EKSPERIMENTA 4

U nastavku su analizirane sve tri varijante ovog eksperimenta.

5.4.1 Varijanta 1 - analiza rešenja

Analiza je pokazala da zadatak nije tačno rešen. Iz podatka "razlika u visinama slobodne površine vode u rezervoaru i visine otvora cevi je 12 m" ChatGPT je zaključio da je presek 2-2 (izlaz iz cevi) niži od preseka 1-1 (slobodna površina vode). Formula za napor pumpe koju je ChatGPT dao je glasila:

$$NA = v^2/2 + g*(h_2 - h_1)$$

i bila je tačna ali je zatim ChatGPT podatke zamenio ovako:

$$NA = 8^2/2 + 9.81*(0 - 12).$$

Na taj način se umesto drugog sabirka pojavio umanjilac:

$$NA = 32 + (-117.72)$$

što je, konačno, dovelo do netačnog rezultata i pogrešno izvedenog zaključka da gravitaciono polje Zemlje pomaže ispumpavanje vode iz rezervoara.

Student koji zna da rešava ovakav tip zadataka ne bi napravio ovu grešku jer bi uz tekst dobio sliku iz koje bi bilo jasno u kom odnosu stoje dva uočena preseka.

5.4.2 Varijanta 2 - analiza rešenja

Ova varijanta postavke zadatka je nastala da bi se „premostio“ problem koji je opisan u 5.4.1. Umesto razlike između dva nivoa vode eksplicitno su navedene visine („Visina slobodne površine vode u rezervoaru je 10 m. Visina otvora cevi je 22 m“).

Interesantno je uočiti da je u ovom slučaju ChatGPT u Bernulijevoj jednačini radio sa veličinom koju je nazvao „prenosna elastična snaga pumpe“ i identifikovao da je

nju potrebno izračunati, uprkos tome što je u postavci zadatka eksplicitno navedeno da se traži napor pumpe.

Zaključak koji je ChatGPT, na kraju, ponudio sadrži tačno rešenje i tačan naziv tražene veličine (napor pumpe). Međutim, prpratni komentar „pumpa radi na vodu“ je netačan jer pumpa radi na električnu energiju a potiskuje vodu. Takođe, dobijena je tačna brojna vrednost napora pumpe ali je u samoj jednačini ta veličina stavljena na suprotnu stranu zbog čega rešenje ima negativan predznak. Ipak, u samom zaključku je navedena potpuno tačna vrednost napora pumpe.

5.4.3 Varijanta 3 - analiza rešenja

Varijante 2 i 3 postavke zadatka se razlikuju samo u formulaciji podatka za pritisak iznad otvora cevi:

V2 „Pritisak iznad otvora cevi je 1 bar.“

V3 „Pritisak iznad otvora cevi je jednak atmosferskom“.

ChatGPT je iz formulacije u varijanti 3 izveo tačan zaključak o vrednosti pritiska iznad otvora cevi što je bilo očekivano ali je značajnije istaći da je, pri rešavanju, koristio izvor/e koji su različiti od onih korišćenih pri rešavanju varijante 1 to jest varijante 2. Taj izvor je očigledno omogućio da rešenje zadatka bude u potpunosti tačno.

6. KOD

Izvorni kod je kratak pa je, na slici 5, prikazan u celini. Sastoji se od konfiguracionih aktivnosti, asihrone funkcije za slanje pitanja i ispisa i poziva ove funkcije. Programski kod je pisan u programskom jeziku JavaScript i javno je dostupan.

```

import OpenAI from 'openai';
import colors from 'colors';
import dotenv from "dotenv";

dotenv.config();
const openai = new OpenAI({
  apiKey: process.env.OPENAI_API_KEY
});

async function ask(question) {
  const stream = await openai.beta.chat.completions.stream({
    model: 'gpt-4',
    messages: [{ role: 'user', content: question }],
    stream: true,
  });

  var response = await stream.on('content', (delta, snapshot) => {});
  const chatCompletion = await stream.finalChatCompletion();
  console.log(colors.bold.blue(response.messages[0].role + ": " + response.messages[0].content));
  console.log(colors.bold.green(response.messages[1].role + ": " + response.messages[1].content));
}

ask("What is your name?");

```

Slika 5. Izvorni kod

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu su analizirane mogućnosti koje ChatGPT-4 nudi u oblasti hidrodinamike kao jednog od segmenata (ne samo) mašinskog inženjerstva. U cilju pripreme eksperimenta korišćen je namenski napisan skript i ispunjeni su svi ostali potrebni tehnički uslovi. Na postavljana pitanja dobijeni su odgovori koji su potom analizirani i analiza je pokazala da ChatGPT-4 ima značajne sposobnosti rešavanja ovog nivoa složenosti zadataka i da činjenica da su zadaci formulisani na srpskom jeziku nije doprinela povećanju grešaka. Takođe, bitno je istaći da ChatGPT-4 ne nudi samo konačna rešenja (brojne vrednosti) već i objašnjenje celog postupka razmišljanja i izvođenja kao i kvalitetno formulisani komentar dobijenog rešenja, što autori rada smatraju njegovom značajnom pozitivnom karakteristikom.

Međutim, eksperimenti su pokazali da je tačnost rešenja u visokom stepenu uslovljena načinom na koji je zadatak formulisani.

Takođe, može se uočiti da chat bot pristupa različitim izvorima pri rešavanju zadatka ali postoje brojne nepoznanice i pitanja koja ima smisla postaviti, između ostalog i:

- koje kriterijume pri izboru izvora ChatGPT koristi;
- da li i kako proverava relevantnost izvora;
- da li „filtrira“ izvore po nekim kriterijumima ili koristi prvi izvor kome je pristupio;
- da li kombinuje različite izvore pri davanju rešenja?

Posebno je značajno istaći anomaliju koja se desila u eksperimentu 3 gde je ChatGPT dao tačan odgovor kada je u pitanju brzina strujanja ali je pogrešno računao pritisak, iako je izveo tačnu formulu ali u nju nije korektno zamenio date brojne vrednosti što je dovelo, u konačnom, do pogrešnog rezultata za pritisak u preseku 2. Autori rada nisu došli do odgovora zbog čega se to dešava.

Neophodno je naglasiti da su slične anomalije identifikovali i drugi istraživači

koji su se bavili mogućnostima primene ChatGPT u obrazovanju mašinskih inženjera kao, na primer, Frenkel i Hebah [10] koji kažu: „jasno je da je ChatGPT zbog svoje nedoslednosti i sklonosti da samouvereno proizvodi netačne odgovore, najprikladniji za korisnike sa stručnim znanjem“. Autori ovog rada su kroz svoje istraživanje došli do identičnog zaključka.

Na osnovu svega izloženog autori zastupaju stanovište da je ChatGPT inovativan alat čija primena u oblasti rešavanja zadataka (sa kompleksnošću približnoj zadacima iz izloženih eksperimenata) u ovom trenutku svodi na demonstraciju postupka primene, obučavanje korisnika i istraživanje mogućnosti. Međutim, u ovoj fazi njegovog razvoja ovaj chat bot još nije dostigao nivo pouzdanosti koji pruža rešenja na čiju je tačnost moguće, sa visokim stepenom sigurnosti i bez provere rezultata, bezrezervno se osloniti.

Ipak, imajući u vidu veoma kratko vreme za koje je ChatGPT dostigao trenutni nivo sposobnosti može se, argumentovano, zaključiti da će u bliskoj budućnosti njegove nove verzije biti znatno usavršene i pružati sve pouzdanija rešenja.

8. LITERATURA

- [1] Eremić, Ž., Drašković, M., Testing the capabilities of CHATGPT 4.0 for agrochemical soil analysis with fertilization recommendations, Vol. 3, pp. 514–519. International Multidisciplinary Conference "Challenges of Contemporary Higher Education" - CCHE 20224. Kopaonik January 29th - February 3rd 2024.
- [2] Koceski, S., Koceska, N., Lazarova, L. K., Miteva, M., & Zlatanovska, B., Can ChatGPT be used for solving ordinary differential equations. *Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatics*, 6(2), pp. 103-114, 2023.
- [3] Banerjee, P., Srivastava, A., Adjeroh, D. Reddy, YR., Karimian, N., Understanding ChatGPT: Impact Analysis and Path Forward for Teaching Computer Science and Engineering. *Authorea Preprints*. 2023 Oct 30.
- [4] Rančić, M., Miletić, M., Veštačka inteligencija - razvoj, primena, izazovi. *Naučno-stručni časopis DIT*, br. 40, pp.113-120, Društvo inženjera Zrenjanin, Zrenjanin, 2023.
- [5] Puig-Ortiz, J.; Pàmies-Vilà, R.; Jordi, L. Exploring the Application of ChatGPT in Mechanical Engineering Education. A: 51ST Annual Conference of the European Society for Engineering Education. (SEFI), 11-14 September 2023 TU Dublin, Ireland: practice papers". Dublin: Technological University Dublin (TU Dublin), 2023.
- [6] Eremić, Ž., Halas, D., Primena ChatGPT na rešavanja pitanja za pripremu prijemnog ispita. *Naučno-stručni časopis DIT*, br. 40, pp. 106-111, Društvo inženjera Zrenjanin, Zrenjanin, 2023.
- [7] Rahman, M. M., Watanobe, Y., ChatGPT for education and research: Opportunities, threats, and strategies, *Applied Sciences* Vol.13. No.9., 2023.
- [8] OpenAI (2023). GPT-4 technical report. arXiv preprint arXiv:2303.08774, 2023.
- [9] Jovanović, M., Kuk, K., Stojanović, V., Mehić, E., Chatbot application as support tool for the learning process of basic concepts of telecommunications and wireless networks. *Facta Universitatis, Series: Automatic Control and Robotics*. 2024 Feb 6;22(2): pp. 57-73.
- [10] Frenkel, M., Hebah, E., "ChatGPT & Mechanical Engineering: Examining performance on the FE Mechanical Engineering and Undergraduate Exams." arXiv preprint arXiv:2309.15866, 2023.

Adresa autora: dr Željko Eremić, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Đorđa Stratimirovića 23
e-mail: zeljko.eric@vts-zr.edu.rs
Rad primljen: mart 2024.
Rad prihvaćen: mart 2024.

ELEKTROMAGNETNA ZRAČENJA U VOZILIMA JAVNOG MASOVNOG PREVOZA

ELEKTROMAGNETIC RADIATIONS OF VEHICLES FOR PUBLIC MASS TRANSPORT

MILORAD RANČIĆ¹
MILJAN MILETIĆ²

¹ Društvo inženjera u Zrenjaninu

² Akademija strukovnih studija Šumadija, odsek Kruševac

REZIME

Danas se u savremenim vozilima za javni prevoz sve više kao pogonska energija koristi električna struja. Pored elektromotora velikih snaga koji se koriste za pokretanje u vozilima se nalazi i mnogobrojna elektronska i električna oprema. 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 u nekoliko proizvoljno izabranih vozila za javni prevoz koji se najčešće koriste u našoj sredini. Ukazuje se na odstupanja od dozvoljenih vrednosti kao i na neke mere zaštite

Ključne reči: vozila javnog masovnog prevoza, elektromagnetna zračenja, merenje intenziteta

ABSTRACT

Today, in modern vehicles for public mass transport, electric current is used more and more as a driving energy. In addition to high power electric motors that are used to start vehicles, there are numerous electronic and electrical equipment. Electromagnetic fields that they create and emit during work have a negative and harmful effect on people's health. This paper presents the results of measuring the intensity of electric, magnetic and radio frequency radiation in a few selected vehicles for public mass transport that are used the most in our environment. It indicates deviations from permitted values as well as some protection measures.

Key words: vehicles of public mass transport, electromagnetic radiations, intensity measurement

1. UVOD

U okviru višegodišnjeg istraživačkog projekta „Elektromagnetno zračenje i zdravlje“ autori ovog rada zajedno sa grupom kolega okupljenih oko časopisa DIT do sada su izvršili identifikaciju i utvrdili intenzitete elektro-magnetnih u

neposrednom okruženju veli-kog broja mašina, aparata uređaja. Do sada su objavljeni rezultati merenja za računarsku opremu (računari, skeneri, štampači...), telekomunikacione opreme (antene i predajnike, televizijske aparate, telefone...),dalekovode i trafo stanice), proizvodne mašine (strugove, glodalice,

prese...), aparate u domaćinstvu (mikrotalasne peći, bojlere, usisivače...)...Posebna pažnja posvećena je automobilima za prevoz ljudi s obzirom da putnici i vozači u njima provode puno vremena i da su savremeni automobili prepuni elektronike i raznih električnih uređaja. Takođe je danas sve češće prisustvo električnog pogona koga čine elektromotori velikih snaga i sistemi za dovod struje ili akumulatori velikog kapaciteta. Vozila su opremljena i mnogobrojnim elektronskim i električnim uređajima. Svi oni zajedno u toku rada emituju električna, magnetna i radiofrekventna polja različitih intenziteta. U ovom radu su izloženi rezultati merenja intenziteta zračenja kod vozila za masovni javni prevoz. Ovo je u stvari nastavak istraživanja koga su autori objavili u referenci (4).

2. O ZRAČENJU I ZDRAVLJU

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.

3. VOZILA JAVNOG MASOVNOG PREVOZA

Pod javnim prevozom podrazumeva se prevoz putnika i robe na kratkim ili dugim

rastojanjima unutar ili između naseljenih područja.

Prevoz putnika se obavlja sredstvima za prevoz, odnosno, vozilima. Njihova podela može se izvršiti prema više kriterijuma.

Prema broju putnika mogu biti:

- za pojedinačni prevoz,
- za grupni prevoz,
- za masovni prevoz.

Prema pogonskoj energiji motora dele se na:

- sa benzinskim motorom,
- sa dizel motorom,
- sa elektromotorom
- hibridni.

Prema vrsti saobraćajnice po kojoj se kreću vozila mogu biti za:

- vodni prevoz,
- drumski prevoz,
- šinski prevoz,
- vazdušni prevoz.

Za potrebe ovog istraživanja od velikog broja različitih tipova vozila izabrano je nekoliko koji se najčešće sreću u javnom masovnom prevozu u našim uslovima.

3.1 AUTOBUS

Autobus je vozilo koje prevozi više od deset putnika. Prema njegovoj nameni je prilagođena konstrukcija tako da se svrstavaju u dve grupe.

- Gradski autobus prevozi putnike unutar urbanih sredina i na kraćim relacija-ma. Ima dvojna ili više vrata za ulaz i izlaz putnika. Manji broj mesta je za sedenje a veći za stajanje. Kreće se manjim brzinama. Za pogon se koristi najčešće dizel motor ali u novije vreme i gasni motor.
- Međugradski autobus prevozi putnike na dužim relacijama, sva su mesta za sedenje jer se kreće mnogo većim brzinama. Postoji poseban prostor za prtljag a i udobnost mu je povećana. Za pogon se najčešće koristi dizel motor.

3.2 TROLEJBUS

Trolejbus je vozilo za prevoz u gradskom saobraćaju. Kreće se ulicama i ima pneumatske točkove. Broj sedećih i stajaćih putnika je preko stotinu. Pokreće ga električni motor koji električnu struju dobija preko dve trole koje su u stalnom kontaktu sa elektrovodovima duž ulice.

3.3 TRAMVAJ

Tramvaj je vozilo koje se kreće po šinama i koristi se najčešće u gradskom prevozu putnika. Može da primi i više od stotinu putnika na mestima za sedenje i stajanje kada mu se dodaju još jedan ili dva vagona. Pokreće ga elektromotor koji se napaja strujom preko trola i električnih vodova ili ređe preko šina. Velika prednost mu je u tome što nema izduvnih gasova te ne zagađuje gradsku sredinu. Međutim, zahteva velika sredstva za postavljanje i održavanje infrastrukture (šine, elektrovodovi...).

3.4 VOZ, ELEKTROVOZ

Voz je sredstvo masovnog javnog prevoza koje se kreće po šinama te pripada grupi šinskih vozila. Obično se sastoji od lokomotive i više vagona u kojima se može transportovati i do nekoliko stotina putnika. Najčešće se koristi u međumesnom transportu i za velike razdaljine. Lokomotiva vuče ili gura vagona a za pogon se koriste dizel i električni motori. Električna vuča vozova je jeftinija po pređenom kilometru ali zahteva mnogo veća finansijska ulaganja u izgradnjuprateće infrastrukture i elektrifikacije. Savremeni vozovi su uglavnom gonjeni elektromotorima velike snage od nekoliko hiljada kilovata i mogu da dostignu prosečne brzine kretanja i preko 200 km/času. Kod modernih rešenja elektrovozova nema klasične lokomotive već je komandno upravljačka kabina u prednjem delu putničkog vagona.

Sva navedena vozila za javni masovni prevoz pored pogonskog motora koji je najčešće dizel i sve više električni motor,

poseduju ogroman broj električnih i elektronskih komponenata, uređaja i sistema. Navode se neki od njih : akumulatori i baterije, sistemi za osvetljenje i signalizaciju, elektromotori, trafoi, senzori, pretvarači signala, kablovi za prenos struje i signala, sistemi za povećanje sigurnosti u vožnji, elektrovodovi za dovođenje struje, elektro kontaktna mreža, trole itd. I kao što je već rečeno svi oni u toku rada emituju elektromagnetna polja različitog intenziteta koja deluju na putnike i prateće osoblje u vozilu.

4. MERNI TEHNIKA I USLOVI MERENJA

Napravljen je izbor određenih vozila za javni masovni prevoz koji se najčešće koriste u našim uslovima. 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.

Pozicija mernog instrumenta utvrđena je u pravcu najvećeg zračenja na tri lokacije u vozilu: na mestu vozača, u sredini vozila i na zadnjim sedištima u vozilu. U toku merenja sva vozila su bila u svojim radnim funkcijama, odnosno, u kretanju.

Dobijene vrednosti su izražene u sledećim jedinicama:

EMS (nT), MAP (miG), ELP (miG), RAF (mW/m²).

Dobijeni rezultati merenja izloženi su u Tabeli 1.

4.1 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)

5. REZULTATI MERENJA

Tabela 1. Rezultati merenja

Tip vozila	Vrsta i snaga motora Kw(KS)	Merno mesto	EMS nT	MAP miG	ELP miG	RAF mW/m ²
Autobus međugradski	Dizel 320	I	280	5,8	0	0,305
		II	980	6,8	3	0,207
		III	140	0,6	4	0,014
Autobus gradski	Dizel 300	I	266	1,8	6	0,335
		II	240	1,4	1	0,840
		III	230	2,3	0	0,610
Trolejbus	Električni 380	I	1350	6,3	6	6,480
		II	660	10,8	9	1,230
		III	670	17,8	4	5,050
Tramvaj	Električni 980	I	2200	12,1	0	0,580
		II	280	4,9	1	3,200
		III	1080	6,5	0	2,690
Voz Elektrovoz	Električni 6000	I	4050	22,8	3	0,044
		II	1400	4,3	5	0,836
		III	120	0,8	2	0,372

Napomena: Merno mesto I- u komandnoj kabini, na mestu vozača, Merno mesto II. na sredini vozila (u trenutku prolaska ispod kontaktne mreže za elektrovoz), Merno mesto III-na poslednjim mestima u vozilu (u toku normalne vožnje za elektrovoz)

6. ZAKLJUČAK

Analiza dobijenih rezultata merenja intenziteta elektromagnetnih polja koja se generišu i emituju u vozilima za masovni prevoz 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, putnici mogu i sami preduzeti neke relativno jednostavne mere u cilju sopstvene zaštite. Autori ovog rada predlažu neke od njih:

- Što je više moguće skratiti vremenski period boravka u vozilima koja emituju visoko zračenje.
- Izbegavati duže vremenske intervale boravka u zonama visokog zračenja.
- Pozicije u kojima se putnik nalazi udaljiti od emitera velikih zračenja.

