

SPIN
'25



ZBORNİK RADOVA

DIGITALNA TRANSFORMACIJA LANACA SNABDEVANJA U INDUSTRIJI 4.0

6. I 7. NOVEMBAR 2025.

Univerzitet u Beogradu
Fakultet organizacionih nauka

Univerzitet u Beogradu
Fakultet organizacionih nauka
Centar za operacioni menadžment

XV Skup privrednika i naučnika SPIN '25

DIGITALNA TRANSFORMACIJA LANACA
SNABDEVANJA U INDUSTRIJI 4.0

6. i 7. novembar 2025. godine, Beograd, Srbija

ZBORNİK RADOVA



XV Skup privrednika i naučnika SPIN '25
DIGITALNA TRANSFORMACIJA LANACA SNABDEVANJA U
INDUSTRIJI 4.0

Urednici

prof. dr Biljana Cvetić
doc. dr Radul Milutinović

Izdavač

Univerzitet u Beogradu – Fakultet organizacionih nauka, Jove Ilića 154,
Beograd, Srbija
www.fon.bg.ac.rs

Tiraž

100 primeraka

Štampa

Donat Graf d.o.o., Beograd

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд
005:658.7(082)
658:004(082)
005:004(082)

СКУП привредника и научника СПИН (15 ; 2025 ; Београд)

Digitalna transformacija lanaca snabdevanja u industriji 4.0 : zbornik radova / XV Skup privrednika i naučnika SPIN'25, 6. i 7. novembar 2025., Beograd ; [organizatori] Centar za operacioni menadžment [FON-a] [i Privredna komora Srbije - Privredna komora Beograda] ; [urednici Biljana Cvetić, Radul Milutinović]. - Beograd : Univerzitet, Fakultet organizacionih nauka, 2025 (Beograd : Donat Graf). - XII, 584 str. : graf. prikazi, tabele ; 25 cm

Na spor. nasl. str.: Digital transformation of supply chains in industry 4.0. - Tiraž 100. - Str. 1-4: Predgovor / urednici = Foreword / editors. - Predgovor / urednici. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-7680-499-3

a) Ланци снабдевања -- Управљање -- Зборници b) Менаџмент -- Информациона технологија -- Зборници v) Пословање -- Дигитална технологија -- Зборници

COBISS.SR-ID 183598089

University of Belgrade
Faculty of Organizational Sciences
Center for Operations Management

XV Business and Science Conference SPIN '25

DIGITAL TRANSFORMATION OF SUPPLY CHAINS IN
INDUSTRY 4.0

6 – 7 November 2025, Belgrade, Serbia

PROCEEDINGS



XV Business and Science Conference SPIN '25
DIGITAL TRANSFORMATION OF SUPPLY CHAINS IN
INDUSTRY 4.0

Editors

Biljana Cvetić, PhD, Associate Professor
Radul Milutinović, PhD, Assistant Professor

Published by

University of Belgrade – Faculty of Organizational Sciences, Jove Ilića 154
Belgrade, Serbia
www.fon.bg.ac.rs

Circulation

100 copies

Print

Donat Graf d.o.o., Belgrade

PROGRAMSKI ODBOR

Prof. dr Biljana Cvetić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, predsednik

Prof. dr Bernhard Axmann, *Faculty Wirtschaftsingenieur, Technische Hochschule Ingolstadt*, Nemačka

Prof. dr Maja Trstenjak, *University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture*, Hrvatska

Prof. dr Predrag Ćosić, *University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture*, Hrvatska

Prof. dr Vanina Macowski Durski Silva, *Federal University of Santa Catarina*, Brazil

Vidosava Džagić, Privredna komora Srbije – Privredna komora Beograda, Beograd

Daniela Zlatić Šutić, Zavod za intelektualnu svojinu Republike Srbije, Beograd

Prof. dr Amra Kapo, Univerzitet u Sarajevu, Ekonomski fakultet, Bosna i Hercegovina

Prof. dr Aleksandar Marković, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Andrej Lisec, *Faculty of Logistics, University of Maribor*, Slovenija

Prof. dr Barbara Simeunović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Biljana Panić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Biljana Stošić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Bojan Ilić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Bojan Tomić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Boris Delibašić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Branka Novčić Korać, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Veljko Jeremić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Vesna Bogojević-Arsić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Vesna Damnjanović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Vladan Devedžić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Vladimir Obradović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Danica Lečić-Cvetković, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Dejan Petrović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Dejan Simić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Dragan Vasiljević, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Dragana Makajić-Nikolić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Dragana Stojanović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Dragoslav Slović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Dušan Savić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Zoran Rakićević, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Ivan Beker, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka

Prof. dr Ivana Kovačević, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Ivan Luković, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Prof. dr Ivan Tomašević, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Ivana Mijatović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Jasna Petković, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Jelena Anđelković Labrović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Jianxun Cui, *Harbin Institute of Technology, Harbin, Kina*
Prof. dr Jovan Filipović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Lazar Raković, Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici
Prof. dr Lena Đorđević Milutinović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Marija Jović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Marijana Despotović-Zrakić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Marko Mihić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Milan Martić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Miliša Suknović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Milica Kostić-Stanković, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Miloš Danilović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Mladen Čudanov, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Nataša Petrović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Nenad Aničić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Ondrej Jaško, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Sandra Jednak, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Sanja Marinković, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Saša Lazarević, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Svetlana Dabić-Miletić, Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet
Prof. dr Siniša Vlajić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Slađana Benković, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka
Prof. dr Slobodan Antić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

POČASNI ČLANOVI PROGRAMSKOG ODBORA

dr Zoran Radojević, redovni profesor u penziji, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

dr Konstantin Kostić, redovni profesor u penziji, Univerzitet u Beogradu, Fakulteta organizacionih nauka

ORGANIZACIONI ODBOR

Doc. dr Radul Milutinović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, predsednik

Miljana Luković, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, tehnički sekretar

Marija Petrović, Privredna komora Srbije – Privredna komora Beograda, Beograd

Doc. dr Marko Ćirović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Jovana Rakićević, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Teodora Rajković, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Ognjen Anđelić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Nemanja Tulimirović, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Milena Gatić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

mr Dejan Markovski, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Sonja Ivančević, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Marko Pepić, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Aleksandar Koroševski, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

PREDGOVOR

Skup privrednika i naučnika (SPIN) je naučni i stručni skup koji od 2003. godine organizuje Centar za operacioni menadžment Fakulteta organizacionih nauka u Beogradu. Pokretač skupa je bio dr Zoran Radojević (1942-2015), univerzitetski nastavnik sa dugogodišnjim iskustvom uspešnog privrednika. Tokom godina nekoliko skupova je organizovano u saradnji sa Privrednom komorom Srbije. Ovogodišnji, XV Skup privrednika i naučnika SPIN '25, zajednički organizuju Centar za operacioni menadžment FON-a i Privredna komora Srbije – Privredna komora Beograda.

Prateći aktuelne svetske tendove u oblasti operacionog menadžmenta SPIN '25 posvećen je digitalnoj transformaciji lanaca snabdevanja primenom savremenih informaciono-komunikacionih tehnologija industrije 4.0. Tema skupa je „Digitalna transformacija lanaca snabdevanja u industriji 4.0“. Osnovni cilj je razmena ideja, znanja, iskustava, kao i međunarodnih i nacionalnih dobrih praksi i predstavljanje rešenja koja pruža industrija 4.0 u funkciji digitalne transformacije lanaca snabdevanja. Skup predstavlja jedinstven nacionalni forum sa međunarodnim učešćem za diskusiju o aktuelnim pitanjima i razmenu najnovijih informacija i konkretnih rešenja koje operacioni menadžment može da ponudi međunarodnoj, regionalnoj i nacionalnoj poslovnoj praksi.

Industrija 4.0 je prvi put predstavljena u Hanoveru 2011. godine na CeBIT-u, najvećem svetskom sajmu informacionih tehnologija, telekomunikacija, softvera i usluga, kao program naučno-tehnološkog razvoja nemačke industrije, nakon čega je postala globalni međunarodni projekat. Ona se zasniva na naprednim tehnološkim rešenjima čija implementacija u sferi privrede doprinosi unapređenju poslovanja koja obuhvata kontinuiranu digitalizaciju poslovnih funkcija i procesa u različitim privrednim delatnostima. Industrija 4.0 predstavlja zajednički termin za primenu naprednih tehnologija, sistema, koncepata i rešenja u organizaciji lanaca vrednosti. Neke od glavnih komponenti industrije 4.0 su veštačka inteligencija, internet inteligentnih uređaja IoT (Internet of Things), blockchain, Big Data, robotika, Cloud Computing, proširena realnost, aditivna proizvodnja, sajber sigurnost, itd. Lanci snabdevanja su pogodan ambijent za primenu tehnologija industrije 4.0 i stoga se poslednjih godina sve više koristi termin lanci snabdevanja 4.0. Lanac snabdevanja 4.0 podrazumeva reorganizaciju svih procesa unutar lanca (planiranje, snabdevanje, proizvodnju, isporuku i povratne tokove) korišćenjem tehnologija industrije 4.0.

Zbornik radova XV Skupa privrednika i naučnika SPIN '25 sadrži radove koji su recenzirani i prihvaćeni za izlaganje na skupu, a raspoređeni su u sledeće tematske oblasti:

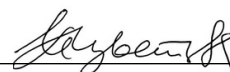
- Digitalni trendovi u operacionom menadžmentu;
- Upravljanje logistikom i lancima snabdevanja;
- Napredna i inteligentna proizvodnja;
- Upravljanje proizvodnjom i uslugama;
- Lin i kaizen menadžment;

- Informacioni sistemi preduzeća;
- Upravljanje poslovnim procesima;
- Upravljanje inovacijama;
- Ekološki menadžment i zelena tranzicija;
- Menadžment tehnologije i održivi razvoj;
- Kvantitativne metode u operacionom menadžmentu;
- Primena veštačke inteligencije u poslovanju;
- Organizaciono restrukturiranje i upravljanje promenama;
- Menadžment kvaliteta i standardizacija;
- Upravljanje projektima;
- Marketing menadžment i poslovne komunikacije;
- Finansijski menadžment, revizija i računovodstvo;
- Upravljanje ljudskim resursima.

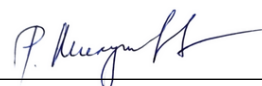
Zbornik radova sadrži i radove plenarnih i uvodnih predavača XV Skupa privrednika i naučnika SPIN '25, kojima se posebno zahvaljujemo za učešće na skupu.

Beograd, 7. novembar 2025. godine

Urednici



prof. dr Biljana Cvetić
Predsednik Programskog odbora



doc. dr Radul Milutinović
Predsednik Organizacionog odbora

FOREWORD

The Business and Science Conference (SPIN) is a scientific and professional conference organized by the Center for Operations Management at the University of Belgrade – Faculty of Organizational Sciences since 2003. The conference was initiated by Dr Zoran Radojević (1942-2015), a university professor with longstanding experience as a successful entrepreneur. Over the years, several conferences were organized in cooperation with the Chamber of Commerce and Industry of Serbia. This year's XV Business and Science Conference – SPIN '25 is jointly organized by the Center for Operations Management of FON and the Chamber of Commerce and Industry of Serbia – Belgrade Chamber of Commerce.

Following global trends in operations management, SPIN '25 is dedicated to the digital transformation of supply chains through the application of modern information and communication technologies associated with Industry 4.0. The conference theme is "Digital Transformation of Supply Chains in Industry 4.0." Its primary objective is to facilitate the exchange of ideas, knowledge, and experience, to showcase national and international good practices, and to present solutions that Industry 4.0 enables in the digital transformation of supply chains. The conference provides a unique national forum with international participation for discussing current issues and exchanging the latest information and practical solutions that operations management offers to international, regional, and national business practices.

Industry 4.0 was first introduced at CeBIT in Hannover in 2011, the world's largest trade fair for information technologies, telecommunications, software, and services. It was presented as a programme for the scientific and technological advancement of German industry, after which it developed into a global project. It encompasses advanced technological solutions whose implementation in the business sector contributes to the improvement of operations, including the continuous digitalization of business functions and processes across various industries. Industry 4.0 is a collective term for the application of advanced technologies, systems, concepts, and solutions in the organization of value chains. Some of the main components of Industry 4.0 include artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), blockchain, Big Data, robotics, Cloud Computing, augmented reality, additive manufacturing, and cybersecurity, among others. Supply chains provide a suitable environment for the application of Industry 4.0 technologies; accordingly, the term Supply Chain 4.0 has been increasingly used in recent years. Supply Chain 4.0 implies the reorganization of all processes within the chain (planning, sourcing, production, delivery, and reverse flows) through the adoption of Industry 4.0 technologies.

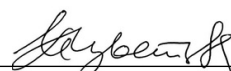
The Proceedings of the XV Business and Science Conference SPIN '25 contain papers that were peer-reviewed and accepted for presentation at the conference. They are organized into the following thematic areas:

- Digital Trends in Operations Management
- Logistics and Supply Chain Management
- Advanced and Intelligent Manufacturing
- Production and Service Management
- Lean and Kaizen Management
- Enterprise Information Systems
- Business Process Management
- Innovation Management
- Environmental Management and Green Transition
- Technology Management and Sustainable Development
- Quantitative Methods in Operations Management
- Application of Artificial Intelligence in Business
- Organizational Restructuring and Change Management
- Quality Management and Standardization
- Project Management
- Marketing Management and Business Communications
- Financial Management, Auditing, and Accounting
- Human Resource Management

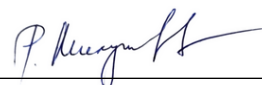
The Proceedings also include contributions from the plenary and invited speakers of the XV Business and Science Conference SPIN '25, to whom we convey our special appreciation for their participation in the conference.

7 November 2025, Belgrade

Editors



Prof. Biljana Cvetić, PhD
Chair of the Program Committee



Asst. Prof. Radul Milutinović, PhD
Chair of the Organizing Committee

ZAHVALNICA

Centar za operacioni menadžment Fakulteta organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu se zahvaljuje sledećim institucijama, kompanijama i pojedincima koji su podržali realizaciju XV Skupa privrednika i naučnika SPIN '25:

- Privrednoj komori Srbije – Privrednoj komori Beograda
- kompaniji *Milsped Group*
- kompaniji *SistemIV*
- kompaniji Knjaz Miloš
- kompaniji *Nescafe*
- svim volonterima i učesnicima

ACKNOWLEDGMENT

Operations Management Center for the Faculty of Organizational Sciences, University of Belgrade, expresses gratitude to the following institutions, companies and individuals that gave support to the realization of the XV Business and Science Conference SPIN '25:

- Chamber of Commerce and Industry of Serbia – Belgrade Chamber of Commerce
- company *Milsped Group*
- company *SistemIV*
- company Knjaz Miloš
- company *Nescafe*
- all the volunteers and participants

SADRŽAJ

PLENARNA PREDAVANJA	1
DIGITALNA TRANSFORMACIJA VOJNE LOGISTIKE	2
<i>DRAGAN VASILJEVIĆ</i>	<i>2</i>
AUTOMATIZACIJA KANCELARIJSKOG POSLOVANJA I LANCA SNABDEVANJA: OD ISTORIJSKIH KORENA RPA-A DO PLATFORMSKI VOĐENE BUDUĆNOSTI	12
<i>BERNHARD AXMANN</i>	<i>12</i>
AI I AUTOMATIZACIJA U LOGISTICI – PREGLED INOVACIJA U LANCU SNABDEVANJA ...	13
<i>LUKA JAKOVljeVIĆ.....</i>	<i>13</i>
PREDAVANJA PO POZIVU	14
DIGITALNA TRANSFORMACIJA PLANIRANJA OPERACIJA: KONCEPT TEHNOLOGIJE DIGITALNOG BLIZANCA	15
<i>ZORAN RAKIČEVIĆ</i>	<i>15</i>
LIN PROIZVODNJA I INDUSTRIJA 4.0: BIBLIOMETRIJSKA ANALIZA RAZVOJA I PERSPEKTIVA	24
<i>IVAN TOMAŠEVIĆ</i>	<i>24</i>
HIJERARHIJSKA ANALIZA KRITERIJUMA SELEKCIJE POSLOVNIH PROCESA ZA UNAPREĐIVANJE U DIGITALNOJ TRANSFORMACIJI	32
<i>DRAGANA STOJANOVIĆ</i>	<i>32</i>
UTICAJ VEŠTAČKE INTELIGENCIJE I DIGITALIZACIJE NA RAČUNOVODSTVO I REVIZIJU U REPUBLICI SRBIJI	40
<i>VELJKO DMITROVIĆ</i>	<i>40</i>
UPRAVLJANJE LOGISTIKOM I LANCIMA SNABDEVANJA	48
DIGITALNA TRANSFORMACIJA LANACA SNABDEVANJA U KONTEKSTU INDUSTRIJE 4.0 I INDUSTRIJE 5.0.....	49
<i>VIDOSAV MAJSTOROVIĆ, STANA BEKČIĆ</i>	<i>49</i>
ULOGA PAMETNOG PAKOVANJA U DIGITALNOJ TRANSFORMACIJI LANACA SNABDEVANJA	57
<i>SVETLANA DABIĆ-MILETIĆ, MLADEN BOŽIĆ, NIKOLA PAVLOV.....</i>	<i>57</i>
LITERATURE REVIEW OF HEURISTIC AND METAHEURISTIC METHODS FOR THE CLP AND ITS PERSPECTIVES FOR THE PHYSICAL INTERNET	65
<i>FERNANDO BORGES RANGEL, VANINA MACOWSKI DURSKI SILVA</i>	<i>65</i>
PROPOSAL FOR A DIGITAL MATURITY ASSESSMENT FRAMEWORK FOR THE ADOPTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LOGISTICS BACK-OFFICE.....	74
<i>VANINA MACOWSKI DURSKI SILVA, THÁLITA SABRINA PEREIRA, NICOLLE DAMSCHI DOLFINI.....</i>	<i>74</i>

SINERGIJSKI EFEKTI DIGITALNE TRANSFORMACIJE I ODRŽIVOSTI NA SAVREMENE LANCE SNABDEVANJA	83
<i>STEFAN UGRINOV, DRAGAN ČOČKALO, MIHALJ BAKATOR, SANJA STANISAVLJEV.....</i>	<i>83</i>
MOGUĆNOSTI PRIMENE ROBOTSKE AUTOMATIZACIJE PROCESA U LANCIMA SNABDEVANJA	90
<i>JOVAN PETRONIJEVIĆ, MILJANA LUKOVIĆ, BILJANA CVETIĆ, MILOŠ DANILOVIĆ</i>	<i>90</i>
LANACI SNABDEVANJA KAO JEDAN OD KLJUČNIH STRATEŠKIH POKRETAČA CARINA I CARINSKIH SLUŽBI.....	98
<i>BOJAN VUKOVIĆ, TIJANA MILANOVIĆ</i>	<i>98</i>
ADVANCING RETAIL EFFICIENCY: EVIDENCE FROM CASE STUDIES ON AUTOMATIC REPLENISHMENT SYSTEMS.....	105
<i>GORAN AVLIJAS.....</i>	<i>105</i>
STRATEGIJE ELASTIČNOSTI U FARMACEUTSKIM LANCIMA SNABDEVANJA	113
<i>ANĐELA ZDRAVIĆ, BILJANA CVETIĆ, MILJANA LUKOVIĆ.....</i>	<i>113</i>
 NAPREDNA I INTELIGENTNA PROIZVODNJA	 122
EDUKATIVNI POTENCIJAL SOFTVERA OPR-MAN U NASTAVI PLANIRANJA MATERIJALNIH POTREBA	123
<i>ANA SAMARDŽIĆ, MILJANA LUKOVIĆ, MILOŠ DANILOVIĆ.....</i>	<i>123</i>
 UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM I USLUGAMA.....	 131
PRIMENA DIGITALNIH TEHNOLOGIJA U UPRAVLJANJU PROIZVODNJOM I PRUŽANJEM USLUGA U FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI	132
<i>ANĐELA ZDRAVIĆ, TEODORA RAJKOVIĆ, DANICA LEČIĆ-CVETKOVIĆ.....</i>	<i>132</i>
PRIMENA KPI ZA UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA NABAVKOM U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI	141
<i>TEODORA BRKIĆ, DANICA LEČIĆ-CVETKOVIĆ, TEODORA RAJKOVIĆ</i>	<i>141</i>
SPREŠIT APLIKACIJA ZA UPRAVLJANJE MATERIJALNIM I NEMATERIJALNIM TOKOVIMA U KETERING PREDUZEĆU	149
<i>PETAR NEDEJKOVIĆ, DR SLOBODAN ANTIĆ, DR LENA ĐORĐEVIĆ MILUTINOVIĆ.....</i>	<i>149</i>
UTICAJ MOTIVACIONIH FAKTORA NA RAZVOJ PREDUZETNIČKIH NAMERA U REPUBLICI SRBIJI	157
<i>TAMARA KOSTIĆ, ZORAN RAKIĆEVIĆ, OGNJEN ANĐELIĆ, NEMANJA MILENKOVIĆ.....</i>	<i>157</i>
KOMPARATIVNA ANALIZA UTICAJA RAZLIČITIH FAZI SKUPOVA NA FAZI ABC/XYZ KATEGORIZACIJU ZALIHA	166
<i>ZORAN RAKIĆEVIĆ, ALEKSANDAR RAKIĆEVIĆ, OGNJEN ANĐELIĆ.....</i>	<i>166</i>

DIGITALNI TRENDVI U OPERACIONOM MENADŽMENTU	174
POKRETAČI I INHIBITORI LCNC RAZVOJA SOFTVERA U KONTEKSTU DIGITALNE TRANSFORMACIJE.....	175
<i>LENA ĐORĐEVIĆ MILUTINOVIĆ, LAZAR RAKOVIĆ, AMRA KAPO.....</i>	<i>175</i>
DETERMINANTE KOMPETENCIJA I ULOGA KORISNIKA	184
POWER BI ALATA U SRBIJI	184
<i>ALEKSANDRA DACEVIĆ, LENA ĐORĐEVIĆ MILUTINOVIĆ, SLOBODAN ANTIĆ.....</i>	<i>184</i>
INFORMACIONI SISTEMI PREDUZEĆA	192
GENERISANJE POSLOVNE LOGIKE SOFTVERSKOG SISTEMA KORIŠĆENJEM SILAB GENERATORA.....	193
<i>ANA KORUNOVIĆ, MILOŠ MILIĆ, DUŠAN SAVIĆ, SINIŠA VLAJIĆ.....</i>	<i>193</i>
GENERISANJE DOKUMENTACIJE POSLOVNE LOGIKE U HTML FORMATU KORIŠĆENJEM SILAB GENERATORA	202
<i>SONJA VUKOJIČIĆ, ANA KORUNOVIĆ, MILOŠ MILIĆ, SINIŠA VLAJIĆ</i>	<i>202</i>
ZAŠTITA LIČNIH PODATAKA PACIJENATA U ZDRAVSTVENIM USTANOVAMA: TREUTNO STANJE I PERSPEKTIVE UNAPREĐENJA	209
<i>TEODORA STAMENKOVIĆ, MARIJA BOGIĆEVIĆ SREtenović, BOJAN JOVANOVIĆ, PETAR ILIĆ</i>	<i>209</i>
GUARDRAIL MEHANIZMI U EDUKATIVNIM PLATFORMAMA ZA PROGRAMIRANJE ZASNOVANIM NA VELIKIM JEZIČKIM MODELIMA.....	217
<i>FILIP STAMENKOVIĆ, JELICA STANOJEVIĆ, BOJAN JOVANOVIĆ, MARIJA BOGIĆEVIĆ SREtenović.....</i>	<i>217</i>
ANALIZA PROCESA AKREDITACIJE NA FAKULTETU ORGANIZACIONIH NAUKA.....	224
<i>ANA KORUNOVIĆ, MILOŠ MILIĆ, ILIJA ANTOVIĆ, SINIŠA VLAJIĆ.....</i>	<i>224</i>
PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U POSLOVANJU.....	232
ZERO-SHOT SISTEMI PREPORUKE SA VEKTORSKOM PRETRAGOM	233
<i>MILOŠ MILIĆEVIĆ, DANICA IVKOVIĆ, JOVAN TODOROVIĆ, ANDRIJA PETROVIĆ.....</i>	<i>233</i>
PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U POSLOVANJU SA OSVRTOM NA LANCE SNABDEVANJA I LOGISTIKU.....	241
<i>BOJAN DJURIĆ.....</i>	<i>241</i>
EXPLORING MATURITY IN INFORMATION SYSTEMS AND IMPACT OF AI	250
<i>MARIJA ĐUKIĆ, ALEKSANDRA SREtenović, SLADAN BABAROGIĆ.....</i>	<i>250</i>
KONCEPTUALNI OKVIR ZA PROŠIRENJE APLIKACIJE QUANTA MODULOM ZA GENERISANJE APSTRAKATA	258
<i>MILICA BAČIĆ, DRAGICA LJUBISAVLJEVIĆ, SINIŠA VLAJIĆ</i>	<i>258</i>

UPRAVLJANJE INOVACIJAMA.....	267
PRIMENA KANO MODELA U RAZVOJU INOVATIVNOG REŠENJA.....	268
<i>RADUL MILUTINOVIĆ, TEODORA ŽIVANOVIĆ, BILJANA STOŠIĆ.....</i>	<i>268</i>
PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE I GDPR U SAVREMENOM POSLOVANJU	276
<i>MIRJANA DEJANOVIĆ.....</i>	<i>276</i>
EKOLOŠKI MENADŽMENT I ZELENA TRANZICIJA.....	286
BOW-TIE PRISTUP U PROCENI RIZIKA OD POPLAVA I IZGRADNJI OTPORNOSTI	287
<i>JELENA ANDREJA RADAKOVIĆ, DRAGANA MAKARIĆ-NIKOLIĆ, NATAŠA PETROVIĆ.....</i>	<i>287</i>
KLIMATSKE PROMENE I ODRŽIVI EKOLOŠKI MENADŽMENT.....	295
<i>UROŠ DROBNJAKOVIĆ, MARKO ČIROVIĆ.....</i>	<i>295</i>
OBUKA I EDUKACIJA ZAPOSLENIH ZA SPROVOĐENJE EKOLOŠKIH POSLOVNIH PRAKSI	302
<i>NIKOLA ĐORĐEVIĆ, MARKO ČIROVIĆ</i>	<i>302</i>
PERCEPCIJA POTROŠAČA O EKOLOŠKIM AKTIVNOSTIMA PROIZVODNIH KOMPANIJA U SRBIJI	310
<i>ANJA VUČIĆ.....</i>	<i>310</i>
TEHNOLOŠKI MENADŽMENT I ODRŽIVI RAZVOJ.....	319
DIGITALIZACIJA U TURIZMU I OBUKA PRUŽAOCA USLUGA	320
<i>RUŽICA MIRKOVIĆ, SANJA MARINKOVIĆ.....</i>	<i>320</i>
RODNA RAVNOPRAVNOST U DIGITALNO DOBA	328
<i>JOVANA ŠUTONJA, JASNA PETKOVIĆ</i>	<i>328</i>
AKADEMSKO PREDUZETNIŠTVO I PREDUZETNIČKI UNIVERZITET: PREDLOG OKVIRA ZA POREĐENJE ZEMALJA	336
<i>JOVANA KOJIĆ, VLADIMIR RADOVANOVIĆ</i>	<i>336</i>
ZELENA EKONOMIJA I ODRŽIVI RAZVOJ – KOMPARATIVNA ANALIZA SRBIJE I SLOVENIJE	344
<i>MLADEN MIHAJLOVIĆ, JASNA PETKOVIĆ.....</i>	<i>344</i>
BIBLIOMETRIJSKA ANALIZA INTERDISCIPLINARNOSTI IZMEĐU	352
PROJEKTOG MENADŽMENTA, EKOLOGIJE I ODRŽIVOG RAZVOJA	352
<i>SARA STOJILJKOVIĆ, NATAŠA PETROVIĆ</i>	<i>352</i>
LIN I KAIZEN MENADŽMENT	359
UNAPREĐIVANJE PROIZVODNIH PROCESA PRIMENOM LIN KONCEPATA SMANJENJA VELIČINE SERIJE I GRUPISANJA KAPACITETA	360
<i>NEMANJA TULIMIROVIĆ, IVAN TOMAŠEVIĆ, MILENA GATIĆ, DRAGOSLAV SLOVIĆ</i>	<i>360</i>

LEAN IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY: REVIEW OF KEY STUDIES	368
<i>MILENA GATIĆ, BARBARA SIMEUNOVIĆ, NEMANJA TULIMIROVIĆ, Marija ĆIRIĆ.....</i>	<i>368</i>
LIN STRATEGIJA: OD ODABIRA PRISTUPA DO EFEKATA IMPLEMENTACIJE.....	376
<i>Marija ĆIRIĆ, DRAGANA STOJANOVIĆ, BARBARA SIMEUNOVIĆ, IVONA MILANOVIĆ.....</i>	<i>376</i>
FAKTORI USPEŠNOSTI ZA IMPLEMENTACIJU LIN KULTURE.....	384
<i>ALEKSANDRA DACEVIĆ</i>	<i>384</i>
 UPRAVLJANJE POSLOVNIM PROCESIMA.....	 392
 POBOLJŠANJE EFIKASNOSTI PROCESA IZBORA LOKACIJE PRIMENOM DEA METODE .	393
<i>ILIJA IVEZIĆ, Marija ĆIRIĆ, MILOŠ DANILOVIĆ.....</i>	<i>393</i>
 MENADŽMENT KVALITETA I STANDARDIZACIJE	 401
 PROCESS MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN INDUSTRY 5.0 ...	402
<i>NEDELJKA ŽIVKOVIĆ, MAJA GLOGOVAC.....</i>	<i>402</i>
EFEKTI KVALITETA USLUGE I EMOCIONALNIH REAKCIJA NA ZADOVOLJSTVO I	
LOJALNOST BANKARSKIH KLIJENATA.....	411
<i>IGOR MILOJEVIĆ, DRAGANA REJMAN PETROVIĆ, IVANA NEDELJKOVIĆ.....</i>	<i>411</i>
 MARKETING MENADŽMENT I POSLOVNE KOMUNIKACIJE.....	 421
 MEDICINSKI TURIZAM I DIGITALNA TRANSFORMACIJA U OBLASTI REPRODUKTIVNE	
MEDICINE U REPUBLICI SRBIJI	422
<i>BILJANA ĐORĐEVIĆ, RADMILA JANIČIĆ</i>	<i>422</i>
PATIENT VALUE CO-CREATION ON DIGITAL HEALTHCARE PLATFORM: ORION HEALTH	
CASE STUDY	429
<i>VESNA DAMNJANOVIĆ, JASMINA DLACIĆ, JANA PLIŠKO</i>	<i>429</i>
IMPLEMENTACIJA CHATBOTA U MARKETING KOMUNIKACIJI.....	437
<i>VANJA UROŠEV, IVA ŠIĐANIN, JELENA SPAJIĆ, DANIJELA LALIĆ.....</i>	<i>437</i>
GOOD PRACTICES IN THE COMMUNICATION AND DISSEMINATION OF SIGNIFICANT	
RESULTS OF EU-FUNDED PROJECTS	445
<i>SANDRA KOLARIĆ, JELENA SPAJIĆ, MLADEN RADIŠIĆ, DANIJELA LALIĆ, MAJA RADIŠIĆ</i>	<i>445</i>
 UTICAJ INFLUENSER MARKETINGA NA POVEĆANJE PRODAJE	 453
<i>MILICA MILOŠEVIĆ, BRANKA NOVČIĆ-KORAĆ.....</i>	<i>453</i>
INFLUENSER MARKETINGA U DIGITALNOM LANCU SNABDEVANJA MODNIH	
BRENDOVA	461
<i>NINA ĐURIĆ, BRANKA NOVČIĆ KORAĆ</i>	<i>461</i>
TRENDOVI I IDENTIFIKACIJA CILJNIH GRUPA U TURIZMU I UGOSTITELJSTVU	470
<i>NEVENA PETROVIĆ, SLAVICA CİCVARIĆ KOSTIĆ, JOVANA KOJIĆ, IVAN TODOROVIĆ.....</i>	<i>470</i>

UPRAVLJANJE LJUDSKIM RESURSIMA	478
TIMSKI RAD U FUNKCIJI RAZVOJA ZAPOSLENIH NA PRIMERU IT KOMPAJNE	479
<i>IVANA IVANOVIĆ, JELENA ANĐELKOVIĆ LABROVIĆ.....</i>	<i>479</i>
UPRAVLJANJE LJUDSKIM RESURSIMA I BEZBEDNOST U PODZEMNOJ EKSPLOATACIJI RUDNIH LEŽIŠTA.....	486
<i>SANJA BAJIĆ, KATARINA UROŠEVIĆ, LUKA CRNOGORAC, BRANKO GLUŠČEVIĆ</i>	<i>486</i>
UPRAVLJANJE PROJEKTIMA.....	494
UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U KULTURNOM SEKTORU U ERI DIGITALNE TRANSFORMACIJE: PREGLED LITERATURE	495
<i>DRAGANA PANTIĆ, DRAGAN BJELICA</i>	<i>495</i>
PROJECT MANAGEMENT IN THE INDUSTRY 4.0 AND 5.0: A COMPARATIVE ANALYSIS OF RECENT PMBOK EDITIONS	502
<i>PETAR STANIMIROVIĆ, DEJAN PETROVIĆ, TEA BOROZAN.....</i>	<i>502</i>
DIGITAL TRANSFORMATION PROJECTS THROUGH THE LENS OF PUBLIC AND PRIVATE SECTORS	511
<i>KATARINA PETROVIĆ, DRAGAN BJELICA</i>	<i>511</i>
FINANSIJSKI MENADŽMENT, REVIZIJA I RAČUNOVODSTVO	519
PREDICTING STOCK PRICES IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY WITH A DEEP LEARNING ALGORITHM	520
<i>KATARINA NEDOVIĆ, MILOŠ MILOSAVLJEVIĆ, ŽELJKO SPASENIĆ, NEMANJA MILANOVIĆ.....</i>	<i>520</i>
DIGITALNA PLATFORMA KAO SREDSTVO ZA POBOLJŠANJE KORISNIČKOG ISKUSTVA U FINANSIJSKIM USLUGAMA – PRIMERI IZ SRBIJE	526
<i>FILIP MARKOVIĆ</i>	<i>526</i>
ANALIZA POSLOVNIH STRATEGIJA KARTIČNIH ŠEMA NA NACIONALNOM TRŽIŠTU PRIMENOM TEORIJE IGARA.....	534
<i>MILAN MARTINOVIĆ, BILJANA PANIĆ, NATAŠA KONTREC</i>	<i>534</i>
ANALIZA KURSA SRPSKOG DINARA U ODNOSU NA EVRO PRIMENOM ANALIZE VREMENSKIH SERIJA	542
<i>PAVLE GRUJIĆ, MILICA MARIČIĆ, MARINA IGNJATOVIĆ, NIKOLA DRINJAK</i>	<i>542</i>
ORGANIZACIONO RESTRUKTUIRANJE I UPRAVLJANJE PROMENAMA	550
IZAZOVI UPRAVLJANJA PROMENAMA PRI IMPLEMENTACIJI DIGITALNIH TEHNOLOGIJA	551
<i>BOJANA VASIĆ, IZTOK PODBREGAR, POLONA ŠPRAJC</i>	<i>551</i>

NEW VIEW ON THE FAMILY BUSINESS SUCCESS FACTORS ANALYSIS FOR THE INDUSTRY 4.0 ENVIRONMENT	561
<i>LULI MILOŠ, MLADEN ČUDANOV, EMILIJA JEREMIĆ</i>	<i>561</i>
KULTUROLOŠKE DIMENZIJE POSLOVANJA EVROPSKIH KOMANIJA U ISTOČNOJ AZIJI	571
<i>MILO VUJIČIĆ, NEMANJA BACKOVIĆ, BOJAN ILIĆ.....</i>	<i>571</i>
PROMJENA NAČINA RAZMIŠLJANJA I PONAŠANJA ZAPOSLENIH KAO PREDUSLOV ZA USPJEŠNU DIGITALNU TRANSFORMACIJU	578
<i>JOVAN KRIVOKAPIĆ, STEFAN KOMAZEC, ONDREJ JAŠKO.....</i>	<i>578</i>

PLENARNA PREDAVANJA

DIGITALNA TRANSFORMACIJA VOJNE LOGISTIKE

DIGITAL TRANSFORMATION OF MILITARY LOGISTICS

Dragan Vasiljević

Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
dragan.vasiljevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-1140-089X

Rezime: Cilj rada je da ukaže na tok i dinamiku digitalizacije vojne logistike, kao i na uticaj koji ona ima na razvojne trendove u oblasti industrijske i poslovne logistike i upravljanja lancima snabdevanja. Metodološki postupak koji je primenjen tokom istraživanja obuhvata prikupljanje i analizu raspoloživih vojnih dokumenta i izvora, a oslanja se i na više od tri decenije iskustva autora u istraživanjima u ovoj oblasti. Osnovno ograničenje sa kojim se autor suočio tokom realizacije istraživanja je ograničenost pristupa autentičnim vojnim logističkim programima, planovima i dokumentima, posebno onim koji se odnose na benčmarkove sa Istoka (tj. na Rusku federaciju i Narodnu republiku Kinu). Jedan deo rada se odnosi na prikaz razvoja logistike i pratećih logističkih disciplina na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu tokom poslednjih tridesetpet godina.

Ključne reči: računarski upravljana logistička podrška, podrška u životnom veku, troškovi u životnom veku, logistika 4.0, sajber-fizički sistem, digitalni lanac vrednosti.

Abstract: The aim of the work is to indicate the course and dynamics of digitalization of military logistics, as well as the impact it has on development trends in the field of industrial and business logistics and supply chain management. The methodological procedure applied during this research includes the collection and analysis of available military documents and sources and relies on more than three decades of experience of the author in research in this field. The main limitation that the author faced during the realization of the research is the limited access to authentic military logistics programs, plans and documents, especially those related to benchmarks from the East (i.e. the Russian Federation and People's Republic of China). One part of the paper refers to the presentation of the development of logistics and related logistics disciplines at the Faculty of Organizational Sciences in Belgrade during the last thirty-five years.

Keywords: computer aided logistics support, life cycle support, life cycle cost, logistics 4.0, cyber-physical system, digital value chain.

1. UVOD

Misija logističkog sistema savremeno organizovane vojske je da obezbedi resurse za pružanje pravovremene i digitalnim putem integrisane podrške neophodne za uspešno izvršavanje vojnih operacija, pri čemu se ostvaruje projektovani nivo efektivnosti složenih tehničkih sistema i minimiziraju troškovi u životnom ciklusu LCC (*Life Cycle Cost*) raspoloživih borbenih i neborbenih sistema. Kao osnovni procesi logističkog sistema

vojske definisani su tehničko održavanje, snabdevanje, transport i pružanje širokog spektra usluga i to: obezbeđenje neophodne infrastrukture, zdravstveno-medicinske usluge, obezbeđenje sanitarno-higijenskih uslova, poštanske usluge i usluge dostave, upravljanje povratnim materijalnim tokovima, itd.

Postoji i čitav spektar procesa koji ne pripadaju osnovnom ili užem jezgu logističkog domena, ali su od značaja za izvršavanje misije vojne logistike, kao što su finansije i budžetiranje, standardizacija, interoperabilnost, obaveštajni rad, itd. Poslednjih nekoliko decenija od najvećeg značaja za uspešno izvršavanje logističkih operacija su razvoj savremenih informacionih i telekomunikacionih sistema i digitalizacija u oblasti logistike koja je u funkciji obezbeđenja svojstva integrativnosti logističke podrške. Bez sveobuhvatne i tzv. bešavne (*seamless*) integracije elementa podrške danas se više ne može govoriti o logističkoj funkciji unutar vojske ili bilo kog drugog organizacionog sistema. Računari, informacione tehnologije i servisi koji integrišu elemente logističke podrške doneli su fundamentalnu razliku u načinu planiranja, organizovanja i izvršavanja savremene logističke funkcije u odnosu na tradicionalnu i višedecenijsku organizaciju vojne logistike poznate kao pozadinsko obezbeđenje. Osnovni principi na kojima se zasniva digitalna transformacija savremenih logističkih sistema su (North Atlantic Treaty Organization [NATO], 2025):

- apsolutni prioritet zahteva koji se odnose na izvršavanje određene misije ili operacije;
- pouzdanost i zaštita tajnosti logističkih podataka;
- ostvarivanje visokog nivoa saradnje između aktera uključenih u kolektivne logističke procese;
- fleksibilnost u smislu adaptacije i brzog prilagođavanja nepredvidivim promenama u okruženju;
- ostvarivanje balansa između efektivnosti i efikasnosti logističkih operacija;
- transparentnost i pravovremenost logističkih procesa;
- potpuna vidljivost operacija i procesa unutar linija snabdevanja;
- puna usaglašenost logističkih informacionih sistema, itd.;

Rad je struktuiran na sledeći način: u drugom delu rada se daje kondenzovani pregled razvoja logističke funkcije u okviru *NATO* saveza sa ključnim događajima koji su determinisali i usmerili taj razvoj. Treći deo rada ukazuje na ulogu i strukturu logističkog koncepta *CALS* koji predstavlja formalni okvir *NATO* digitalizacije i analizira posledice koje digitalizacija vojnih logističkih sistema ima po civilni, privredni i obrazovni sektor. Četvrti deo rada ističe ključne aktere razvoja logistike i srodnih naučnih disciplina na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu imajući u vidu da je 2025. godina jubilara i da se tokom nje obeležava 35 godina od uvođenja logistike u nastavne programe fakulteta. Na kraju se daju zaključna razmatranja i spisak korišćene literature.

2. RAZVOJ LOGISTIKE NATO SAVEZA

Poslednje četiri decenije, tj. period 1985.-2025. god., odlikuje izrazito intenzivna i dinamična transformacija logističkog sistema NATO saveza. 1985. je godina koja označava početak operativne primene logističkog koncepta *CALS (Computer Aided Logistics Support)* najpre u okviru oružanih snaga SAD, a nekoliko godina kasnije *CALS* postaje obavezni standard za sve zemlje članice Alijanse. Pomenuta godina je značajna i po tome što američki *DLSC (Defence Logistics Service Center)* u sastavu Ministarstva odbrane *DoD (Department of Defence)* pokreće projekat *MEDALS (Military Engineering Data Asset Locator System)* i rad na razvoju i implementaciji baze tehničkih podataka sa ciljem unapređenja procesa projektovanja, održavanja i modernizacije tehničkih sistema koje koristi vojska.

U razvoju logistike zemalja članica NATO-a može se identifikovati nekoliko ključnih perioda (NATO, 2025). Prva faza se odnosi na period tokom tzv. „hladnog rata“ sa zemljama članicama Varšavskog ugovora. Tokom tog perioda (1947.-1991.), koji odlikuju snažne političke i vojne tenzije, NATO logistika je bila ograničena na Severno-atlantsko područje, a odgovornost za funkcionisanje logističkog sistema Alijanse je bila isključivo na nacionalnim nivoima, tj. na zemljama članicama saveza. Jasno definisana i ustrojena inter-armijska integrativna komponenta nije postojala. Ono što jedino jeste bilo zajedničko su bili sistem snabdevanja gorivom, tzv. *NATO Pipeline System*, ukupne dužine oko 10 000 km i *NAMSA (NATO Maintenance and Supply Agency)* sa sedištem u Luksemburgu koja se bavila održavanjem složenih borbenih sistema i snabdevanjem rezervnim delovima.

Od decembra 1995. god. tokom operacija *IFOR-a (Implementation Force)* i kasnije snaga pod imenom *SFOR (Stabilization Force)* u Bosni i Hercegovini i *KFOR-a (Kosovo Force)* na području Kosova i Metohije, a kao posledica specifičnosti uloge tih oružanih snaga došlo je strukturnih i organizacionih promena u logistici NATO saveza. Uočena je potreba za višim nivoom multinacionalne logističke saradnje, a agencija *NAMSA* je postala organizacioni deo *NSPA (NATO Support and Procurement Agency)*. Osnovni logistički procesi koji su u domenu odgovornosti *NSPA* su:

- snabdevanje gorivom i energentima;
- strateški transport i skladištenje;
- nabavka tehničkih sistema i upravljanje njihovim životnim ciklusom i
- logističke usluge i upravljanje projektima.

Na skupu pod nazivom *Senior NATO Logisticians Conference* održanom 1999. godine utvrđena je potreba da se ponovo redefiniše logistička strategija Alijanse u smislu potrebe da ona bude još responzivnija i fleksibilnija. Najznačajniji ishod ovog skupa je da je, po prvi put, definisan pojam kolektivne odgovornosti između NATO saveza i zemalja uključenih u određenu vojnu misiju. Posebno je naglašeno da se kolektivna odgovornost

u domenu logistike ostvaruje koordinacijom i kooperacijom između NATO-a i nacionalnih vojnih logistika.

Dve godine kasnije (2001. god.) usvojen je dokument pod nazivom *NATO Policy for Cooperation in Logistics* kojim je definisan strateški okvir za unapređenje vojno-logističke saradnje koji propisuje određene standarde, procedure, alate, mehanizme i metode. Na samitima NATO-a u Madridu 2022. i Viljnusu 2023. god. članice NATO-a su usaglasile stav da moraju dodatno osnažiti logističke kapacitete, kako na nacionalnim nivoima, tako i na nivou čitave Alijanse. U Viljnusu je donet dokument pod nazivom *Logistics Manifesto* kojim se snažno podstiče dalje unapređenje saradnje na nivou Alijanse. Tokom 2024. god. Alijansa je promovisala akcioni plan (*Logistics Action Plan*), kojim su definisani kratkoročni i srednjeročni zadaci NATO-a u oblasti logistike, za čije sprovođenje je ovlašćeno telo poznato po nazivu *Logistics Comitee*. Ovo telo predstavlja vrhovni logistički autoritet u okviru NATO saveza i obuhvata tri organizacione celine: *LCEG (Logistics Comitee Executive Group)*, *M&TG (Movement and Transportation Group)* i *OEC (Operational Energy Comitee)*.

3. CALS – FORMALNI OKVIR DIGITALNE TRANSFORMACIJE

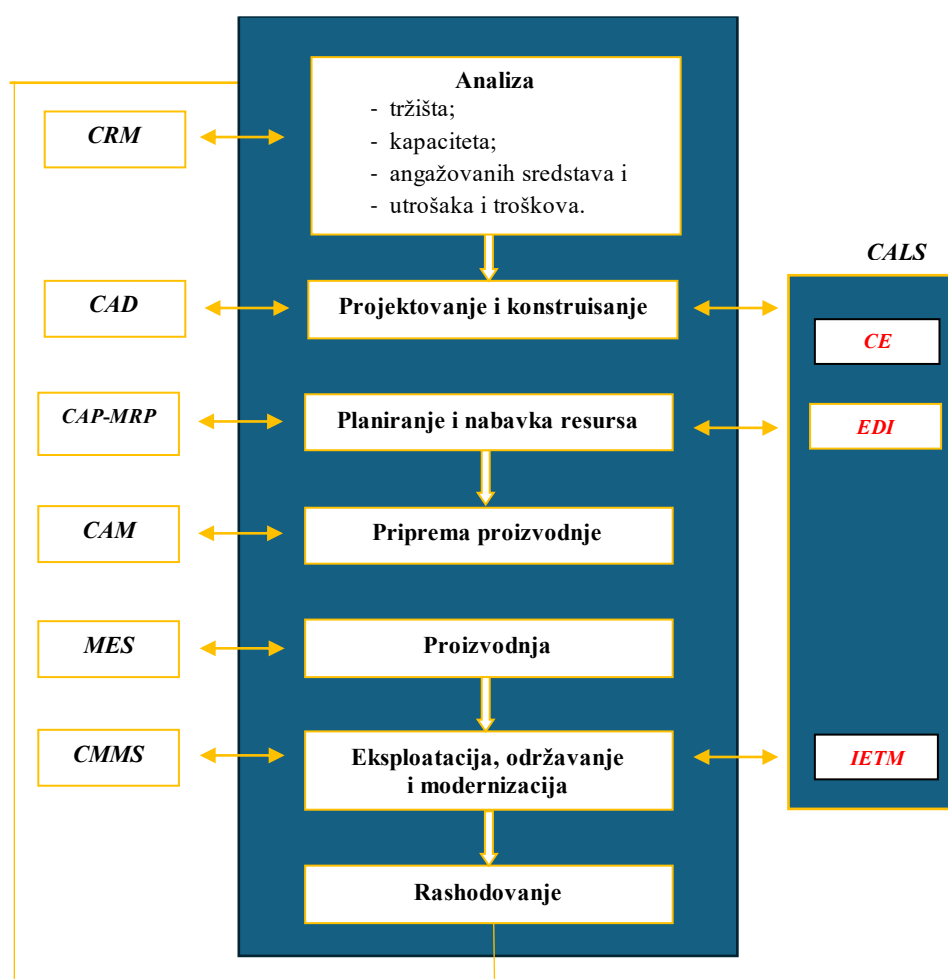
Polaznu tačku digitalne transformacije logističkih sistema predstavlja analiza zahteva i potreba korisnika složenih tehničkih sistema, a potom i sam razvoj tehničkih sistema. Tokom razvoja (projektovanja i konstruisanja) treba uzeti u razmatranje i uskladiti veći broj različitih zahteva (funkcionalni, ekonomski, ergonomski, ekološki, tehnološki, logistički, itd.). Složeni tehnički sistemi, bez obzira da li spadaju u borbene ili neborbene, pogotovu oni kojima je svojstven dugi životni vek, u cilju održavanja funkcionalnosti u ekstremno dinamičnom okruženju, povremeno zahtevaju modernizaciju. Procesi razvoja, kao i procesi modernizacije, se obavljaju uz podršku *CAX (Computer Aided x)* tehnologija i korišćenjem koncepta konkurentnog inženjerstva sa ciljem da se minimiziraju vreme reaizacije (*lead time*) i vreme do izlaska proizvoda na tržište (*time to market*). Pojam *CAX* obuhvata više klasa softvera koji se koriste u procesima računarski podržanog projektovanja i konstruisanja, tehnološke pripreme proizvodnog procesa, planiranja resursa uz pomoć računara, itd.

Formalni okvir digitalizacije NATO logistike predstavlja koncept koji se označava akronimom *CALS*. Reč je o konceptu koji donosi krupne promene na polju prikupljanja, arhiviranja i deljenja podataka, a koje se odnose na životni ciklus proizvoda. Zavisno od ostvarenog napretka u procesu digitalizacije, akronim *CALS* je imao nekoliko značenja. Prvobitno značenje koje se vezuje za najraniju fazu razvoja i implementacije bilo je *Computer Aided Logistics Support*, odnosno logistička podrška uz pomoć računara. Potom akronim menja značenje u *Computer aided Acquisition and Logistic Support* – računarski podržana nabavka i logistička podrška, ali je docnije dobio i dodatno značenje: kontinuirana nabavka i podrška tokom životnog ciklusa proizvoda (*Continuous Acquisition and Life cycle Support*). U poslednjoj iteraciji, zahvaljujući nastojanjima da se *CALS* uključi u koncept elektronskog poslovanja, dobija značenje *Commerce At Light Speed*. Koncept

CALS je uveden u operativnu armijsku upotrebu sredinom pretposlednje decenije 20. veka sa ciljem da se, korišćenjem savremenih informacionih sistema i tehnologija, obezbedi najviši nivo integracije logističke podrške tokom celokupnog životnog ciklusa i uz istovremeno minimum troškova koje označavamo kao *LCC (Life Cycle Cost)*.