7. 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.

- [4] Rančić Milorad, Miletić Miljan, „Elektro-magnetna zračenja u automobilima sa benzinskim, dizel i hibridnim motorima“ Naučno stručni časopis DIT, br.37, Društvo inženjera u Zrenjaninu, Zrenjanin, 2022.

Adresa autora: Dr Milorad Rančić, profesor, Društvo inženjera u Zrenjaninu, Zrenjanin

e-mail: milorad.rancic@diz.org.rs

Rad primljen: februar 2014.

Rad prihvaćen: mart 2024.



МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ (1952 – 1997)

Чувени светски истраживач и научник
у области теоријске физике.
Професор на већем броју
америчких универзитета.
Пилот и спортиста,
патриота и хуманиста



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-professional journal

Година XXX, Број 41, март 2024. год.
Year XXX, Issue 41, March 2024. 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

ISPITIVANJE PARAMETARA KVALITETA SIROVOG OVČIJEG MLEKA APARATOM LACTOSCAN

EXAMINATION OF RAW SHEEP MILK QUALITY PARAMETERS USING THE LACTOSCAN

MILANA DRAŠKOVIĆ¹
GORDANA LUDAJIĆ¹
DANIJELA JAŠIN¹

¹Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

REZIME

Kvalitet sirovog mleka je podložan promenama koje se dešavaju kao odgovor na izmenjene klimatske uslove, ishranu, muž. U najznačajnije faktore kvaliteta spadaju visok sadržaj masti i proteina, gustina, viskozitet, tačka mržnjenja, kiselost, površinski napon, električna provodljivost, refrakcija itd.

Cilj ovog rada je procena parametara kvaliteta sirovog ovčijeg mleka poreklom sa farme proizvođača iz Banatske Palanke, proučavanje korelacije između pokazatelja kvaliteta, kao i procena tačnosti i brzine merenja analizatora mleka Lactoscan.

Ključne reči: Kvalitet sirovog mleka, Analizator mleka Lactoscan

ABSTRACT

The quality of raw milk is subject to changes that occur in response to changing climatic conditions, nutrition, milking. The most important quality factors include high fat and protein content, density, viscosity, freezing point, acidity, surface tension, electrical conductivity, refraction, etc.

The aim of this work is to evaluate the quality parameters of raw sheep's milk originating from farms of producers from Banatska Palanka, to study the correlation between quality indicators, as well as to evaluate the accuracy and speed of the Lactoscan milk analyzer measurement.

Key words: Quality of raw milk, Lactoscan milk analyzer

1. UVOD

Kvalitet mleka zavisi od fizičkih, hemijskih i mikrobioloških osobina mleka. U fizičko-hemijske osobine se ubraja gustina, viskozitet, specifična toplota, kiselost, površinski napon, električna provodljivost, refrakcija itd. Ove osobine se

moгу odrediti tradicionalnim metodama, ali u skorije vreme se sve više koriste moderni aparati pomoću kojih se brže može doći do željenih rezultata. Jedan takav aparat je analizator mleka Lactoscan.

Ovčije mleko po hemijskom sastavu, biološkim i tehnološkim osobinama veoma je vredna sirovina za preradu i direktnu

upotrebu. Ovčije mleko spada u kazeinske vrste mleka, u kojima učešće kazeina u ukupnim belančevinama (kazeinski indeks) iznosi 75% ili je veći od 75% [1]. Takođe sadrži i do 50% više suve materije u odnosu na kravlje mleko, što ga čini podesnim za proizvodnju sireva, kao i za proizvodnju kiselog mleka jer daje proizvod odlične konzistencije.

U odnosu na kravlje mleko, ovčije mleko sadrži znatno više nižih masnih kiselina što dovodi do razlike u fizičkim osobinama mlečne masti i razlike u organoleptičkim osobinama mleka. Zato je tačka topljenja mlečne masti ovčijeg mleka niža od tačke topljenja kravljeg mleka i iznosi 29 °C, što ovčije mleko čini nepodesnim za proizvodnju maslaca [2]. Prosečan hemijski sastav ovčijeg mleka prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Prosečan hemijski sastav ovčijeg mleka [2]

Sastojci	Sadržaj (%)
Voda	80,50
Suva materija	19,50
Mlečna mast	7,20
Suva materija bez masti	12,30
Belančevine	5,70
Kazein	4,50
Belančevine mlečnog seruma	0,98
Pepeo	0,90
Laktoza	4,30

Mlečnost ovaca zavisi od više faktora a najznačajniji su: genetska osnova, uslovi ishrane, držanja i zdravstvene zaštite.

Hemijski sastav ovčijeg mleka menja se tokom laktacije. Nakon jagnjenja proizvodnja mleka raste do pete nedelje laktacije kada dostiže maksimum, nakon čega opada što zavisi od rase, ishrane kao i pojedinačnih osobina ovaca [3].

Polazeći od činjenice da hemijski sastav mleka nije isti kod jutarnje i večernje muže, kao i da zavisi od načina ishrane ovaca, cilj istraživanja bio je da se ustanovi u kojoj meri se ta varijabilnost ispoljava.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

2.1. MATERIJAL

Ovčije mleko, dobijeno ručnom mužom, uzorkovano je februara 2023. godine sa privrednog gazdinstva u Banatskoj Palanci od ovaca rase čokanska cigaja.

Ovce su bile podeljene u dve grupe. Prva grupa ovaca, hranjena je u staji, kvalitetnom kabastom hranom mahom lucerkinim senom i kukuruzom, a druga grupa ovaca hranjena je ispašom. Ovce koje su hranjene u staji bile su u četvrtom mesecu laticije, dok su ovce na ispaši bile u šestom mesecu laktacije.

Uzimanje uzoraka sirovog mleka mora da bude u saglasnosti sa standardom SRPS EN ISO 707:2010 Mleko i proizvodi od mleka – Uputstvo za uzimanje uzorka [4].

2.2. ANALIZATOR MLEKA LACTOSCAN

Određivanje hemijskog sastava i fizičko hemijskih osobina sirovog ovčijeg mleka vršeno je na aparatu *Lactoscan* (slika 1).



Slika 1. Analizator mleka *Lactoscan*

Rad *Lactoscan* aparata se zasniva na HIGH-END ultrazvučnoj tehnologiji, direktnim merenjem brzine ultrazvuka u mleku i mlečnim proizvodima, i može se odrediti sadržaj mlečne masti, proteina, laktoze, suve materije bez masti, laktoze,

kao i sadržaj dodate vode, temperatura, tačka mržnjenja i gustina mleka. Vreme merenja jednog uzorka je 60 sekundi. Osnovne merne kalibracije su za kravlje, ovčije i UHT mleko, a moguće je kalibrisati uređaj za kozje, bivolje, kamilje mleko, kao i jogurt, pavlaku i sladoled.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava i fizičko hemijskih osobina sirovog ovčijeg mleka od ovaca koje su hranjene u staji i na ispaši prikazani su u tabelama 2 i 3.

Tabela 2. Fizički i hemijski pokazatelji kvaliteta sirovog ovčijeg mleka ovaca koje su hranjene u staji

Parametri kvaliteta	<i>Jutarnja muža (Jm)</i>		<i>Večernja muža (Vm)</i>		<i>Srednja vrednost</i>	
	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>
Masnoća (%)	5,98	6,73	9,81	10,06	6,355	9,935
Suva materija bez masti (%)	10,25	9,96	9,32	9,07	10,105	9,195
Gustina (kg/m ³)	1,035	1,033	1,028	1,027	1,034	1,0275
Laktoza (%)	4,62	4,49	4,21	4,10	4,555	4,155
Soli (%)	0,75	0,72	0,65	0,63	0,735	0,64
Proteini (%)	4,81	4,67	4,33	4,20	4,74	4,265
Dodata voda (%)	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	0,00
Temperatura uzorka (°C)	22,9	24,4	27,4	25,7	23,65	26,55
Tačka mržnjenja (°C)	-0,597	-0,583	-0,561	-0,545	-0,59	-0,553
pH vrednost	6,31	6,33	6,37	6,34	6,32	6,355
Provodljivost mS/cm	4,31	4,40	4,05	3,96	4,355	4,005

Prosečan sadržaj mlečne masti mleka, jutarnje muže, ovaca koje su hranjene u staji iznosio je 6,35%, a kod ovaca koje su hranjene na ispaši 5,89% što je u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu sirovog mleka [5], i

poklapa se sa srednjom vrednošću koju su dobili Balthazar i saradnici [6] (5,9±0,3%).

Prosečan sadržaj mlečne masti ovčijeg mleka, večernje muže ovaca hranjenih na ispaši bio je 6,05%, a kod ovaca hranjenih u staji 9,93%.

Tabela 3. Fizički i hemijski pokazatelji kvaliteta sirovog ovčijeg mleka ovaca koje su hranjene na ispaši

Parametri kvaliteta	<i>Jutarnja muža (Jm)</i>		<i>Večernja muža (Vm)</i>		<i>Srednja vrednost</i>	
	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>	<i>Jm</i>
Masnoća (%)	5,90	5,88	6,18	5,93	5,89	6,055
Suva materija bez masti (%)	9,50	9,49	9,62	9,69	9,495	9,655
Gustina (kg/m ³)	1,032	1,032	1,032	1,033	1,032	1,0325
Laktoza (%)	4,29	4,28	4,34	4,37	4,285	4,355
Soli (%)	0,69	0,69	0,70	0,70	0,69	0,70
Proteini (%)	4,46	4,45	4,51	4,54	4,455	4,525
Dodata voda (%)	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00
Temperatura uzorka (°C)	26,6	26,8	26,2	26,3	26,7	26,25
Tačka mržnjenja (°C)	-0,548	-0,548	-0,557	-0,560	-0,548	-0,5585
pH vrednost	6,28	6,27	6,23	6,28	6,275	6,255
Provodljivost mS/cm	4,25	4,20	4,26	4,27	4,225	4,265

Izmereni sadržaj proteina mleka, jutarnje muže, bio je 4,74% (ovce koje su hranjene u staji) odnosno 4,45% (ovce koje su hranjene na ispaši).

Prosečan sadržaj laktoze u ovčijem mleku ovaca koje su hranjene u staji iznosio je 4,55%, odnosno 4,28% kod ovaca koje su hranjene na ispaši, što su više vrednosti u odnosu na rezultate koju su dobili Merlin i saradnici [7] (3,41%). Sadržaj laktoze u

ovčijem mleku zavisi od perioda laktacije i opada kako odmiče laktacija [7].

Sadržaj suve materije bez masti mleka, nakon večernje muže ovaca hranjenih na ispaši iznosio je 9,65% u odnosu na 9,19% za mleko ovaca koje su hranjene u staji.

Ostali parametri, kao što su, pH, temperatura i tačka mržnjenja mleka i provodljivost, pokazuju manje razlike u prosečnim vrednostima.

U tabeli 4 prikazani su rezultati ispitivanja zbirnog uzorka ovčijeg mleka.

Tabela 4. Fizički i hemijski pokazatelji kvaliteta sirovog ovčijeg mleka (zbirno laktofriz)

Parametri kvaliteta	<i>Jutarnja muža (Jm)</i>		<i>Večernja muža (Vm)</i>		<i>Srednja vrednost</i>	
					<i>Jm</i>	<i>Vm</i>
Masnoća (%)	7,08	7,07	8,65	8,64	7,075	8,645
Suva materija bez masti (%)	9,35	9,33	9,19	9,21	9,34	9,2
Gustina (kg/m ³)	1,030	1,030	1,029	1,029	1,030	1,029
Laktoza (%)	4,22	4,21	4,15	4,16	4,215	4,155
Soli (%)	0,67	0,67	0,65	0,65	0,67	0,65
Proteini (%)	4,37	4,36	4,28	4,29	4,365	4,285
Dodata voda (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Temperatura uzorka(°C)	25,6	26,8	27,1	26,8	26,2	26,95
Tačka mržnjenja (°C)	-0,546	-0,544	-0,544	-0,546	-0,545	-0,545
pH vrednost	6,25	6,26	6,37	6,33	6,255	6,35
Provodljivost mS/cm	4,29	4,30	4,11	4,10	4,295	4,105

Dobijeni rezultati pokazuju da je prosečan sadržaj mlečne masti u zbirnom uzorku, jutarnje muže, bio 7,075% što se poklapa sa srednjom vrednosti koju su dobili Tanevski i sardnici [8] (7,07%), dok je nakon večernje muže sadržaj mlečne masti bio 8,64%. Dobijeni rezultati pokazuju da analizirano ovčije mleko ima visok sadržaj masnoće u poređenju sa rezultatima Merlin i saradnika [7] (7,28%) i Kováčová i saradnika [9] gde se prosečan sadržaj mlečne masti kretao od 5,63-9,01%.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da postoje razlike između rezultata fizičko-hemijskih parametara mleka ovaca

hranjenih u staji čvrstom stočnom hranom, i ovaca koje su hranjene samo ispašom, pri čemu večernja muža pokazuje viši sadržaj mlečne masti, proteina, suve materije mleka i nešto povećan procenat laktoze u odnosu na jutarnju mužu.

Ovce koje su hranjene u staji, nakon večernje muže, imaju veći sadržaj mlečne, 9,93% u odnosu na ovce koje su hranjene na ispaši, 6,05%.

Sadržaj proteina mleka, jutarnje muže, bio je 4,74% (ovce koje su hranjene u staji) odnosno 4,45% (ovce koje su hranjene na ispaši).

pH vrednost je bila skoro ujednačena u proseku 6,25 do 6,35, i u uzorcima nije bilo dodate vode.

Aparat Lactoscan je opravdao očekivanja što se tiče tačnosti i brzine merenja najvažnijih hemijskih osobina i fizičko - hemijskih parametara sirovog ovčijeg mleka. Korišćenje ovog aparata se preporučuje na sabirnim stanicama, kao i farmama za brzu procenu kvaliteta mleka. Zbog većeg sadržaja suve materije, a naročito zbog sadržaja mlečne masti i proteina analizirano ovčije mleko je vrlo pogodno za proizvodnju sireva. складите величину и врсту фонта на сликама, графицима и табелама, где је то могуће.

5. LITERATURA

- [1] Mekić, C., Petrović, M. P., Trifunović, G., Žujović, M., Peišić, P. (2005). Milk production of svrljiška stock of domestic tuft sheep, *Biotechnology in Animal Husbandry*, vol 21, br.5-6, str, 85-88.
- [2] Stojanović, L., Katić, V. (2011). Higijena mleka. *Veterinarska komora Srbije*.
- [3] Mioč, B., Pavić, V., Havranek, D. i Vnučec, I. (2004). Factors of productivity and chemical composition of sheep milk. *Stočarstvo*, 58 (2), 103-115.
- [4] SRPS EN ISO 707:2010 Mleko i proizvodi od mleka — Uputstvo za uzimanje uzoraka
- [5] Pravilnik o kvalitetu sirovog mleka (Sl. glasnik RS br. 106/17)
- [6] Balthazar, C. F., Pimentel, T. C., Ferrão, L. L., Almada, C. N., Santillo, A., Albenzio, M., Mollakhalili, N., Mortazavian, A. M., Nascimento, J. S., Silva, M. C., Freitas, M. Q., Sant'Ana, A. S., Granato, D., Cruz, A.G. (2017). Sheep Milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development Vol. 16, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 248-250.
- [7] Merlin, I.A., Jr., Santos, J.S., Costa, L.G., Costa, R.G., Ludovico, A., Rego, F.C., Santana, E.H. (2015). Sheep milk: Physical-chemical characteristics and microbiological quality. *Arch. Latinoam. Nutr.* 65:193–198.
- [8] Talevski, G., Čobanova-Vasilevska, R., Srbinovska, S., Sireta Z. (2009). Quality of the sheep milk as a raw material in dairy industry of Macedonia. *Biotechnology in animal husbandry* (25), 971-977.
- [9] Kováčová, M., Vyrostková, J., Dudriková, E., Zigo, F., Semjon, B., Regecová, I. (2021). Assessment of Quality and Safety of Farm Level Produced Cheeses from Sheep and Goat Milk, *MDPI, Appl.Sci.* 11(7), 3196

Adresa autora: Drašković Milana, Profesor strukovnih studija, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Zrenjanin, Đorđa Stratimirovića 23

e-mail: draskovic.milana@gmail.com

Rad primljen: februar 2024.

Rad prihvaćen: mart 2024.



МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ (1952 – 1997)

Чувени светски истраживач и научник
у области теоријске физике.
Професор на већем броју
америчких универзитета.
Пилот и спортиста,
патриота и хуманиста



ДИТ

Друштво Истраживање Технологије

Научно-стручни часопис
Scientific-professional journal

Година XXX, Број 41, март 2024. год.
Year XXX, Issue 41, March 2024. year

МЕНАЏМЕНТ 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



ТРАНЗИЦИЈА, ЉУДСКИ КАПИТАЛ И ПЛАТНИ ЈАЗ У СРБИЈИ

TRANSITION, HUMAN CAPITAL AND PAY GAP IN SERBIA

КОСОВКА ОГЊЕНОВИЋ¹

¹Институт економских наука, Београд

РЕЗИМЕ

У овом раду се разматра допринос разлика у карактеристикама људског капитала укупном платном јазу у Србији. Анализирају се два периода, први који се односи на значајан утицај структурних реформни на тржиште рада, и други скорашњи период, како би се видело да ли се утицај релевантних фактора на разлике у зарадама мушкараца и жена мења. Први део анализе базира се на микро подацима прикупљеним од домаћинстава за потребе LSMS-а из 2002. године, а други узима податке из SILC-а за 2020. годину.

Резултати показују да је допринос разлика у људском капиталу имао негативан утицај на укупан платни јаз, имплицирајући да жене које раде имају у просеку боље карактеристике, али да разлике у структури награђивања и потенцијални утицај дискриминације (сагледаван кроз значај необухваћених фактора) значајно доприносе платном јазу.

Кључне речи: економске реформе, платни јаз, запослени, Србија.

ABSTRACT

This study looks at how the overall wage gap in Serbia is affected by the differences in human capital characteristics between men and women. In order to determine if the influence of important factors on the disparities in earnings between men and women is changing, two time periods are analyzed: the first, which corresponds to the considerable impact of structural reforms on the labor market, and the second, more recent time period. The analysis is divided into two parts, with the first using microdata from households collected for LSMS in 2002 and the second using data from SILC for 2020.

The findings indicate that while differences in compensation structures and the potential impact of discrimination (viewed through the importance of unobserved factors) significantly contribute to the wage gap, employed women generally have better characteristics. This suggests that differences in human capital have a negative impact on the overall wage gap.