Bazičnu strukturu koncepta CALS, kako navode (Vasiljević, Danilović, Cvetić & Đorđević, 2023), čini nekoliko modula koji predstavljaju digitalni oblik podrške procesima u sastavu životnog ciklusa proizvoda (slika 1) i to:

1. Konkurentno inženjerstvo;
2. Elektronska razmena podataka i
3. Interaktivni elektronski tehnički priručnik.



Slika 1. Domen koncepta CALS

Upotrebljeni akronimi:

CRM (Customer Relationship Management) – upravljanje odnosima sa kupcima;

CAD (Computer Aided Design) – računarski podržano projektovanje i konstruisanje;

CAP (Computer Aided Planning) – računarski podržano planiranje resursa;

MRP (Materiel Requirements Planning) – planiranje materijalnih potreba;

CAM (Computer Aided Manufacturing) – računarski podržana tehnološka priprema;

MES (Manufacturing Executive System) – sistemi za praćenje performansi u proizvodnji i

CMMS (Computer Maintenance Management System) – računarski upravljano održavanje tehničkih sistema.

Konkurentno inženjerstvo (*Concourent Enginnering / Simultaneous Engineering*) predstavlja savremeni pristup projektovanju i konstruisanju koji delimično simultanim izvršavanjem faznih procesa u sastavu razvoja proizvoda i primenom *CAX* tehnologija utiče na unapređenje pouzdanosti i kvaliteta proizvoda, efektivnosti i efikasnosti logističke podrške, smanjenje troškova *LCC* i skraćanje vremena do izlaska proizvoda na tržište.

Elektronska razmena podataka *EDI (Electronic Data Interchange)* je na *Cloud computing*-u zasnovan *B2B* servis koji omogućava automatizaciju i unapređenje operacija koje se realizuju tokom logističkog procesa nabavke.

Interaktivni elektronski tehnički priručnik *IETM (Interactive Electronic Technical Manual)* je digitalna verzija tehničkog priručnika koji integriše različite forme informacija (tehnički crteži, audio i video zapisi, simulacije, ekspertski savet, itd.) koje su koriste u procesima tehničke dijagnostike, održavanja i modernizacije sistema.

Digitalizacija u sferi vojne logistike ima za cilj da obezbedi viši nivo raspoloživosti, pravovremenosti, fleksibilnosti i integrativnosti elemenata logističke podrške donoseći efektivnu prednost na bojnopolju, kao i minimizaciju troškova *LCC*. Digitalizacija vojne logistike u današnje vreme znači ostvarivanje paradigme sajber-fizičkog sistema *CPS (Cyber-Physical System)* koji povezuje fizičke operacije armije sa savremenom informacionom i telekomunikacionom infrastrukturom. Istovremeno, u civilnom sektoru kompleksnost savremenih i sve više kastomiziranih proizvoda i globalizacija su konkurentske odnose znatno zaoštrili enormno uvećavajući značaj racionalnog upravljanja procesima u lancima snabdevanja. Kao pokušaj da se nađe odgovor na izazove proizvodnje koja je zasnovana na korišćenju jevtine radne snage, nastao je koncept Industrija 4.0 koji nije mimošao ni logističke procese. Logistika 4.0, često nazivana i *smart logistics*, predstavlja sinonim za sajber-fizički sistem koji korišćenjem inovativnih informacionih tehnologija (kao što su Internet inteligentnih uređaja, veštačka inteligencija, *big data*, digitalni blizanci, *blockchain*, itd.), kao i drugih savremenih tehnoloških rešenja (poput npr. autonomnih i automatizovanih vođenih vozila, robota, itd.) može da obezbedi ispunjavanje širokog spektra individualiziranih zahteva korisnika logističkih usluga bez dodatnih troškova. Tehnološki prodor svojstven konceptu pametne

logistike u globalnim uslovima lancima snabdevanja obezbeđuje uslove za najviši nivo intra-organizacione i inter-organizacione saradnje zasnovan na razmeni podataka i *big data* analitici u realnom vremenu, kao i racionalno upravljanje tražnjom i decentralizovano odlučivanje.

Dakle, digitalizacija i dinamičan razvoj vojne logistike imali su značajan uticaj ne samo na logističku praksu u industriji i privredi, već i na strukturu kurseva i obrazovnih programa za logističare koji se širom sveta realizuju.

4. LOGISTIKA NA FON-u: 1990.-2025.

Uvođenje u programe i razvoj logistike kao naučne discipline na FON-u je u velikoj meri bio logična posledica trendova koji su profilisani na vodećim svetskim školama operacionog i logističkog menadžmenta, a na koje je nesumnjivo snažan uticaj imao razvoj vojne logistike. Generalno gledano, u tom smislu se, kao potpuno tačnom pokazala izjava jednog logističkog vizionara, koji je svojevremeno predvideo da će doći dan kada će logistika postati vojni element u privredi i privredni element u vojsci.

Najveće zasluge za uvođenje logistike u programe osnovnih akademskih i postdiplomskih tj. nekadašnjih magistarskih studija FON-a je imao prof. dr Jovo Todorović (1937.-2015.). Profesor Todorović je bio mašinski inženjer koji je na Mašinskom fakultetu u Beogradu završio osnovne i magistarske studije, a potom odbranio i doktorat na Katedri za organizaciju rada. Tokom svoje univerzitetske karijere na FON-u je najpre razvijao predmete „Proučavanje, merenje i vrednovanje rada“, „Konstrukcioni sistemi“ i „Organizacija održavanja sredstava za rad“, a nešto kasnije i „Upravljanje proizvodnjom“. Na inicijativu prof. Todorovića školske 1990/91. godine u nastavne programe FON-a su uvedeni predmeti „Logistika u proizvodnji“ na osnovnim studijama i „Logistička podrška proizvodnje“ na magistarskim studijama. U skladu sa multidisciplinarnom orijentacijom fakulteta, programska orijentacija ovih predmeta je bila hibridnog tipa, tj. predstavljala je miks tehničke logistike (istraživanja efektivnosti i pouzdanosti tehničkih sistema) i poslovne logistike (istraživanja modela organizacije i upravljanja logističkim procesima). Prof. Todorović je bio autor više zapaženih univerzitetskih udžbenika koji su stekli širu reputaciju i koji su obrađivali nastavne sadržaje iz oblasti upravljanja logističkim i proizvodnim procesima poput udžbenika „Savremena proizvodnja: logistička i informaciona podrška“, „Proizvodnja *just in time*“, „Fleksibilna proizvodnja“, „Upravljanje proizvodnjom: teorija, model, primena, informacioni sistem“, „Japanski menadžment – tajne uspeha japanske proizvodnje“, „Menadžmet i obrazovanje: *japanese approach*“, itd.

Razvoju sadržaja logistike na FON-u veliki doprinos je dao i prof. dr Nenad Mileusnić (1926.-2008.), mašinski inženjer koji se školovao na Univerzitetu u Beogradu i postdiplomskoj školi *Ernault Batignolle* u Parisu. Prof. Mileusnić je predavao više predmeta na FON-u, a po značaju za razvoj logistike ističu se „Organizacija unutrašnjeg transporta“ i „Planiranje i priprema proizvodnje“. Jedan deo predmeta „Organizacija

unutrašnjeg transporta“ je obuhvatao i sadržaje iz oblasti organizacije i tehnologije skladišnih procesa. Veoma je bila zapažena trilogija prof. Mileusnića, koja je obuhvatala knjige „Organizacija procesa proizvodnje“, „Planiranje i priprema proizvodnje“ i „Ekonomika proizvodnje“ u kojoj se autor bavio rezervama resursa u proizvodnji i u kojima je dao originalna rešenja za njihovu identifikaciju i iskorišćenje. Prof. Mileusnić je bio i rukovodilac više velikih projekata koje je FON radio za potrebe domaće privrede, a koji pripadaju oblasti operacionog i logističkog menadžmenta. Dao je i veći broj naučnih i stručnih doprinosa iz navedenih oblasti, od koji su neki posthumno objavljeni u uglednim međunarodnim enciklopedijama, o čemu više u (Vasiljevic, 2015). Interesantno je pomenuti da je prof. Mileusnić, iako po osnovnoj vokaciji mašinski inženjer, bio član Odbora za ekonomske nauke Srpske akademije nauka i umetnosti (SANU), a bio je i jedan od ključnih inicijatora osnivanja FON-a.

Vredan doprinos razvoju logistike na FON-u i u akademskoj zajednici je dao i dr Mirko Vujošević, sada redovni profesor u penziji, koji se bavio primenom kvantitativnih metoda i optimizacionih modela u logistici i lancima snabdevanja. U uglednim naučnim časopisima je objavio veći broj radova iz ove oblasti, a u nastavni program doktorskih studija FON-a uveo je predmet „Upravljanje lancima snabdevanja – odabrana poglavlja“, dok je na osnovnim studijama razvijao i predavao predmet „Teorija pouzdanosti“. Autor je više zapaženih knjiga i univerzitetskih udžbenika, a među njima se, po značaju za oblast logističkog i operacionog menadžmenta, ističu „Metode optimizacije u inženjerskom menadžmentu“ i „Operativni menadžment: kvantitativne metode“ u kojoj se autor bavi matematičkim modelima u upravljanju zalihama i metodama *forecasting*-a tj. predviđanja tražnje.

Dr Konstantin Kostić, redovni profesor FON-a u penziji je takođe značajno doprineo razvoju logistike na FON-u. Prof. Kostić je autor većeg broja univerzitetskih udžbenika koji su obrađivali i *par excellence* logističke teme poput upravljanja materijalnim tokovima, problema rutiranja, određivanja optimalnog trenutka zamene transportnih sredstava, upravljanja zalihama, izd.

Tridesetpet godina razvoja logistike i pratećih logističkih disciplina na FON-u su rezultirale da se danas u okviru studija na svim nivoima izučava veći broj predmeta koji pripadaju oblasti logistike. Na osnovnim akademskim studijama studijskog programa „Menadžment i organizacija“ se izučavaju predmeti „Lean logistika“ i „Upravljanje lancima snabdevanja 1“. Na master studijama studijskog programa „Inženjerski menadžment“ se izučava predmet „Integrirani logistički sistemi“, a na više programa izborni predmet „Upravljanje lancima snabdevanja 2“. Na doktorskim studijama FON-a u okviru programa „Menadžment i organizacija“ postoji predmet „Logistika – odabrana poglavlja“, a u okviru programa „Optimizacija i analitika“ predmet „Upravljanje lancima snabdevanja – odabrana poglavlja“.

U vremenima pred nama, u skladu sa evropskim i svetskim trendovima razvoja savremene vojne i poslovne logistike, i na FON-u se može očekivati uvođenje sledećih logističkih disciplina i sadržaja:

- Održiva logistika (*Sustainable Logistics*);
- Skladištenje i intralogistika (*Warehousing and Intralogistics*);
- Upravljanje nabavkom (*Procurement & Purchasing Management*);
- Menadžment kategorija proizvoda (*Category Management*);
- Upravljanje logistikom putem veštačke inteligencije (*AI driven Logistics*);
- Upravljanje digitalnim lancima snabdevanja (*Digital Supply Chain Management*);
- Simulacija u logistici (*Simulation in Logistics*);
- Digitalni lanac vrednosti i pametna logistika (*Digital Value Chain and Smart Logistics*), itd.

5. ZAKLJUČAK

Na sredini treće decenije 21. veka vojna logistika predstavlja složen i integrisan sistem koji treba da pravovremeno, efektivno i efikasno odgovori na naizvesnost tražnje u smislu njene lokacije, vremena pojavljivanja, obima i strukture. Osnovni zaključak koji se logično nameće je da su tokom poslednje četiri decenije logistički sistemi koji se primenjuju u savremeno organizovanim armijama pretrpeli dramatične promene koje su, sa jedne strane, posledica uticaja promena u vojnim doktrinama i domenima upotrebe vojske, a sa druge strane, uticaja intenzivnog razvoja savremenih informacionih tehnologija i sistema. Domen upotrebe savremenih armija, a time i logistike, nisu samo više kopno, voda i vazduh, već i sajber prostor, a sve više i svemir. To ima za posledicu da je u takvom okruženju zaštita i obezbeđenje tajnosti logističkih podataka mnogo značajnije i složenije. Sledeći zaključak je da postoji jasna i prepoznatljiva zavisnost trendova razvoja vojnih logističkih sistema i promena u sferi industrijske i poslovne logistike. Potreba za višim nivoima saradnje između učesnika u logističkim procesima je podjednako izražena u svim organizacionim sistemima nezavisno od njihove misije i namene. Komunikacija, koordinacija i kooperacija više ne predstavljaju paradigme savremene saradnje i sve više ustupaju mesto konceptu totalne, tj. sveobuhvatne kolaboracije. Zaključak predstavlja i stav da digitalizaciju na polju logistike prate i promene u načinama i programima obrazovanja logističara i kadrova koji obavljaju složene poslove u logističkim procesima planiranja resursa, nabavke, skladištenja, distribucije, kao i održavanja, servisa i modernizacije tehničkih sistema tokom njihovog životnog veka. I na samom kraju, autor izražava nadu da će razvoj logistike, kao discipline u sastavu operacionog i inženjerskog menadžmenta, i na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu dosledno pratiti globalni trend digitalizacije i da će se naučne i nastavne discipline koje će proisteći iz nje, u vremenima pred nama uzdići do nivoa posebne akademske reputacije.

LITERATURA

- [1] Barreto I., Amaral A., Pereira T., (2017), Industry 4.0 implications in logistics: an overview, *Manufacturing Engineering Society International Conference MESIC 2017*, Vigo, Spain.
- [2] Holubcik M., Koman G., Soviar J., (2021), Industry 4.0 in logistics operations, *Transportation Research Procedia*, no 53, pp. 282-288.
- [3] Ilin V., Simic D., Saulic N., (2019), Logistics industry 4.0: challenges and opportunities, *4th Logistics International Conference LOGIC*, Belgrade.
- [4] *Joint Logistics Publication 4-00: Logistics for Joint Operations*, (2015), Ministry of Defence, Development, Concepts and Doctrine Center, UK.
- [5] Kalinowski B., Razniewska M., Brzezinski J., Tobola A., (2022), Implementing digital, intelligent and sustainable logistics (DISL) to SMEs and large companies – identification and significance of drivers and barriers, *European Research Studies Journal*, vol. XXV, issues 2B.
- [6] *Logistics information technology strategy 2024-2029*, (2024), Department of Defence, Office for prepublication and security review, USA.
- [7] *NATO's role in logistics*, (2025), North Atlantic Treaty Organization (NATO), preuzeto 30.08.2025. sa https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_61741.htm.
- [8] Paksoy T., Kochan C., Ali S., (2021), *Logistics 4.0: digital transformation of supply chain management*, CRC Press, USA.
- [9] Paul B., Mani P., Ramesh A., Mukesh V., Sharma S., (2025), Logistics and supply chain in digital era, *international journal of research publications and reviews*, vol. 6, issue. 3, pp. 2414-2418.
- [10] Petruf M., Kolesar J., (2012), Logistics support and computer aided acquisition, *Journal of Logistics Management*, 1(1): 1-5, DOI: 10.5923/j.logistics20120101.01
- [11] Skoglund, P., Listou, T., Ekström, T. (2022). Russian logistics in the Ukrainian war: can operational failures be attributed to logistics? *Scandinavian Journal of Military Studies*, 5(1), pp. 99–110.
- [12] Shi H., Wan F., Lei X., Research in military logistics based on big data (2019), *3rd International Conference in Mechatronic Engineering and Information Technology ICMEIT 2019: Advances in Computer Science Research*, vol. 87.
- [13] Serrano A., Kalenatic D., Lopez C., Montoya-Torres J., (2023), Evolution in military logistics, *Logistics*, vol. 7, issue 22.
- [14] Steward S.G., Clark R., (1992), Computer aided acquisition and logistics support: right in technical data, *Logistics Management Institute*.
- [15] Vasiljević D., Danilović M., Cvetić B., Đorđević A., (2023), Koncept računarski upravljane logistike u funkciji odbrane, *Naučna konferencija vojnih nauka „Nauka u funkciji odbrane“*, VojNa 2023, Beograd, 16.-17. maj, str. 230-231.
- [16] Vasiljevic D., (2015), *Capacity management: entry of the Encyclopedia of quality and the service economy*, (edited by Prof. Su Mi Dahlgaard-Park), Print ISBN 9781452256726, Online ISBN: 9781483346366, pp. 56-60, DOI: <http://dx.doi.org/10.4135/9781483346366.n18>, SAGE Publications Inc, USA.
- [17] Wood J., Winer R., (1989), *The Relationship between computer aided acquisition and logistics support (CALS) and concurrent engineering*, Institute for Defense Analysis.
- [18] Yildiz B., Cigdem S., (2022), Digital transformation in logistics: light-out logistics, chapter in *Financial and Economic Issues in Emerging Markets*, (editors: Kandemir T., Bugan M.), E- ISBN 978-975-447-415-2, Istanbul.

AUTOMATIZACIJA KANCELARIJSKOG POSLOVANJA I LANCA SNABDEVANJA: OD ISTORIJSKIH KORENA RPA-A DO PLATFORMSKI VOĐENE BUDUĆNOSTI

OFFICE AUTOMATION & SUPPLY CHAIN: FROM RPA'S HISTORICAL ROOTS TO PLATFORM-DRIVEN FUTURE

Bernhard Axmann

Technische Hochschule Ingolstadt (THI)

bernhard.axmann@thi.de, ORCID: 0000-0002-0190-6547

Abstract: *This presentation explores the evolution of office automation and its transformative role in the supply chain, tracing its roots from early Robotic Process Automation (RPA) to the emergence of intelligent, platform-driven ecosystems. Initially, RPA enabled efficiency through rule-based automation of repetitive tasks, yet its scope was limited to structured processes. With the rise of integrated low-code platforms, data analytics, and generative AI, organizations are shifting toward end-to-end process orchestration that connects procurement, production, and logistics. The talk highlights how these technologies enable real-time decision-making, supplier collaboration, and resilience in volatile markets. By combining historical insights with current use cases and forward-looking scenarios, the session demonstrates how digital ecosystems can transform traditional workflows into adaptive, data-driven value networks. The audience will gain a comprehensive understanding of how the next generation of automation platforms is reshaping both operational efficiency and strategic agility in the modern supply chain.*

AI I AUTOMATIZACIJA U LOGISTICI – PREGLED INOVACIJA U LANCU SNABDEVANJA

AI AND AUTOMATION IN LOGISTICS – AN OVERVIEW OF INNOVATIONS IN THE SUPPLY CHAIN

Luka Jakovljević
Milšped Group

Abstract: Artificial Intelligence and automation are transforming logistics from reactive operations into intelligent, adaptive ecosystems. This presentation explores how predictive analytics and robotics are reshaping every link of the supply chain — from forecasting and routing to warehouse execution and sustainability optimization. Drawing on global case studies and data-driven insights, it highlights how AI enables smarter decisions while automation ensures flawless execution. Together, they create a supply chain that learns, optimizes, and evolves in real time. As these technologies converge, logistics is shifting from being a cost center to becoming a strategic driver of value, innovation, and sustainability. The session also addresses the challenges of implementation, including data integration, workforce transformation, and ethical governance. Attendees will gain a clear vision of how emerging technologies are redefining logistics performance, resilience, and sustainability — and what steps organizations can take today to stay ahead in the decade of intelligent logistics.

PREDAVANJA PO POZIVU

DIGITALNA TRANSFORMACIJA PLANIRANJA OPERACIJA: KONCEPT TEHNOLOGIJE DIGITALNOG BLIZANCA

DIGITAL TRANSFORMATION OF OPERATIONS PLANNING: THE DIGITAL TWIN TECHNOLOGY

Zoran Rakićević¹

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
zoran.rakicevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-8114-7762

Apstrakt: Ovaj rad istražuje mogućnosti konceptualne primene tehnologije digitalnog blizanca u savremenom procesu integrisanog planiranja proizvodnih i uslužnih operacija. Najpre se daje pregled procesa planiranja prodaje i operacija (engl. Sales and Operations Planning), koji predstavlja ključnu komponentu organizacionog okvira za planiranje u savremenim proizvodnim i uslužnim kompanijama. Rad dalje razmatra koncept digitalnog blizanca (engl. Digital Twin) i analizira mogućnost njegove primene sa stanovišta digitalne transformacije procesa planiranja prodaje i operacija. Pored teorijskog osvrta na koncept tehnologije digitalnog blizanca, rad ukazuje i na najbolje prakse integrisanog planiranja u kompanijama koje posluju u Republici Srbiji, a koje uspešno primenjuju S&OP pristup.

Ključne reči: Planiranje proizvodnje, planiranje prodaje i operacija (S&OP), digitalni bliznac, digitalna transformacija, Industrija 4.0.

Abstract: This paper explores the conceptual application possibilities of Digital Twin technology within the contemporary process of integrated planning of production and service operations. It begins with an overview of Sales and Operations Planning (S&OP) process, which represents a key component of the organizational framework for planning in modern manufacturing and service companies. Furthermore, the paper examines the concept of the Digital Twin and analyzes its potential from the perspective of digital transformation within Sales and Operations Planning (S&OP) processes. In addition to the theoretical considerations of the Digital Twin concept, the paper highlights the best practices of integrated planning among companies operating in the Republic of Serbia that have successfully adopted the S&OP framework.

Keywords: Production Planning, Sales and operations planning (S&OP), Digital Twin, Digital Transformation, Industry 4.0.

1. UVOD

Savremeno poslovanje preduzeća, koje se odlikuje stalnim i iznenadnim promenama u tržišnom okruženju, nameće potrebu za stalnim prilagođavanjem i preispitivanjem postojećih poslovnih planova. Među brojnim izazovima savremenog poslovanja, posebno se ističe potreba za usaglašavanjem ponude preduzeća i tražnje kupaca – kako u pogledu

obima, tako i asortimana proizvoda, i to u različitim vremenskim horizontima (dugoročnom, srednjoročnom i kratkoročnom). Ovaj proces ostvaruje se kroz međusobno povezane planske aktivnosti, koje obuhvataju predviđanje tražnje, planiranje kapaciteta, radne snage, zaliha, nabavke, aktivnosti marketinga, razvoja novih proizvoda, logistike i drugih podržavajućih funkcija u lancu snabdevanja. U odgovoru na navedene izazove planiranja poslovanja, kompanijama značajnu podršku pruža koncept integrisanog planiranja prodaje i operacija (Lapide, 2004; Rakićević, 2018). Planiranje prodaje i operacija predstavlja integrisani proces srednjoročnog planiranja, u okviru kojeg preduzeće definiše strategiju proizvodnje ili snabdevanja, sa ciljem usklađivanja raspoloživih kapaciteta i tržišne potražnje (Rakićević, 2018). Uspješna implementacija ovog planskog procesa omogućava preduzeću da na sistematičan i održiv način uravnoteži tražnju i ponudu, poveća efikasnost korišćenja resursa i time unapredi konkurentsku poziciju na tržištu.

Pored navedenog efikasnog i uspešnog sistema planiranja, konkurentnost preduzeća u savremenom poslovnom okruženju dodatno se postiže unapređenjem efikasnosti poslovnih procesa kroz digitalnu transformaciju (Fornari et al., 2025). Jedan od ključnih pravaca digitalne transformacije poslovanja odnosi se na primenu naprednih digitalnih alata i tehnologija u procesima planiranja (Ghamgui et al., 2025). Među njima, posebno mesto zauzima koncept tehnologije digitalnog blizanca koji predstavlja jednu od značajnih inovacija u domenu digitalizacije poslovanja i upravljanja u kompanijama (Jones et al., 2020).

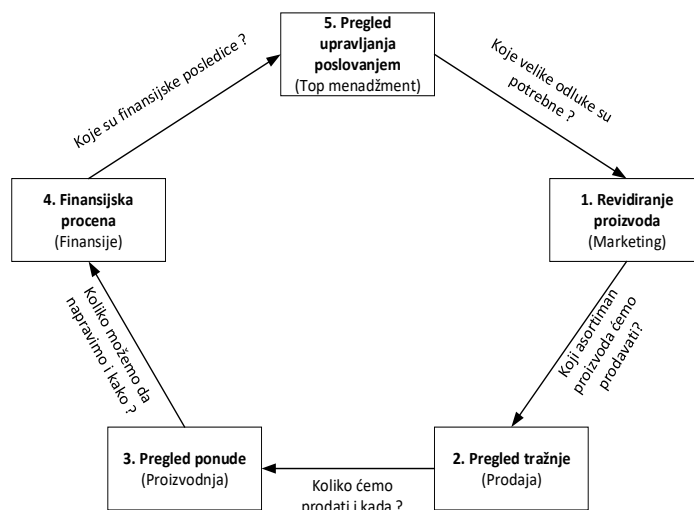
Rad predstavlja koncept integrisanog planiranja prodaje i operacija, a zatim prikazuje napredni koncept digitalnog blizanca i njegovu primenu u navedenom procesu. Osnovno istraživačko pitanje koje se postavlja u radu glasi: *Kako se mogućnosti tehnologije digitalnog blizanca mogu iskoristiti u kontekstu procesa integrisanog planiranja prodaje i operacija?* U cilju dolaska do odgovora na postavljeno pitanje, dalji sadržaj rada organizovan je u nekoliko delova: nakon uvoda, drugo poglavlje prikazuje proces integrisanog planiranja prodaje i operacija i najbolje prakse koje primenjuju proizvodne i uslužne kompanije u Republici Srbiji. Treće poglavlje posvećeno je savremenom konceptu tehnologije digitalnog blizanca i njegovoj potencijalnoj primeni u procesu planiranja prodaje i operacija. U četvrtom, završnom delu rada, iznose se zaključna razmatranja.

2. PLANIRANJE PRODAJE I OPERACIJA

Planiranje prodaje i operacija (*engl. Sales and Operations Planning – S&OP*) predstavlja integrisani i napredni srednjoročni proces planiranja proizvodnih operacija, u okviru kojeg kompanija definiše strategiju proizvodnje radi usklađivanja proizvodnih kapaciteta i raspoloživih resursa sa srednjoročnim predviđanjem tržišne tražnje, koje se uobičajeno formira na agregiranom nivou (Lapide, 2006; Rakićević, 2018). *S&OP* proces povezuje strateške ciljeve kompanije sa operativnim ciljevima proizvodnih i uslužnih aktivnosti, pri

čemu koordinira različite funkcije planiranja u okviru poslovnog sistema. To obuhvata planiranje tražnje i marketinga, finansija, operacija (nabavke, proizvodnje i distribucije), ljudskih resursa, rokova isporuke kupcima, kao i razvoja novih proizvoda, sa ciljem obezbeđivanja optimalnog korišćenja resursa i dugoročno održivog poslovanja (Lapide, 2004; Rakićević, 2018).

Pozicioniran između strateškog i operativnog nivoa planiranja, S&OP proces predstavlja integrisani pristup koji rezultira agregatnim planom proizvodnje za srednjoročni period od tri do osamnaest meseci, pri čemu se postiže ravnoteža među predviđenom tražnjom, raspoloživim kapacitetima, proizvodnim resursima i planiranim zalihama (Gansterer, 2015). Pored toga, S&OP predstavlja i važan instrument upravljanja koji integriše različite funkcije unutar organizacije (Lapide, 2006) a njegova realizacija može se sagledati i sa organizacionog stanovišta, odnosno kroz hijerarhijsku strukturu i povezanost između S&OP aktivnosti i učesnika u tom procesu (Slika 1).



Slika 1: Faze S&OP procesa (Rakićević, 2018; Gartner, 2024)

Različiti autori navode faznu strukturu procesa *S&OP*. Prema Wallace i Stahl (2006, str. 37), proces *S&OP* obuhvata nekoliko međusobno povezanih ključnih koraka: prikupljanje istorijskih podataka o prodaji, planiranje tražnje, planiranje ponude (proizvodnje, snabdevanja), sastanak za pripremu i usaglašavanje planova, i završni *S&OP* sastanak za top menadžment radi donošenja konačnog plana.

U radu se dalje prikazuje organizacija procesa *S&OP* (Slika 1), koji se sastoji od pet međusobno povezanih faza u kojima aktivno učestvuju predstavnici ključnih sektora kompanije, u skladu sa njihovim definisanim nadležnostima (Rakićević, 2018; Gartner, 2024):

1. **Pregled proizvoda** (engl. *Product review*) - sektor marketinga definiše ili revidira asortiman proizvoda koji će biti plasirani u narednom periodu.
2. **Pregled tražnje** (engl. *Demand review*) - sektor prodaje na osnovu informacija sa tržišta i predviđanja tražnje, procenjuje obim buduće prodaje.
3. **Revidiranje ponude** (engl. *Supply review*) - sektor proizvodnje ili nabavke revidira mogućnosti ponude analizom raspoloživih kapaciteta i resursa.
4. **Finansijski pregled** (engl. *Financial review*) - sektor finansija analizira prethodne planove sa aspekta profita i troškova i usklađuje ih sa ciljevima kompanije.
5. **Pregled top menadžmenta** (engl. *Executive business review*) - rukovodstvo kompanije na osnovu rezultata prethodnih faza, potvrđuje konačan S&OP plan u skladu sa postavljenim ciljevima i ključnim indikatorima performansi.

Ponekad, pre sastanka menadžmenta, organizuje se pripremni sastanak (engl. *Pre Executive meeting*) na kojem se razmatraju alternativni scenariji za donošenje odluka o završnom sastanku. Navedene faze predstavljaju niz sastanaka i planskih aktivnosti koje se ciklično sprovode tokom jednog meseca (u zavisnosti od specifičnosti kompanije ili industrije). Sama organizacija S&OP procesa se može razlikovati od specifičnosti kompanije i industrije. Tabela 1 prikazuje primere organizacije S&OP procesa u pet velikih kompanija iz različitih industrija u Republici Srbiji. Može se uočiti da se struktura procesa u razlikuje od karakteristika industrije.

Tabela 1: Specifičnosti organizacije S&OP procesa u kompanijama iz različitih industrija

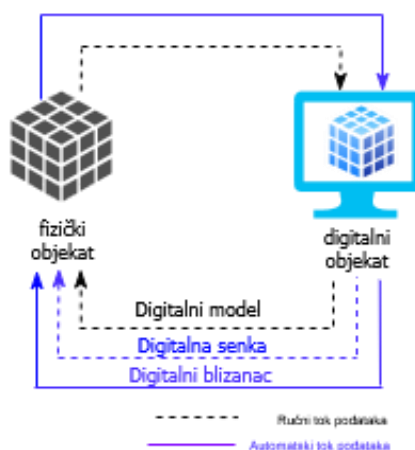
Industrija/ /Domen	Sokovi i kaše	Pivo	Mesne prerađevine	Voda i beza. pića	Distribucija
Planiranje proizvoda	Planiranje proizvoda/ projekata prodajnih aktivnosti	Planiranje prodajnih aktivnosti	Planiranje asortimana i prodajnih aktivnosti	Planiranje asortimana Planiranje novih proizvoda	Planiranje asortimana i prodajnih aktivnosti
Planiranje tražnje	Planiranje prodaje po artiklima Predviđanje tražnje Komerijalno planiranje	Komerijalno planiranje (prodaja, marketing, promocija, asortiman)	Planiranje prodaje	Planiranje prodaje	Planiranje prodaje, predviđanje i planiranje isporuka
Planiranje proizvodnje	Planiranje proizvodnih i nabavnih kapaciteta, planiranje materijala	Planiranje asortimana i obima	MRP, Planiranje kapaciteta	Planiranje kapaciteta (proizvodnja, logistika) Planiranje zaliha	Planiranje kapaciteta
Finansijsko planiranje	Planiranje bilansa uspeha (P&L) Planiranje troškova (CAPEX/OPEX)	Usklađivanje ponude i tražnje sa finansijama	P&L planiranje	Planiranje finansija	P&L planiranje
Planiranje poslovanja	Pripremni S&OP sastanak Finalni S&OP	Finalni S&OP	Finalni S&OP	Finalni S&OP	Finalni S&OP

Izvor: Istraživanje autora o primeni S&OP procesa u preduzećima iz Republike Srbije

Primenom koncepta *S&OP* postiže se sinhronizacija između planova prodaje i proizvodno-uslužnih planova. Koristi od primene *S&OP* ogledaju se u povećanju tačnosti predviđanja prodaje, smanjenju zaliha materijala i gotovih proizvoda, kao i smanjenju nedostatka na zalihama, skraćanju vremena isporuke, smanjenu zastarelosti proizvoda, i troškova proizvodnje, uz istovremeno povećanje nivoa usluge krajnjim kupcima. Konačno primena ovog procesa omogućava unapređenje interne komunikacije između različitih organizacionih jedinica i efikasniju kontrolu procesa donošenja odluka (Rakićević, 2018).

3. KONCEPT DIGITALNOG BLIZANCA U S&OP

Digitalni blizanac (engl. *Digital Twin* - DT) predstavlja digitalnu repliku fizičkog objekta, procesa ili sistema, koja je povezana sa svojim fizičkim pandanom putem razmene podataka u realnom vremenu (Jones, et al., 2020; Liu et al., 2021). Preciznije, digitalni blizanac (DT) je virtuelni model fizičkog entiteta, zasnovan na dvosmernoj vezi, tj. sajber-fizičkoj integraciji, koja omogućava kontinuirano učenje i ažuriranje modela na osnovu podataka i informacija prikupljenih sa senzora, mašina ili drugih izvora (Fornari et al., 2025). Zahvaljujući ovim karakteristikama, digitalni blizanac se ponaša gotovo identično stvarnom entitetu.



Slika 2: Reprezentacija odnosa između digitalnog blizanca, senke i modela

Izvor: Autorova kreacija napravljena pomoću <https://www.drawio.com/>

Tehnologija digitalnog blizanca nalazi sve širu primenu u različitim industrijama (Liu et al., 2021), kao i u brojnim naučnim istraživanjima (Jones et al., 2020). Koncept digitalnog blizanca treba razlikovati od digitalnog modela (engl. *Digital Model* - DM) i digitalne senke (engl. *Digital Shadow* - DS), koji predstavljaju početne faze virtuelizacije fizičkog entiteta, a karakterišu ih određena ograničenja (Fornari et al., 2025). Digitalni model (DM) predstavlja digitalnu, ali uprošćenu reprezentaciju sistema ili jednog njegovog dela, koju karakteriše ručni prenos podataka između fizičkog objekta i digitalnog prikaza. Digitalna

senka (DS) proširuje koncept DM integrišući podatke iz stvarnog entiteta sa ciljem kreiranja potpunog digitalnog prikaza. U okviru koncepta DS postoji automatska jednosmerna komunikacija između fizičkog objekta i njegovog digitalnog prikaza u realnom vremenu. DS odražava stanje fizičkog objekta u realnom vremenu, ali za razliku od digitalnog blizanca (DT), ne može da utiče na svoj fizički pandan. DT dakle predstavlja složeni digitalni prikaz koji odražava entitet iz stvarnog sveta i omogućava dvosmernu interakciju sa njegovim fizičkim pandanom (Fornari et al., 2025). Prikaz razlika između DT, DS i DM zasnovanih na odnosu između fizičkog i digitalnog prostora, dat je na slici 2.

Schmitt i Copps (2023) navode nekoliko tipova poslovnih slučajeva u primeni tehnologije digitalnog blizanca:

- Digitalni bliznac proizvoda (engl. *Product Twin*) - digitalna reprezentacija objekata iz realnog sveta koja se može primeniti u razvoju i testiranju dizajna.
- Digitalni bliznac procesa (engl. *Operational or process Twin*) - digitalna reprezentacija operacije ili poslovnog procesa, koja se može koristiti u procesu planiranja i optimizacije proizvodnje.
- Reprezentacija kompleksnog ponašanja inter-akcionih agenata, ljudskih ili virtuelnih (engl. *Behavioral/Experiential twin*), koja se mogu primeniti u okruženjima gde je cilj razumevanje i uticanje na ponašanje ljudi.
- Inovacioni digitalni bliznac (engl. *Innovation twin*) oblik digitalnog blizanca koji ima sposobnost modifikacije tokom vremena na načine koji stvaraju nove virtuelne funkcije i artefakte entiteta iz stvarnog sveta. Ovaj najsofisticiraniji oblik primene ukazuje na prisustvo elemenata veštačke inteligencije u ovom domenu, što je već prepoznato u literaturi (Groshev et al., 2021).

Primena digitalnog blizanca u planiranju proizvodnje, kao najvažnijem delu *S&OP* procesa, ogleda se kroz nekoliko ključnih mogućnosti prepoznatih u okviru koncepta Industrije 4.0 (Agostino et al., 2020):

- Kreiranje virtuelnog modela proizvodne linije ili fabrike (BMW iFactory, 2025), koji dalje omogućava simulaciju različitih scenarija proizvodnje (Sengupta & Dreyer, 2023).
- Optimizacija rasporeda, redosleda operacija i angažovanja resursa – mašina, radne snage i materijala - čime se postiže smanjenje zastoja, bolje korišćenje kapaciteta i minimizaciji troškova.
- Planiranje proizvodnih tokova: digitalni bliznac identifikuje uska grla i omogućava pravovremeno uočavanje problema u planiranju kapaciteta. Takođe, digitalni bliznac može simulirati scenarije proizvodnje kroz povećanje obima proizvodnje (Chabanet et al., 2023), uvođenje novih proizvoda ili projektovanje proizvodnih postrojenja (Schmitt & Copps, 2023).
- Podrška strategijama predviđanja tražnje i zaliha – digitalni bliznac omogućava razvoj sistema za predviđanje tražnje i optimizaciju zaliha (Sengupta & Dreyer, 2023).
- Povezivanje sa podacima u realnom vremenu - digitalni bliznac se može integrisati sa senzorima i *IoT* uređajima u fabrici, pružajući aktuelne podatke o

stanju mašina, potrošnji materijala i vremenu ciklusa, čime se omogućava donošenje preciznijih odluka i planiranje proizvodnje na osnovu realnih podataka.

Tabela 2: Koncept primene tehnologije digitalnog blizanca (DT) u procesu S&OP

S&OP proces:	Planiranje proizvoda	Planiranje tražnje	Planiranje proizvodnje	Finansijsko planiranje	Planiranje poslovanja
DT Primena	Simulacija životnog ciklusa proizvoda	Analiza tražnje i predviđanje	Optimizacija kapaciteta resursa i zaliha	Integracija operativnih i finansijskih KPI	Strateški prikaz poslovanja
Tip DT	DM/DT proizvoda	DS/DT kupaca i DS tržišta	DS/DT– fabrike i mašina	DT finansijskih procesa	DT celog preduzeća (svih procesa)
Glavne funkcionalnosti	Simulacija performansi u fazama životnog ciklusa, praćenje kvalitet	Kontinuirano prikupljanje podataka o prodaji, predviđanje tražnje, praćenje scenarija ponašanja kupaca i tržišnih trendova	Analiza scenarija i planiranja proizvodnje i zaliha (kapaciteta, resursa, procesa u lanca snabdevanja)	Simulacija finansijskih scenarija, analiza profita i troškova, i budžetskih ishoda	Simulacija strateških scenarija radi podrške u odlučivanju na nivou preduzeća, objedinjavanjem svih funkcija
Prednost primene	Povećavanje inovativnosti, smanjivanje troškova i trajanja ciklusa razvoja, brži izlazak na tržište	Kombinovanje istorijskih podataka i signala sa tržišta, podrška dinamičnom i planiranju, brzo prilagođavanje promena u tražnje	Optimizacija lanca snabdevanja, simulacija proizvodnih scenarija (kapaciteti, uska grla) i rasporeda, transportnih ruta i zaliha	Integracija finansijskih modela sa operativnim podacima i bezo sagledavanje finansijskih implikacija	Razvoj organizacione rezilijentnosti i integracija podataka u jedinstven strateški prikaz poslovnog sistema

Izvor: Sopstveno istraživanje autora

Konceptualna primena tehnologije digitalnog blizanca u kontekstu procesa planiranja prodaje i operacija (S&OP) prikazana je u Tabeli 2, i doprinosi pružanju odgovora na osnovno istraživačko pitanje definisano u radu: *Kako se mogućnosti tehnologije digitalnog blizanca mogu iskoristiti u kontekstu procesa integrisanog planiranja operacija?* U tabeli 2 je dat prikaz koncepta DT, sa navođenjem njegovih tipova, osnovnih funkcionalnosti i prednosti njihove primene. Konkretna manifestacija tehnologije digitalnog blizanca u procesu integrisanog planiranja prodaje i operacija može dodatno

zavisiti od specifičnosti planerskih praksi i organizacionih modela u kompanijama koje pripadaju različitim industrijama.

4. ZAKLJUČAK

Proces planiranja prodaje i operacija (S&OP) ne predstavlja samo planski mehanizam, već i strateški instrument upravljanja koji integriše različite funkcionalne oblasti unutar organizacije. Njegova uspešna implementacija omogućava kompanijama da sistematski uravnoteže tražnju i ponudu, unaprede efikasnost korišćenja resursa i dugoročno ojačaju svoju konkurentsku poziciju na tržištu.

Razvoj informacionih tehnologija - počevši od integrisanih softverskih sistema (ERP), preko elektronske razmene podataka (EDI), do naprednih sistema za planiranje i raspoređivanje (APS) – označio je ključnu prekretnicu u modernizaciji planiranja u lancima snabdevanja. Pojava tehnologije digitalnog blizanca, predstavljena u ovom radu, ilustruje potencijal savremenih digitalnih rešenja da podrže procese integrisanog planiranja u proizvodnim i uslužnim organizacijama, kao i da doprinesu unapređenju efikasnosti planerskih aktivnosti u okviru savremenih lanaca snabdevanja.

Ovaj rad doprinosi korpusu znanja o primeni tehnologije digitalnog blizanca u procesu integrisanog planiranja operacija, pri čemu se digitalni bliznac prepoznaje kao jedan od ključnih koncepata digitalne transformacije u kontekstu paradigme Industrija 4.0. Buduća istraživanja autora biće usmerena na definisanje specifičnih sadržaja i modela primene tehnologije digitalnog blizanca u planerskim procesima savremenih proizvodnih i uslužnih preduzeća.

LITERATURA

- [1] Agostino, Í. R. S., Broda, E., Frazzon, E. M., & Freitag, M. (2020). Using a digital twin for production planning and control in industry 4.0. In *Scheduling in industry 4.0 and cloud manufacturing* (pp. 39-60). Cham: Springer International Publishing.
- [2] Andersson, J., & Jonsson, P. (2018). Big data in spare parts supply chains: The potential of using product-in-use data in aftermarket demand planning. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(5), 524-544.
- [3] BMW IFactory (2025). BMW Group scales virtual factory to streamline production planning. ETManufacturing.
- [4] Chabanet, S., Bril El-Haouzi, H., Morin, M., Gaudreault, J., & Thomas, P. (2023). Toward digital twins for sawmill production planning and control: benefits, opportunities, and challenges. *International Journal of Production Research*, 61(7), 2190-2213.
- [5] Fornari, F., Compagnucci, I., De Donato, M. C., Bertrand, Y., Beyel, H. H., Carrión, E., ... & Valderas, P. (2024). Digital twins of business processes: A research manifesto. *Internet of Things*, 101477.
- [6] Gansterer, M. (2015). Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems. *International Journal of Production Economics*, 170, 521–528.
- [7] Gartner (2024). S&OP Process 5-Steps. Supply Chain S&OP. Gartner Inc.

- [8] Ghamgui, N., Rezaei, M., Hentati, I., Louati, N., & Karim Kefi, M. (2025). The role of business planning for internationalisation: Navigating digital transformation in an emerging economy. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 26(3), 224-238.
- [9] Groshev, M., Guimaraes, C., Martín-Pérez, J., & de la Oliva, A. (2021). Toward intelligent cyber-physical systems: Digital twin meets artificial intelligence. *IEEE Communications Magazine*, 59(8), 14-20.
- [10] Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 29, 36-52.
- [11] Lapide, L. (2004). Sales and operations planning part I: the process. *The Journal of Business Forecasting*, 23(3), 17-19.
- [12] Lapide, L. (2006). Top-down & bottom-up forecasting in S&OP. *The Journal of Business Forecasting*, 25(2), 14.
- [13] Liu, M., Fang, S., Dong, H., & Xu, C. (2021). Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications. *Journal of Manufacturing systems*, 58, 346-361.
- [14] Rakićević Z. (2018) The S&OP: practical and advanced mid-term production planning, SymOrg 2018.
- [15] Sengupta, S., & Dreyer, H. (2023). Realizing zero-waste value chains through digital twin-driven S&OP: A case of grocery retail. *Computers in Industry*, 148.
- [16] Schmitt, L., & Copps, D. (2023). The business of digital twins. In *The Digital Twin* (pp. 21-63). Cham: Springer International Publishing.
- [17] Stevenson, W. (2009). *Operations Management* (10th ed.). McGraw-Hill Irwin
- [18] Wallace, T. F., & Stahl, R. (2006). *Sales & Operations Planning: The Executive's Guide*. TF Wallace & Company.

LIN PROIZVODNJA I INDUSTRIJA 4.0: BIBLIOMETRIJSKA ANALIZA RAZVOJA I PERSPEKTIVA LEAN PRODUCTION AND INDUSTRY 4.0: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF DEVELOPMENT AND PERSPECTIVES

Ivan Tomašević¹

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
ivan.tomasevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-4416-9695

Apstrakt: U ovom radu će biti predstavljeni rezultati bibliometrijske analize naučne literature koja se bavi interakcijom lin proizvodnje (LP) i Industrije 4.0 (I4.0) sa ciljem opisivanja dosadašnjeg razvoja i identifikacije budućih trendova zajedničkog razvoja ove dve paradigme. Rezultati pokazuju da LP i I4.0 u naučnoj literaturi dele prostor koji je pre svega ograđen zajedničkim ciljevima koje žele da postignu, ali i mogućnostima da međusobni uticaj ostvare sinergetski efekat na ostvarenje tih ciljeva. Trendovi razvoja pokazuju izvesnu promenu fokusa u istraživanjima, gde se ove paradigme sve češće posmatraju kroz sintezu umesto paralelizam, gde se sa orijentacije na operativne rezultate prelazi na strateško razmatranje integracije, i gde se sama integracija posmatra kao osnova za izgradnju ekosistema inovacija i tehnološkog razvoja.

Gljučne reči: Lin proizvodnja, Industrija 4.0, bibliometrijska analiza.

Abstract: This paper presents the results of a bibliometric analysis of the scientific literature on the interaction between lean production (LP) and Industry 4.0 (I4.0), aiming to describe the current development and identify future trends in the joint development of these two paradigms. The results show that LP and I4.0 in the scientific literature share a space primarily defined by the common goals they aim to achieve, as well as the potential for mutual influence to produce a synergistic effect in reaching those goals. The development trends indicate a shift in focus in research, where these paradigms are increasingly viewed through synthesis rather than parallelism, the emphasis on operational results is shifting to a strategic consideration of integration, and integration itself is being viewed as the foundation for building an ecosystem of innovation and technological development.

Keywords: Lean production, Industry 4.0, bibliometric analysis.

1. UVOD

U poslovnom okruženju koje se konstantno menja, kompanije su u stalnoj potrazi za rešenjima koja će im omogućiti održivu konkurentsku poziciju u budućnosti. Lin proizvodnja (LP) i Industrija 4.0 (I4.0) predstavljaju dve paradigme koje mogu adekvatno da odgovore na izazove koji su rezultat povećane kompleksnosti tržišta (Kassem et al., 2024). LP predstavlja pristup menadžmentu koji je nastao sredinom XX veka u Tojoti, a koji se oslanja na dva stuba: poštovanje ljudi i kontinualno unapređivanje (Ohno, 1988). To je skup praksi, alata i tehnika čiji

je fokus stvaranje vrednosti za korisnika kroz eliminisanje svega nepotrebnog (Shah & Ward, 2023). I4.0 je, sa druge strane, relativno nov fenomen koji je zasnovan na ideji da se različiti resursi koji se koriste u proizvodnji mogu povezati korišćenjem savremene tehnologije i komunicirati u realnom vremenu, što omogućava da budu „svesni“ svih promena koje se dešavaju u procesu i brzo im se prilagode (Jerman et al., 2020). I4.0 se oslanja na tehnološka dostignuća kao što su kibernetičko-fizički sistemi (CPS), internet inteligentnih uređaja (IoT), veštačka inteligencija (AI) i sposobnost za obradu velike količine podataka (Big Data), sa ciljem da proizvodnim sistemima obezbedi modularnost i fleksibilnost i omogući proizvodnju velike količine visoko prilagođenih proizvoda (Pagliosa et al., 2021).

Obe proizvodne paradigme, pojedinačno ili u interakciji, već neko vreme privlače značajnu pažnju, kako među praktičarima tako i među istraživačima. Oba pristupa dele iste ciljeve, kao što su povećanje produktivnosti i fleksibilnosti, kao i eliminaciju rasipanja, što za posledicu ima smanjenje troškova i povećanje zadovoljstva korisnika (Buer et al., 2018). Ipak, u istraživanjima se često ističu njihove fundamentalne različitosti, koje mogu biti prepreka zajedničkoj implementaciji (Pagliosa et al., 2021). Sa druge strane, upravo se te različitosti ističu i kao prednost prilikom integracije, i smatra se da je zajednička implementacija pravac kojim treba ići pošto specifičnosti jednog i drugog stvaraju uslove da oni budu komplementarni, posebno iz ugla teorije socio-tehničkih sistema (Gil-Vilda et al., 2021). LP pomaže da I4.0 zadrži ljudsku komponentu koja se često zanemaruje, što može olakšati implementaciju, dok I4.0 može da ubrza rešavanje problema, donošenje odluka i učenje u okviru LP (Rosin et al., 2020). Jasno je da konsenzus oko međusobne povezanosti LP i I4.0 ne postoji, i da je ova oblast istraživanja još u ranoj fazi zrelosti, što otvara značajan prostor za dalja istraživanja. Iako je broj radova koji kroz pregled literature (npr. Sah et al., 2024; Kassem et al., 2024) i analizu slučajeva iz prakse (Ciano et al., 2021) razmatraju sinergiju između LP i I4.0 u porastu, taj broj je i dalje relativno mali. Ovaj rad ima za cilj da kroz bibliometrijsku analizu naučnih radova analizira načine na koje se ova interakcija razvijala u prošlosti, kao i da identifikuje perspektive za njen razvoj u budućnosti. Ostatak rada je organizovan na sledeći način: u poglavlju 2 je data kratka teorijska pozadina istraživanja; u poglavlju 3 je opisana metodologija korišćena u istraživanju; u poglavlju 4 su dati rezultati bibliometrijske analize, kao i odgovori na postavljena istraživačka pitanja; u poslednjem poglavlju je data kratka diskusija rezultata, kao i zaključci.

2. TEORIJSKA POZADINA

2.1 Lin proizvodnja

LP se najčešće opisuje kao način organizovanja proizvodnje koji je usmeren na maksimiziranje vrednosti za korisnika kroz minimizaciju/eliminaciju rasipanja. Tipično se opisuje kroz dve perspektive: (i) filozofska, koja se sastoji iz niza principa i opštih ciljeva koji vode lin transformaciju; i (ii) praktična, koja se ogleda kroz skup alata, tehnika i menadžment praksi (Hines et al., 2004). Centralnu ulogu u LP imaju ljudi, pošto su oni agenti promena i nosioci unapređenja, i pristup se zasniva na intenzivnoj integraciji ljudi u proces unapređivanja, što

rezultira povećanjem efikasnosti (Bortolotti et al., 2013). Pored toga, LP karakterišu težnja ka jednostavnim rešenjima, kao i niski troškovi implementacije (Pagliosa et al., 2021).

2.2 Industrija 4.0

Termin Industrija 4.0 je relativno nov, i u akademsko i poslovno okruženje je uveden 2011 od strane nemačke Savezne vlade sa ciljem oblikovanja budućnosti u nemačkim proizvodnim kompanijama (Kakouris et al., 2024). Sam koncept se, često pod drugačijim imenom, proširio po svetu, i predstavlja tehnološki intenzivan pristup usmeren ka povećanju agilnosti i efikasnosti proizvodnih sistema kroz razvoj međusobne povezanosti i komunikacije između proizvoda, proizvodne opreme, eksternih učesnika u lancu snabdevanja (dobavljača i distributera) i korisnika, sa jakim fokusom na automatizaciju (Kakouris et al., 2024; Pagliosa et al., 2021). Imajući u vidu tehnološku intenzivnost, I4.0 se često smatra disruptivnom po postojeće procese i skupom.