Key words: Economic Reforms, Employees, Pay Gap, Serbia.

1. УВОД

Економске реформе у Србији с почетка 2000-их, покренуле су и значајне промене у структури радне снаге и

начину утврђивања зарада. Биле су праћене оштрим падом активности и запослености како мушкараца тако и жена [11]. Пад активности и запослености био је оштрији код радно активне женске

популације, што их је довело у неповољнији положај у односу на мушкарце [12, 14].

Стога је од значаја да се истражи у којој мери су промене у економији и друштву утицале на учеснике на тржишту рада и да ли су се одразиле на родну равноправност. Циљ рада је да се утврди да ли је тржиште рада једнако награђивало исте карактеристике људског капитала или је пак постојала пракса на тржишту рада која би могла да се поистовети са дискриминацијом. У истраживању се полази од претпоставке да су зараде мушкарца и жена једнаке услед истих посматраних карактеристика на почетку економске транзиције у Србији.

Србија је хармонизовала регулативу забране дискриминације на тржишту рада са законодавством ЕУ (*Directive 2006/54/EC, Official Journal of the EU, L 204*) најпре усвајањем Закона о равноправности полова из 2009. (*Сл. гл. РС бр. 104/09*), а потом и доношењем Закона о родној равноправности 2021. године (*Сл. гл. РС бр. 52/21*). Један део резултата у овом раду односи се на период пре ступања на снагу поменуте регулативе, тако да могу послужити као основа за поређење са последњим резултатима да би се видело у којој мери је платни јаз одређен разликама у људском капиталу мушкараца и жена, као и да ли се уочавају промене.

У наставку рада излажу се карактеристике учесника на тржишту рада од почетка транзиционих реформи до данас. Затим се објашњавају методи коришћени у анализи платног јаза у Србији, излажу се главни резултати анализе и даје приказ дискусије. Рад се завршава основним закључцима спроведене анализе.

2. ТРЖИШТЕ РАДА И ТРАНЗИЦИЈА

Жене су бројније у укупној популацији старој 15 и више година

(табела 1). Међутим, њихов удео полако опада, тако да је 2022. године, према подацима Анкете о радној снази (АРС), био мањи за 0,2 процентна поена. Иако су жене бројније у популацији, то није случај када се сагледа њихов удео у радној снази. Без обзира на значајан проток времена од почетка транзиционих реформи од данас, као и на промену демографске структуре становништва, удео жена у радној снази повећао се за свега 0,6 процентних поена. Иако је стопа активности жена порасла и износила је 47,9% 2022. године, а мушкараца опала, помак у погледу пораста стопе запослености није задовољавајући. Родни јаз у запослености износио је 14,7 процентних поена 2022. године, што представља тек благо побољшање у односу на 2004. годину, када је износио 18,6 процентних поена.

Tabela 1. Карактеристике радне снаге (становништво старо 15 година и више, у %)

Показатељ	Мушкарци		Жене	
	2004	2022	2004	2022
% у укупном становништву	48,0	48,2	52,0	51,8
% у радној снази	55,9	55,3	44,1	44,7
Стопа активности	64,6	63,6	47,0	47,9
Стопа запослености	54,9	57,9	36,3	43,2
Стопа незапослености	15,1	9,0	22,9	9,8

Извор: РЗС, АРС (2004, 2023) [14, 16].

Стопе незапослености су драстично смањене, са више од једне петине женске радне снаге на 9,8% у 2022. години (табела 1). Слична динамика је била карактеристична и за мушку радну снагу, с тим да је стопа незапослености износила 9% у 2022. години. Битно је истаћи да су се од 2004. године до данас методолошки мењале Анкете о радној снази, као и узорак, на бази промена у кретању становништва између пописа, и годишње динамике спровођења

истраживања. Међутим, поређења су релевантна на годишњем нивоу.

Tabela 2. Образовна структура (становништво старо 15 година и више, у %)

Показатељ	Мушкарци		Жене	
	2004	2022	2004	2022
Без школе	12,5	0,4	23,4	1,1
Основна	20,1	21,8	23,7	29,0
Средња	53,4	58,7	41,2	48,4
Више и високо	14,0	19,0	11,6	21,5

Извор: РЗС, АРС (2004, 2023) [14, 16].

Највиши ниво образовања становништва старог 15 и више година према полној структури приказан је у табели 2. Уочавају се значајне промене у протеклих двадесет година како код мушкараца тако и код жена. Велики део становништва без завршене школе, не само што се смањило услед интензивнијег образовања, већ и услед чињенице да се значајан број лица искључио из радне снаге одласком у пензију. Пропулзивна образовна структура нарочито је карактеристична за женско становништво, будући да се удео жена са вишим и високим образовањем скоро удвостручио, у релативном изразу, у односу на претходни период.

Tabela 3. Образовна структура запослених (становништво старо 15 година и више, у %)

Показатеља	Мушкарци		Жене	
	2004	2022	2004	2022
Без школе	9,7	0,1	13,3	0,1
Основна	17,0	13,8	16,0	12,4
Средња	57,7	63,2	50,4	53,1
Више и високо	15,6	22,9	20,3	34,4

Извор: РЗС, АРС (2004, 2023) [14, 16].

Образовна структура запосленог становништва у складу је са пристрасним очекивањем да је већа вероватноћа запослења уколико је ниво образовања виши, што се може видети из табеле 3. Код запослених жена су промене у

образовној структури далеко израженије. Жене без квалификација чине тек 12,5% запослених жена у Србији. Удео жена са највишим образовањем чинио је 34,4% укупне структуре запослених жена према нивоу образовању у 2022. години. Мушкарци без квалификација чине 13,9%, а са највишим образовањем 22,9% у укупној запослености. Дакле, уочљиво је да су се структурне промене одразиле на потребе тржишта рада, које тежи ка томе да неквалификовану радну снагу замени висококвалификованом. Али, исто тако потребно је пронаћи начин да се женској радној снази, чија квалификациона структура је видно унапређења, пронађе адекватно место у економији [1].

Дуже време проведено у образовању, што се може видети на бази података у табели 2, резултира чињеницом да жене у просеку имају краћи радни стаж у односу на мушкарце. Међутим, то није и једини разлог. Осталим разлозима могу се сматрати прекиди у запослењу (дисконтинуитет запослености), спорија динамика запошљавања жена (што се одражава и кроз већу стопу незапослености), одлагање запослења због заснивања породице и слично [17].

3. МЕТОДИ

Подаци коришћени у анализи утицаја разлика у карактеристикама људског капитала на платни јаз у Србији узети су из Анкете о животном стандарду за 2002. годину [8], а за 2020. годину из Анкете о приходима и условима живота [15]. Узорак је ограничен на популацију старију од 15 (2002), односно 18 (2020) година. Поред тога, из узорка су одстрањене недостајуће опсервације за плате, часове рада, образовање и остале променљиве за домаћинства и њихове чланове. На бази података за 2002. [8], они који раде за плату формирају нови узорак од 5,460 лица (или 68,8% од укупног броја опсервација), од чега су 43,1% жене, а 56,9% мушкарци. На

сличан начин формиран је узорак оних који раде за плату из података за 2020. [15]. Од укупног броја који чини 4168 лица, 54,8% су запослени мушкарци, а 45,2% су запослене жене.

Основне карактеристике узорка за обе посматране године су следеће:

- Мушкарци су у просеку склонији томе да раде у односу на жене (мерено оствареним часовима рада које просечан запослени мушкарац проведе на послу).
- Осим што раде више часова, запослени мушкарци остварују у просеку и већу зараду.
- Просечне зараде за сваког појединца изражене су у природним логаритмима, а добијене су дељењем месечне зараде са стварним часовима рада, након чега су прерачунате на просечну зараду по радном часу (Ln_w).
- Зарада по часу изражена у лог вредностима представља зависну променљиву у једначини зарада.

Да би се при оцењивању једначине зарада узело у разматрање присуство проблема пристрасности услед избора узорка, у анализу је укључен модел избора узорка [5]. Процедура оцењивања релевантних параметара подразумева да се најпре оцени модел дискретног избора са часовима рада као зависном променљивом која је индикатор да се појединац определио за учешће у сектору зарада ($d_i = g(a, x, z)$, при чему $d_i \in [0, 1]$, а $g(.)$ укључује личне карактеристике појединца, као и карактеристике домаћинства за које се подразумева да могу утицати на нечију одлуку да учествује на тржишту рада, али не и на његову зараду). Потом се оцењује једначина зарада за оне појединце чија је зарада већа од нуле. Овај модел почива на строгим претпоставкама о нормалности случајне грешке у једначини зарада и активности на тржишту рада.

Једначина зарада типа [7] која се оцењује у зависности од променљивих

отеловљених у карактеристикама људског капитала може се изразити као функција:

$$Ln_w = f(c, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7). \quad (1)$$

У изразу (1) Ln_w је зависна променљива, x_1 и x_2 представљају линеарни и квадратни члан броја година старости, x_3 и x_4 су линеарни и квадратни члан година радног искуства, а категоричком променљивом (x_5 , x_6 и x_7) изражен је највиши достигнути ниво образовања; при томе, дихотомне променљиве су дефинисане на начин да је x_5 = основна и незавршена основна школа, тј. обухвата лица без школе (искључена променљива), x_6 = средње образовање, x_7 = више и високо образовање.

На бази једначине плата типа (1), која објашњава приносе на људски капитал, [2] и [10] су развили статистичке методе за мерење разлика у зарадама (посматрано према полу или другим демографским обележјима) и доприносе разлика у објашњавајућим променљивим укупној разлици у зарадама. Примена овог приступа подразумева да се једначине зарада оцене посебно на подзорцима запослених мушкараца и жена. Овај метод се традиционално користи у анализи родних разлика у зарадама у средњој вредности када се примењује параметарски економетријски оквир.

4. РЕЗУЛТАТИ

Оцене једначине зарада за мушкарце и жене на подацима за 2002. годину приказане су у табели 4. Оцене условних средњих вредности указују на постојање разлика у структури зарада мушкараца и жена. Оцена коефицијента корелације грешака у цензурисаном и укупном узорку опсервација указује да пристрасност услед избора узорка није статистички значајна ($p > 0,10$).

Изненађујући је резултат који показује да ефекат селекције за жене, који се повезује са њиховом склоношћу да се одреде за учешће у сектору зарада, није статистички значајан нити за једну од посматраних година ($p > 0,10$). То може да се објасни чињеницом да су непосматране релевантне променљиве, које би се манифестовале кроз предности за зараде жена, обухваћене једначином избора жена да раде. У моделу оцењеном на подацима за 2020. годину ефекат селекције је негативан, али није статистички значајан. С друге стране, ефекат селекције је статистички значајан и негативан у једначини зарада мушкараца ($p < 0,001$). Негативан знак овог ефекта може делимично да се објасни нечијом одлуком у смислу давања преференције неком другом сектору запослености или одласком у пензију. Овакви резултати су били очекивани у годинама интензивног реструктурирања друштвеног и државног сектора у транзиционим економијама [3].

Tabela 4. Оцене једначине зарада према полу (2002)

Променљива	Зараде мушкараца	Зараде Жена
C	4,19* (0,55)	3,66* (0,57)
x₁	0,01 (0,03)	-0,02 (0,03)
x₂	0,03 (0,03)	0,06* (0,03)
x₃	-0,05* (0,01)	-0,01 (0,02)
x₄	0,03‡ (0,02)	-0,05*(0,02)
x₅	Искључена	Искључена
x₆	-0,04 (0,06)	0,09 (0,08)
x₇	0,16‡ (0,09)	0,43* (0,13)
N	3106/3852	2354/4085

Напомена: стандардне грешке су у загради. У табели су приказани само резултати оцењивања једначине зарада.

* < 0.05, ‡ < 0.10.

Извор: Аутор на бази LSMS-а [8].

Променљива која мери повраћај на образовање показује да више и високо образовање значајно доприноси повећању плата и за мушкарце и за жене, али је допринос виших нивоа образовања већи у

једначини зарада жена. Ово показује да жене могу имати више користи од напреднијег нивоа образовања, што би теоријски требало да додатно доприноси конвергенцији зарада и смањењу платног јаз.

Једначине зарада за мушкарце и жене оцењене на подацима SILC-а за 2020. годину приказане су у табели 5. У оцењивању емпиријског модела коришћен је идентичан скуп променљивих. Једина разлика може да се јави услед велике временске дистанце и чињенице да су променљиве изведене на бази примене различитих инструмената истраживања, као и дође старосне границе укључивања лица у анкету (у истраживању 2002. године обухваћена су лица стара 15 и више година, а 2020. лица стара 18 и више година).

Tabela 5. Оцене једначине зарада према полу (2020)

Променљива	Зараде мушкараца	Зараде Жена
C	5.12* (0,21)	4,63* (0,30)
x₁	0,01 (0,009)	0,02 (0,01)
x₂	-0,02‡ (0,01)	-0,03* (0,01)
x₃	0,02*(0,004)	0,02*(0,003)
x₄	-0,01(0,009)	-0,01(0,008)
x₅	Искључена	Искључена
x₆	0,11* (0,04)	0,23* (0,05)
x₇	0,46* (0,05)	0,72* (0,07)
N	2286/3481	1882/4529

Напомена: стандардне грешке су у загради. У табели су приказани само резултати оцењивања једначине зарада.

* < 0.05, ‡ < 0.10.

Извор: Аутор на бази SILC-а [15].

Узимајући структуру зарада мушкараца као образац одређивања плата, у случају да нема дискриминације, табела 6 приказује просечне зараде мушкараца и жена оцењене на бази емпиријских модела (видети табеле 4 и 5). У табели су, затим, дате укупна разлика у зарадама према полу (тј. укупан платни јаз), као и допринос разлика у карактеристикама људског капитала

укупној разлици у зарадама између мушкараца и жена. Резултати приказани у табели 6, израчунати су на бази стандардног приступа разлагања платног јаза и изражавају разлике у средњој вредности зарада мушкараца и жена [2, 10]. Оцењена разлика у средњој вредности зарада за 2002. годину износи 0,188 лог поена, а за 2020. 0,168 лог поена. Уколико би ова разлика била изражена као геометријска средина, то би значило да су мушкарци у просеку имали 21% (2002) и 18% (2020) веће зараде од жена. Део разлике у оцењеним коефицијентима структуре зарада мушкараца и жена у укупном платном јазу остаје значајан у обе посматране године и износи нешто више од једне петине. То последично указује да је допринос непосредних фактора укупном платном јазу, који укључују и ефекат дискриминације, и даље висок. Очигледно, факторе који би допринели смањењу ове компоненте платног јаза треба тражити у неким другим елементима структуре зарада, што би био залог и за смањење укупног платног јаза.

Tabela 6. Родни платни јаз услед разлика у карактеристикама људског капитала

Год.	Φ_m	Φ_j	Δ ($\Phi_m - \Phi_j$)	Δ ($E_m - E_j$)
2002	3,893* (0,012)	3,705* (0,069)	0,188* (0,070)	-0,026* (0,010)
2020	5,550* (0,009)	5,382* (0,043)	0,168* (0,044)	-0,030* (0,009)

Напомена: стандардне грешке су у загради. * < 0.05.

Извор: Аутор на бази LSMS-а [8] и SILC-а [15].

Из овог истраживања нарочито је занимљив резултат који показује да би жене имале у просеку веће зараде од мушкараца, будући да негативна разлика у карактеристикама људског капитала утиче на смањење укупног платног јаза за -0,026 и -0,030 лог поена, у 2002. и 2020. години, респективно.

Дакле, према резултатима анализе изложене у овом раду, платни јаз на почетку економске транзиције у Србији не би могао да се објасни разликама у карактеристикама људског капитала (тек мали део ове разлике објашњен је, нпр., нивоом образовања), што имплицира да је укупни платни јаз индукован неким другим факторима који би могли утицати на ширење дискриминације на тржишту рада.

Међутим, резултати за 2020. годину показују да, осим образовања, и радно искуство има статистички значајан допринос у објашњењу јазу у зарадама између мушкараца и жена. Све је то додатно утицало да компонента разлике у карактеристикама људског капитала делује у правцу смањења укупног платног јазу.

5. ДИСКУСИЈА

Резултати оцењених модела показују да променљива године старости коректно илуструје да склоност жена да се активно укључе у тржиште рада опада током животног циклуса. Учесници на тржишту рада са годинама старости имају и више година радног искуства. Ове променљиве су често у корелацији, те се године старости користе као апроксимација за укупно радно искуство, уколико подаци не располажу овом променљивом, што није случај у сетовима података коришћеним у изложеној анализи. Када је реч о образовању, налази за бивше транзиционе земље источног блока показују да током транзиције постигнућа у нивоу образовања повећавају укупан људски капитал жена [3, 9, 13]. Слични налази карактеристични су и за Србију [11]. Величина ових ефеката за мушкарце, учеснике на тржишту рада, разликује се у односу на жене, а образовање има нешто мањи значај, на шта указују оцене једначине зарада. Међутим, из оцена параметара, које су изведене на подацима за 2020. годину, уочава се да утицај образовања расте, и то, како за запослене

мушкарце тако и за запослене жене. Ефекти средњег и високог образовања статистички су значајне детерминанте зарада, док је у 2002. години само високо образовање генерисало статистички значајну премију на зараде.

Основна премиса овог рада је била да се покаже да су компоненте људског капитала значајне детерминанте зарада, посматрано према полу, као и да њиховим значајем слаби утицај других, нарочито непосматраних фактора, који се доводе у везу са дискриминацијом. Резултати анализе су показали да је допринос разлике у карактеристикама људског капитала утицао на нижи платни јаз, с тим да се тај допринос проширио у 2020. години. Такође, треба нагласити, што не мора бити нужно повезано са претходним резултатом, да се утицај дискриминације смањило 2020. године у односу на укупан платни јаз. Контролисано само разликама у људском капиталу, запослени мушкарци у просеку примају 18% веће зараде од жена. Платни јаз није једина, али свакако јесте најважнија економска карактеристика, која показује у ком правцу се креће родна равноправност. Већи значај жена у економији и друштву огледа се и кроз друге сфере родне равноправности, од којих је свако важна партиципација на позицијама доносиоца одлука [6].

6. ЗАКЉУЧАК

Циљ истраживања је био да се покаже да ли су се родне разлике у зарадама смањиле у односу на рани период економске транзиције у Србији. При томе су коришћена два различита истраживања спроведена на бази анкета о домаћинствима, али комплементарна у смислу избора основних променљивих у моделима зарада. Такође, примењен је јединствен метод обраде података [2], [10] и оцењивања модела зарада [5]. Резултати спроведене анализе су потврдили постојање значајне дивергенције у зарадама мушкараца и

жена. Значај људског капитала се повећава током времена, како се економија одмиче од почетка транзиционих реформи, на шта су указали и резултати изложени у овом раду.

Србија је имала бројне тешкоће током раног периода транзиције ка тржишној економији [4]. Промене власничке структуре и реструктурирање реалног сектора узроковало је снажан раст тренда незапослености како мушкараца тако и жена, што је, последично довело до пада дохотка домаћинстава (укључујући и део примања од рада). Раст сиромаштва и друге негативне манифестације пада дохотка имале су јак негативан утицај на цело друштво, а према подацима SILC-а и данас је значајан део популације у ризику од сиромаштва – скоро једна четвртина [15].