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Za potrebe istraživanja su formulisana dva istraživačka pitanja:

- IP1: Na koji način se razvijala interakcija LP i I4.0?
- IP2: Koje su perspektive razvoja interakcije LP i I4.0 u budućnosti?

Indeksna baza SCOPUS je korišćena za pretragu radova, pošto pokriva veći broj izvora u poređenju sa drugim indeksnim bazama (Zhao & Strotmann, 2015). Dva skupa ključnih reči su korišćena za pretragu, prvi koji se tiče I4.0 i drugi koji se tiče LP. Imajući u vidu da terminologija vezana za I4.0 nije u potpunosti standardizovana, korišćen je širok skup ključnih reči koje su definisali Buer et al. (2018). Pošto je domen LP znatno definisaniji, korišćene su samo dve ključne reči: 'lean manufacturing' i 'lean production'. Pretraga je bila ograničena na naslov rada, apstrakt i ključne reči, i u obzir su uzeti samo radovi objavljeni u naučnim časopisima na engleskom jeziku. Drugih ograničenja (vreme objavljivanja, oblast časopisa u kojem je rad objavljen, ...) nije bilo. Upit koji je korišćen prilikom pretrage je dat na Slici 1.

```
(TITLE-ABS-KEY("industry 4.0") OR TITLE-ABS-KEY("industrie 4.0") OR TITLE-ABS-KEY("fourth industrial revolution") OR
TITLE-ABS-KEY("4th industrial revolution") OR TITLE-ABS-KEY("smart manufacturing") OR TITLE-ABS-KEY("smart
production") OR TITLE-ABS-KEY("smart factory") OR TITLE-ABS-KEY("smart factories") OR TITLE-ABS-KEY("cyber
physical system") OR TITLE-ABS-KEY("cyber physical production system") OR TITLE-ABS-KEY("internet of things") OR
TITLE-ABS-KEY("industrial internet") OR TITLE-ABS-KEY("big data") OR TITLE-ABS-KEY("digitalization") OR TITLE-ABS-
KEY("digitization") OR TITLE-ABS-KEY("digitalisation") OR TITLE-ABS-KEY("digitisation") AND TITLE-ABS-KEY("lean
manufacturing") OR TITLE-ABS-KEY("lean production") OR TITLE-ABS-KEY("lean management")) AND ( LIMIT-TO (
DOCTYPE,"ar" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE,"English" ) )
```

Slika 1: Upit korišćen za pretragu radova

Izvor: Autor

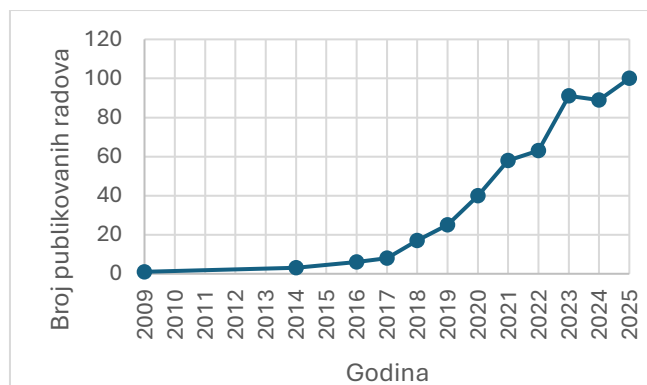
Pretragom je dobijen 501 rad koji zadovoljava kriterijume. Kako je ovde u pitanju eksploratorna studija, nije rađeno dalje filtriranje radova. Da bi se odgovorilo na postavljena istraživačka pitanja, baza radova je podeljena na dva dela: na radove koji su publikovani zaključno sa 2022. godinom, i na radove koji su publikovani od 2023. godine. Podela je

arbitrarna, i izvršena je na osnovu kriterijuma definisanih od strane autora koji odražavaju određenu logiku relevantnu za potrebe ovog istraživanja. Naime, granica za podelu koja je definisana deli bazu na dva dela koji su približno jednake veličine (221 naspram 280), dok 2023 godina predstavlja dovoljno blizak vremenski period da se na osnovu radova objavljenih od tada mogu analizirati trendovi koji bi mogli biti aktuelni u budućnosti.

Analiza mreža zajedničkog pojavljivanja ključnih reči u ovom istraživanju zasniva se na jedinstvenom pristupu za mapiranje i klasterizaciju bibliometrijskih mreža koji su razvili Waltman et al. (2010), a koji uključuje tehniku mapiranja VOS (Visualization of Similarities) i postupak klasterizacije. Na ovaj način identifikuju se skupovi ključnih reči koje se najčešće javljaju zajedno u publikacijama, čime se izdvajaju tematske oblasti istraživanja. Ovaj pristup realizovan je pomoću softvera VOSViewer koji vrši analizu podataka i selekciju ključnih reči na osnovu unapred definisanog praga učestalosti. Ključne reči koje ispunjavaju taj kriterijum dalje se mapiraju i grupišu u klastere, što omogućava analizu strukture i povezanosti istraživačkih oblasti kroz mreže zajedničkog pojavljivanja. Za analizu su korišćene ključne reči koje su predložili autori radova, zato što se dodeljivanje ključnih reči koje se koriste za indeksiranje ne radi na konzistentan način (u nekim časopisima se uopšte ne radi). Imajući u vidu da je cilj rada da identifikuje opšte trendove, kao i ograničenje u obimu rada, odlučeno je da se u obzir uzmu samo ključne reči koje se pojavljuju deset ili više puta.

4. REZULTATI ANALIZE

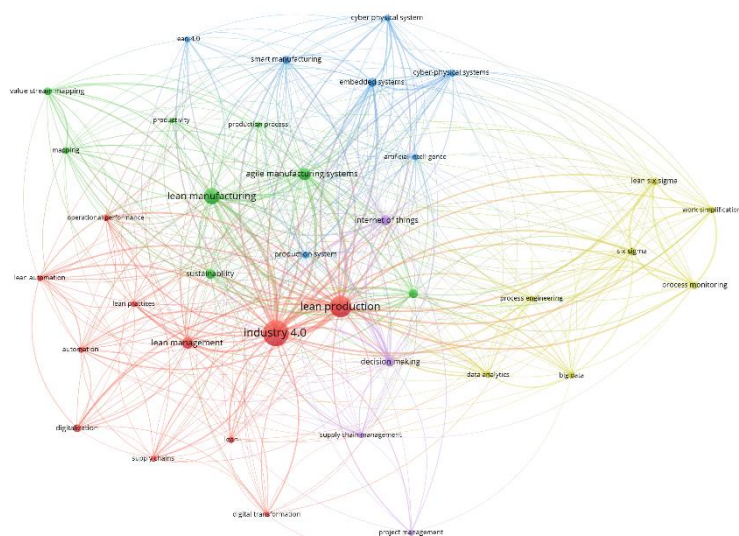
Na Slici 2 je dat prikaz broja radova koji su publikovani po godinama. Sa slike se može videti da postoji veliko interesovanje za izučavanje interakcije LP i I4.0, kao i da interesovanje iz godine u godinu raste. Tako je najveći broj radova publikovan u 2025. godini, iako je pretraga indeksne baze SCOPUS rađena sredinom septembra 2025.



Slika 2: Broj publikovanih radova po godinama
Izvor: Autor

4.1 Dosadašnji razvoj interakcije LP i I4.0 u naučnoj literaturi

Slika 3 pokazuje povezanost LP i I4.0 kroz mrežu zajedničkog istraživanja. Analizom mreže zajedničkog pojavljivanja je identifikovano pet klastera koji mogu opisati način na koji se interakcija LP i I4.0 razvijala do 2022. godine.



Slika 3: Povezanost istraživačkih oblasti zaključno sa 2022. godinom

Izvor: Autor

Prvi klaster, označen crvenom bojom na slici, se sastoji od 11 ključnih reči. U pitanju su mahom generičke ključne reči vezane za LP (npr. 'lean management', 'lean practices', 'lean production', ...) i I4.0 (npr. 'industry 4.0', 'digitalization', 'digital transformation', ...). Ovo je centralni i najdominantniji klaster koji ukazuje pre svega na eksploratorni karakter istraživanja koja su rađena, sa ciljem istraživanja načina na koji se LP i I4.0 mogu povezati, kao i prepreka u tom povezivanju, i to u najširem smislu reči.

Drugi klaster (zelena boja) uključuje ključne reči kao što su 'lean manufacturing', 'lean management', 'lean practices', 'operational performance' i 'sustainability'. Ovde je fokus u velikoj meri na 'tradicionalne' lin alate i njihov uticaj na produktivnost i održivost, ali se i povezuju sa digitalnim alatima, odnosno istražuju se načini na koje se digitalni alati mogu upotrebiti u kontekstu lin alata i tehnika sa ciljem povećanja efikasnosti i održivosti.

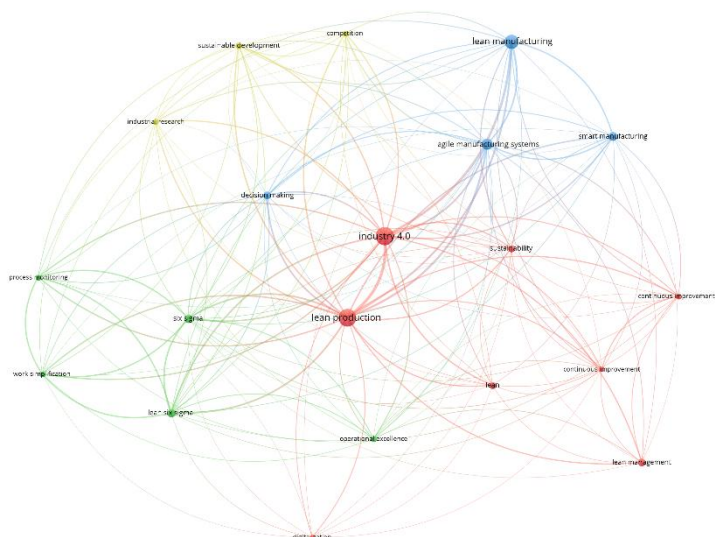
Treći klaster (plava boja) sadrži ključne reči kao što su 'cyber-physical systems', 'smart manufacturing' i 'internet of things', i fokus stavlja tehnološke aspekte I4.0. Ovakav razvoj povezanosti LP i I4.0 sugeriše da sam tehnološki razvoj postaje osnova za razmatranje integracije lin pristupa sa digitalnim alatima, odnosno da digitalna infrastruktura predstavlja osnovu za razvoj novih generacija proizvodnih sistema.

Četvrti klaster (žuta boja) sadrži ključne reči kao što su 'six sigma', 'process engineering', 'process monitoring' i 'big data', a foku stavlja na analitiku procesa. Ovaj klaster sugerira da se tradicionalni lin pristup koji je pre svega usmeren na povećanje efikasnosti rada može proširiti pristupima i alatima koji su karakteristični za upravljanje kvalitetom sa jedne strane, dok se s druge strane uvode alati napredne analitike koji omogućavaju prediktivno praćenje indikatora procesa i donošenje odluka u realnom vremenu.

Peti klaster (ljubičasta boja) je najmanji klaster, sadrži reči 'decision making', 'internet of things', 'project management' i 'supply chain management', i u određenoj meri se oslanja na četvrti klaster u smislu da razmatra kako se LP i I4.0 mogu integrisati u cilju unađenja donošenja menadžerskih odluka, kao i njihove efektivnosti.

4.2 Trendovi razvoja interakcije LP i I4.0 u naučnoj literaturi

Slika 4 pokazuje trendove razvoja povezanosti LP i I4.0 kroz analizu mreže zajedničkog pojavljivanja od 2023. godine do danas. Na osnovu analize povezanosti su identifikovana četiri klastera.



Slika 4: Trendovi povezanosti istraživačkih oblasti od 2023. godine do danas
Izvor: Autor

Prvi klaster (crvena boja) kao centralne termine ima 'industry 4.0', 'lean production', 'operational excellence' i 'continuous improvement', i ima sličnosti sa centralnim tematskim jezgrom koje je identifikovano u prethodnoj analizi. Ipak, interesantno je primetiti pomak ka dugoročno održivim sistemima (kroz ključne reči kao što su 'continuous improvement' i 'operational excellence') koji su projektovani kroz sintezu LP i I4.0 umesto kroz puki paralelizam.

Drugi klaster (zelena boja) ima izvesne sličnosti sa četvrtim (žutim) klasterom iz prethodne analize u smislu da uključuje termine koji sugerisu integraciju LP sa alatima i tehnikama

upravljanja kvalitetom i poslovne analitike, pa se može zaključiti da će to i u budućnosti ostati tema koja je interesantna za istraživanje.

Treći klaster (plava boja) uključuje ključne reči kao što su 'smart manufacturing' i 'agile manufacturing systems', gde fokus na prilagodljivosti proizvodnih sistema kao jednom od ključnih zahteva u budućnosti. Može se zaključiti kako integracijom LP i I4.0 fokus prelazi sa usmerenosti na stabilnost i eliminaciju rasipanja na agilnost i održivost.

Četvrti klaster (žuti) ima centralne termine koji se u prethodnom delu analize nisu pojavljivali, kao što su 'competition' i 'industrial research'. Ovo sugerše da integracija LP i I4.0 može postati strateška orijentacija poslovnih sistema, gde se lin i digitalni alati ne posmatraju samo kao sredstva za postizanje višeg nivoa efikasnosti procesa, već i kao pokretači i izvori konkurentске prednosti. Akcenat se stavlja na održivi razvoj, i uvodi se istraživačko-inovativna dimenzija koja LP i I4.0 ne posmatra više samo kroz operativnu prizmu, već i kroz prizmu kreiranja platforme za inovacije i razvoj novih tehnologija.

5. ZAKLJUČAK

Bibliometrijskom analizom literature objavljene od 2009. do 2025. godine koja obrađuje LP i I4.0 se može identifikovati nekoliko trendova zajedničkog razvoja ovih oblasti:

- Od paralelizma ka sintezi – inicijalna istraživanja su oblasti LP i I4.0 tretirala kao odvojene paradigme, koje su komplementarne (ali mogu biti i suprotstavljene), dok je budući trend razvoj jedinstvenog istraživačkog okvira koji lin principe smatra integralnim delom digitalnih proizvodnih sistema, ali i digitalne tehnologije sastavnim delom lin transformacije (Gil-Vilda et al., 2021);
- Od operativne ka strateškoj orijentaciji – za razliku od starijih radova koji su fokus stavljali na unapređivanje operativnih performansi i automatizaciju, novija istraživanja integraciju LP i I4.0 povezuju sa konkurentskom prednošću, poslovnom izvrsnošću i održivim razvojem;
- Od skupa alata ka ekosistemu za tehnološke inovacije – inicijalna istraživanja su imala fokus na alate, bez obzira da li se primarno radilo o lin ili digitalnim alatima. U novijim istraživanjima se prepoznaje orijentacija ka kreiranju ekosistema pogodnog za razvoj novih tehnologija, procesa i poslovnih modela koji je rezultat sistemske integracije LP i I4.0.

Bibliometrijska analiza jasno pokazuje da su LP i I4.0 tokom poslednje decenije evoluirale od zasebnih i paralelnih koncepata ka međuzavisnom i integrisanom istraživačkom okviru. Ovakva transformacija ukazuje da će budući razvoj proizvodnih sistema biti zasnovan na sinergiji lean principa i digitalnih tehnologija, koja postaje ključni pokretač inovacija, održivosti i dugoročne konkurentské prednosti.

LITERATURA

- [1] Bortolotti, T., Danese, P., & Romano, P. (2013). Assessing the impact of just-in-time on operational performance at varying degrees of repetitiveness. *International Journal of production research*, 51(4), 1117-1130.
- [2] Braglia, M., Frosolini, M., Gallo, M., & Marrazzini, L. (2019). Lean manufacturing tool in engineer-to-order environment: Project cost deployment. *International Journal of Production Research*, 57(6), 1825-1839.
- [3] Buer, S. V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda. *International journal of production research*, 56(8), 2924-2940.
- [4] Ciano, M. P., Dallasega, P., Orzes, G., & Rossi, T. (2021). One-to-one relationships between Industry 4.0 technologies and Lean Production techniques: a multiple case study. *International journal of production research*, 59(5), 1386-1410.
- [5] Gil-Vilda, F., Yaguee-Fabra, J. A., & Sunyer, A. (2021). From lean production to lean 4.0: a systematic literature review with a historical perspective. *Applied Sciences*, 11(21), 10318.
- [6] Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *International journal of operations & production management*, 24(10), 994-1011.
- [7] Jerman, A., Pejić Bach, M., & Aleksić, A. (2020). Transformation towards smart factory system: Examining new job profiles and competencies. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(2), 388-402.
- [8] Kakouris, A., Athanasiadis, V., & Sfakianaki, E. (2025). Industry 4.0 and lean thinking: the critical success factors perspective. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 42(6), 1625-1671.
- [9] Kassem, B., Callupe, M., Rossi, M., Rossini, M., & Portioli-Staudacher, A. (2024). Lean 4.0: a systematic literature review on the interaction between lean production and industry 4.0 pillars. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 35(4), 821-847.
- [10] Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. London: CRC press.
- [11] Pagliosa, M., Tortorella, G., & Ferreira, J. C. E. (2021). Industry 4.0 and Lean Manufacturing: A systematic literature review and future research directions. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(3), 543-569.
- [12] Rosin, F., Forget, P., Lamouri, S., & Pellerin, R. (2020). Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. *International Journal of Production Research*, 58(6), 1644-1661.
- [13] Sah, B. P., Tanha, N. I., Sikder, M. A., & Habibullah, S. (2024). The Integration of Industry 4.0 And Lean Technologies In Manufacturing Industries: A Systematic Literature Review. *International Journal of Management Information Systems and Data Science*, 1(3), 14-25.
- [14] Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of operations management*, 21(2), 129-149.
- [15] Waltman, L., Van Eck, N. J., & Noyons, E. C. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of informetrics*, 4(4), 629-635.
- [16] Zhao, D., & A. Strotmann. (2015). Analysis and Visualization of Citation Networks. *Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval, and Services* 7 (1): 1–207

HIJERARHIJSKA ANALIZA KRITERIJUMA SELEKCIJE POSLOVNIH PROCESA ZA UNAPREĐIVANJE U DIGITALNOJ TRANSFORMACIJI

HIERARCHICAL ANALYSIS OF CRITERIA IN BUSINESS PROCESS SELECTION FOR IMPROVEMENT IN DIGITAL TRANSFORMATION

Dragana Stojanović¹

¹Univerzitet u Beogradu – Fakultet organizacionih nauka,
dragana.stojanovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-7381-9891

Apstrakt: Upravljanje poslovnim procesima (BPM) predstavlja pristup koji omogućava kompanijama opstanak, rast i razvoj na tržištu. Značajan deo BPM pristupa je unapređivanje poslovnih procesa. Imajući u vidu ograničene resurse kompanije, postoji problem selekcije procesa koje je potrebno unaprediti. U literaturi se navodi veliki broj kriterijuma koji se mogu koristiti za selekciju poslovnih procesa, a između njih postoje međuzavisnosti. U ovom radu će se istraživati relacije između kriterijuma za selekciju poslovnih procesa u kontekstu digitalne transformacije, kako bi se utvrdila njihova hijerarhija i utvrditi kriterijumi sa najvećim uticajem. Koristiće se ISD metodologija za utvrđivanje hijerarhije kriterijuma, a zatim MICMAC analiza za uvrđivanje snage njihovog uticaja i zavisnosti. Rezultati ukazuju da su najuticajniji kriterijumi oni koji deluju kao ključni pokretači unapređivanja procesa i koje je potrebno prvenstveno razmatrati prilikom odlučivanja.

Ključne reči: unapređivanje procesa, selekcija procesa, hijerarhija kriterijuma.

Abstract: Business process management (BPM) is an approach that enables companies to survive, grow and develop in the market. An important part of the BPM approach is the business process improvement. Considering the company's limited resources, there is a problem of business process selection that needs to be improved. The literature lists many criteria that can be used for the selection of business processes, and there are interdependencies between them. This paper will investigate the relationships between criteria for the selection of business processes in digital transformation context; to determine their hierarchy and which criteria have the greatest impact. ISD methodology will be used to determine the hierarchy of criteria, followed by MICMAC analysis to determine the strength of their influence and dependence. The results indicate that the most influential criteria are those that act as key drivers of process improvement and that should be primarily considered when making decisions.

Keywords: Process improvement, process selection, hierarchy of criteria.

1. UVOD

Poslovni procesi i procesni pristup već nekoliko decenija predstavljaju jednu od centralnih tema u literaturi i praksi, a njihov značaj kontinuirano raste (Roeser & Kern, 2015; Tomašević et al., 2014). Procesu su ključni nosioci vrednosti u organizaciji, a istraživanja pokazuju da profitabilnost i konkurentnost kompanije zavise od kvaliteta i efikasnosti njenih procesa (Lientz & Rea, 2001). Poboljšanje poslovnih procesa vodi ka smanjenju troškova, povećanju zadovoljstva korisnika i skraćanju vremena ciklusa (Madison, 2005), i predstavlja osnovu unapređenja poslovanja (Siha & Saad, 2008). Upravljanje poslovnim procesima (*Business Process Management* – BPM) obezbeđuje ostvarivanje organizacionih ciljeva kroz unapređenje i kontrolu procesa (Jeston & Nelis, 2006) i ima centralnu ulogu u stvaranju održive konkurentske prednosti (Broadbent et al., 1999; Niehaves et al., 2014). Brojni projekti u oblasti BPM-a beleže visok procenat neuspeha (Trkman, 2010; Bai & Sarkis, 2014), što ukazuje na izazove u njihovoj praktičnoj primeni. Novija istraživanja (vom Brocke & Mendling, 2018) naglašavaju potrebu za sistematičnijim pristupom, naročito u oblasti selekcije i prioritizacije procesa. Unapređenje procesa zahteva identifikaciju onih procesa koji imaju najveći potencijal za poboljšanje (Bandara, 2015). Dosadašnja literatura nudi veliki broj kriterijuma za selekciju, a u istraživanju Stojanović (2016) izvršena je faktorska analiza 22 kriterijuma iz literature, pri čemu je njihov broj redukovao na 16, i dat je model koji se može koristiti za selekciju poslovnih procesa, ali nije analizirana međuzavisnost ovih kriterijuma. Imajući u vidu navedeno, cilj ovog rada je da se istraže odnosi između kriterijuma selekcije poslovnih procesa primenom ISM metodologije, a zatim da se MICMAC analizom ispita intenzitet uticaja i međuzavisnosti, kako bi se dodatno dodatno redukovao broj kriterijuma za selekciju procesa i proverio model i obezbedila još veća jednostavnost upotrebe modela, posebno u izazovima digitalne transformacije, jer organizacije u eri Industrije 4.0 moraju pažljivo birati koje procese digitalizovati i unapređivati.

2. PREGLED LITERATURE

U literaturi se može pronaći veliki broj pristupa i kriterijuma za selekciju poslovnih procesa koji su kandidati za unapređivanje, uz često preklapanje, ali i razlike u terminima i definicijama. Imajući u vidu korišćenje različite terminologije u nastavku je dat pregled kriterijuma, njihove definicije i autora koji ih predlažu za selekciju (tabela 1).

Najveći broj autora je usmeren u velikoj meri na kriterijume koje se odnose na performanse procesa, kao što su efektivnost, efikasnost, vreme, kvalitet. Takođe se u značajnoj meri pominje uticaj procesa ima na ciljeve i organizaciju kroz upravo uticaj na ciljeve, opseg procesa, broj ljudi uključenih u proces. Sledeća grupacija koja se izdvaja je razmatranje izvodljivosti i složenosti promene kroz složenost i dokumentovanost procesa ali i to na koga utiče promena procesa odnosno ko su učesnici u procesu (izvršio ili pretežno menadžment). Imajući u vidu da je za svaku promenu neophodna podrška menadžmenta i učesnika, tako se i kod unapređivanja procesa izdvaja percepcija i podrška aktera promeni određenog procesa.

Tabela 1: Pregled kriterijuma za selekciju poslovnih procesa za unapređivanje (prilagođeno na osnovu Stojanović, 2016)

Kriterijum	Definicija	Autori
C1 - Efektivnost procesa	Nivo zadovoljstva internih i eksternih korisnika procesa	Harrington (1991); (Bošij-Vuklić, Hernaus & Kovačić, 2008); Jae et. al. (2012); Ullis (1993); (Balanced Scorecard Institute, 1996); Page (2010); Lee & Chuah (2001); Madison (2005); Sarkar (2010)
C2 - Kvalitet izlaza procesa	Odnos ostvarenog i planiranog i/ili maksimalnog nivoa kvaliteta i obima izlaza iz procesa (npr. broj grešaka, % škarta...)	Madison (2005); Radović et al. (2012); Ullis (1993); Lee & Chuah (2001)
C3 - Uticaj procesa na ciljeve preduzeća	Nivo uticaja izlaza/rezultata procesa na ciljeve kompanije	Harrington (1991); (Manganelli & Klein, 1994); Business Process Reengineering Assessment Guide, 1997; Kettinger, 1997; Crowe & Rolfes, 1998; (Pande, Neuman, & Cavenagh, 2000); Sarkar (2010); LEI forum
C4 - Podrška menadžmenta promeni procesa	Nivo podrške menadžmenta promeni konkretnog procesa	Business Process Reengineering Assessment Guide, 1997; (Pande, Neuman, & Cavenagh, 2000); (Hammer & Champy, 2001)
C5 - Podrška izvršilaca promeni procesa	Nivo podrške izvršilaca promeni konkretnog procesa	Business Process Reengineering Assessment Guide, 1997; (Pande, Neuman, & Cavenagh, 2000); (Hammer & Champy, 2001)
C6 - Efikasnost procesa	Racionalnost ili minimizacija potrošnje resursa pri određenom izlazu, odnosno nivo do koga su minimizirani resursi	Harrington (1991); (Bošij-Vuklić, Hernaus & Kovačić, 2008); Jae et. al. (2012)
C7 - Potencijal za smanjenje troškova	Nivo potencijala za smanjenje troškova	Business Process Reengineering Assessment Guide, 1997; Lee & Chuah (2001); Madison (2005); Radović et al. (2012); Sarkar (2010)
C8 - Vreme trajanja procesa	Odnos željenog, planiranog, minimalnog vremena u odnosu na ostvareno vreme trajanja procesa	Ullis (1993); Business Process Reengineering Assessment Guide, 1997; Lee & Chuah (2001); Madison (2005); Radović et al. (2012); (Bogdanou, 2012)
C9 - Stepen u kome se mere/prate performanse procesa	Nivo merenja performansi procesa	Madison (2005); Jae et. al. (2012)
C10 - Složenost procesa	Broj aktivnosti, petlji i potrebna znanja za realizaciju procesa	Business Process Reengineering Assessment Guide, 1997; (Pande, Neuman, & Cavenagh, 2000); Madison (2005); Sarkar (2010); Jae et. al. (2012)
C11 - Dokumentovanost procesa	Nivo strukturne i sadržajne određenosti procesa	Radović et al. (2012); Page (2010); Jae et. al. (2012)
C12 - Zadovoljstvo menadžmenta procesom	Stepen u kome je menadžment zadovoljan izvršenjem procesa odnosno mišljenje menadžmenta o funkcionisanju procesa	Ullis (1993); (Balanced Scorecard Institute, 1996); Page (2010)
C13 - Zadovoljstvo izvršilaca procesom	Stepen u kome su izvršioci zadovoljni izvršenjem procesa	(Manganelli & Klein, 1994); (Balanced Scorecard Institute, 1996); Madison (2005)
C14 - Na koji način učestvuju top menadžment i srednji menadžment u procesu promena	U procesu učestvuje pretežno top menadžment ili srednji menadžment ili izvršioci	(Manganelli & Klein, 1994); (Balanced Scorecard Institute, 1996); Madison (2005)
C15 - Opseg procesa	Koliko organizacionih jedinica je uključeno u izvršenje procesa, proces individualni, horizontalni ili vertikalni	Ullis (1993); (Manganelli & Klein, 1994); (Balanced Scorecard Institute, 1996); (Hammer & Champy, 2001); (Crowe & Rolfes, 1998); (Harrington, 1991); (Brock, Florence, & Davis, 1997); (Lientz & Rea, 2001)
C16 - Broj ljudi na izvršenju procesa	Broj zaposlenih uključenih u izvršenje procesa, posmatra se u odnosu na ukupan broj zaposlenih u kompaniji	Lee & Chuah (2001); Page (2010)

S obzirom da se uočava da postoji i međuzavisnost između pojedinih kriterijuma, kao na primer kvalitet izlaza i efikasnost procesa, kao i međuzavisnost između percepcije aktera o promeni procesa i performansi procesa, interesantno je utvrditi i analizirati međuzavisnosti i ispitati postojanje hijerarhije između kriterijuma.

3. METODOLOŠKI OKVIR ISM PRISTUPA

Za potrebe istraživanja u ovom radu korišćena je metodologija *Interpretive Structural Modelling* (ISM) u kombinaciji sa *Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification* (MICMAC) analizom, koja omogućava dublje razumevanje kompleksnih međuzavisnosti između kriterijuma za selekciju poslovnih procesa koje je potrebno unapređivati. Kao polazna osnova, korišćeni su kriterijumi identifikovani u u tabeli 1. Metod ISM razvijen je sa ciljem da se strukturira veliki broj faktora koji su međusobno povezani i time obezbedi hijerarhijski model koji reflektuje realne odnose između njih (Attri et al., 2013). Postupak izgradnje ISM modela podrazumevao je najpre definisanje kontekstualnih veza između kriterijuma uz pomoć ekspertskog ocenjivanja, zatim izradu *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM) i transformaciju iste u matricu doseg (Reachability matrix - RM), uz proveru tranzitivnosti odnosa. Na osnovu ovih podataka razvijen je strukturirani model koji grafički prikazuje hijerarhiju i odnose među kriterijumima, što omogućava transparentnije razumevanje procesa odlučivanja (Attri et al., 2013). Nakon formiranja ISM modela, sprovedena je MICMAC analiza, koja doprinosi identifikaciji kriterijuma koji deluju kao ključni pokretači, onih koji zavise od drugih, kao i kriterijuma koji imaju posrednu ulogu u sistemu. Na taj način, moguće je identifikovati najuticajnije kriterijume odnosno redukovati početne kriterijume, čije unapređivanje donosi najveći efekat na ukupni sistem. Ovakav pristup omogućava da se kriterijumi, koji su u literaturi često posmatrani izolovano, sagledaju u međusobnim relacijama i time obezbedi sistemska osnova za donošenje odluka. Takva sistemska osnova posebno je značajna u planiranju digitalne transformacije, gde izbor procesa za unapređivanje predstavlja stratešku odluku. U istraživanju je učestvovalo 7 eksperata, što je karakteristično za upotrebu navedenih metoda (Ahmad & Qahmash, 2021). Eksperti su popunjavali SSIM i ocenjivali relacije između kriterijuma na sledeći način: V- kriterijum i utiče na kriterijum j ; A – kriterijum j utiče na kriterijum i ; X – postoji međuzavisnost između kriterijuma i i j ; O – između kriterijuma i i j ne postoji međuzavisnost i uticaj. Na osnovu svih SSIM matrica eksperata je kreirana konsolidovana matrica po pravilu većine: ukoliko je 4 ili više eksperata unelo istu relaciju, ta relacija je preuzeta u konsolidovanu matricu. Za preostale vrednosti je organizovana diskusija sa ekspertima kako bi se utvrdila relacija koja će biti uneta u konsolidovanu matricu. Imajući u vidu da je bilo 16 kriterijuma za razmatranje, SSIM matrica je sadržala 120 polja sa relacijama i kod 33 relacije su eksperti imali jedinstven odgovor, a za preostale relacije je bilo potrebno organizovati diskusiju kako bi se unele konačne vrednosti relacija. Za obradu podataka je korišćen softver SMART ISM (Ahmad & Qahmash, 2021).

4. REZULTATI

Konsolidovana SSIM matrica je data na slici 1, i ova matrica je osnov za sve naredne korake u ISM analizi.

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
C1 Efektivnost izlaza		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	V	A	A	A	A
C2 Kvalitet izlaza			O	A	A	V	O	A	A	A	A	V	V	A	A	A
C3 Uticaj izlaza iz procesa na ciljeve				A	V	O	O	O	V	O	O	V	O	O	O	O
C4 Podrška menadžmenta promeni procesa					X	A	A	A	A	A	O	A	A	X	A	A
C5 Podrška izvršioca promeni procesa						A	A	A	A	A	O	O	X	A	A	A
C6 Efikasnost procesa							V	A	A	A	A	V	V	A	A	A
C7 Potencijal za smanjenje troškova							A	O	A	O	V	V	O	A	A	A
C8 Vreme trajanja procesa								O	A	O	V	V	O	A	A	A
C9 Stepen u kome se mere/prate performanse procesa									O	A	V	O	O	A	O	O
C10 Složenost procesa										V	V	V	O	X	A	A
C11 Dokumentovanost procesa											O	O	O	A	O	O
C12 Trenutno zadovoljstvo top menadžmenta izvršenjem procesa												X	O	O	O	O
C13 Trenutno zadovoljstvo izvršilaca izvršenjem procesa														A	O	A
C14 Na koga utiče promena u procesu – Ko učestvuje u procesu														A	O	O
C15 Opseg procesa															X	A
C16 Broj zaposlenih uključenih u izvršenje procesa																

Slika 1: Konsolidovana SSIM matrica

SSIM se dalje prevodi u binarni oblik, tzv. matricu dosega (RM) koja je prikazana na slici 2. Simboli iz SSIM-a zamenjuju se vrednostima: $V \rightarrow (1,0)$, $A \rightarrow (0,1)$, $X \rightarrow (1,1)$, $O \rightarrow (0,0)$, pri čemu se vrednosti upisuju simetrično u red i kolonu. Na dijagonalu se automatski postavlja jedinica jer se pretpostavlja da kriterijum utiče na samog sebe.

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Driving Power
C1 Efektivnost izlaza	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
C2 Kvalitet izlaza	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
C3 Uticaj izlaza iz procesa na ciljeve	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5
C4 Podrška menadžmenta promeni procesa	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
C5 Podrška izvršioca promeni procesa	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
C6 Efikasnost procesa	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	7
C7 Potencijal za smanjenje troškova	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6
C8 Vreme trajanja procesa	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	9
C9 Stepen u kome se mere/prate performanse procesa	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	7
C10 Složenost procesa	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	12
C11 Dokumentovanost procesa	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5
C12 Trenutno zadovoljstvo top menadžmenta izvršenjem procesa	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
C13 Trenutno zadovoljstvo izvršilaca izvršenjem procesa	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5
C14 Na koga utiče promena u procesu – Ko učestvuje u procesu	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7
C15 Opseg procesa	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	13
C16 Broj zaposlenih uključenih u izvršenje procesa	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	11
Dependence Power	15	10	2	12	12	9	6	4	4	3	3	10	10	3	3	2	

Slika 2: Matrica dosega (RM)

Nakon toga se proverava tranzitivnost: ako kriterijum i utiče na j , a j na k , onda se podrazumeva da i utiče na k . Kada se uključe sve tranzitivne veze, dobija se konačna matrica dosega (FRM) koja je prikazana na slici 3. Na njenoj osnovi se računaju „snaga vođenja“ (broj jedinica u redu) i „snaga zavisnosti“ (broj jedinica u koloni) za svaki kriterijum.

Korak izdvajanje nivoa (Level Partitioning) omogućava izgradnju hijerarhijske strukture kriterijuma. Za svaki kriterijum formira se: skup dosega – on sam i svi kriterijumi na koje utiče, skup prethodnika – on sam i svi kriterijumi koji utiču na njega, i presek ova dva skupa. Ako su skup dosega i presek jednaki, kriterijum dobija najviši rang i uklanja se iz dalje analize. Proces se ponavlja sve dok svi kriterijumi ne budu raspoređeni po nivoima. Rezultat je hijerarhijska raspodela koja pokazuje koji kriterijumi su osnovni pokretači, a koji su zavisni.

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Driving Power
C1 Efektivnost izlaza	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	0	1*	0	0	1	1*	1*	0	0	11
C2 Kvalitet izlaza	1	1	1*	1*	1*	1	1*	0	1*	0	0	1	1	1*	0	0	11
C3 Uticaj izlaza iz procesa na ciljeve	1	1*	1	1*	1	1*	1*	0	1	0	0	1	1*	1*	0	0	11
C4 Podrška menadžmenta promeni procesa	1	1	1	1	1	1*	1*	0	1*	0	0	1*	1*	1	0	0	11
C5 Podrška izvršioaca promeni procesa	1	1	1*	1	1	1*	1*	0	1*	0	0	1*	1	1*	0	0	11
C6 Efikasnost procesa	1	1*	1*	1	1	1	1	0	1*	0	0	1	1	1*	0	0	11
C7 Potencijal za smanjenje troškova	1	1*	1*	1	1	1*	1	0	1*	0	0	1	1	1*	0	0	11
C8 Vreme trajanja procesa	1	1	1*	1	1	1	1	1*	0	0	1	1	1	1*	0	0	12
C9 Stepen u kome se mere/prate performanse procesa	1	1	1*	1	1	1	1*	0	1	0	0	1	1*	1*	0	0	11
C10 Složenost procesa	1	1	1*	1	1	1	1	1*	1	1	1	1	1	1*	1	1*	16
C11 Dokumentovanost procesa	1	1	1*	1*	1*	1	1*	0	1	0	1	1*	1*	1*	0	0	12
C12 Trenutno zadovoljstvo top menadžmenta izvršenjem procesa	1*	1*	1	1	1*	1*	1*	0	1*	0	0	1	1	1*	0	0	11
C13 Trenutno zadovoljstvo izvršilaca izvršenjem procesa	1	1*	1*	1	1	1*	1*	0	1*	0	0	1	1	1*	0	0	11
C14 Na koga utiče promena u procesu – Ko učestvuje u procesu	1	1	1*	1	1	1	1*	0	1*	0	0	1*	1	1	0	0	11
C15 Opseg procesa	1	1	1*	1	1	1	1	1	1	1	1	1*	1*	1	1	1	16
C16 Broj zaposlenih uključenih u izvršenje procesa	1	1	1*	1	1	1	1	1	1*	1	1*	1*	1	1*	1	1	16
Dependence Power	16	16	16	16	16	16	16	4	16	3	4	16	16	16	3	3	

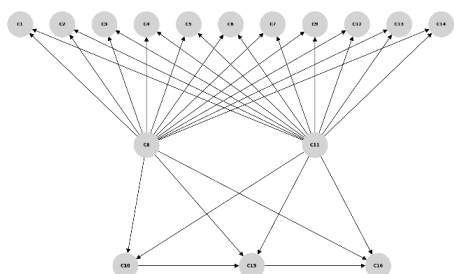
Slika 3: Finalna matrica doseg (FRM)

Na osnovu nivoa kriterijuma, FRM se preraspoređuje po redovima i kolonama i formira se konusna matrica (CM) koja je prikazana na slici 4.

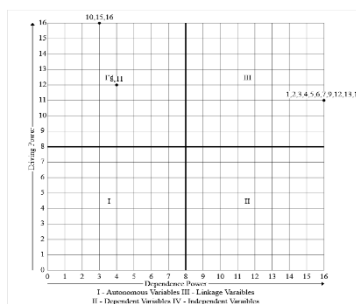
Variables	1	2	3	4	5	6	7	9	12	13	14	8	11	10	15	16	Driving Power	Level
1	1	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1	1*	1*	0	0	0	0	0	0	11	1
2	1	1	1*	1*	1*	1	1*	1*	1	1*	0	0	0	0	0	0	11	1
3	1	1*	1	1*	1	1*	1*	1	1*	1*	0	0	0	0	0	0	11	1
4	1	1	1	1	1	1*	1*	1*	1*	1*	1	0	0	0	0	0	11	1
5	1	1	1*	1	1	1*	1*	1*	1*	1	1*	0	0	0	0	0	11	1
6	1	1*	1*	1	1	1	1	1*	1	1	1*	0	0	0	0	0	11	1
7	1	1*	1*	1	1	1*	1	1*	1	1	1*	0	0	0	0	0	11	1
9	1	1	1*	1	1	1	1*	1	1	1*	1*	0	0	0	0	0	11	1
12	1*	1*	1*	1	1*	1*	1*	1	1	1*	0	0	0	0	0	0	11	1
13	1	1*	1*	1	1	1*	1*	1	1	1*	0	0	0	0	0	0	11	1
14	1	1	1*	1	1	1	1*	1*	1*	1	1	0	0	0	0	0	11	1
8	1	1	1*	1	1	1	1	1*	1	1	1*	1	0	0	0	0	12	2
11	1	1	1*	1*	1*	1	1*	1	1*	1*	1*	0	1	0	0	0	12	2
10	1	1	1*	1	1	1	1	1*	1	1	1*	1	1	1	1	1*	16	3
15	1	1	1*	1	1	1	1	1	1*	1*	1	1	1	1	1	1	16	3
16	1	1	1*	1	1	1	1	1*	1*	1	1*	1	1*	1	1	1	16	3
Dependence Power	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	4	4	3	3	3	3		
Level	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3		

Slika 4: Konusna matrica (CM)

Na njenom kraju unose se i identifikovani nivoi svakog kriterijuma. Iz CM se zatim crta digraf koji predstavlja grafički prikaz hijerarhijske strukture. Kriterijumi se prikazuju kao čvorovi povezani usmerenim linijama (strelicama), u skladu sa vezama iz matrice. Digraf daje prvi vizuelni prikaz međuzavisnosti i često se koristi kao prelazna faza ka finalnom modelu. Da bi se dobio čitljiviji prikaz, iz digrafa se uklanjaju suvišne veze (one koje ne narušavaju dosege i hijerarhiju). Time nastaje redukovana konusna matrica (RCM). Na njenoj osnovi formira se finalni ISM model, gde se čvorovi predstavljaju pravougaonim okvirima sa nazivima kriterijuma, a veze ostaju samo one nužne za održavanje strukture (slika 5). MICMAC matrica predstavlja dodatni korak u kome se kriterijumi klasifikuju na osnovu svoje „snage vođenja“ i „snage zavisnosti“ iz FRM. Oni se prikazuju u dvodimenzionalnom grafu: osa X → zavisnost, osa Y → uticaj (driving power). Podelom osa na polovine dobijaju se četiri kvadranta: autonomni kriterijumi (slab uticaj i slaba zavisnost), zavisni kriterijumi, kriterijumi veze (visoka zavisnost i visoka snaga uticaja), nezavisni kriterijumi (jaki pokretači sistema).



Slika 5: Hijerarhijska struktura kriterijuma



Slika 6: MICMAC analiza

5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Na osnovu hijerarhijske strukture kriterijuma i MICMAC analize može se videti da su kriterijumi C1 do C7, C9, C12 do C14 nezavisni kriterijumi odnosno da su pokretači i imaju jak uticaj, ali zavise malo od drugih kriterijuma. Na srednjem nivou su kriterijum C8 – vreme trajanja procesa i C11 – dokumentovanost procesa i to su povezujući faktori koji imaju i značajnu zavisnost i značajan uticaj. A na donjem nivou su kriterijumi C10 – složenost procesa, C15 – opseg procesa i C16 – broj zaposlenih koji učestvuje u procesu koji su zavisni kriterijumi i rezultat delovanja svih ostalih. Kod MICMAC analize se uočava da nema kriterijuma koji imaju slab uticaj i slabu zavisnost što ukazuje da svi početno definisani kriterijumi imaju relevantnu ulogu u selekciji, kao i da nema kriterijuma koji su visoko zavisni, ali imaju slab uticaj što ukazuje da da nijedan kriterijum nije „pasivan“. ISM digraf i MICMAC se u velikoj meri poklapaju jer su identifikovani isti nezavisni (pokretači) i povezujući faktori, a razlika je kod čvorova 10, 15 i 16, gde MICMAC ukazuje da oni nisu samo pasivni rezultati, već i kritične tačke sistema koje mogu da povratno oblikuju druge kriterijume.

Na osnovu rezultata, može se zaključiti da kriterijumi koje treba kao primarne uzeti u obzir prilikom selekcije procesa za unapređenje su: Efektivnost izlaza, Kvalitet izlaza, Uticaj izlaza iz procesa na ciljeve, Podrška menadžmenta promeni procesa, Podrška izvršioca promeni procesa, Efikasnost procesa, Potencijal za smanjenje troškova, Step u kome se mere/prate performanse procesa, Trenutno zadovoljstvo top menadžmenta izvršenjem procesa, Trenutno zadovoljstvo izvršilaca izvršenjem procesa, Na koga utiče promena u procesu. Početni model za selekciju poslovnih procesa je sadržao 16 kriterijuma, a sada je broj kriterijuma redukovao na 11 najuticajnijih, što može dalje pojednostaviti selekciju poslovnih procesa i omogućiti veću praktičnu upotrebu modela, naročito u eri digitalne transformacije. Kombinacija ISM i MICMAC metoda obezbeđuje, dakle, robustan okvir koji ne samo da razjašnjava hijerarhijske veze između kriterijuma, već i pokazuje koji od njih treba da budu u fokusu menadžerskog odlučivanja prilikom planiranja unapređenja procesa.

Mogući pravac istraživanja je primena *fuzzy* pristupa (Chandra i Shukla, 2024) pri kreiranju konsolidovane matrice, pošto se u klasičnom ISM postupku odgovori eksperata u SSIM matrici zasnivaju na konačnim simbolima, što ne uzima u obzir neizvesnost i nijanse u proceni odnosa između kriterijuma. Uvođenjem *fuzzy* logike može se kvantifikovati nesigurnost u mišljenjima eksperata, čime se dobija fleksibilnija i realističnija konsolidacija. Tako se obezbeđuje robusnija osnova za formiranje matrice doseg i hijerarhijske strukture, što doprinosi većoj validnosti rezultata ISM analize.

LITERATURA

- [1] Ahmad, N.; Qahmash, A. (2021). SmartISM: Implementation and Assessment of Interpretive Structural Modeling. *Sustainability*, 13, 8801. <https://doi.org/10.3390/>
- [2] Attri, R., Dev, N., & Sharma, V. (2013). Interpretive structural modelling (ISM) approach: an overview. *Research journal of management sciences*, 2319(2), 1171.
- [3] Bai, C., & Sarkis, J. (2014). A grey-based DEMATEL model for evaluating business process management critical success factors. *International Journal of Production Economics*, 146 (1), 281-292.
- [4] Bandara, W., Guillemain, A., & Coogans, P. (2015). Prioritizing process improvement: an example from the Australian financial services sector. In *Handbook on Business Process Management 2* (pp. 289-307). Springer Berlin Heidelberg
- [5] Broadbent, M., Weill, P., & St. Clair, D. (1999). The implications of information technology infrastructure for business process redesign. *MIS quarterly*, 23(2), 159-182
- [6] Chandra NA, Shukla R. ISM-fuzzy MICMAC approach for modelling the enablers of sustainability. *IIMBG Journal of Sustainable Business and Innovation* 19 November 2024; 2 (2): 120–142. <https://doi.org/10.1108/IJSBI-11-2023-0054>
- [7] Jeston, J., & Nelis, J. (2006). *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*. Oxford: Elsevier Ltd
- [8] Lientz, B., & Rea, K. (2001). *Professional's Guide to Process Improvement - Maximizing Profit, Efficiency, and Growth*. New York: Harcourt Professional Publishing
- [9] Madison, D. (2005). *Process Mapping, Process Improvement and Process Management*. Chico: Paton Press LLC
- [10] Niehaves, B., Poepelbuss, J., Plattfaut, R., & Becker, J. (2014). BPM capability development – a matter of contingencies, *Business Process Management Journal*, 20 (1), 90-106. DOI 10.1108/BPMJ-07-2012-0068
- [11] Roeser, T., & Kern, E. M. (2015). Surveys in business process management—a literature review. *Business Process Management Journal*, 21(3), 692 – 718
- [12] Siha, S. M., & Saad, G. H. (2008). Business Process Improvement: empirical assessment and extensions. *Business Process Management Journal*, 14(6), 778-802
- [13] Stojanović, D. D. (2016). *Model za selekciju poslovnih procesa i metodologija njihovog poboljšanja* (doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu – Fakultte organizacionih nauka).
- [14] Tomašević, I., Stojanović, D., & Simeunović, B. (2014). Operations management research: an update for 21st century. *XIII International Symposium of Organizational Sciences „New Business Models and Sustainable Competitiveness“*, 1280-1287
- [15] Trkman, P. (2010). The critical success factors of business process management. *International Journal of Information Management*, 30, 125-134
- [16] Vom Brocke, J., & Mendling, J. (Eds.). (2018). *Business process management cases*. Cham: Springer.

UTICAJ VEŠTAČKE INTELIGENCIJE I DIGITALIZACIJE NA RAČUNOVODSTVO I REVIZIJU U REPUBLICI SRBIJI

IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DIGITALIZATION ON ACCOUNTING AND AUDITING IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Veljko Dmitrović¹

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
veljko.dmitrovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-8924-9758

Apstrakt: U ovom radu su prikazani uticaji veštačke inteligencije i digitalizacije na računovodstvenu i revizijsku profesiju s aspekta razvoja i transformacije, sa osvrtom na implikacije na institucionalni i regulatorni okvir Republike Srbije. Akcenat u radu je dat na uticaju globalnih trendova digitalizacije na računovodstvenu i revizorsku profesiju, učešću veštačke inteligencije u savremenim poslovnim procesima, te razvoju i implementaciji finansijskih tehnologija. Savremenom računovodstvu digitalizacija doprinosi tačnijom i bržom obradom podataka, omogućavanjem potpunije transparentnosti, te kvalitetnije kontrole procesa. Benefiti veštačke inteligencije ogledaju se kroz automatizaciju knjiženja, lakše detektovanje grešaka, te mogućnosti prediktivne analize. U oblasti revizije omogućava kontinuitet, te su omogućene i periodične provere uz mogućnost provere u realnoj vremenskoj dimenziji. Benefiti ovog poslovnog domena u Republici Srbiji ostvareni su procesom e-fiskalizacije, uvođenjem Sistema elektronskih faktura (SEF) i digitalnih usluga Agencije za privredne registre. Veštačka inteligencija i digitalizacija su uspele da redefinišu oblast računovodstva i revizije, te se benefiti novih tendencija mogu mudro koristiti u korist unapređenja profesije.

Ključne reči: računovodstvo, revizija, veštačka inteligencija, digitalizacija.

Abstract: This paper presents the impact of artificial intelligence and digitization on the accounting and auditing profession from the perspective of development and transformation, with a focus on the implications for the institutional and regulatory framework of the Republic of Serbia. The emphasis in the paper is on the impact of global digitalization trends on the accounting and auditing profession, the participation of artificial intelligence in modern business processes, and the development and implementation of financial technologies. Digitization contributes to modern accounting by more accurate and faster data processing, enabling more complete transparency, and better process control. The benefits of artificial intelligence are reflected in the automation of bookkeeping, easier detection of errors, and the possibility of predictive analysis. In the area of auditing, it enables continuity, and periodic checks are also possible with the possibility of checking in real time. The benefits of this business domain in the Republic of Serbia were achieved through the process of e-fiscalization, the

introduction of the System of Electronic Invoices and the digital services of the Agency for Business Registers. Artificial intelligence and digitization have succeeded in redefining the field of accounting and auditing, and the benefits of new trends can be wisely used in favor of the advancement of the profession.

Keywords: accounting, auditing, artificial intelligence, digitalization.

1. UVOD

Dvadeset i prvi vek i savremeni uslovi poslovanja doneli su značajne promene koje su uticale i na razvoj računovodstvene i revizijske profesije, kako u svetu tako i u Republici Srbiji. Masovna upotreba kompjutera, te i začeci digitalizacije s kraja dvadesetog veka uveli su novine i olakšali procese, te doveli i do vremenskih ušteda. Logistika u celom svetu je postala jednostavnija i drastično brža, te je promet robe postao mnogo dostupniji za preduzeća i krajnje korisnike. U računovodstvu je uvođenjem e faktura, te elektronskim izvodima iz banaka vidno olakšan i ubrzan standardni proces.