На бази тестиране истраживачке хипотезе не може да се потврди једнакост просечних зарада мушкараца и жена, контролишући оцењивање емпиријског модела истим скупом карактеристика људског капитала. Узимајући структуру зарада мушкараца као недискриминаторну и контролишући за ефекте старости, радног искуства и образовања, мушкарци и даље зарађују 18% 2020. (21% 2002.) веће зараде од жена у просеку. Овај јаз у зарадама не може да се објасни разликама у приносу на људски капитал. То указује и на значај постојања дела разлике у средњој вредности логаритама зарада који може да се објасни потенцијалном дискриминацијом жена на тржишту рада. Значајан је резултат који показује да би жене, захваљујући већим приносима на карактеристике људског капитала, зарађивале у просеку веће зараде од мушкараца, уколико не би било ефеката дискриминације (-0,026 лог поена 2002., односно -0,030 лог поена 2020.). Образовање је један од изолованих фактора који позитивно утиче на зараде жена. Без обзира што је образовна структура жена (старијих од 15 година)

унапређена током периода 2002-2020., јавне политике у области образовања би требало усмеравати ка даљем унапређењу образоване структуре становништва, укључујући и стопе раног напуштања школовања, као и бољи приступ образовању, нарочито деце из сиромашнијих домаћинстава. Квалитет образовања, као и образовање за тржиште рада, једнако су важне компоненте система образовања, али их је тешко обухватити мерљивим факторима.

7. ЗАХВАЛНОСТ

Истраживање представљено у овом раду финансирано је од стране Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, по основу уговора бр. 451-03-47/2023-01/200005.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Atoyan, R., Rahman, J. “Western Balkans: Increasing Women’s Role in the Economy”. IMF Working Paper No. 194, 2017. <https://www.elibrary.imf.org/downloadpdf/journals/001/2017/194/article-A001-en.xml>
- [2] Blinder, A.S. “Wage Discrimination: Reduced Form and Structural Estimates”. *Journal of Human Resources*, 8(4), 436-455, 1973.
- [3] Brainerd, E. “Women in Transition: Changes in Gender Wage Differentials in Eastern Europe and the Former Soviet Union”. *Industrial and Labour Relations Review*, 54(1), 138-162, 2000.
- [4] European Bank for Reconstruction and Development [EBRD]. *Transition Report*. London: EBRD, 2003.
- [5] Heckman, J.J. “Sample Selection Bias as a Specification Error”. *Econometrica*, 47(1), 153-161, 1979.
- [6] Kresal, B. “Gender Pay Gap and Underrepresentation of Women in Decision-making Positions: UWE Decisions of the European Committee of Social Rights”. *ERA Forum*, 22(2), 311–325, 2021.
- [7] Mincer, J. *Schooling, Experience and Earnings*. New York: Columbia University Press for National Bureau of Economic Research, 1974.
- [8] Ministry of Social Affairs & SMMRI. Living Standards Measurement Survey 2002. База података: <https://microdata.worldbank.org/index.php/catalog/80>
- [9] Münich, D., Svejnar, J., Terrel, K. “Returns to Human Capital Under the Communist Wage Grid and During the Transition to a Market Economy”. *The Review of Economics and Statistics*, 87(1), 100-123, 2005.
- [10] Оахаса, R.L. “Male-Female Wage Differentials in Urban Labor Markets”. *International Economic Review*, 14(3), 693-709, 1973.
- [11] Огњеновић, К. “Gender Wage Gap in Serbia: Inheritance and Sources of the Wage Gap”. *Становништво*, 59(2), 123-141, 2021.
- [12] Огњеновић, К. “Gender Wage Differentials: Evidence from the Early Period of Economic Transition in Serbia”. Излагање на конференцији: *Social, Political and Economic Change in the Western Balkans*, 24-26. мај Београд, 2013.
- [13] Polachek, S.W., Xiang, J. “The Gender Pay Gap Across Countries: A Human Capital Approach”. IZA Discussion Paper No. 8603, 2014. <https://docs.iza.org/dp8603.pdf>
- [14] Републички завод за статистику [РЗС]. Анкета о радној снази, октобар 2004. Билтен бр. 451. Београд: РЗС, 2006.
- [15] Републички завод за статистику [РЗС]. Анкета о приходима и условима живота: база података за 2020. Београд: РЗС, 2022.
- [16] Републички завод за статистику [РЗС]. Анкета о радној снази у Републици Србији, 2022. Билтен бр. 695. Београд: РЗС, 2023.

[17] Spehar, A. "This Far, but No Further?: Benefits and Limitations of EU Gender Equality Policy Making in the Western Balkans". *East European Politics and Societies: and Cultures*, 26(2), 362–379, 2012.

Адреса аутора: др Огњеновић Косовка, научни сарадник, Институт економских наука, Београд, Змај Јовина 12

е-маил: kosovka.ognjenovic@ien.bg.ac.rs

Рад примљен: фебруар 2024.

Рад прихваћен: март 2024.



МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ (1952 – 1997)

Чувени светски истраживач и научник
у области теоријске физике.
Професор на већем броју
америчких универзитета.
Пилот и спортиста,
патриота и хуманиста

АНАЛИЗА ПОЗИЦИОНИРАЊА ЛОКАЛНИХ ВИНАРИЈА У ТРГОВАЧКИМ ЛАНЦИМА

ANALYSIS OF POSITIONING LOCAL WINERIES IN RETAIL CHAINS

МИРЈАНА МИЉАНОВИЋ¹

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

РЕЗИМЕ

У овом истраживању је извршена анализа позиционирања локалних винарија у трговачким ланцима у граду Требињу у односу на винарије из региона, коришћењем мапе позиционирања. Циљ рада био је истражити позиционирање локалних винарија у трговачким ланцима који послују у граду Требињу, фокусирајући се на асортиман и цијене.

Да би се постигао тај циљ, спроведено је истраживање путем методе анализе тржишта и конкуренције. Анализирано је 19 винарија, од којих су три локалне, а осталих 16, најзаступљеније винарије из региона. У раду се истиче значај и утицај позиционирања локалних винских производа унутар тржишних ланаца града Требиња.

Рад се ослања на концепт позиционирања производа, а истраживање је спроведено путем методе анализе тржишта и конкуренције. Резултати истраживања показују да су се локалне винарије успјешно позиционирале на тржишту, што им омогућава да остваре конкурентску предност и привуку лојалне купце.

Кључне речи: позиционирање производа, мапа позиционирања, локалне винарије

ABSTRACT

In this research, an analysis of positioning local wineries within retail chains in the city of Trebinje in relation to wineries from the region was conducted, using a positioning map. The aim of the study was to investigate the positioning of local wineries in the retail chains operating in the city of Trebinje, focusing on assortment and prices.

To achieve this goal, research was conducted using the method of market and competition analysis. Nineteen wineries were analyzed, three of which were local, while the remaining 16 were the most represented wineries from the region. The paper emphasizes the significance and impact of positioning local wine products within the market chains of Trebinje.

The study is based on the concept of product positioning, and the research was conducted using the method of market and competition analysis. The research results indicate that local wineries have successfully positioned themselves in the market, enabling them to gain a competitive advantage and attract loyal customers.

Key words: product positioning, positioning map, local wineries

1. УВОД

Једна од кључних карактеристика успјешног позиционирања производа је његова вјеродостојност. Како се вјеродостојност производа повећава, тако се истиче и локалност производа. Локални производи који су посматрани односили су се на локална вина произведена из локалних винарија. Из овог разлога, била је потребна дубља анализа позиционирања локалних винских производа. Основна сврха овог истраживања била је идентификација могућности за диференцијацију локалних произвођача вина.

У ту сврху, најприје је објашњена мапа позиционирања и њени примјењиви аспекти. Важно је истаћи да је у истраживању детаљно објашњен и концепт позиционирања производа. Затим су детаљно описана позиционирања локалних винских производа. Метода анализе тржишта и конкуренције кориштена у истраживању је детаљно објашњена, а резултати су приказани и интерпретирани кроз графички приказ. На крају, тумачењем резултата, објашњено је како се мапа позиционирања може користити у маркетиншке сврхе код локалних винарија.

Ово истраживање је спроведено у априлу 2023. године, с циљем пружања дубљег увида у стратегије позиционирања локалних винских производа и стварања основе за развој ефикасних маркетиншких стратегија.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1 КОНЦЕПТ ПОЗИЦИОНИРАЊА ПРОИЗВОДА

Постоји велики број различитих дефиниција позиционирања у научној литератури маркетинга. Концепт позиционирања тежи да смјести производ у одређени положај у свијести

потенцијалних купаца. Маркетари користе позиционирање како би се разликовали своји производи од конкурената и креирали промоције које комуницирају жељени положај. Boone и Kurz (2001) наводе да је позиционирање процес дизајнирања производа на начин који заузима јединствен и вриједан положај у свијести циљних потрошача. Научници Etzel, Walker и Stanton (1997) се позивају на позиционирање као на процес који има за циљ да издвоји (позиционира) производ на повољан начин од сличних производа. Ries и Trout (1986) се разликују од свих других теоретичара маркетинга, наводећи да позиционирање није оно што се ради производу. Позиционирање је процес којим привлачите пажњу потенцијалних купаца стављањем вашег производа или услуге на одређено мјесто у њиховој свјести. Ти исти аутори указују на то да позиционирање почиње са производом. Комад робе, услуга, компанија, институција, или чак особа. Међутим, Котлер (2006) дефинише позиционирање као процес дизајнирања производа на начин који заузима јасан и вриједан положај у свијести циљних потрошача. Научници Kotler и Armstrong (1994) потврђују да је маркетиншко позиционирање аранжирање да производ заузме јасан, различит и пожељан положај у свијести циљних потрошача у односу на конкурентске производе. Тако маркетари планирају позиције које разликују њихове производе од конкурентских производа и дају им највећу стратешку предност на њиховим циљним тржиштима. Циљ позиционирања је стварање јединствене и повољне слике у свијести циљних потрошача. Bhat (1998) тврди да је позиционирање, из тог разлога, природан закључак секвенце активности које чине основни дио маркетиншке стратегије.

Од пресудне је важности да предузеће створи позитивну перцепцију на циљном тржишту њихове компаније, производа или услуге у односу на конкуренцију.

Предност се огледа у стварању имица, односно како потрошачи доживљавају производ док доносе одлуку о куповини. Позиционирање производа је пресудна ставка у процесу куповине и не би требало да се препусти случају (Миљановић, Јокановић 2021).

Сегментација тржишта и циљани маркетинг су предуслови за успјешно позиционирање. Позиционирање производа односи се на одлуке и активности које су намијењене стварању и одржавању одређеног концепта перцепције производа у свијести потрошача (Etzel, Stanton 1997). Позиционирање подразумијева развој специфичног маркетиншког микса како би се бренд, линија производа или организација генерално, поставили на одређени начин у свијести потрошача (Lamb, Hair, McDaniel 2004).

Позиционирање се развија са циљем да обликује перцепцију атрибута производа у односу на атрибуте конкурентских производа. Купци доносе велики број одлука о куповини сваког дана. Како би избјегли стално реевалуацију бројних производа, купци имају тенденцију да групишу, класификују и повезују производе како би олакшали доношење одлука о куповини. Умјесто да дозволе купцима да самостално позиционирају производе, маркетинг морају да покушају да утичу на перцепцију производа како би остварили жељени положај на тржишту.

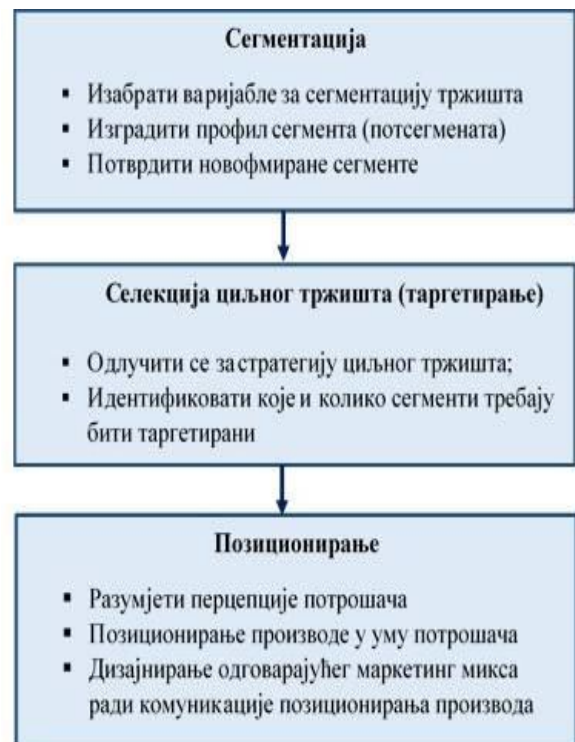
Резултат процеса позиционирања је, у већини случајева, мапа позиционирања која приказује позицију фирме у односу на конкуренцију унутар дводимензионалног простора атрибута који су важни за купца (Echtner и Ritchie 1993; Walmsley и Young 1998). Мапа позиционирања често се користи како би се менаџерима помогло у доношењу одлука о позиционирању производа. Има широку примјену у маркетингу да би се анализирао структура тржишта, дизајнирали нови производи и развиле

стратегије оглашавања (Миљановић 2023).

Позиционирање, сегментација тржишта и селекција циљног тржишта - СТП модел (eng. *segmentation, targeting, positioning*) су процеси који се међусобно надовезују (Fill 2006). Модеран менаџмент маркетинга је комбинација ове три стратегије.

2.1.1 КОРАЦИ СТП МОДЕЛА

Основа теорије позиционирања је један од најважнијих постулата науке о маркетингу. Како је тржиште изузетно разнолико и сложено, постулат је једноставно дефинисати суштину СТП модела: представити производ оним потрошачима који га желе и способни су да га набаве. Прва два корака СТП модела служе да пронађу и дефинишу жељеног потрошача, док позиционирање служи за постављање производа на пожељан положај у свјести циљних потрошача. Научници Gruncutt, Leadley и Forsuth (2004) детаљно описују кораке СТП модела приказане на Слици 1.



Слика 1. Кораци СТП модела

2.2 ВИНСКИ БРЕНД

Маркетинг вина обухвата широк спектар истраживања и стратегија које се примјењују у циљу промовисања и продаје вина. Традиционални приступ укључује кориштење концепта "4П маркетинга" који се фокусира на производ, цијену, промоцију и дистрибуцију. То значи да се маркетиншки напори усмјеравају на брендирање вина, развој нових производа, одређивање цијена, и промоцију путем различитих канала дистрибуције.

Међутим, маркетинг вина се протеже и преко основних елемената, обухватајући специфичне теме као што су проучавање понашања потрошача у вези с вином, промоција винског туризма, продаја директно у винаријама, управљање ланцем снабдијевања од винограда до крајњег корисника, дизајнирање атрактивних етикета и паковања, организовање винских догађаја, учешће на такмичењима и освајање награда, активности промоције, извоз на страна тржишта и одабир одговарајућих канала дистрибуције, сарадњу с агентима и заштиту интелектуалног власништва попут имена и логотипа те придржавање свјетских регулатива о производњи и продаји вина и алкохолних пића (Миљановић, 2023).

Ово све указује на комплексност и разноликост маркетиншких активности у винској индустрији, која захтијева пажљиво планирање и имплементацију како би се постигао успјех на тржишту.

Да би бренд вина освојио глобално тржишно учешће и одржао свој положај током времена, мора имати досљедан квалитет и укус. Међутим, грозђе, кључни састојак у производњи вина, има различити укус у зависности од подручја на којем је узгајано. Глобална ознака вина у коначници ће захтијевати огромно снабдијевање грозђем распоређеним у многим регионима. Међутим, индустријски прописи у земљама попут

Француске ограничавају произвођаче вина да користе грозђе и вино у расутом стању из више региона за употребу у једном бренду. Према Vrontis и Papasolomou (2007) винска индустрија је изузетно фрагментисана и има безброј брендова, што ствара проблем препознавања бренда и компликује процес продаје. Консолидација индустрије допринијела је побољшању профитних маргина и повећању продаје водећих винарских компанија, али је такође повећала број брендова који се морају управљати. За продајни тим је знатно теже промовисати 20 различитих брендова (сваки састављен од више сорти) у дистрибуцијску мрежу него десет или пет. Ово постаје још теже и изазовније како компаније и продајни тимови покушавају избјећи канибализацију међу различитим брендovima које производе и дистрибуирају.

Брендирање је кључно у било којој индустрији, компанији или производу. Винарије и винска индустрија уопште требају цијенити и препознати да је брендирање од пресудног значаја, јер јаки брендови настављају да уживају у снажном расту. Изградња бренда је веома важна на тржишту вина гдје потрошач може бити преплављен превише избором. Посједовањем јаког бренда компанија може уживати у ефикасним маркетиншким кампањама, већој трговинској моћи, већим профитним маргинама, лакшем проширивању линија, истичући се у односу на конкуренцију и обрани од конкуренције по цијенама (Vrontis, Papasolomou 2007). Успјешан бренд такође има потенцијал да генерише лојалност потрошача. Вино је један од најтежих потрошачких производа за маркетинг.

2.3 КОМПЛЕКСНОСТ ЛАНЦА СНАБДИЈЕВАЊА ВИНА

Тешко је описати огроман број могућих комбинација које винарија има

на располагању како би своје вино доставила потрошачима. Ланац снабдијевања вина је попут минског поља са мноштвом избора, сваки са потенцијалом да осигура или уништи винарију. Нажалост, премало нових учесника на тржишту вина је свјесно ове комплексности и како успјешно „навигирати“ до потрошача. Чак и за искусне кампањце у винској индустрији, то може бити тешко због сталних промјена у природи ланца снабдијевања како постаје све више глобализован (Hall, Mitchell 2008).

На примјер, у неколико великих тржишта, супермаркети су постали изузетно моћни и сада играју улоге у сваком дијелу ланца снабдијевања, укључујући чак и саму производњу вина.

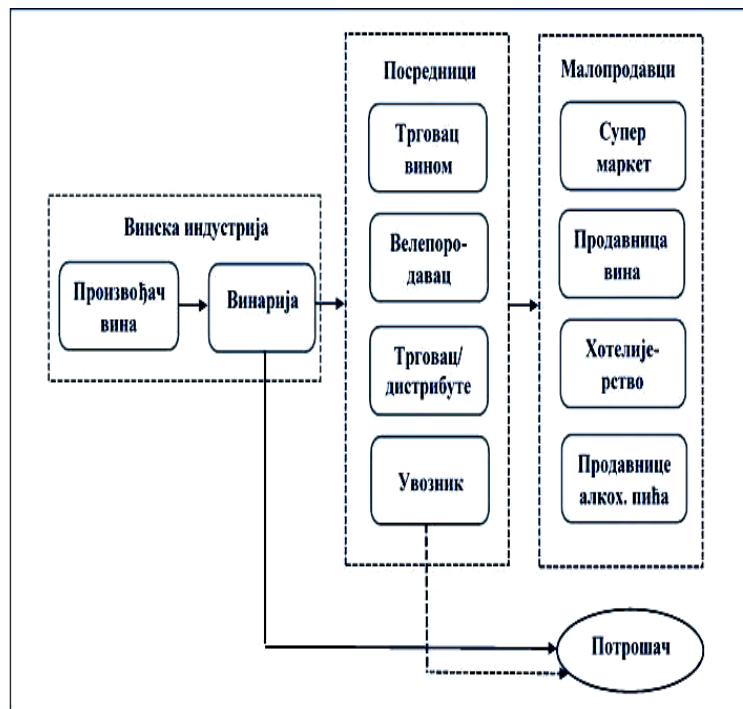
Велики број различитих конкурената значи да може бити тешко за винарије да балансирају лојалности и испуне њихове многе и разноврсне захтјеве. Сваки конкурент такође интерпретира и користи сваки бренд вина на јединствен начин, што може утицати на све, од крајњег циљног тржишта за вино до коначне малопродајне цијене и начина на који је

вино представљено на тржишту и перципирано од стране потрошача.