Značaj računovodstvene i revizijske profesije jedne zemlje je izuzetno velik, budući da one predstavljaju temeljne discipline finansijskog sistema. Važnost računovodstva je nesporna s obzirom da svojim preciznim procesom obezbeđuje verodostojne informacije o poslovanju. Revizija ima ulogu kontrolnog procesa, te odgovornost da se sagleda tačnost informacija koje su plasirane. Budući da su informacije ovog tipa jedne od ključnih za menadžment kako bi se kontinuirano i nesmetano pratilo poslovanje, svaki proces inoviranja sa sobom nosi i veliku odgovornost, odnosno da se sve komponente pažljivo prilagode mogućnostima novih tendencija, te da se kvalitet i transparentnost svih iteracija u procesu ne umanje (Jakovljević, 2022). Proces usvajanja digitalnih i analitičkih kompetencija je zahtevan s obzirom da postoji visok stepen odgovornosti, budući da je neophodno očuvanje etičkih standarda, a samim tim i poverenja javnosti. Ovo pitanje je krucijalno u javnom sektoru, ali svakako je na vodećem mestu i zaštita interesa akcionara i investitora.

Digitalizacija poslovanja i razvoj finansijskih tehnologija (FinTech) redefinisali su procese računovodstva i revizije kroz automatizaciju procesa, digitalne registre, elektronsko fakturisanje i elektronsku fiskalizaciju (Bešlić Rupić et al., 2022). Veštačka inteligencija ima mogućnost unapređenja automatizovanog knjiženja, te višeg stepena kontrole procesa u smislu detekcije grešaka i anomalija tokom procesa (Čelik, 2023). Napredna analitika daje značajan doprinos prilikom kreiranja i analize finansijskih izveštaja, u smislu da se u kratkom vremenskom roku dobijaju detaljne analize poslovanja, što ljudski resursi u ranijem vremenskom periodu nisu mogli da postignu.

Zbog veštačke inteligencije i digitalizacije često se postavljaju pitanja o etičkom postupanju prema ljudskim resursima, te je neophodan balans održanja prava zaposlenih i olakšavanju i ubrzavanju poslovnih procesa (Dmitrović & Benković, 2021). Ovi moderni

i savremeni procesi donose boljitak kada se veći broj operacija ostvaruje, što u se u profesiji računovodstva i revizije odnosi na pojednostavljenje procesa, te lakšom i bržom analizom poslovanja. Veštačka inteligencija svakako utiče i na ekonomiju i poslovanje uopšte (Fotova Čiković et al., 2024). U ovim situacijama se javlja ušteda angažovanja novih zaposlenih za kompleksnije iteracije koje kompjuterizacija za kratak vremenski rok omogućuje.

Cilj ovog rada ogleda se u prikazu primene veštačke inteligencije i digitalizacije u računovodstvu i reviziji, te analizi boljitaka s osvrtom na situaciju na domaćem tržištu, s fokusom na regulatorni i institucionalni okvir. Rad je koncipiran iz nekoliko delova koji obuhvataju digitalizaciju računovodstva i revizije i uticaj veštačke inteligencije na računovodstvenu i revizijsku profesiju.

2. DIGITALIZACIJA U RAČUNOVODSTVU I REVIZIJI

Digitalizacija može da se definiše kao primena informaciono-komunikacionih tehnologija s ciljem transformacije i unapređenje poslovnih procesa. Stremi se ka povećanju efikasnosti, transparentnosti i tačnosti. Računovodstvo i revizija su unapređeni ovim procesom koji je omogućio brži i jednostavniji način evidentiranja poslovnih promena, te obrade podataka i kontrole kreiranih finansijskih informacija (Dmitrović et al., 2019).

Finansijsko poslovanje je svoj novi napredni ciklus doživelo u prethodne dve decenije pojavom i implementacijom finansijskih tehnologija. Inovativna rešenja su pojednostavila, ubrzala i unapredila finansijske usluge i procese, a koja su zasnovana na digitalnim platformama, aplikacijama i softverima (Vićentijević, 2021a). Pozitivni elementi se ogledaju kroz tačnost i efikasnost procesa, uz vremensku uštedu, ali otvaraju i neka pitanja sa negativnom konotacijom, koja se tiču etike, sajber forenzike (fišing i ostale protivzakonite elektronske radnje), a onda i zaštite ljudskih resursa, s obzirom da tehnologija u svojoj moći umanjivanja i pojednostavljenja iteracija u procesima nužno dovodi do umanjivanja radne snage, što predstavlja nepopularnu aktivnost.

U poslovanju su prvi informatički programi bili primenjeni u računovodstvenu profesiju. Novi stepen pozitivne radikalizacije ogleda se u automatizaciji rutinskih zadataka. Značajan pomak se ogleda u tome da su inteligentna softverska rešenja kreirana da automatski knjiže fakture, usaglašavaju izveštaje. Unapređeni procesi omogućuju da se smanjuje faktor ljudske greške, te da se ubrza proces obrade podataka, a da fokus računovođa bude na analizi. Budućnost profesije vidi se kroz modifikovana radna mesta, prekvalifikaciju, odnosno preusmeravanje ka novim poslovima, kreiranje nefinansijskih izveštaja, odnosno izveštaja o održivosti (Vićentijević, 2021b). Računovođa će više biti analitičar i savetodavac što će možda i dovesti do bolje plaćenog rada.

Digitalne platforme i integracije sistema daju brojne benefite, budući da je omogućena opcija da se savremeni računovodstveni softveri integrišu sa bankarski sistemima, te

omogućuju elektronsko plaćanje. Povezanost sa državnim platformama omogućuje e-fakturisanje i e-fiskalizaciju. Viši nivo kontrole praćenja transakcija ogleda se u tome što integrisanost kreira digitalni trag svake transakcije. Ovaj sistem unapređuje transparentnost poslovanja, a revizorima je omogućen pouzdaniji izvor podataka.

Obaveza e-fakturisanja u Srbiji stupila je na snagu početkom 2023. godine (Zakon o elektronskom fakturisanju, 2021-2024). Inovaciju predstavlja sistem elektronskih faktura (SEF) kojim upravlja centralni informacioni posrednik. Preko SEF-a se obavljaju sve radnje po fazama od slanja, preko prijema, evidentiranja, obrade do pohranjivanja e-računa. Korisnici SEF-a su preduzeća privatnog sektora koja su registrovana u sistemu PDV-a, kao i javni sektor – gde se prikazuju i pohranjuju međusobne transakcije. Novinu i benefit predstavlja elektronsko evidentiranje PDV-a u sklopu SEF-a. Elektronske otpremnice kao digitalni dokumenti omogućavaju praćenje kretanja robe u realnom vremenskom periodu. Zbog automatske obrade u informacionom sistemu eliminišu se greške koje su se događale prilikom ručnog unosa, ili pak prenosa dokumenata u papirnoj formi. Sistemom upravlja Centralni informacioni posrednik. Usled kvarova, nedostataka ili prekida internet veze, validna je elektronska otpremnica odštampana na papiru i obeležena sigurnosnom hologramskom nalepnicom (Zakon o elektronskim otpremnicama, 2024).

E-fiskalizacija uslovljava korišćenje elektronskih uređaja koji obezbeđuju automatizaciju izveštavanja o prodaji i izdavanju faktura. Veliki benefit je u tome što digitalizovano izdavanje fiskalnih računa omogućava da se podaci o transakcijama automatski šalju Poreskoj upravi. Sistem sagledavanja u realnom vremenu olakšava i proces kontrole, jer je jednostavnije praćenje evidencije, finansijskih tokova i poslovanja uopšte. Sistem računovodstvenog i revizijskog rada postaje brži i efikasniji. Odobren elektronski fiskalni uređaj (EFU) je neophodan za efikasnu fiskalizaciju, a obaveza je da bude sertifikovan od strane Poreske uprave. Čine ga ESIR (elektronski sistem za izdavanje računa), LPFR (Lokalni procesor fiskalnih računa) i BE (bezbednosni element), a pomenuti ključni elementi mogu da budu hardverski, softverski ili kombinacija oba.

Značajan benefit FinTech-a je što je revizorima omogućeno da sagledaju celokupnu bazu podataka, i da samim tim izvrše kompletniju i uspešniju analizu, što metoda uzorkovanja nije mogla da pruži. Takođe, razni algoritmi i napredni analitički alati su od velike pomoći za prepoznavanje nepravilnosti. Moguće je uspešnije detektovati potencijalne rizike i moguće prevare. Podizanje na viši nivo uspešnosti i važnosti revizorske profesije bazira se na omogućenom kontinuiranom praćenju poslovanja, dok je ranije bila jedino moguća naknadna provera.

Ono što je uvek za očekivati u poslovanju, nakon osavremenjavanja, javljaju se pojedini izazovi i rizici. Neophodno je kreirati ozbiljnu zaštitu ličnih i poslovnih podataka, jer se uvek navodi zaštita privatnosti – što mora da bude usklađeno sa adekvatnom regulativom. Nužno je očuvanje bezbednosti podataka putem zaštite od hakerskih napada, od čega postoji permanentni rizik, te i od ljudskog faktora, u slučaju kada postoji

nedozvoljeno deljenje informacija, kada se ozbiljno narušavaju etički principi. Realni rizici su vezani i za mogućnost potencijalnih grešaka algoritma, ukoliko nije dovoljno dobro testiran. Digitalni jaz može da bude problem ako se radi o starijim zaposlenima, ali bi oni trebalo da se obuče uz podršku, budući da je sve savladivo, a ne da doživljavaju efekte diskriminacije politike. Problem se javlja kada preduzeća ne prepoznaju važnost ili nemaju resurse za implementaciju savremenih tehnologije, što može da dovede do stagniranja ili unazađivanja poslovanja.

Digitalizacija je savremenom računovodstvu omogućila brzo dostavljanje elektronskih dokumenata, te olakšala i ubrzala validaciju e-potpisima. Digitalne fakture i ugovori su pravno validni. Fizička arhiva postaje manje zastupljena, dok se javlja potreba za arhivom elektronske dokumentacije. Cloud računovodstvo omogućuje mogućnost rada na daljinu budući da su podaci dostupni u realnom vremenu, te se smanjuju troškovi infrastrukture. Uz integraciju ERP sistema računovodstvo je povezano sa drugim poslovnim aktivnostima poput prodaje, nabavke, magacinskog skladištenja, ljudskim resursima (Knežević et al., 2021). Ova povezanost poslovnih tokova pojednostavljuje globalni proces, te je pozitivna strana što se lakše detektuju greške, a po pitanju permanentnog izveštavanja, ograničenost vremena zaposlenih je svakako bio faktor koji je onemogućavao često izveštavanje koje je bazično bilo periodično, kvartalno ili mesečno. Izveštavanje na nedeljnom ili čak dnevnom nivou često je crpilo mnogo resursa, dok tehnologija omogućuje sistem realnog izveštavanja.

U oblasti revizije digitalizacija takođe donosi mnoge promene, a ključna promena je što digitalne metode zamenjuju tradicionalni model, koji je baziran na fizičkom pregledu dokumenata i uzorkovanju. To omogućuju automatizovani revizorski alati. Digitalni tragovi i API pristupi (eng. application programming interface) omogućuju praćenje i kontrolu poslovanja u realnom vremenu (eng. continuous auditing). Forenzička analiza u saradnji sa Data analytics ima sposobnost da kroz algoritamske modele detektuje potencijalne prevare i nepravilnosti u prikazanom poslovanju. Takođe, revizijskom procesu na globalnom nivou, tj. revizorskim kućama koje imaju kompanije širom sveta i rade internacionalne kontrole, od velike su pomoći digitalne radne platforme i alati (ACL, IDEA, CaseWare) budući da oni obezbeđuju automatizaciju testova i saradnju timova na daljinu.

Kada se osvrćemo konkretno na proces digitalizacije u Republici Srbiji vidna unapređenja dogodila su se najviše na poljima javne uprave i finansija. Digitalno računovodstvo je prepoznato kao unapređen tradicionalni sistem koji omogućuje veću transparentnost, vrši restrikciju sive ekonomije i troškova administracije.

Uvođenje sistema elektronskih fakture (SEF) koji je počeo sa funkcionisanjem 2022. godine predstavlja najznačajniju reformu u računovodstvu. SEF kao centralizovani državni portal predstavlja bazu preko koje se izdaju fakture, primaju, i pohranjuju u elektronskom standardizovanom formatu. Pozitivne strane digitalizacije se ogledaju u tome što papirologija smanjuje, kao i manuelni unos, elektronska razmena fakture je

brža, sigurnija, preciznija (jasno zabeleženo vreme slanja), svaka transakcija ima digitalni trag i samim tim je omogućena bolja kontrola. E-fiskalizacija obezbeđuje efikasniju kontrolu prometa, umanjuje mogućnost zloupotreba, te sive ekonomije, primenu modernih softverskih rešenja i korišćenje modernih uređaja.

Agencija za privredne registre (APR) je unapredila svoj rad od kada je uvela elektronski put kao način registracije pri osnivanju preduzeća. Finansijski izveštaji se predaju u elektronskoj formi. Ovim procesom omogućena je centralizovana baza finansijskih izveštaja koja je dostupna javnosti, kontrola dokumentacije se vrši elektronski, a procese olakšava povezanost sa mnogim institucijama, posebno sa poreskim organima.

3. UTICAJ VEŠTAČKE INTELIGENCIJE NA RAČUNOVODSTVENU I REVIZIJSKU PROFESIJU

S obzirom da je računovodstvo kroz vekove zadržalo svoju formu i metodologiju, najdinamičnija transformacija se događa u novo vreme, upravo zbog digitalizacije i posebno veštačke inteligencije. Od velikog je značaja automatizacija radnji koje su rutinske, te brza analiza velike količine podataka (Knežević et al., 2023). Računovodstvena profesija se okreće ka sofisticiranom pomaganju pri donošenju boljih informisanih odluka. Suština unapređenja rada je novi fokus na strateške, analitičke i savetodavne funkcije, dok bi administrativni i tehnički rad postao prošlost.

Klasična procedura rada unapređuje se uz pomoć algoritama koji su bazirani na mašinskom učenju, te RPA alatima (eng. robotic process automation). Veštačka inteligencija olakšava procese, budući da alati omogućuju automatsko prepoznavanje dokumenata, potom vrši klasifikaciju i knjiženje (Vićentijević, 2025). S obzirom da se sve radi automatizovano, proces klasifikacije i knjiženja biva mnogo brži, a umanjuje se i mogućnost ljudske greške.

Pored unapređenja bazičnog procesa veštačka inteligencija pruža veliku pomoć u mogućnostima projekcije, gde se osnovna uloga usmerava na napredno planiranje i donošenje odluka. Postoji sposobnost projekcije likvidnosti, tj. rizika nelikvidnosti, novčanih tokova, te analize profitabilnosti. Takođe, za poslovanje je veoma značajno i detektovanje anomalija i nepravilnosti u poslovnom procesu. Novi izazovi veštačke inteligencije zahtevaju od računovođa i proces učenja, ali novo znanje bi trebalo da olakša rad u budućnosti. Što se negativnosti tiče, problem mogu biti programirani pogrešni obrasci, te je tu i pitanje odgovornosti (ko snosi posledice za greške) i da li može da se obezbedi visok stepen bezbednosti poverljivih informacija.

Kod revizije veštačka inteligencija omogućuje analiziranje celovitih baza podataka. Može značajno da pomogne u fazi planiranja revizije. Detektuju se potrebni podaci, identifikuju rizici, prepoznaju trendove. Pomoć veštačke inteligencije omogućuje revizorima da optimizuju resurse. Pomoću algoritama je moguće pregledati celokupne podatke, te

doneti kvalitetnije zaključke. Provera može biti automatizovana, i otvara se mogućnost kontinuirane revizije (Vićentijević, 2022). Isto što važi i za računovodstvo i računovođe, primenom veštačke inteligencije ne obezbeđuje se zamena za revizora, nego mu daje dodatnu snagu kroz, brzinu, detaljnost i tačnost.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Razvojni put računovodstvene i revizijske profesije je prožiman unapređenjima – od bazične evidencije poslovnih transakcija do finansijskog i nefinansijskog izveštavanja. Krajnji ishod je ostao nepromenjen, jer se od profesije očekuje prezentovanje relevantnih, pouzdanih i tačnih informacija, dok je proces unapređen uz veštačku inteligenciju i digitalizaciju. U Republici Srbiji se takođe mogu primetiti značajna unapređenja u sferi digitalizacije koja je imala i institucionalni uticaj. Praksa računovođa i revizora približena je evropskim standardima. U našim uslovima, potrebno je na vreme prepoznati značaj modernih transformacija. Upotrebom novih alata i digitalizacije dobija se na uštedi vremena i resursa, a ujedno se olakšava i rad.

Poenta se ogleda u tome što primena veštačke inteligencije i digitalizacije predstavlja model za modernizaciju i osnaživanje procesa, a ne bi smela da se doživljava kao pretnja. Pozitivni aspekti se sagledavaju kroz brzinu, tačnost, efikasnost, transparentnost, automatizaciju procesa, otkrivanje anomalija i pronevera, analizu celokupnih podataka i u realnom vremenu. Negativnosti se vezuju za pitanje zaštite podataka i sajber bezbednosti, troškove za permanentnu obuku zaposlenih i uvođenje inoviranih sistema. I na kraju, može se zaključiti da veštačka inteligencija i digitalizacija donose mnogo pozitivnog profesiji računovođa i revizora, ali ljudski um uvek mora kontrolisati meru brzine uvođenja. Rizici su viđeni u gubitku radnih mesta, što socijalno gledano nije popularna mera, te se postojeći zaposleni moraju na vreme prekvalifikovati, kako bi se išlo u korak sa promenama u okruženju. Unapređenje poslovanja treba afirmativno da se sagledava, a pri tom da se poštuju svi segmenti društvene odgovornosti koji su prikazani kroz izveštavanje o održivosti. Provera tačnost i nefinansijskih informacija zadatak je revizije (Dmitrović et.al., 2023), što predstavlja novi izazov profesije zbog mnoštva raznorodnih kvalitativnih podataka.

LITERATURA

- [1] Bešlić Rupiće, I., Bešlić Obradović, D., & Rupiće, B. (2022). Značaj digitalizacije za održivost računovodstva The importance of digitalization for the sustainability of accounting. *ECOLOGICA*, 29(106), 201-208.
- [2] Čelik, P. (2023) Uticaj digitalne transformacije, opšte veštačke inteligencije i generativne veštačke inteligencije na trendove revizije i računovodstva. XVIII Međunarodni kongres računovođa i revizora Crne Gore po nazivom „Računovodstveno/revizorska profesija u funkciji implementacije ciljeva održivog razvoja“, Ulcinj, Crna Gora.
- [3] Dmitrović, V., & Benković, S. (2021). Računovodstvo i revizija u digitalnom okruženju. Zbornik radova – Računovodstvena znanja kao činilac ekonomskog i društvenog napretka, (Red. Janjić,

- V., Malinić, D., Todorović, M., & Jovanović, D.) Ekonomski fakultet Univerziteta u Kragujevcu, 312-323.
- [4] Dmitrović, V., Benković, S., & Spasenić, Ž. (2019). Digitalno okruženje kao izazov računovodstvu. Zbornik radova–XII Skup privrednika i naučnika, SPIN, 7-8.
 - [5] Dmitrović, V., Latinović, M., & Benković, S. (2023). Non-financial reporting in a function of growing social and environmental responsibility – A challenge for accounting and auditing. Proceedings of the 4th international conference economic and business trends shaping the future, Skopje: Faculty of Economics-Skopje, Ss. Cyril and Methodius University, 24-39.
 - [6] Fotova Čiković, K., Martinčević, I., & Lozić, J. (2024). Artificial Intelligence (AI) in Economics and Business-Related Research with Data Envelopment Analysis (DEA) Application: A Systematic Literature Review. In 2024 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA) (pp. 1-6). IEEE. doi: 10.1109/hora61326.2024.10550546
 - [7] Jakovljević, N. (2022). Robotizacija revizije: uloga revizora u eri veštačke inteligencije. Studenti u susret nauci–StES 2022, 63.
 - [8] Knežević, S., Arsić Bogojević, V., & Milojević, S. (2023). Uticaj razvoja veštačke inteligencije na računovodstvo. Zbornik radova sa naučnog skupa pod nazivom „Računovodstvo i revizija u teoriji i praksi“, 9-18. DOI 10.7251/ZRRRTP2301009K
 - [9] Knežević, S., Obradović, T., Mitrović, A., & Milašinović, M. (2021). Računovodstveni informacioni sistemi u digitalnom okruženju. U XIII Skup privrednika i naučnika SPIN, 21, 390 - 398.
 - [10] Vićentijević, K. (2021a). Implikacije digitalizacije računovodstva na korporativno izveštavanje. *Business Consultant/Poslovni Konsultant*, 13(106).
 - [11] Vićentijević, K. (2021b). Izazovi računovodstva u savremenom digitalnom okruženju. *Revizor*, 24(93), 27-36. doi: 10.5937/Rev2193027V
 - [12] Vićentijević, K. (2022). Izazovi Internet of Things tehnologije na trendove u računovodstvenoj profesiji. *REVIZOR Časopis za upravljanje organizacijama, finansije i reviziju*, 25(100), 31-40.
 - [13] Vićentijević, K. (2025) Uticaj EU regulative o veštačkoj inteligenciji na računovodstvo. Konferencija Računovodstvo i revizija u teoriji i praksi, Banja Luka, Bosna i Hercegovina, DOI: 10.7251/ZBLC2501019V
 - [14] Zakon o elektronskim otpremnicama ("Sl. glasnik RS", br. 94/2024)
 - [15] Zakon o elektronskom fakturisanju, Sl. glasnik RS", br. 44/2021, 129/2021, 138/2022, 92/2023 i 94/2024

**UPRAVLJANJE
LOGISTIKOM I
LANCIMA
SNABDEVANJA**

DIGITALNA TRANSFORMACIJA LANACA SNABDEVANJA U KONTEKSTU INDUSTRIJE 4.0 I INDUSTRIJE 5.0

DIGITAL TRANSFORMATION OF SUPPLY CHAIN IN THE CONTEXT OF INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0

Vidosav Majstorović¹, Stana Bekčić²

¹ Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet,

vidosav.majstorovic@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9534-8461

² Kallos fakultet, Beograd, sbekcic@gmail.com, ORCID: 0009-0007-9164-5080

Astrakt: Digitalna transformacija lanaca snabdevanja podrazumeva primenu naprednih tehnologija, kako bi se poboljšala efikasnost, transparentnost i fleksibilnost u upravljanju tokovima proizvoda, informacija i finansija. U eri Industrije 4.0, fokus je na automatizaciji, povezanosti i analitičkim rešenjima, dok Industrija 5.0 uvodi human-centric pristup, održivost i personalizaciju. Digitalna transformacija revolucionizuje lance snabdevanja, čineći ih bržim, pametnijim i održivijim. Dok Industrija 4.0 naglašava automatizaciju, Industrija 5.0 vraća ljude u fokus proizvodnje, kombinujući tehnološke inovacije sa ljudskom kreativnošću i ekološkom svešću. Ovaj rad daje analizu modela digitalnog lanca snabdevanja u kontekstu Industrije 4.0 i Industrije 5.0. Ova studija naučnicima, istraživačima i ekspertima iz ove oblasti stavlja, na uvid najnovije informacije iz oblasti digitalnog modela SCM.

Ključne reči: Industrija 4.0, Industrija 5.0, Lanci snabdevanja, Digitalna transformacija.

Abstract: The digital transformation of supply chains involves the application of advanced technologies, to improve efficiency, transparency and flexibility in the management of product, information and financial flows. In the era of Industry 4.0, the focus is on automation, connectivity and analytical solutions, while Industry 5.0 introduces a human-centric approach, sustainability and personalization. Digital transformation is revolutionizing supply chains, making them faster, smarter and more sustainable. While Industry 4.0 emphasizes automation, Industry 5.0 brings people back to the focus of production, combining technological innovation with human creativity and environmental awareness. This paper provides an analysis of the digital supply chain model in the context of Industry 4.0 and Industry 5.0. This study provides scientists, researchers and experts from this field with the latest information from the field of the SCM digital model.

Keywords: Industry 4.0, Industry 5.0, Supply chains, Digital transformation.