Одлуке које винарије доносе у вези с дистрибуцијом њиховог вина су зато кључна компонента маркетиншке стратегије за компанију која је усмјерена на тржиште вина (Hall, Mitchell 2008).

То значи да винарије морају разумјети ланац снабдијевања вина како би процијениле које руте, и које играче, пружају најбоље могућности да досегну своје циљно тржиште и ефикасно комуницирају своје вриједности бренда.

Како би се демонстрирала комплексност ланца снабдијевања вина, представљамо модел који постепено гради слику о потенцијалном броју комбинација које се нуде винаријама. Слика 2 показује како се ланац снабдијевања може једноставно подијелити на три шира подручја: винску индустрију, која је одговорна за производњу вина и развој вриједности бренда; различити посредници, са различитим улогама и нивоима моћи, зависно о тржишту на којем дјелују; и различити малопродајни ланци (Hall, Mitchell 2008).



Слика 2. Основни ланац снабдијевања вином

Винарија може изабрати да користи посреднике и малопродавце (или чак може бити присиљена да их користе путем законодавства, или могу користити различите директно продајне канале како би заобишле један или други елемент овог ланца.

3. ИСТРАЖИВАЊЕ

3.1. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА ПУТЕМ МАПЕ ИСТРАЖИВАЊА

Мапа позиционирања винарија у трговачким ланцима у граду Требињу представља важан инструмент за разумијевање мјеста и улоге винарија на тржишту и одређивање њиховог статуса у односу на конкуренцију. Анализирана су 4 постојећа трговачка ланца: Бинго, Конзум, Хипер Корт и Тропик маркет.

Локални производи имају важно мјесто у регионалном развоју. Они, привлаче пажњу потрошача не само због квалитета и поузданости, већ и због оживљавања познатог историјског наслеђа. У оквиру овог истраживања, посматране су локалне винарије (винарије: Тврдош, Вукоје и Анђелић) из Требиња у односу на осталих 16 винарија из окружења.

У питању су познати произвођачи вина чији производи високог квалитета доступни су на тржиштима широм Босне и Херцеговине, региона, као и неких европских земаља. Ови произвођачи имају широку палету вина, што омогућава потрошачима разнолик избор.

Категоризација ових вина може се извршити на неколико начина, укључујући регионе гдје се грождје узгаја, сорте грождја кориштене за производњу вина, цијену, произвођача, географску доступност и слично. Основна категоризација вина обично се врши према боји, па тако имамо црна (црвена) вина, бијела вина, розе вина и пјенушава вина.

Ови реномирани произвођачи вина својим квалитетом и разноврсношћу доприносе богатству винског тржишта у регији, нудећи потрошачима изузетно искуство уживања у врхунским винима.

Циљ овог истраживања је да се направи мапа позиционирања локалних винарија из Требиња примјеном методе анализе тржишта и конкуренције. Ова метода укључује истраживање тржишта како би се разумјеле потребе и преференције потрошача, као и како би се анализирао конкуренција и њихови производи. На темељу ове анализе могу се идентификовати прилике за диференцијацију производа и мапирати производ у складу с потребама тржишта.

Мапа позиционирања винарије је алат који се користи у маркетиншкој стратегији како би се одредило гдје се винарија налази у односу на конкуренцију на тржишту вина. На основу позиције винарије на овој мапи, менаџмент може донијети одлуке о томе како даље усмјерити маркетиншке напоре, диференцирати своје производе, циљати одређене сегменте тржишта и побољшати конкурентску позицију на тржишту вина.

Положаји производа добијени као резултат мапе позиционирања су визуализовани и тумачени.

3.2. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА ДОБИЈЕНИ ПУТЕМ ПЕРЦЕПТИВНЕ МАПЕ

У овом раду идеја је била истражити како су позициониране локалне винарије у односу на винарије из окружења.

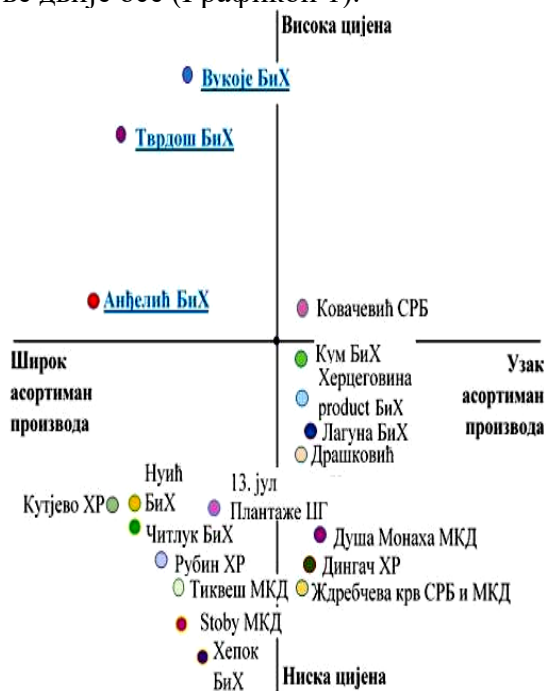
На мапи позиционирања посматране су двије осе, оса цијене вина (висока, ниска) и асортиман вина (узак, широк) да би добили јаснију слику о томе како се винарија налази у односу на конкуренцију на тржишту вина.

Оса цијене: Ова оса представља распон цијена вина које винарија нуди. Винарије могу нудити вина у различитим цјеновним категоријама, од приступачних

до луксузних. На једном крају ове осе могу бити винарије које се фокусирају на приступачна вина, док се на другом крају могу налазити винарије које нуде ексклузивна, високо цијењена вина.

Оса асортимана: Ова оса одражава ширину и дубину асортимана вина које винарија нуди. Ширина асортимана односи се на разноликост врста вина (нпр. црвена, бијела, розе), док дубина асортимана указује на различите варијације и стилове унутар сваке врсте вина (нпр. сортна вина, мјешавине, годишта). На једном крају ове осе могу бити винарије с уским асортиманом који се фокусирају само на неколико врста вина, док се на другом крају могу налазити винарије које имају широк асортиман с много различитих врста вина.

На мапи позиционирања, винарије ће заузети одређену позицију у односу на ове двије осе (Графикон 1).



Графикон 1. Мапа позиционирања винарија у трговачким ланцима у граду Требињу

Са Графикона 1 се може примјетити да су локалне винарије: “Вукоје”, “Тврдош” и “Анђелић”, винарије које имају широк асортиман вина (црвена,

бијела, розе). Винарије “Вукоје” и “Тврдош” и „Анђелић“ су се позиционирале у горњем лијевом дијелу мапе са ексклузивним, високо цијењеним винима и широким асортиманом.

Винарија Тврдош ужива изузетно високу популарност и репутацију на тржишту Херцеговине и шире регије. Налази се у идиличном амбијенту подножја брда Тврдош, недалеко од истоименог манастира, што додатно доприноси њеном шарму и привлачности. Винарија је позната по производњи неких од најбољих вина у регији, а посебно се истиче “Тврдошко црно”, вино од аутохтоне сорте вранац из старих винограда. Ово вино није само симбол дуге традиције виноградарства која сеже још у вријеме старих Римљана, већ и пружа комплексно и богато винско искуство које оставља дубок утисак на сваког љубитеља вина.

Винарија Вукоје из Требиња има изузетно високу популарност и репутацију на тржишту Херцеговине. Сматра се једном од водећих винарија у регији, познатом по квалитетним винима и дугогодишњој традицији производње. Нуди широк избор вина која се разликују по сорти грожђа, години бербе и стилу производње. Винарија такође има и ресторан који нуди различите специјалитете од хране и пића који се могу комбиновати с њиховим винима.

Винарија Анђелић из Требиња, као и већина винарија у том подручју, фокусира се на производњу црних вина, посебно аутохтоних сорти. Осим тога, нуде и бијела вина од аутохтоних и интернационалних сорти, као и неколико специјалних вина. Власница винарије Анђелић, једна је од ријетких жена винара и сомелијера у Босни и Херцеговини.

Сва три винарије су смјештене на мапи позиционирања на уском сегменту, те су јасно диференциране у односу на друге из регије на основу цијене и асортимана, у односу на конкуренцију. *Винарије Тврдош, Вукоје и Анђелић* су

успјеле пронаћи своје мјесто на тржишту тако што су се позиционирале у сегменту гдје нема превелике конкуренције, истичући се својим висококвалитетним винима и разноликим асортиманом. Ове винарије нуде широк спектар вина високог квалитета по разумним цијенама, што их чини атрактивним избором за љубитеље вина који траже изврност по приступачним цијенама.

С друге стране, остале винарије у регији се налазе у дијеловима мапе са уским асортиманом и нижим цијенама, што може резултирати већом конкуренцијом међу њима. Међутим, винарија Ковачевић из Србије се истиче као изузетак. Иако такође има уски асортиман вина, она се позиционирала с вишим цијенама у односу на друге винарије у истом сегменту.

Ова анализа омогућава винаријама да боље разумије своје мјесто на тржишту и да прилагоде своје маркетиншке стратегије у складу с тим.

4. ЗАКЉУЧАК

Циљ рада био је истражити позиционирање локалних производа вина у трговачким ланцима који послују у граду Требињу. Како би се постигао тај циљ, обављено је истраживање путем методе анализе тржишта и конкуренције. Анализирано је 19 винарија, три локалне и 16 винарија из региона.

Мапа позиционирања пружила је јасну слику о положају винарија на тржишту у односу на конкуренцију. Помоћу ове мапе, идентификоване су винарије које су се успјешно диференцирале и позиционирале на тржишту, као и оне које се истичу својим високим квалитетом и јединственом понудом. Такође, мапа је омогућила да се препознају трендови у цијенама и асортиману вина, као и да се идентификују изузеци попут локалних винарија које су се позиционирале с вишим цијенама и ширим асортиманом у уском сегменту. Све у свему, мапа

позиционирања је драгоцен алат који је омогућио да се стекне дубље разумијевање тржишта вина.

На основу позиционирања винарија на мапи позиционирања, можемо извући неколико закључака:

- *Винарије Тврдош, Вукоје и Анђелић* су успјешно пронашле своје мјесто на тржишту позиционирајући се у сегменту гдје нема превелике конкуренције. То сугерише да су ове винарије успјешно диференциране у односу на друге винарије у регији и да имају јединствену понуду која привлачи купце.
- Ове винарије се истичу својим висококвалитетним винима и разноликим асортиманом по разумним цијенама. Ово указује да су успјеле пронаћи равнотежу између квалитета и цијене, што их чини атрактивним избором за потрошаче.
- *Винарија Ковачевић* из Србије представља изузетак, позиционирајући се с вишим цијенама у уском сегменту. То сугерише да ова винарија успијева привући купце својим високом квалитетом и престижом, чак и у конкурентном окружењу гдјеже већина конкуренције нуди ниже цијене.
- Можемо примијетити да су остале винарије из окружења позиционирале у сегментима тржишта гдје је конкуренција веома јака. Ово сугерише да су те винарије суочене с изазовима диференцирања и издвајања у таквом окружењу.

Укупно гледано, ови закључци сугеришу да су се локалне винарије успјеле успјешно позиционирати на тржишту, што им омогућава да остваре конкурентску предност и привуку локалне купце.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bhat, S., Reddy S., Symbolic and functional positioning of brands, *Journal of Consumer Marketing*, No 1, p. 32-43, 1998.
- [2] Boone, L., Kurtz D, *Contemporary marketing 10th edition*, Harcourt, 2001.
- [3] Echtner, C. M., Ritchie, B. J. R., The measurement of destination image: an empirical assessment. *Journal of Travel Research* 31(4): 3–13, 1993.
- [4] Etzel, M., Walker, B. J., Stanton, W. J, *Marketing 11th Edition*, New Jersey, 1997.
- [5] Fill, C, *Marketing Communications: Engagements, Strategies and Practice*, Pearson Education, 2005
- [6] Grancutt, J. Leadley P., Forsyth P., *Marketing: essential principles, new realities*, London, 2004.
- [7] Hall C. M, Mitchell R., *Wine Marketing: A practical guide*, Elsevier 2008.
- [8] Kotler, P., Keller, K. L., *Marketing Management*, Upper Saddle River. New Jersey, 2006
- [9] Kotler, Ph, Armstrong, G, *Principles of marketing: 6th edition*, New Jersey, 1994.
- [10] Ostaseviit R., *Theoretical Aspects of Product Positioning in the Market*, *Engineering economics*, No 1 (56), pp 97-103, 2008.
- [11] Trout, J., Ries, A, *Positioning: The Battle for Your Mind*. New York, Ny: McGraw-Hill, 1986.
- [12] Vrontis D., Papasolomou I., Brand and product building: the case of the Cyprus wine industry, *Journal of Product & Brand Management*, 16/3, pp 159–167, 2007.
- [13] Walmsley, D. J. & Young, M. (1998). Evaluative images and tourism: the use of personal constructs to describe the structure of destination images. *Journal of Travel Research*, No 36, pp 65–69, 1998.
- [14] Миљановић М., Јокановић М., ТРЖИШНО КОМУНИЦИРАЊЕ: од упознавања до усвајања, Факултет за производњу и менаџмент Требиње, 2021.
- [15] Миљановић М., Приказ перцептивне мапе локланих брендова вина Маркетинг: часопис за маркетинг теорију и праксу, СеМА - Српско удружење за маркетинг, Број 54(2), стр. 103-111, 2023.

Адреса аутора: др Миљановић Мирјана, ванредни професор, Универзитет у Источном Сарајеву, Факултет за производњу и менаџмент Требиње, Степе Степановића бб
е-маил: mirjana.miljanovic@fpm.ues.rs.ba
Рад примљен: фебруар 2024.
Рад прихваћен: март 2024.



МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ (1952 – 1997)

Чувени светски истраживач и научник
у области теоријске физике.
Професор на већем броју
америчких универзитета.
Пилот и спортиста,
патриота и хуманиста

ПРОФЕСИОНАЛНИ СТАНДАРДИ И ЕТИЧКИ КОДЕКС ДРЖАВНЕ РЕВИЗИЈЕ

PROFESSIONAL STANDARDS AND CODE OF ETHICS OF STATE AUDITING

СЛАВКО ВУКША¹
ДАЛИБОР КРСТИЋ²
ДЕЈАН ГОЈКОВ³

¹ професор емеритус, Висока школа за менаџмент и економију Крагујевац

² доцент, Висока школа за менаџмент и економију Крагујевац

³ студент докторских студија, Универзитет за пословне студије Бања Лука

РЕЗИМЕ

Постоје различите врсте ревизије, од којих је државна ревизија само једна, па отуда у страној и домаћој литератури постоји већи број дефиниција за ревизију. У Републици Србији ревизија је дефинисана Законом о Државној ревизорској институцији (у даљем тексту: Закон). Једна од дефиниција државне ревизије, јесте да се јавна или државна ревизија односи на ревизију јавних расхода, јавних предузећа и буџетских институција, односно ревизију финансијских извештаја јавних предузећа и установа. Постоји консензус између домаћих и страних аутора око постојања више врста ревизије. Они су сагласни, да постоји више подела ревизије, зависно од критеријума класификације. У раду ће бити речи о специфичностима државне ревизије на бази Међународних ревизорских стандарда.

Кључне речи: државна ревизија, стандарди, квалитет, етички кодекс.

ABSTRACT

There are different types of audit, of which the state audit is only one, so there are a number of definitions for audit in foreign and domestic literature. In the Republic of Serbia, auditing is defined by the Law on the State Audit Institution (hereinafter: the Law). One of the definitions of state audit is that public or state audit refers to the audit of public expenditures, public companies and budgetary institutions, that is, the audit of financial statements of public companies and institutions. There is a consensus among domestic and foreign authors about the existence of several types of revision. They agree that there are several divisions of the audit, depending on the classification criteria. The paper will discuss the specifics of the state audit based on International Auditing Standards.

Key words: state audit, standards, quality, code of ethics.

1. УВОД

Окружење у којем ентитети јавног сектора функционишу и исказују своје

пословање финансијским извештајима, подложно је сталној промени, као и пратећи закони које те области регулишу. Ове промене морају бити континуирано

праћене од стране ревизора. [1] Улогу спољњег ревизора у јавном сектору обављају националне ревизорске институције, као и спољни комерцијални ревизори. Обе ревизије раде у истом окружењу, само је разлика у правном основу, професионалним и процедуралним поступцима ревизије. [] Комерцијални ревизори обављају ревизију на бази Међународних стандарда ревизије, као и методолошких упуштава која свака ревизорска фирма „креира за себе“. [2]

Супротно томе, државни ревизори функционишу у стандардизованим условима који су подређени захтевима законодавне и извршне власти. Закон о Државној ревизорској институцији веома

детално одређује обим и ревизорске процедуре, као и законска облашћења државног ревизора и ревидирани институције и њених представника. [10, 22] Поред тога, државни ревизори се у свом раду ослањају на међународне стандарде ревизије. [5] Правне и стручне основе за обављање државне ревизије у Републици Србији одрешене су законском и професионалном регулативом (Закон о ДРИ, правилници, Пословник ДРИ, стандарди, кодекси, смернице, приручници, мишљења, упутства и остала акта). Сва ова акта чине једну целину са одређеном хијерархијском везом како је приказано на слици 1.



Слика 1: Законско и нормативно уређење државне ревизије

2. МЕЂУНАРОДНИ СТАНДАРДИ ДРЖАВНЕ РЕВИЗИЈЕ – INTOSAI СТАНДАРДИ

Током вишедеценијског искуства у вршењу државне ревизије, врховне ревизорске институције (ВРИ) су се сусретале са различитим проблемима који су у принципу заједнички, што је довело до развијања оквира који ће бити прихватљив у свим земљама. На Куби је 1953. Основана Међународна

организација врховних ревизорских институција (INTOSAI - The International Organization of Supreme Audit Institutions) која данас функционише као невладина организација са посебним консултативним статусом при Економском и социјалном савету Уједињених нација (ECOSOC). INTOSAI је 1984. основала Комитет за стандарде ревизије, који је предложио INTOSAI стандарде ревизије 1987. године, а који су усвојени на конгресу у Вашингтону 1992.

године, а допуњени су 1995. године на конгресу у Каиру. [14] Државна ревизорска институција Србије је пуноправна чланица INTOSAI од новембра 2008. године.

INTOSAI је подељен на регионалном принципу због лакшег рада како је приказано на следећној слици.



Слика 2: Регионална организација INTOSAI

У Агенди за одрживи развој 2030, коју

су усвојиле све државе чланице Уједињених нација 2015. године, а које се садрже заједнички план за мир и просперитет за Људе и планету, сада и у будућности, INTOSAI има важну улогу за реализацију циља број 16: Мир, правда и јаке институције. [13]

INTOSAI стандарди (ISSAI - The International Standards of Supreme Audit Institutions) представљају „ауторитативна саопштења“ којима се дају упутства о основним принципима професионалног и личног понашања које ревизор треба да примени при планирању, извршењу и извештавању. [11] Они представљају збирку прихваћених и применљивих пракси у домену екстерне ревизије широм света. [5]

INTOSAI стандарди су подељени у четири дела, и то:

- I. Основни постулати,
- II. Општи стандарди,
- III. Стандарди извођења,
- IV. Стандарди извештавања.

Табела 1: INTOSAI стандарди

Основни постулати			
Примењивост са стандардима		Доследност стандарда	
Непристрасна понуда		Интерне контроле	
Јавна одговорност		Пристап подацима	
Одговорност менаџмента		Подручја ревизије	
Објављивање стандарда		Унапређење техника ревизије	
		Конфликт интереса	
Општи стандарди	Стандарди извођења	Стандарди извештавања	
Независност	Планирање	Форма	Садржај
Оспособљеност	Супервизија и надзор	Наслов	Комплетност
Дужна пажња	Интерна контрола	Датум	Предмет
Остали општи стандарди	Усаглашеност са законима и прописима	Потпис	Законска основа
	Ревизијски доказ анализа извештаја		Усклађеност с стандардима
			Усклађеност са законима и прописима
			Правовременост

Основни постулати државне ревизије представљају скуп правила и принципа који доприносе развијању ревизорских стандарда, и које користе ревизори у формирању својих мишљења и извештаја. [7]

1) Основни постулати стандарда државне ревизије су:

- ВРИ треба да размотри усаглашеност са INTOSAI стандардима у свим областима које сматра битним.
- Она треба да искористи своју властиту процену различитих ситуација које могу да настану током обављања ревизије.
- Са повећањем интересовања јавности, као и јавног сектора, порасла је потреба за јавном одговорношћу лица која управљају јавним ресурсима. Управо зато се јавља потреба за успостаљањем одговорног процеса.
- Менаџмент је одговоран за исправност и примереност форме и садржине финансијских извештаја. Да би се олакшао процес одговорности потребно је развити одговарајући систем јавног сектора који почива на информацијама, контроли и извештавању.
- Стриктна примена рачуноводствених стандарда треба да омогући фер презентацију финансијског положаја и резултата пословања. [11] Овај процес има два актера: орган власти који треба да донесе прихватљиве рачуноводствене стандарде који су прилагођени потребама државе, и други је ревидирани субјект који треба да има специфичне и мерљиве циљеве.
- Захваљујући одговарајућем систему интерне контроле ризик грешака и потенцијалних нерегуларности биће сведен на минимум.
- Доношењем и поштовањем закона треба да се олакша сарадња са телима где се обавља ревизија, односно да се омогући приступ свим потребним

подацима како би ревизор донео свеобухватну оцену.

- Ревизијске активности треба да буду у оквиру овлашћења које има ВРИ.
- Обавеза ВРИ је да константно усавршава технике које се користе за ревидирање ваљаности мера успеха..

2) Општи стандарди државне ревизије утврђују квалификације ревизора и ревизорских институција, њихову независност, компетентност, дужну пажњу и остале опште стандарде.

Прва ставка у делу општих стандарда говори о независности и објективности самог ревизора као и ВРИ, и сматра се кључним предусловом за успешну ревизију и веродостојност извештаја. Када је реч о независности, она треба да буде тројака, односно ревизор и ВРИ треба да буду независни од законодавне власти, извршне власти и од ревидираног субјекта. [6] Овде је врло значајно питање односа са законодавном влашћу јер су они једни од главних корисника услуга ВРИ, што проузрокује блиску повезаност ВРИ и парламента или његових одбора и комисија. Тако остварени односи не смеју да угрозе независност ВРИ, са посебним освртом на слободу ВРИ да направи план и програм спровођења ревизије, и њену самосталност избора предмета ревизије. Такође, за очување независности институције је од изузетног значаја да се онемогући влади да врши утицај на ВРИ. Са друге стране, одређени ниво сарадње између ВРИ и владе мора да постоји, а нарочито је та сарадња пожељна у областима рачуноводствених стандарда, политике и форме финансијских извештаја.

Однос који ВРИ има са владом је најосетљивији у подручју обезбеђивања финансијских средстава за функционисање институције. [1] Ово је проузроковано тиме да се ВРИ финансира из буџета, а одлуку о расподели средстава доноси влада уз помоћ надлежног министарства. Овај

проблем је посебно изражен у земљама где је тешка материјална ситуација. [21] ВРИ има обавезу да се труди да обезбеди довољно средстава за нормално функционисање, а ако влада покуша да средства умањи или на други начин опструира рад институције, ВРИ је дужна да то наведе у извештају који доставља Парламенту.

Једна од кључних тачки независности ВРИ односи се на трајање мандата државних ревизора. Ако би извршна власт могла да утиче на то, то би директно проузроковало снажан утицај на независност институције. Зато је препорука да се у Закону пропише који су то услови за опозив са функције, или рок трајања мандата.

Компетентности (стручност) односи се како на саму институцију тако и на директног извршиоца ревизије, државног ревизора. [8] Када ВРИ врши државну ревизију мора да користи најквалитетнију методологију и праксу, и себе мора да постави у систем јавне одговорности. Ревизор у свом тиму треба да одабере стручан кадар са одговарајућим образовањем и искуством. ВРИ и државни ревизори поред поштовања ревизијских стандарда INTOSAI као матичне организације, и поштовања националних устава и закона, морају деловати и са дужном пажњом. Ово се односи на спецификације, сакупљање и оцењивање доказа и у извештавању о налазима, закључцима и препорукама. [10] Ревизор треба да обрати дужну пажњу, односно да буде посебно опрезан у случајевима када постоје слабости у интерној контроли, када документација није чувана на адекватан начин или ако постоје неуобичајене трансакције које могу навести на одређене неправилности. ВРИ треба да обрати дужну пажњу при узимању екстерних сарадника, мора да провери њихову компетентност за задатке који ће им бити поверени. Савети и мишљења екстерних консултаната не ослобађају ВРИ за изражено мишљење.

Остали општи стандарди односе се на усвојене политике и процедуре ВРИ:

- Запослено особље треба да има одговарајуће компетенције;
- Континуирана обука запослених у ВРИ, да би се оспособили да своје послове обаве делотворно;
- Прављење доброг распореда ревизија и довољан број ревизора за те ревизије;
- Оцена успешности и делотворности интерних стандарда.

3) Стандарди извођења или стандарди подручја рада, који имају циљ да успоставе оквир и да пропишу кораке и поступке којих ревизор треба да се придржава. За њега су то правила којих треба да се придржава током прикупљања доказа током поступка ревизије. [8]

Састоји се из шест засебних целина:

- Планирање – ревизор је дужан да испланира ревизију у одређеном временском року и у складу са принципима ЗЕ. ВРИ када планира ревизију, треба да процени који су то ентитети који су приоритетни, а затим да за те ентитете изради детаљне планове ревизије.
- Супервизија и преглед – ревизијско особље и њихов рад у свим фазама ревизионог поступка, мора да буде контролисан, а документација проверена од стране искуснијег члана. Супервизија је значајна због повећања нивоа сигурности остварења циљева и да би се квалитет ревизије одржао на задовољавајућем нивоу.
- Проучавање и процена интерне контроле – када ревизор одређује опсег ревизије, он треба да проучи и процени поузданост интерне контроле. У случају спровођења ревизије, процена интерне контроле углавном се односи на заштиту животне средине и на обезбеђење тачности и компетентности рачуноводствених евиденција.

- Усаглашеност са примењивим законима и прописима – када је реч о ревизији правилност треба урадити тестирање усаглашености са законском регулативом. [9] Поступци ревизора треба да обезбеде разумно уверење откривања грешака, као и незаконитост радњи који могу да имају директан утицај на износе садржане у финансијским извештајима.
- Ревизорски доказ – ревизор треба да приложи истинит и релевантан доказ како би поткрепио своју процену и закључак. Налази, закључци и оцене ревизора морају да буду базирани на доказима који су прикупљени током тестирања. Технике којима се ревизори служе за прикупљање доказа су инспекција, посматрање, испитивање и конфирмација. Тражи се да доказ буде меродаван, разуман и релевантан. Све прикупљене доказе ревизор је дужан да прописно документује и обезбеди, а садржај и начин њиховог одлагања показује степен професионализма ревизора.
- Анализа финансијских извештаја је усмерена на утврђивање постојања очекиваних повезаности између различитих елемената финансијских извештаја и идентификацију неочекиваних веза или трендова.

4) Стандарди извештавања којима се предвиђа да након сваке обављене ревизије, ревизор има дужност да да своје мишљење у писаном облику или у форми извештаја, али мора да води рачуна да то буде лако разумљиво и без нејасноћа или двосмислености, а извештај треба да буде

независан, објективан, фер и пре свега конструктиван. [7]

Након обављене ревизије, ревидираном субјекту ВРИ треба да достави писани извештај о оцени и резултатима ревизије. [16] Ту се пре свега мисли на мишљење ревизора и на друге примедбе у вези са финансијским извештајима.

Ревизијске смернице су четврти део ISSAI оквира, професионалног оквира донетог од INTOSAI. Подела смерница је извршена према бројевима: [13]

- ISSAI 1000 – 2999 : смернице финансијске ревизије,
- ISSAI 3000 – 3999 : смернице ревизије успешности,
- ISSAI 4000 – 4999 : смернице ревизије усаглашености,
- ISSAI 5000 – 5999 : смернице за специфичне предмете.

3. РЕГИОНАЛНИ СТАНДАРДИ ДРЖАВНЕ РЕВИЗИЈЕ

Стандарди ревизије јавног сектора најпре су развијени и примењени у Америци, а општеприхваћени стандарди државне ревизије у Америци су познати и под именом „GAGAS“ или „жута књига“ и њих користе државни ревизори ради обезбеђивања компетентности, интегритета и објективности у планирању и обављању њиховог посла, тј. за ревизију и проверу државних ентитета. [6]

Постоје бројне уредбе и друга документа која помажу ревизору да обави ревизију у складу са GAGAS стандардима.[3]



Слика 3: Хијерархијски преглед GAGAS стандарда [9]

Општи стандарди се састоје из четири различите групе стандарда:

- I. Стандард независности обухвата независност ВРИ и самог ревизора, која је тројака: лична независност, независност од окружења и организациона независност.
- II. Стандард професионалног мишљења каже да професионално мишљење треба да буде присутно и када се планира али и када се врши ревизија, али и након завршене ревизије када се исказује мишљење.
- III. Стандард компетентности тражи да сви учесници у ревизији морају да буду компетентни за посао који обављају. То се односи на поседовање техничких знања и стручности, и на константно образовање.
- IV. Стандард квалитативне контроле и уверавања обухвата све ентитете јавног сектора код којих се врши ревизија, и обавезује их да успоставе квалитетан систем интерне контроле који је у складу са GAGAS стандардима.

Стандарди извођења финансијске ревизије су груписани у две целине: [12]

1) Стандарди извођења АИСПА (American Institute of Certified Public Accountants) :

- Рад ревизора мора да буде квалитетно испланиран, чак и у случају када

постоји квалитетна интерна ревизија у предметном субјекту;

- Основ за добар план ревизије јесте разумевање интерне контроле јер то омогућује да се одреди природа, време и подручје рада ревизора;
- Пре започињања саме ревизије потребно је успоставити квалитетну и добру евиденцију насталих догађаја.

2) GAGAS додатак:

- Ревизорска комуникација – слободан проток информација о природи, времену и обиму планираног тестирања између ревизорске канцеларије, индивидуалних ревизора и ревидираног субјекта;
- Разматрање резултата претходне ревизије – обавеза ревизора да размотри резултате претходне ревизије и да их доведе у корелацију са ревизијом која се сада врши;
- Откривање материјалних грешака – ревизор је обавезан да обезбеди јасно уверење да су откривене материјалне грешке последица склопљених штетних уговора;
- Развој – овде се подразумева развој ревизорских процедура које требају да омогуће лакше откривање материјалних грешака;
- Ревизорска документација – документи који се односе на планирање, надзирање и извештавање ревидираних процеса чине основу закључивања и давања препоруке ревизора.

Стандарди извештавања финансијске ревизије

1) АИСПА стандарди извештавања:

- Ревизорски извештај треба да буде формулисан и презентован и у случају када је финансијски извештај презентован у складу са општеприхваћеним стандардима рачуноводства; [17]
- Ревизорски извештај треба да препозна ситуације у којима рачуноводствени принципи нису примењени;
- Објављене информације у финансијским извештајима сматрају се разумљивим, осим ако ревизор не саопшти другачије у свом извештају;
- У случају да се ревизор не слаже са подацима у финансијским извештајима, његова обавеза је да то образложи. [4]

2) GAGAS додатак стандардима се састоји из шест делова:

- Извештавање у складу са GAGAS стандардима – дужност ревизора је да у свом извештају нагласи да ли је обављена ревизија у складу са GAGAS стандардима;
- Извештај о интерним контролама – мора да буде укључен у ревизорски извештај;
- Извештај о недостацима – дужност ревизора је да обавести о недостацима интерне ревизије, као и о примећеним материјалним грешкама које су последица превара или злоупотреба;
- Привилеговане и поверљиве информације – овакве информације неће бити доступне у извештају ревизора, али ће бити објашњена њихова природа и зашто су изузете из извештаја;
- Издавање и дистрибуција извештаја – односи се на јавну доступност ревизорског извештаја, под условом да се води рачуна о поверљивим информацијама.

Стандарди атестације

1) АИСПА општи стандарди и стандарди извођења атестација:

- Ревизију треба адекватно планирати и ако постоје сарадници, треба их контролисати;
- Треба прикупити довољно доказа да би се обезбедила разумна основа за закључак који ће бити изнет у извештају.

2) GAGAS прописује додатне стандарде који се односе на извођење атеста. Атестанти морају да испоштују ове одлуке:

- Ревизорска комуникација – проток информација о природи и опсегу информација између канцеларије која врши атестацију, атестаната и јединица код којих се атестација врши;
- Разматрање резултата претходне ревизије и атестације – обавеза атестантима да још једном размотре резултате претходне атестације и да их доведу у везу са атестацијом која се сада врши;
- Интерне контроле – ово је додатни стандард и он обавезује атестанта да направи процедуре која омогућује објективну атестацију;
- Откривање материјалних грешака – обавеза атестанта јесте да обезбеди доказе за откривене материјалне грешке и да су оне последица склопљених неповољних уговора или корупције;
- Развој – односи се на развој атестационих процедура које треба да омогуће лакше откривање материјалних грешака;
- Докуметација – састоји се из три дела (планирање, надзор и извештавање), а представља основ за закључивање и давање оцена атестанта.

3) АИСПА стандарди извештавања почивају на четири стандарда

извештавања и они се односе на све типове атестационог процеса:

- Извештај треба да идентификује исказе о којима се извештава и да наведе карактер аранжмана;
- Извештај треба да има закључак атестанта, с тим да закључак буде у складу са утврђеним критеријумима;
- У извештају требају да буду забележена сва запажања атестанта;
- У извештају о атестационом ангажману мора да буде изјава којом се ограничава његова употреба за лица која су договориле критеријуме и процедуре атестационог ангажмана; [12]

4) GAGAS додатни стандарди који су прикључени AICPA стандардима.

- Извештавање у складу са GAGAS стандардима – атестант има обавезу да у свом извештају наведе да ли је обављена атестација у складу са GAGAS стандардима;
- Извештај о интерним контролама и уоченим недостацима – обавезује атестанта да извести о недостацима интерних ревизија;
- Извештај о одговорности – тиче се одговорности за уочене недостатке интерне ревизије;
- Привилеговане и поверљиве информације – ове информације неће бити јавно доступне нити објављене, већ ће бити напоменуто да је њихово изостављање било неопходно;
- Издавање и дистрибуција извештаја о извршеној атестацији – представљање извештаја „interested parties“.

Стандарди извештавања ревизије успешности се састоје из:

1) Планирања – рад ревизора треба да буде унапред испланиран. Планирање мора да буде документовано.

- Разматрање важности програма и потребе за извештајем о ревизији успешности;
- Разумевање програма;

- Разматрање интерне ревизије и контроле;
- Одабир критеријума за ревизију успешности;
- Комуникација са менаџментом ...

2) Супервизија – односи се на ревизоре који врше ревизију успешности и тражи се да то особље буде под строгим надзором.

3) Довољна, компетентна и релевантна евиденција омогућује разумну основу за ревизорске налазе и закључке.

4) Ревизорска документација – обухвата планирање, надзирање и извештавање ревидираних процеса, и сматра се основом давања препоруке ревизора.

Стандарди извештавања ревизије успешности са састоје из:

1) Форма извештаја – ревизорски извештај је резултат ревизије успешности, и мора се саставити након обављене ревизије. Треба да буде јавно доступан.

2) Садржина извештаја је прописана GAGAS стандардима и прописано је да се извештај састоји од:

- Дефинисања циља ревизије и коришћене методологије;
- Налаза интерне ревизије и недостацима;
- Закључка;
- Препорука;
- Изјаве о сагласности са GAGAS стандардима;
- Изјаве о одговорности;
- Изјаве о привилегованим и поверљивим информацијама.

3) Квалитативне елементе извештаја чине:

- правременост;
- комплетност;
- тачност;
- објективност;
- убедљивост;
- јасност.

Стандарди EUROSАI су усвојени 1998. године у Луксембургу и њихов основни задатак јесте да стандардизују методологију рада ВРИ земаља чланица ЕУ. Ови стандарди представљају универзални основ за све ВРИ које постоје у Европској унији. Чини га пет организационих целина:

- I. Припремање ревизије – три члана;
- II. Прикупљање ревизорских доказа – шест чланова;
- III. Окончање ревизије – два члана;
- IV. Ревизија успешности – један члан;
- V. Остала питања – три члана.

На Х EUROSАI конгресу који је одржан у Истанбулу 22–25. маја 2017. године усвојена је „Истанбулска декларација“. [20] На овом конгресу су разматрана питања од највеће важности за државну ревизију и донети су закључци који су имплементирани у декларацију. [14] Одлучено је да EUROSАI као једна од најважнијих регионалних институција INTOSАI мора да настави са својим радом, да су ISSАI стандарди користан водич за ВРИ у обављању ревизије и да је потребно делити знање и искуство како међу чланицама EUROSАI тако и са другим регионалним организацијама.

4. МЕЂУНАРОДНИ ЕТИЧКИ КОДЕКС ЗА ДРЖАВНЕ РЕВИЗОРЕ

Етички кодекс је једна од специфичности државне ревизије. Ова целина је замишљена из две подцелине: међународни етички кодекс и национални етички кодекс.

У Монтевидеу 1998. године, на XVI конгресу INTOSАI предложен је и усвојен Етички кодекс за државне ревизоре (ISSАI 30), а 2001. године објављен је заједно са новим стандардима ревизије. [15] Чини га скуп начела и правила који доприносе јачању ревизорских стандарда, односно скуп моралних принципа који одређују понашање државних ревизора током

обављања ревизије. Кодекс почива на два стуба, а то су: начела и правила понашања. Временом из овог кодекса су настали национални кодекси других земаља који садрже културне, језичке и правне разлике. [15] Одговорност сваке ВРИ јесте да донесе национални етички кодекс о вредностима и принципима којима треба да се руководе државни ревизори у поступку вршења ревизије, а који за циљ имају да успоставе поверење и кредибилитет саме институције. [2] Етички кодекс је усмерен на ревизора као појединца, али и на све друге запослене који врше државну ревизију. Етички кодекс је свеобухватан документ о вредностима и принципима које ревизори треба да испоштују у свом раду. [16] Етички кодекс за ревизоре је допуна Лимске декларације, служи као темељ INTOSАI и државне ревизије уопште, учвршћује ревизијске стандарде, усмерен је првенствено на ревизора као појединца али и на све друге запослене у ВРИ. [4]

Сам Етички кодекс INTOSАI почива на шест принципа, а сваки од етичких захтева је описан, тако да то истовремено представља оквир за понашање ревизора. Поштење је стављено на прво место и од њега се полази, што значи да ревизор мора бити апсолутно поштен у вршењу ревизије, поштујући стандарде професионалног понашања. [18, 19]

Интегритет – државни ревизор током обављања ревизије и у контакту са особљем ревидираног субјекта мора да се понаша пристојно и коректно, да се придржава прописане форме и етичких стандарда. Ово је најважнији пример Етичког кодекса, јер прописује да ревизор мора да се држи највиших стандарда понашања.

Независност, објективност и непристрасност – овај члан се тиче односа ревизора током вршења саме ревизије. У односу на субјекте ревизије као и на „стејкхолдере“, односно заинтересоване треће стране, ревизор у свом извештају мора да буде тачан, истинит и да га поткрепи доказима.

Независност ревизора не сме бити угрожена личним или спољним интересима. Спољашњи притисак на ревизоре или одређене предрасуде које ревизори могу имати према субјектима ревизије или рецимо претходно запослење ревизора у ревидираном субјекту могу да угрозе њихову независност. [17] Дужност ревизора јесте да избегну укључивање у питања у којима њихов морални и лични дигнитет може да буде доведен у питање.

Политичка неутралност – овај члан је битан зато што код државне ревизије ревидирани субјект је уско повезан са политиком. Овде опет долазимо до ревизора као појединца. Ревизор је дужан да очува своју политичку неутралност, а ако им се дозволи учешће у политичким странкама или скуповима, морају бити свесни да ће то довести до сукоба интереса.

Сукоб интереса – ревиозор треба да избегава да ревидираном субјекту пружа друге услуге, као и било какве „поклоне“ или покушаје зближавања и ступања у односе са руководством тог субјекта. Ревизору је строго забрањено да своју позицију користи у приватне сврхе, јер би тако угрозио своју објективност и независност.

Професионална тајност – информације које је добио приликом вршења ревизије, ревизор не сме да изнесе у јавност сем у облику редовног извештаја.

Компетенција – се заснива на захтеву према ревизору да се професионално понаша као и да познаје рачуноводствене и ревизорске стандарде.

С обзиром на сложеност и распон послова које обављају државни ревизори, било би пожељно да сваки од њих свакодневно преиспитује своје поступке и да их вреднује са становишта етичких начела. [17]

5. ЗАКЉУЧАК

За државну ревизију (ревизију јавних расхода) значајни су Међународни рачуноводствени стандарди за јавни сектор које је донела и објавила Међународна федерација рачуновођа, Општеприхваћени стандарди за државну ревизију (GAGAS стандарди) које је донела америчка Канцеларија за опште рачуноводство и Стандарди Међународне организације врховних ревизорских институција (ISSAI стандарди, или тзв. INTOSAI стандарди). У раду је дат детаљан приказ ИССАИ и ГАГАС стандарда, при чему се може уочити да постоји велика сличност између њих. Међутим, за израду квалитетних извештаја о државној ревизији неопходно је познавање и једних и других стандарда. Потребно је нагласити неопходност познавања GAGAS стандарда јер су они развијенији и више употребљавани у нашем окружењу. Нарочито јер се и наше рачуноводство и ревизија све више окрећу према англосаксонском моделу, чији су GAGAS стандарди органски део.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андрић, М., Ревизија јавног сектора, „Пролетер“, А. Д. Бечеј, Суботица 2012.
- [2] Cipek, K., & Ljutić, I. B. (2021). The influence of digitalization on tax audit. *Oditor*, 7(1), 37-69. <https://doi.org/10.5937/Oditor2101037C>
- [3] Dabić, L. (2018). Establishing a new scientific discipline: The law audit of the public sector. *Anali Pravnog fakulteta u Beogradu*, 66(3), 88-107. <https://doi.org/10.5937/AnaliPFB1803088D>
- [4] Kostić, R. (2020). Audit of achieving the objectives of budget programs. *Održivi razvoj*, 2(1), 41-52. <https://doi.org/10.5937/OdrRaz2001041K>
- [5] Kozić, M., „Public Finances as Integral Part of Financial Law“, System of

- Financial Law: General part (ed. P. Mrkývka), Masaryk University, Brno 2015.
- [6] Krsić, Š., Žager, L., (red.), *Državna revizija*, Masmedia d.o.o., Zagreb, 2009.
- [7] Krnić, N., Stojmenović, G., & Kukolj, S. (2023). The role and significance of audit sampling in the modern enterprise. *Oditor*, 9(1), 1-16. <https://doi.org/10.5937/Oditor2301001K>
- [8] Лeko, В. (ур.), *Врховна државна ревизија јавних средстава*, Београд, 2008.
- [9] Лeko, В., Лeko, Д., *Методологија државне ревизије јавних средстава*, Економски институт, Београд 2008.
- [10] Мајсторовић, А., Тасић, С., Јовићевић, П., (2020). Усмерења за моделирање система интерне буџетске ревизије. *Акционарство*, 26(1), 49–63. [http://www.ipn.org.rs/uploads/35271/documents/akcionarstvo_slozeno_2020_\(1\).pdf](http://www.ipn.org.rs/uploads/35271/documents/akcionarstvo_slozeno_2020_(1).pdf)
- [11] Милановић, Н., (2022). Веза интерних контрола и ревизије у јавном сектору. *Финансијски Саветник*, 27(1), 65–75.
- [12] Милојевић Д., (2011), *Финансијска ревизија и контрола*, Београдска послована школа, Београд.
- [13] OECD, „Developing effective working relationships between supreme audit institutions and parliaments“, *SIGMA Papers* 54/2018.
- [14] Shafiee Moghadam, S., Ghorbani, A., & Forouzesh, R. (2021). Review and Analysis of INTOSAI Standards for Good Governance. *International Journal of Political Science*, 11(3), 63-76.
- [15] Stanković, B., Damnjanović, R., & Popović, M. (2018). Forms of public expenditure supervision. *Oditor*, 4(3), 96-109. <https://doi.org/10.5937/Oditor1803097S>
- [16] Stanojević, L. (2016). Between paradigm and theory: The rise and fall of the auditing profession. *Revizor*, 19(76), 63-65.
- [17] Станојевић, С., Милуновић, М. М., (2020). Окончање поступка државне ревизије. *Акционарство*, 26 (1), 35–48. [http://www.ipn.org.rs/uploads/35271/documents/akcionarstvo_slozeno_2020_\(1\).pdf](http://www.ipn.org.rs/uploads/35271/documents/akcionarstvo_slozeno_2020_(1).pdf)
- [18] Stephenson, P. J. (2017). Norms, legitimacy and institutional independence: the active role of the European Court of Auditors in setting international standards. *Journal of Contemporary European Research*, 13(2).
- [19] Stephenson, P. J. (2017). Norms, legitimacy and institutional independence: the active role of the European Court of Auditors in setting international standards. *Journal of Contemporary European Research*, 13(2).
- [20] Васић, З., (2022). Правна анализа значаја пореске контроле за буџет. *Ревизија Права Јавног Сектора*, 1(1), 7–26. [http://www.revijaprava.in.rs/uploads/37551/documents/CASOPIS_BROJ_1_2022_\(1\).pdf](http://www.revijaprava.in.rs/uploads/37551/documents/CASOPIS_BROJ_1_2022_(1).pdf)
- [21] Wilkins, P., & Boyle, R. (2011). *Standards and quality. Performance Auditing: Contributing to Accountability in Democratic Government*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 147-74.
- [22] Законом о Државној ревизорској институцији ("Сл. гласник РС", бр. 101/2005, 54/2007, 36/2010 и 44/2018 - др. закон)

Адреса аутора: Крстић Далибор, доцент, Висока школа за менаџмент и економију, Крагујевац, Карађорђева 52
 е-маил: dal.krstic@gmail.com
 Рад примљен: фебруар 2024.
 Рад прихваћен: март 2024.

ЗНАЧАЈ МЕНАЏМЕНТА ЗНАЊА ЗА ПРОФИТАБИЛНОСТ КОМПАНИЈА

IMPORTANCE OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FOR COMPANY PROFITABILITY

VERICA GLUVAKOV¹
SANJA STANISAVLJEV¹
DRAGAN ĆOĆKALO¹

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

РЕЗИМЕ

Проблем истраживања заснива се на чињеници да менаџмент знања није често истраживана област у домаћим предузећима и да многе компаније треба да узму у обзир значај знања као најважнијег ресурса. Циљ овог рада је да испита утицај менаџмента знања на профитабилност компанија и тиме истакне његов значај. Истраживање је обухватило 126 испитаника запослених у домаћим компанијама на територији Војводине. У раду су представљене независна и зависна варијабла, а резултати показују статистички значајан утицај менаџмента знања на профитабилност која припада финансијским перформансама предузећа.

Кључне речи: Менаџмент знања, Профитабилност, Финансијске перформансе, Војводина.

ABSTRACT

The research problem is based on the fact that knowledge management is not a frequently researched area in domestic companies and that many companies should consider the importance of knowledge as the most important resource. The aim of this paper is to examine the impact of knowledge management on the profitability of companies and thereby highlight its importance. The survey included 126 respondents employed in domestic companies in the territory of Vojvodina. The paper presents independent and dependent variables, and the results show a statistically significant impact of knowledge management on the profitability of the company's financial performance.

Keywords: Knowledge management, Profitability, Financial performance, Vojvodina.

1. УВОД

Организационо знање разликује се од података и информација, нарочито због тога што се оно са организационог аспекта може посматрати на два начина: као процес и као објекат. Ова два

схватања знања представљају чињеницу да знање, поред информација и података, обухвата комбинацију искустава и вредности који чине оквир организационог деловања. Знање је способност да се делује, скуп вештина и способности, а поред пословних

результата, усмерено је на људе као кључне чиниоце организације. Менаџмент знања подразуме систематску координацију и синергетски ефекат организационих технологија, ресурса, људи и процеса ради стварања вредности [1]. Дакле, разменом и преношењем знања унутар организације ствара се вредност која омогућава поновну употребу ресурса, генерисање идеја и иновативних решења. Примена менаџмента знања огледа се у подстицају запослених да се континуирано усавршавају, проширују своју базу знања и остварују значајне интеракције унутар и изван компаније. Поред константног развоја вештина запослених као значајних организационих фактора, менаџмент знања одражава се и на перформансе компаније, њену конкурентност и одрживост.

Унапређење перформанси компаније које је резултат примене знања на свим организационим нивоима представља један од аспеката привреде засноване на знању, а перформансе као што су профитабилност, иновативност и конкурентност стварају подлогу за развој и примену нових пословних идеја, решења и концепата који се могу применити у пословању [2].

2. ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМ И ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. ПРЕДМЕТ И ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА

Проблем истраживања представља чињеница да многе домаће компаније не узимају у обзир значај менаџмента знања у пословању. Како је менаџмент знања недовољно истражена област на подручју Аутономне Покрајине Војводине, важно је утврдити и разумети значај овог концепта у циљу унапређења пословања и повећања профитабилности компанија.

Потребно је да компаније креирају динамично и флексибилно окружење које

подржава и подстиче имплементацију менаџмента знања у услуге, производе и процесе који представљају резултат пословања. Унапређењем и правилним усмеравањем технолошких система и друштва у целини, компаније могу омогућити дугорочни опстанак са унапређеним пословним перформансама [3]. Улагање организационих ресурса и напора у развој менаџмента знања уско је повезано са улагањем у пословне резултате компанија, што значи да менаџмент знања утиче на пословне исходе.

У овом раду, проблем истраживања се односи утврђивање утицаја и значаја менаџмента знања на профитабилност домаћих компанија. Предмет истраживања односи се на утврђивање ставова запослених у домаћим компанијама различитих величина и делатности њиховим испитивањем, односно применом структурираних упитника.

2.2.ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања подразумева испитивање ајтема у оквиру димензија менаџмента знања и испитивање ајтема у оквиру димензије финансијских перформанси како би се утврдио утицај менаџмента знања на профитабилност компанија, а самим тим и његов значај за унапређење пословања.

2.3.ХИПОТЕЗЕ У ИСТРАЖИВАЊУ

Постављена хипотеза у истраживању је следећа:

Н: Менаџмент знања има статистички значајан утицај на профитабилност компанија.

3. ТЕОРИЈСКА РАЗМАТРАЊА

Концепт менаџмента знања доноси бројне предности за компаније и њихове финалне пословне резултате. Један од

важних бенефита менаџмента знања односи се и на запослене у виду повећања њихове мотивације и задовољства послом. Аспекти менаџмента знања утичу на иновативно размишљање и деловање запослених, а иновативно понашање доноси бројне предности у виду добрих пословних пракси. Делење корпоративног знања међу запосленима унутар компаније резултује повећањем и унапређењем пословних ефеката чиме се обезбеђује конкурентно и профитабилно функционисање пословног субјекта.

Како је људски фактор организације повезан са осталим организационим чиниоцима, менаџмент знања резултује добрим финансијским перформансама. Менаџмент знања представља важну корпоративну стратегију којом се развија концепт учеће организације, концепти доживотног учења међу запосленима, развијају њихове способности и организациону културу. Унапређени пословни резултати који долазе до изражаја применом менаџмента знања су [4]:

- Иновативност и креативност путем слободног изражавања идеја,
- Унапређење услуга и задовољства потрошача,
- Повећање прихода услед бољег пласмана производа и услуга на тржиште,
- Повећана мотивисаност запослених, задовољство послом и смањење флукуације,
- Адаптација и унапређење управљачког стила у компанији,
- Смањење трошкова елиминацијом нежељених процеса.

Ради унапређења пословних резултата, примена менаџмента знања треба да се заснива на људима, процесима и савременим технологијама. Неопходно је креирати и развијати организациони систем који ће синхронизовати снагу и предности људи и технологија ради остварења што бољих пословних резултата. Развојем и применом таквог

система менаџмента знања постиже се организациона сигурност, смањењем ризика и изазова, као и повећањем флексибилности и адаптивности [5].

Унапређење компаније и њених пословних ефеката применом менаџмента знања огледа се у [6]:

- Могућности компаније да разуме технолошке и економске промене са циљем сталног прилагођавања, управљања пословањем и изградњи конкурентске предности,
- Могућности компаније да створи и ојача везу између добре пословне праксе и окружења, тако да пословна пракса има предиктивну способност када су у питању промене у окружењу,
- Могућности компаније да створи подобан дизајн посла који интегрише организациону структуру, стратегију и информациони систем,
- Могућности компаније да примени дефинисану пословну стратегију и оперативне планове,
- Могућности константног развоја људских ресурса и њиховог учења уз контролу перформанси и промена у интерном и екстерном окружењу.

Стратегија менаџмента знања која подржава концепт учеће компаније утиче на креирање и развој ефективне управљачке стратегије и система за доношење одлука, што резултује повећањем целокупне продуктивности и профитабилности. Менаџмент знања остварује значајну повезаност са учинком компаније, а унапређење пословних резултата може се приписати менаџменту знања. Под тим се подразумева интеграција и развој ресурса заснованих на знању са циљем испуњења организационих циљева [7].

Имплементација менаџмента знања у свакодневно функционисање компаније у великој мери олакшава процес пословања због употребе колективног знања и стручности чиме се побољшава квалитет производа и услуга, а повећава

профитабилност. Компаније могу поједноставити своје пословање минимизовањем организационих напора и применом најбољих пословних пракси и решења. Менаџмент знања доводи до побољшања ефикасности, уштеде трошкова и побољшаних укупних учинака [8]. Унапређењем оперативне ефикасности и оптимизовањем пословних процеса, менаџмент знања значајно утиче на смањење трошкова компаније.

Управљање знањем, које обухвата систематски процес прикупљања, дистрибуције и ефективног коришћења знања, служи као камен темељац за конкурентску предност и одрживост организације. Знање делује као критична имовина, подстичући иновације, ефикасност и процесе стратешког доношења одлука који су фундаментални за повећање профитабилности. Ефикасне праксе менаџмента знања значајно доприносе побољшању организационог учинка, оперативне ефикасности и задовољства купаца, а све су то кључне детерминанте профитабилности. Дакле, веза између управљања знањем и профитабилности није само у корелацији, већ је дубоко укореењена у способности организација да искористе и капитализују своја средства знања како би довели до одрживе економске вредности [9].

4. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

4.1. ИНСТРУМЕНТИ ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ

У истраживању су употребљене две врсте инструмената за истраживање, односно две врсте стандардизованих упитника [10]:

- Инструмент за процену менаџмента знања који садржи девет димензија: организациона структура, организациона култура, Т-обликоване вештине (људи), информационе технологије, процес набавке знања, процес конверзије знања, процес

примене знања, процес заштите знања и конкурентска предност. Оригиналних 50 питања, односно ајтема су минимално измењени за потребе истраживања, а испитаници су за вредновање користили седмостепену Ликертову скалу.

- Инструмент за мерење финансијских перформанси који се састоји од седам питања, односно ајтема: продуктивност, профитабилност, тржишно учешће, раст продаје, конкурентност, раст основних средстава и плате запослених у организацијама. Испитаници су за вредновање користили седмостепену Ликертову скалу.

4.2. ПОДАЦИ О ПОСТУПКУ И УЗОРКУ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање је спроведено у домаћим компанијама различитих делатности и величина, са различитом власничком структуром и бројем запослених на територији Војводине. Истраживање је обухватило 126 запослених испитаника на различитим позицијама у компанијама.

Подаци о узорку укључују пол, старост, године стажа у компанији, стручну спрему, власничку структуру предузећа, величину предузећа и радно место испитаника.

4.3. СТАТИСТИЧКА МЕТОДА ЗА АНАЛИЗУ ПОДАТАКА

Добијени подаци истраживања обрађени су коришћењем SPSS софтвера. Резултати су добијени следећом статистичком методом за анализу и обраду података [10]:

- Регресиона анализа – применом регресионе анализе утврђен је и приказан утицај независне варијабле, односно менаџмента знања, на зависну варијаблу, односно профитабилност у

оквиру димензије финансијских перформанси.

5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Регресиона анализа показала је утицај димензија менаџмента знања на димензију финансијских перформанси, са

фокусом на профитабилност компанија. Димензије менаџмента знања представљају независну варијаблу у истраживању, а финансијске перформансе, односно профитабилност, зависну варијаблу. Утицај менаџмента знања на профитабилност приказан је у табели 1.

Табела 1. Регресиона анализа менаџмента знања на профитабилност компанија

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	72,976	9	8,108	9,774	,000 ^b
	Residual	96,230	116	,830		
	Total	169,206	125			
a. Dependent Variable: Profitabilnost						
b. Predictors: (Constant), Konkurentna prednost (intenzivno zadovoljava potrebe kupaca), Informacione tehnologije, T-oblikovane veštine (Ljudi), Proces zaštite znanja, Proces nabavke znanja, Organizaciona struktura, Organizaciona kultura, Proces konverzije znanja, Proces primene znanja						
Извор: [10]						

На основу резултата приказаних у табели 1. закључује се да менаџмент знања остварује утицај на профитабилност као ајтем димензије финансијских перформанси. Овакав резултат даје доказ да пракса управљања знањем има значајан утицај на профитабилност компанија. Стварање, ширење и примена знања унутар компанија су кључни за иновацију и конкурентску предност.

Утицај идентификован у истраживању наглашава стратешку вредност менаџмента знања, не само као олакшавајуће компоненте, већ и као критичног покретача финансијског учинка.

Управљање знањем има многе квалитативне користи за пословање као што су побољшана оперативна ефикасност и доношење одлука, али остварује и утицај на крајњи резултат организације.

Добијени резултати реafirмишу значај менаџмента знања и пружају конкретну основу за доношење менаџерских одлука у алокацији ресурса за иницијативе овог концепта.

Са практичног аспекта, резултати сугеришу да би компаније требало да инвестирају у системе који подржавају прикупљање, складиштење, ширење и примену знања.

Ово укључује усвајање технологија као што су базе знања, интранети и алати за сарадњу, као и неговање културе која вреднује дељење знања и континуирано учење.

Неопходно је да целокупна организациона култура подржава развој постојећих и стицање нових знања на нивоу целе организације, а аспекти управљања и организовања који треба да подрже менаџмент знања јесу организационо учење, организационо понашање, иновирање и лидерство.

У организацијама је потребно створити погодну климу која подстиче учење и знање, ефикасне системе комуникација и свест свих нивоа о важности примене знања.

Када је реч о појединачним утицајима, односно утврђивању постојања

позитивних и негативних утицаја, табела 2. приказује утицај појединачних димензија менаџмента знања на профитабилност.

Табела 2. Регресиона анализа појединачних димензија менаџмента знања на профитабилност компанија

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,006	,409		7,348	,000
	Organizaciona struktura	,055	,130	,064	,420	,675
	Organizaciona kultura	-,093	,117	-,121	-,799	,426
	T-oblikovane veštine (Ljudi)	,298	,106	,357	2,815	,006
	Informacione tehnologije	-,163	,076	-,209	-2,153	,033
	Proces nabavke znanja	,491	,113	,609	4,351	,000
	Proces konverzije znanja	-,467	,124	-,575	-3,777	,000
	Proces primene znanja	-,019	,166	-,021	-,113	,910
	Proces zaštite znanja	,236	,104	,245	2,274	,025
	Konkurentna prednost (intenzivno zadovoljava potrebe kupaca)	,206	,124	,215	1,665	,099
	a. Dependent Variable: Profitabilnost					
Извор: [10]						

На основу резултата приказаних у табели 2. може се закључити да Т-обликоване вештине, процес набавке знања и процес заштите знања унутар организације као димензије менаџмента знања позитивно утичу на профитабилност, док информационе технологије и процес конверзије знања негативно утичу на профитабилност као зависну варијаблу. Остале димензије менаџмента знања не остварују утицај на профитабилност. Добијени резултати наглашавају важност усклађивања праксе менаџмента знања са организационим стратегијама како би се максимизовао позитиван утицај на профитабилност.

Потребно је да менаџери и доносиоци одлука посматрају менаџмент знања не као изоловану функцију, већ као саставни део процеса стратешког планирања организације. На однос између менаџмента знања и профитабилности, могу утицати екстерни фактори као што су динамика тржишта, регулаторне промене и технолошки напредак. Резултати приказани у табели 2. такође потврђују важност управљања знањем са циљем повећања профитабилности компаније. Систематским управљањем знањем, компаније могу обезбедити значајан финансијски учинак и одрживу конкурентску предност.

6. ЗАВРШНА РАЗМАТРАЊА

6.1. НАУЧНА И ДРУШТВЕНА ОПРАВДАНОСТ ИСТРАЖИВАЊА

Ово истраживање доприноси теоријским основама менаџмента знања тако што потврђује да представља стратешку имовину која унапређује организациони учинак и конкурентску предност. Менаџмент знања представља способност организације да интегрише, изгради и реконфигурише интерне и екстерне компетенције које су важне за одрживо пословање.

Резултати истраживања указују на потребу савремених компанија да стављају фокуса на вредност и допринос корпоративног знања како би се унапредиле перформансе и побољшало целокупно пословање.

Са друштвеног становишта, оправданост истраживања заснива се на томе да ефективне праксе менаџмента знања доприносе ефикаснијим и иновативнијим организацијама, које заузврат могу понудити боље производе и услуге друштву. Повећана профитабилност, вођена ефикасним менаџментом знања омогућава организацијама да улажу у развој заједнице, одрживост животне средине и добробит запослених. Дакле, разумевање начина на који менаџмент знања доприноси профитабилности није само побољшање организационих резултата, већ и већ и његовање просперитетнијег и одрживијег друштва.

Такође, спровођење истраживања на тему менаџмента знања има потенцијал да информише доношење политика и организационе праксе у свим секторима. Представљање вредности коју менаџмент знања остварује на профитабилност, менаџери и лидери се охрабрују да дају приоритет улагањима у инфраструктуру знања, образовање и континуирано учење. Ово би могло да доведе до одлука заснованих на информисаности, заснованих на доказима, које не само да

покрећу економски раст, већ се баве и друштвеним изазовима као што су незапосленост, образовање и неједнакост.

Научна и друштвена оправданост истраживања односа менаџмента знања и профитабилности је вишеструка, обухватајући унапређење теоријских знања, унапређење организационе праксе и промоцију друштвеног благостања.

6.2. ПРИМЕНЉИВОСТ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Применљивост резултата истраживања може се односити, пре свега, на стратешко планирање и организациону ефикасност. Компаније могу искористити увид у специфичне праксе менаџмента знања које су повезане са повећаном профитабилношћу како би усавршиле своје системе управљања знањем. То подразумева усвајање напредних технологија за размену знања, успостављање културе усмерене на знање или примену пракси које подстичу иновације и сарадњу. Такође, предузећа могу спроводити интерну ревизију постојећих пракси, идентификујући недостатке и области за побољшање које би могле довести до повећане профитабилности.

Менаџмент знања могуће је применити у организацијама различитих делатности, како на територији Аутономне Покрајине Војводине, тако и на територији Републике Србије. Поред различитих делатности, менаџмент знања могуће је и пожељно применити и у организацијама са различитим бројем запослених, различитом власничком структуром, као и међу запосленима различитог степена образовања.

6.3. ПРОВЕРА ИСПУЊЕНОСТИ ЦИЉА ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања подразумевао је испитивање ајтема у оквиру димензија како би се утврдио утицај менаџмента знања на профитабилност компанија.

Представљањем резултата истраживања, закључује се да је циљ истраживања испуњен, односно испитивањем запослених утврђен је утицај менаџмента знања на профитабилност компанија.

6.3. ПРОВЕРА ПОТВРЂЕНОСТИ ПОСТАВЉЕНЕ ХИПОТЕЗЕ

Добијени и представљени резултати истраживања показују постојање значајних утицаја димензија менаџмента знања на профитабилност компанија. Дакле, закључује се да је потврђена постављена хипотеза која гласи:

H0: Менаџмент знања има статистички значајан утицај на профитабилност компанија.

6.4. ОГРАНИЧЕЊА И ПРАВЦИ ДАЉИХ ИСТРАЖИВАЊА

Када је реч о ограничењима истраживања, примарно ограничење је мала географска покривеност истраживања. Такође, као ограничење може се издвојити величина узорка и индустријске гране које су обухваћене истраживањем. Будућа истраживања требало би да прошире величину узорка и да укључе шири спектар делатности компанија како би се испитало да ли су налази конзистентни у различитим секторима и културним контекстима.

Квантитативне мере за процену менаџмента знања могу превидети квалитативне аспекте менаџмента знања као што су природа дељења знања и праксе сарадње. Будућа истраживања требало би да укључе квалитативне методе како би се стекао дубљи увид у то како се праксе менаџмента знања имплементирају и перципирају унутар компанија.

У овом истраживању нису узимани у обзир екстерни фактори као што су регулаторне промене и динамика

конкуренције. Будућа истраживања требало би да узму у обзир екстерне варијабле како би се разумело како оне утичу на однос менаџмента знања и профитабилности.

Када је реч о правцима даљих истраживања, поред понављања истраживања, неопходно је спровести упоредне студије у различитим земљама и културама које би разјасниле утицај културних димензија на концепт менаџмента знања и његову ефикасност у подстицању профитабилности.

Истраживања која се фокусирају на улогу менаџмента знања у подстицању иновација и њихових накнадних утицаја на профитабилност могу да пруже увид у механизме путем којих знање води до конкурентске предности.

Коначно, значајна област за будућа истраживања може бити испитивање начина на који компаније усвајају и прилагођавају праксу менаџмента знања новим технологијама и утицај тих технологија на организационо учење и профитабилност.

7. ЗАКЉУЧАК

Однос и утицај менаџмента знања на профитабилност компанија обухвата повезаност теоријског и практичног аспекта, нудећи увид за унапређење организационих стратегија и постизање одрживе конкурентске предности. Резултати истраживања потврђују значајну улогу менаџмента знања за организациону профитабилност и нуде смернице за будућа истраживања која су усклађена са изазовима и могућностима дигиталног доба. Како компаније опстају у сложеној економији знања, истраживање наглашава потребу за континуираним иновацијама, етичким управљањем знањем и посвећеношћу употреби знања за економски и друштвени просперитет.

ЗАХВАЛНОСТ

Рад је подржан од стране Покрајинског Секретаријата за Високо образовање АП Војводине. Број пројекта: 142-451-3486/2023-03

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] K. Dalkir, „Knowledge management in theory and practise“, Routledge, 2013.
- [2] M. Filipović, M. Nikolić and V. Ilić, „Razvoj privrede zasnovane na znanju kao faktor povećanja konkurentnosti privrede Srbije“, *Ekonomске теме*, pp. 191-214, 2015.
- [3] G. Bhatt, „Knowledge management in organizations: examining the interaction between technologies, techniques and people“, *Journal of Knowledge Management*, pp. 68-75, 2001.
- [4] R. Dimitrovski, „Menadžment znanja kao poslovna strategija“, *Škola biznisa*, pp. 80-87, 2010.
- [5] M. Mihajlović, P. Stanojević and A. Tešić, „Menadžment znanja kao faktor povećanja efikasnosti organizacije“, *Akcionarstvo*, pp. 5-13, 2018.
- [6] E. Čizmić and K. Bilal, „Primena principa menadžmenta znanja kao katalizator poslovnog uspeha“, *Pregled: časopis za društvena pitanja*, pp. 97-121, 2011.
- [7] S. Makore and C. Eresia-Eke, „Knowledge management as an antecedent of performance in construction firms“, *Journal of Contemporary Management*, pp. 62-85, 2022.
- [8] M. Bettiol, M. Capestro, E. Di Maria and S. Micelli, „Disentangling the link between ICT and Industry 4.0: impacts on knowledge-related performance“, *International Journal of Productivity and Performance Management*, pp. 1076-1098, 2022.
- [9] M. A. Lopez-Cabarcos, S. Srinivasan and P. Vazquez-Rodriguez, „The role of product innovation and customer centricity in transforming tacit and explicit knowledge into profitability“, *Journal of Knowledge Management*, 24(5), pp. 1037-1057, 2020.
- [10] V. Gluvakov, „Analiza uticaja menadžmenta znanja na poslovne performanse preduzeća u Vojvodini“, Master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, 2023.

Адреса аутора: Глуваков Верица, Мастер инжењер менаџмента – сарадник у настави, Технички факултет „Михајло Пупин“, Зрењанин, Буре Ђаковића 66
е-маил: verica.gluvakov@tfzr.rs
Рад примљен: фебруар 2024.
Рад прихваћен: март 2024.

Проф. др Милорад Ранчић

МАРКО ВУКОБРАТ ЈАРИЋ



Марко Вукобрат Јарић је рођен 17. марта 1952. године у Београду у породици крајишких Срба. Отац Војин је био потомак свештеничке породице из крајишког села Пишковца. Мајка Милева такође потиче из познате породице Вукобрат из истог села. Родитељи Милева и Војин имали су и две кћерке Мирјану и Мару које су биле старије од Марка. У знак великог поштовања према мајци од које је наледио природну интелигенцију и многе личне особине Марко је свом презимену додао и њено девојачко презиме Вукобрат.

Након основне школе Марко се уписао у Војну ваздухопловну школу „Маршал Тито“ у Мостару. Школу је завршио 1970. године као њен најбољи ђак. Истовремено је добио и звање војног пилота. Уписао је, затим, студије физике на Природно-математичком факултету Универзитета у Београду. Дипломирао је 1974. године и био најбољи студент у својој генерацији. За изванредне резултате у току студирања награђен је Октобарском наградом Града Београда. Још у време студија Марко је почео да објављује оригиналне научне радове. Успут се бавио и спортом, био је активни џудиста у Џудо клубу „Партизан“.

Године 1974. после завршетка редовних студија Марко Јарић одлази на докторске студије на Градски колеџ Њујорка у Сједињеним Америчким Државама. Докторске студије је са изванредним резултатима завршио 1974. године. Докторирао је код професора Бирмана једног од најпознатијих светских стручњака у области кондензованог стања материје са темом „Теорија група и ренормализациона теорија група структурних фазних прелаза у А-15 системима“. У току докторских студија Марко Јарић је стицао и предавачко искуство као асистент и предавач. Престижна Милерова стипендија коју је добио омогућила му је да у периоду од 1978. до 1980-те године обави постдокторски стаж на Универзитету Калифорније у Берклију. А захваљујући Хумболтовој стипендији Марко Јарић је период од 1982. до 1984. године провео на Слободном Универзитету у Берлину. И тада отпочиње његова изузетна и блистава научна каријера. Марко је прихватио позив да 1983. и 1984. годину проведе као професор по позиву на Државном Универзитету Монтане

у Боземану. У истом звању је годину 1985. провео на Универзитету Северне Дакоте. Следеће 1986. године је изабран за ванредног професора на познатом Тексашком универзитету А и М. На овом универзитету је 1990-те године изабран и у звање редовног професора.

Професор Марко В Јарић је имао изузетно успешну и богату научну каријеру. У периоду од 1983. до 1996. године обавио је краће или дуже боравке у већем броју престижних светских научних институција. Више месеци је провео у Центру за високе научне студије у Бар сир Ивету у Француској и Вајцмановом институту у Израелу. Дуже боравке је реализовао на Универзитету Харвард и Институту за теоријску физику Универзитета Калифорније у Санта Барбери. Као ванредни професор по један семестар школске 1989., 1990. и 1995. године предавао је на Универзитету Калифорније у Санта Крузу. У два наврата 1995. и 1996. године био је и предавач на Универзитету Корнел у Итаки. Професор Марко В. Јарић био је често учесник на многобројним семинарима и научним скуповима. Постао је изузетно поносан када је 1993. године изабран за професора на Универзитету „Никола Тесла“ у Книну у тадашњој Републици Српска Крајина.

Целокупан научно-истраживачки рад Професора Маркла В. Јарића припада теоријској физици и то областима кондензованог стања материје, биофизике и ма тематичке физике. Објављени радови се могу сврстати у следеће подобласти: Изингови модели, теорија група, А-полупроводници, магнетни суперпроводници, полимери, квазикристали, квантни транспорт, фотореактивни материјали, функционал густине. О квалитету истраживачког и научног рада професора Јарића говоре подаци да листа његових публикација има више од 1300 цитата и да је објавио преко 100 радова у најбољим светским часописима. Његове четири књиге монографије представљају основну литературу у области квазикристала. Највреднији научни резултати са којима је достигао врх у физици су: примена теорије просторних група на структурне фазне прелазе, истраживање коегзистенције магнетизма и суперпроводности, теорија равнотеже полимеризације и физика квазикристала.

Радови у области физике квазикристала донели су професору Јарићу славу и научна признања. И данас се сматра да је највећи светски експерт у овој области. Марко Јарић је био руководиоц већег броја научних пројеката које су финансирале водеће научне институције САД-а. Био је рецензент водећих међународних часописа: „Physical Review“, „Physical Review Letters“, и организатор већег броја међународних научних скупова. Био је уводни предавач на трдесетак међународних конференција и ментор докторских дисертација и магистарских теза. Почетком деведесетих година прошлог столећа његове колеге физичари су сматрале да је један од најозбиљнијих кандидата за Нобелову награду због изузетних резултата у области квазикристала.

Урођена обдареност и интелигенција допринеле су да се Марко Јарић формира као личност за коју су поштење, част и понос најише људске вредности. Био је иницијатор и оснивач Удружења Срба у Тексасу и Конгреса српског уједињења. Као уважени члан више удружења Срба у расејању својим активностима значајно је допринео њиховом раду. У тешким временима за српски народ деведесетих година прошлог века био је покретач многобројних протестних скупова, учесник телевизијских емисија и аутор новинских чланака у којима је бранио српске интересе и побољшавао неповољну слику која је тада била створена у америчким медијима. Због тих патриотских настојања, убедљивих и аргументованих ставова у српским круговима у САД-у су га прозвали „хиљаду триста први каплар“.

Професор Марко Вукобрат Јарић је од тешке болести преминуо 25. октобра 1997. године. у Колеџ Стејшну у САД-у. Иза њега су остали супруга Марија и син Војин.

У спомен на овог великана наше науке који је прерано преминуо, његов професор Илија Савић, породица, сарадници и пријатељи основали су „Фонд Проф. др Марко В

Јарић“ који је намењен стипендирању истакнутих истраживача из области физике. Награда се додељује научницима српског порекла, једном годишње, на рођендан Марка Јарића, 17-ог марта. За кратко време ова награда је постала једно од најпрестижнијих признања у област науке. На овај начин се чува успомена на лик и дело човека који је био врхунски научник и велики патриота и хуманиста.



САВЕЗ ИНЖЕЊЕРА И ТЕХНИЧАРА СРБИЈЕ

ПОВЕЉА

Научно-стручни часопис

ДИТ: Друштво, Истраживање, Технологије
Издавач Друштво инжењера Зрењанин

за најбољу  ПУБЛИКАЦИЈУ
СРБИЈЕ

БЕОГРАД

29. март 2024.



ПРЕДСЕДНИК

др Игор Марић, научни саветник

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 Tel: +381 23 580 830
P. fah 3 381 23 589 030
e-mail: info@dec.rs Fax: +381 23 580 831
www.dec.rs +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

 **METREL[®]**



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@gpmpm.rs;
predragmistic@gpmpm.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.