1. UVOD

Digitalna transformacija lanaca snabdevanja podrazumeva primenu naprednih tehnologija, kako bi se tradicionalni lanci snabdevanja učinili pametnijim, bržim, fleksibilnijim i održivijim. Evo različitih definicija ove transformacije u odnosu na Industriju 4.0 - 5.0: (i) tehnološko-orijentisane definicije (Industrija 4.0) su: (a) (McKinsey, 2020) - "Digitalna

transformacija lanaca snabdevanja podrazumeva integraciju Internet stvari (IoT), veštačke inteligencije (AI) i analitike podataka (BDA), kako bi se omogućilo real-time praćenje, prediktivno upravljanje i autonomna optimizacija logističkih procesa", (b) (Gartner, 2023) - "Proces korišćenja digitalnih tehnologija (blockchain, digitalni bliznaci (DT) i robotska automatizacija), za stvaranje povezanih, automatizovanih i podacima vođenih lanaca snabdevanja", (c) (IBM, 2022) - "Digitalizacija svih faza lanca snabdevanja – od nabavke sirovina do isporuke krajnjem korisniku – kroz primenu pametnih senzora, AI-a i cloud computinga, radi povećanja efikasnosti i smanjenja troškova"; (ii) *human-centric i održive definicije (Industrija 5.0) su*: (a) European Commission (2021) - "Digitalna transformacija u eri Industrije 5.0 ne teži samo automatizaciji, već harmonizaciji ljudske kreativnosti i mašinske preciznosti, sa fokusom na personalizaciju, održivost i socijalnu inkluziju u lancima snabdevanja", (b) Deloitte (2022) - "Evolucija od 'pametnih fabrika' ka 'pametnim i održivim ekosistemima' gde ljudi i roboti sarađuju u stvaranju cirkularnih, ekološki odgovornih lanaca snabdevanja", (c) Nahavandi (2019) - "U Industriji 5.0, digitalna transformacija lanaca snabdevanja podrazumeva simbiozu između ljudi i tehnologije, gde AI i roboti služe za povećanje ljudskih sposobnosti, a ne njihovu zamenu"; (iii) *operativno-upravljačke definicije su*: (a) CSCMP (Council of Supply Chain Management Professionals - CSCMP, 2021) - "Sistemska integracija digitalnih alata kako bi se omogućila veća vidljivost (end-to-end vidljivost), agilnost i prilagodljivost lanca snabdevanja u dinamičnim uslovima tržišta", (b) WEF (World Economic Forum) (2021) [8] - "Restrukturiranje lanaca snabdevanja kroz tehnologije koje omogućavaju brže donošenje odluka, smanjenje otpada i jačanje otpornosti na globalne šokove (kao što su pandemije ili prekidi u snabdevanju)"; (iv) *futurističke definicije (nova generacija transformacije) su*: (a) MIT Sloan (2023) - "Digitalna transformacija u Industriji 5.0 neće biti samo o 'povezivanju mašina' već o stvaranju 'empatičnih lanaca snabdevanja' – gde sistemi automatski prilagođavaju proizvodnju i logistiku individualnim potrebama korisnika i društvenim vrednostima", (b) Capgemini (2023) - "Prelazak sa 'digitalizacije procesa' na 'digitalnu ekologiju' – gde lanci snabdevanja postaju deo većeg održivog sistema koji uravnotežuje ekonomiju, ekologiju i ljudski wellbeing."

Definicije variraju u zavisnosti od fokusa: Industrija 4.0 naglašava tehnološku efikasnost (AI, IoT, automatizacija), dok Industrija 5.0 dodaje ljudski i održivi aspekt (cobots, cirkularna ekonomija, personalizacija).

Primena digitalnih tehnologija u lancima snabdevanja postaje ključni faktor konkurentnosti, efikasnosti i održivosti. Evo glavnih motivacionih faktora, kroz prizmu Industrije 4.0 (tehnološka revolucija) i Industrije 5.0 (humanizacija i održivost) (European Commission, 2021), (CSCMP, 2021), (MIT Sloan 2023): (i) *motivacija iz perspektive Industrije 4.0 ima nekoliko elemenata*: (a) povećanje operativne efikasnosti, koja se odnosi na: automatizaciju rutinskih procesa (robotska skladišta, autonomna vozila) smanjuje greške i troškove, zatim real-time praćenje (IoT senzori, RFID) omogućava precizno upravljanje zalihama, kao i AI i prediktivna analitika, optimizuju planiranje snabdevanja i smanjuju zalihe; (b) poboljšanje vidljivosti (end-to-end vidljivost), gde imamo da blockchain obezbeđuje transparentnost u globalnim lancima snabdevanja, kao i DT, koji omogućavaju simulacije i unapređenje

logističkih mreža; (c) smanjenje rizika i prekida u lancu snabdevanja, se odnosi na AI-driven analizu rizika za predviđanje prekida (usled političkih kriza ili prirodnih katastrofa), kao i na agilne lance koji se brže prilagođavaju promenama (pandemijama, rat), i (d) brži i jeftiniji transport i logistika se odnosi na autonomna vozila i dronove, koji smanjuju vreme isporuke, kao i optimizacija ruta uz pomoć AI smanjuje potrošnju goriva i troškove; (ii) *motivacija iz perspektive Industrije 5.0, ima nekoliko elemenata*: (a) human-centric pristup – veća uloga ljudi u digitalnim sistemima, gde imamo da kolaborativni roboti (cobots) olakšavaju rad bez potiskivanja ljudske radne snage, i personalizovane isporuke (masovna prilagodljivost) poboljšavaju korisničko iskustvo; (b) održivost i zelena logistika, gde digitalizacija smanjuje otpad (tačnija proizvodnja i distribucija), kao i cirkularni lanci snabdevanja (recikliranje, ponovna upotreba) postaju mogući zahvaljujući IoT i blockchainu; (c) socijalna odgovornost i etički aspekti se odnose na fer radne uslove – digitalna praćenja osiguravaju poštovanje radničkih prava u globalnim lancima, kao i lokalna proizvodnja i "nearshoring" – 3D štampa i digitalne fabrike smanjuju zavisnost od udaljenih dobavljača; (d) povećana fleksibilnost i prilagodljivost se odnosi na pametne lance snabdevanja koji brže reaguju na promene potražnje (dinamičko skaliranje proizvodnje), kao i demand-driven modeli (proizvodnja po narudžbi) smanjuju prekomerne zalihe. Sistematizacija motivacionih faktora je data u tabeli 1 (CSCMP, 2021).

Tabela 1. Ključni motivacioni faktori – uporedni pregled (dopunjeno prema (CSCMP, 2021))

Faktor motivacije	Industrija 4.0 (Tehnološki fokus)	Industrija 5.0 (Human & green fokus)
Efikasnost	Automatizacija, AI optimizacija	Saradnja čovek-mašina (Cobots)
Transparentnost	Blockchain, digitalni bliznaci	Etički i održivi lanci snabdevanja
Održivost	Smanjenje troškova	Cirkularna ekonomija, zelena logistika
Fleksibilnost	Brže reakcije na tržište	Personalizovane i lokalne isporuke
Otporost na krize	Prediktivna analitika rizika	Rezilientni i socijalno odgovorni lanci

Industrija 4.0 je motivisana tehnološkom efikasnošću – smanjenje troškova, brži transport, manje grešaka, dok Industrija 5.0 dodaje ljudski i ekološki aspekt – održivost, socijalna odgovornost, personalizacija.

2. KLJUČNE TEHNOLOGIJE U DIGITALNOJ TRANSFORMACIJI LANACA SNABDEVANJA

Tehnologije Industrije 4.0 su (IBM, 2022), (CSCMP, 2021), (WEF, 2021): *Internet stvari (IoT)* – praćenje proizvoda u realnom vremenu i pametni skladišni sistemi. On predstavlja tehnologiju koja omogućava povezanost fizičkih objekata (proizvoda, vozila, skladišne opreme) sa digitalnim sistemima kroz senzore, RFID oznake i bežične mreže. IoT je nervni sistem modernog lanca snabdevanja, omogućavajući besprekornu vidljivost i kontrolu; *Veliki podaci (Big Data) i njihova analitika* – prediktivna analitika i optimizacija zaliha. Ova tehnologija je unapredila upravljanje lancima snabdevanja, omogućavajući proaktivno, a ne reaktivno upravljanje. U eri Industrija 4.0 i 5.0, ovi alati postaju ključni za optimizaciju zaliha, smanjenje troškova i povećanje konkurentnosti; *Veštačka inteligencija (AI) i mašinsko učenje (ML)* – automatsko upravljanje zalihama i optimizacija ruta. Ove tehnologije

omogućavaju automatizovano upravljanje zalihama (smanjenje viškova i nestašica), dinamičku optimizaciju transportnih ruta (smanjenje troškova i emisija CO₂), i samoučeći sistemi koji kontinuirano poboljšavaju efikasnost. AI i ML postaju nervni sistem modernih lanaca snabdevanja, omogućavajući: autonomne, ali adaptibilne sisteme (Industrija 4.0), održive i personalizovane tokove (Industrija 5.0), i rezilientnost na globalne šokove; *Robotika i automatizacija* – autonomna vozila u skladištima i robotsko pakovanje. Digitalna transformacija lanaca snabdevanja kroz Industriju 4.0 (puna automatizacija, IoT, cloud computing) i Industriju 5.0 (human-robot kolaboracija) donela je radikalne promene u: autonomnim skladištima (bez ljudske intervencije), robotskom pakovanju (preciznost i brzina), i integrisanim sistemima upravljanja (end-to-end vidljivost); *Blockchain* – transparentnost i bezbednost u lancu snabdevanja i pametni ugovori. Blockchain tehnologija predstavlja decentralizovan, nepromenljiv digitalni registar koji omogućava: potpunu transparentnost svih transakcija u lancu snabdevanja, povećanu cyber bezbednost kroz kriptografske mehanizme, i automatsko izvršavanje ugovora (pametni ugovori/smart contracts); *Digitalni bliznaci (DT)* – simulacija i optimizacija lanaca snabdevanja. Digitalni blizanac predstavlja virtuelnu repliku fizičkog lanca snabdevanja koja se ažurira u realnom vremenu pomoću IoT senzora, AI i cloud computinga.

Evolucija model digitalnih lanaca snabdevanja ka modelu Industrije 5.0 se vrši kroz sledeće aspekte (Nahavandi, 2019), (CSCMP, 2021), (Nazarian H, Khan SA, 2024), (Supply Chain 5.0, 2025): *Personalizacija i fleksibilnost* – prilagodljivi lanci snabdevanja za individualne potrebe. Industrija 5.0 predstavlja revolucionarni pomak od masovne proizvodnje (Industrija 4.0) ka masovnoj personalizaciji, gde se ova tehnologija koristi za hiper-personalizovane proizvode (beskompromisno prilagođavanje željama potrošača), agilne lance snabdevanja koji reaguju u realnom vremenu, kao i simbiozu čoveka i mašine, gde AI pojačava ljudsku kreativnost; *Održivost i zelena tehnologija* – smanjenje otpada i energetske efikasni sistemi. Industrija 5.0 predstavlja revolucionarni pomak od efikasnosti (Industrija 4.0) ka ekološkoj inteligenciji (ESG (Environmental, Social, and Governance)/CE (Circular Economy)), gde se tehnologija koristi za: karbon (CO₂) - neutralne lance snabdevanja uz pomoć digitalnih alata, CE modele zasnovane na IoT i blockchainu, kao i simbiozi ekoloških i ekonomskih ciljeva; *Kognitivno računarstvo i kolaborativni roboti (cobots)* – podrška ljudima u kompleksnim zadacima u lancima snabdevanja. Industrija 5.0 predstavlja revolucionarni pomak od automatizacije (Industrija 4.0) ka kognitivnoj kolaboraciji čoveka i mašina, gde: coboti sa AI sposobnošću donošenja odluka rade uz ljude u realnom vremenu, kognitivno računarstvo (AI+IoT+Edge computing) omogućavaju adaptivno ponašanje sistema, i lanci snabdevanja postaju samoučeći, kroz kontinuiranu interakciju.

3. PRIMENA DIGITALNE TRANSFORMACIJE U LANCIMA SNABDEVANJA

Ova transformacija se realizuje u sledećim oblastima (CSCMP, 2021), (WEF, 2021), (MIT Sloan 2023): *Pametna logistika* – autonomna vozila i dronovi za isporuku. Pametna logistika se oslanja na: autonomna vozila (AGV (Automated Guided Vehicle), AMR (Autonomous Mobile Robot), samo-vozeći kamioni), zatim kroz primenu dronova za isporuku (last-mile dostava), i na kraju kroz AI-optimizovane mreže za upravljanje prometom i zalihama. Ključne

tehnologije koje podržavaju ovaj model su: LIDAR (Light Detection and Ranging) i 3D senzori, pomoću kojih se vrši detekcija prepreka u realnom vremenu, zatim edge computing, gde imamo lokalnu obradu podataka za rad u realnom vremenu, i blockchain, pomoću koga vršimo praćenje transporta i automatsko naplaćivanje; *Upravljanje zalihama u realnom vremenu* – IoT senzori i AI modeli za optimizaciju. Jedna od najznačajnijih primena je upravljanje zalihama u realnom vremenu korišćenjem IoT senzora i AI algoritama, što omogućava veću efikasnost, smanjenje troškova i poboljšanu otpornost na poremećaje. Prednosti ovog koncepta se ogledaju u sledećim činjenicama: smanjenje troškova, kroz manje zaliha u magacinu, smanjenje rizika od zastarevanja, zatim tu je i povećana efikasnost, koja se ostvaruje kroz automatizovani proces, gde se smanjuju ljudske greške, i na kraju bolja otpornost na krize, kroz real-time vidljivost, kojim se omogućava brže reagovanje na poremećaje (pandemija, ratovi); *Proaktivno upravljanje rizicima* – predviđanje prekida u lancu snabdevanja. Ključni rizici u modernim lancima snabdevanja su: globalni poremećaji (pandemije, ratovi, ekonomske krize), zavisnost od ograničenih dobavljača (nedostatak diversifikacije), klimatske promene i ekstremni vremenski događaji, cyber-rizici i gubitak podataka, i promene u regulatornim okvirima i carinskim procedurama; *Personalizovane isporuke* – prilagodljivi sistemi za krajnje korisnike. Trend personalizacije u modernim lancima snabdevanja se ogleda u sledećim činjenicama: porast očekivanja korisnika (brza isporuka, praćenje u realnom vremenu, individualne opcije), rast e-trgovine i zahteva za "isporukom poslednje milje", zahtev za održivim i fleksibilnim načinima dostave, i dinamičke promene u ponašanju potrošača (istovremena potražnja za instant i planiranim isporukama); *Održivi lanci snabdevanja* – smanjenje ugljeničnog (CO₂) otiska kroz digitalne inovacije. Prednosti digitalno vođenih održivih lanaca snabdevanja su: smanjenje ugljeničnog otiska kroz preciznu optimizaciju, smanjenje troškova (manja potrošnja energije i goriva), povećana transparentnost za potrošače i regulatore, povećana konkurentnost (zeleni brending i ESG/CE modeli).

4. STUDIJE SLUČAJA USPEŠNE PRIMENE

Kao prvi primer primene ovde se navodi Siemens – DT za optimizaciju proizvodnje i logistike, koji se kao DT primenjuje u Xcelerator platformi, omogućavajući (Siemens, 2023): virtuelnu reprezentaciju fizičkih proizvodnih i logističkih sistema, real-time simulacije i predikcije, i integraciju proizvodnje i logistike u jedan digitalni ekosistem. Ova tehnologija predstavlja ključni element Industrije 4.0 i Industrije 5.0, posebno u kompleksnim supply chain mrežama. Komponente sistema su: MindSphere (IoT platforma) za prikupljanje podatke sa senzora u realnom vremenu, Teamcenter PLM (Product Lifecycle Management) za upravljanje životnim ciklusom proizvoda, simulator procesa za 3D simulacije proizvodnih i logističkih procesa, i AI analitika za prediktivno održavanje i optimizaciju toka robe. Primer primene u proizvodnji elektomotora ima sledeće karakteristike (McKinsey, 2022): problem je bio da 18% zastoja u proizvodnji nastaje zbog neusklađenosti linija. Rešenje je nađeno u kreiranju DT svih mašina, tako da se simulacijom dobija 12 scenarija pre primene, a rezultat je, da je dobijeno 22% povećanje OEE (Overall Equipment Effectiveness). Što se logističke optimizacije tiče, primer je jedno skladište u Nemačkoj, gde je DT skladišta omogućio:

testiranje 5 različitih layouta pre reorganizacije, i ostvarena je integracija AGV vozila sa WMS (Warehouse Management System) sistemom. Ostvareni su sledeći efekti: 35% brže komisioniranje, i 15% smanjenje troškova skladištenja. Pregled karakteristika primene ovog modela u praksi je dat u tabeli 2.

Tabela 2. Ključne prednosti

Aspekt	Tradicionalni pristup	Digitalni dvojniki	Dobit
Vreme optimizacije	3-6 meseci	2-4 nedelje	80% brže
Troškovi testiranja	Fizički prototipovi	Virtuelne simulacije	60% niži
Fleksibilnost	Ograničeni scenariji	Neograničene varijacije	Bolja adaptabilnost
Stopa grešaka	15-20%	2-5%	Poboljšana tačnost

Integracija sa Industrijom 5.0 se realizuje kroz Human-centric dizajn, gde operateri koriste AR za interakciju sa DT, i AI preporuke i ljudska odluka za konačnu odluku o optimizaciji. Takođe tu je i održivi razvoj, gde se vrši simulacija energetske efikasnosti svih scenarija i minimizacija otpada kroz precizno planiranje. Izazovi implementacije su dati kao: tehnički izazovi, gde imamo obim podataka, gde jedan proizvodni pogon generiše >5TB podataka dnevno, a takođe integracija legacy sistema je poseban problem za starije fabrike. Organizacioni izazovi se ogledaju u potrebama za novim kompetencijama (digitalni inženjering), kao i promena poslovnih procesa u korist data-driven odluka. Siemensova primena DT demonstrira: radikalno poboljšanje u efikasnosti supply chain-a, most između Industrije 4.0 i Industrije 5.0 kroz human-tehnologija interakciju, i putokaz za industriju, jer DT postaju neophodni, ne samo luksuz. Ključ uspeha je fokus na celovitost rešenja (od senzora do AI) umesto na pojedinačne tehnologije.

5. BUDUĆNOST LANACA SNABDEVANJA U ERI INDUSTRIJE 5.0

Industrija 5.0 predstavlja evoluciju ka humanocentričnoj i održivoj proizvodnji, gde se ljudska kreativnost kombinira sa naprednim tehnologijama poput AI, robotike i IoT-a. U ovom kontekstu, lanci snabdevanja će postati autonomni, prilagodljivi i ekološki svesni. Ključne karakteristike Supply Chain-a 5.0 su (Amila Bandara, et al, 2024): (a) human-machine kolaboracija, gde imamo kobotiku (kolaborativni roboti), koji rade uz ljude, poboljšavajući produktivnost bez potpunog zamenjivanja radne snage. Tu su i AI kao asistent, umesto potpune automatizacije, AI pomaže ljudima u donošenju brzih i preciznijih odluka. Primer za ovo je BMW kompanija koja već koristi kobote u skladištima, gde ljudi i roboti rade zajedno; (b) hiper-personalizacija i masovna prilagodljivost, gde se pomoću 3D štampe na zahtev, vrši proizvodnja, koja postaje decentralizovana, omogućavajući brzu izradu prilagođenih proizvoda. DT simuliraju proizvodne procese u realnom vremenu, omogućavajući optimizaciju pre nego što se nešto fizički desi. Primer za ovo je da Adidas koristi 3D štampu za personalizovane patike, smanjujući otpad i vreme proizvodnje; (c) potpuna autonomija i samoorganizacija predstavlja autonomni transport (AGV, dronovi, samo-upravljavajući kamioni), gde roboti i vozila bez vozača obavljaju logistiku 24/7. Pomoću blockchain za autonomne ugovore (Smart Contracts) vrši se automatsko izvršavanje transakcija bez posrednika. Primer je da Amazon testira isporuku dronovima, a kompanije

poput TuSimple razvijaju autonomne kamione; (d) održivost i cirkularna ekonomija, gde imamo "Green Supply Chains", gde pomoću IoT i AI optimizuju upotrebu resursa i smanjuju otpad. Tu je i ponovna upotreba i reciklaža, gde digitalno praćenje materijala omogućava zatvaranje ciklusa proizvodnje. Na primer IKEA koristi digitalne platforme za praćenje recikliranih materijala u svojim proizvodima. Tehnologije koje će oblikovati lanac snabdevanja 5.0 su date u tabeli 3.

Tabela 3. Tehnologije za lanac snabdevanja 5.0

Tehnologija	Uloga u Supply Chain-u
AI & Mašinsko učenje	Predviđa potražnju, optimizuje rute, upravlja zalihama
Internet of Things (IoT)	Senzori prate proizvode tokom celog lanca u realnom vremenu
Blockchain	Osigurava transparentnost i poverenje u globalnim mrežama
DT	Simuliraju scenarije za poboljšanje efikasnosti
5G mreže	Omogućavaju brzu komunikaciju između uređaja u pametnim fabrikama
Kvantno računarstvo	Rešava kompleksne logističke probleme (npr. optimizacija ruta za milion varijanti)

Izazovi i prelazak na Industriju 5.0 će se ogledati u sledećim činjenicama [(Nazarian H, Khan SA, 2024): (a) ljudski faktor i promena uloge radnika, gde treba generisati nove veštine, jer radnici moraju znati da upravljaju kolaborativnim robotima i analizirati podatke. Zato je važan aspekt reskilling zaposlenih, gde kompanije moraju investirati u obuku kako bi izbegle otpuštanja usled automatizacije; (b) sigurnost podataka i kibernetске pretnje, nastaju zbog rastućeg rizika od hakovanja, jer veća digitalizacija zahteva jaču zaštitu (kvantna enkripcija); (c) regulatorni i etički aspekt, se odnose na upravljanje AI-om, gde su potrebni jasni standardi za odgovorno korišćenje autonomnih sistema. Tu su i pravila o robotici, gde jasno treba znati ko je odgovoran ako autonomni robot napravi grešku. Šta očekivati do 2035? Biće uspostavljeni pametni, samoorganizujući lanci snabdevanja (Supply Chain 5.0, 2025), gde će se sistemi automatski prilagođavati promenama. Tu je i zero-waste proizvodnja (proizvodnja bez otpada), gde će digitalizacija omogućiti potpunu CE. Takođe, imaćemo "Supply Chain as a Service" (SCaaS), gde će kompanije koristiti deljene digitalne platforme umesto vlastitih sistema. Evo primera budućeg scenarija: Kupac naruči proizvod putem AI asistenta → 3D štampa se pokreće u najbližoj mikro-fabricsi → autonomni dron vrši isporuku u roku od nekoliko sati. Kako se pripremiti za budućnost koja dolazi? Investirati u kolaborativnu robotiku i AI – ne da zameni ljude, već da im pomogne. Graditi digitalne ekosisteme – saradnja sa partnerima putem cloud i blockchain platformi. Obrazovati radnu snagu – spremati ih za rad u hibridnom (ljudsko-mašinskom) okruženju. Usvajati održive modele – digitalizacija + zelena ekonomija = ključ dugoročnog uspeha. Industrija 5.0 neće uništiti ljudski rad – naprotiv, učiniće ga vrednijim kroz kreativnu saradnju sa naprednim tehnologijama.

6. ZAKLJUČAK

Digitalna transformacija u lancima snabdevanja donosi brojne ključne benefite koji poboljšavaju efikasnost, transparentnost i konkurentnost. Evo najvažnijih prednosti: (a)

povećana efikasnost i automatizacija, koja se ogleda u automatizaciji procesa (upravljanje zalihama, narudžbine, logistika), (b) bolja vidljivost i praćenje u realnom vremenu, (c) optimizacija zaliha i smanjenje troškova, (d) poboljšana saradnja i integracija partnera, putem digitalne platforme, (e) veća otpornost na rizike (Supply Chain Resilience), (f) održivost i zelena logistika, i (g) poboljšano iskustvo kupaca, kroz personalizovane isporuke i tačnije informacije o statusu narudžbi

LITERATURA

- [1] McKinsey Company. (2020). Digital supply chains: Do you know the opportunities? <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/digital-supply-chains-do-you-know-the-opportunities>.
- [2] Gartner. (2023). The future of supply chain: Industry 4.0 and beyond. Gartner Research. <https://www.gartner.com/en/supply-chain>.
- [3] IBM. (2022). What is digital supply chain transformation? <https://www.ibm.com/topics/digital-supply-chain-transformation>.
- [4] European Commission. (2021). Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/308407>.
- [5] Deloitte. (2022). The digital supply network: The era of supply chain innovation. <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/digital-supply-network-transformation.html>.
- [6] Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A human-centric solution. *Sustainability*, 11 (16), 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>.
- [7] CSCMP (Council of Supply Chain Management Professionals). (2021). Digital transformation in supply chain management: Trends and best practices. <https://cscmp.org/research>.
- [8] World Economic Forum. (2021). Digital transformation of industries: Supply chains. <https://www.weforum.org/reports/digital-transformation-of-industries-supply-chains>.
- [9] MIT Sloan Management Review. (2023). The next phase of digital supply chain transformation. <https://sloanreview.mit.edu/projects/the-next-phase-of-digital-supply-chain-transformation/>.
- [10] Capgemini. (2023). Digital supply chain transformation: From Industry 4.0 to 5.0. <https://www.capgemini.com/research/digital-supply-chain-transformation/>.
- [11] Siemens. (2023). Digital Twin: From Concept to Industrial Reality. <https://www.siemens.com/global/en/company/stories/industry/2024/skillreal-software-digital-twin-automotive-ecosystem-israel-germany.html>.
- [12] McKinsey. (2022). Digital Twins in Manufacturing: The Siemens Case. <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/digital-twins-the-key-to-smart-product-development>.
- [13] Amila Bandara, Amila Thibbotuwawa, H. Niles Perera, Peter Nielsen, Industry 5.0 and Supply Chain Management: Coevolution and Future Research Directions, *IFAC-PapersOnLine*, Volume 58, Issue 19, 2024, Pages 958-963, ISSN 2405-8963, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.09.152>.
- [14] Nazarian H, Khan SA. The impact of industry 5.0 on supply chain performance. *International Journal of Engineering Business Management*. 2024; 16. 10.1177/18479790241297022.
- [15] Supply Chain 5.0. <https://evolvewithusnow.com/supply-chain-50>.

ULOGA PAMETNOG PAKOVANJA U DIGITALNOJ TRANSFORMACIJI LANACA SNABDEVANJA

THE ROLE OF SMART PACKAGING IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF SUPPLY CHAINS

Svetlana Dabić-Miletić¹, Mladen Božić², Nikola Pavlov³

^{1,2,3} Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet,

¹cecad@sf.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-9316-0817

²mladenbozic@sf.bg.sc.rs, ORCID: 0000-0002-2313-2343

³n.pavlov@sf.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0897-0119

Apstrakt: Prehrambeni lanac snabdevanja (LS) ima ključnu ulogu u društvu i globalnoj ekonomiji, ali je izložen brojnim izazovima, od kojih je pakovanje jedan od najznačajnijih. Tradicionalna rešenja često dovode do povećanih gubitaka, troškova i smanjenja efikasnosti. U radu se razmatra primena pametnog pakovanja, aktivnog, inteligentnog i sa QR kodovima kao alternativnih rešenja koja mogu produžiti rok trajanja, očuvati kvalitet i omogućiti bolje praćenje proizvoda. Alternative su upoređivane u odnosu na definisani skup od devet kriterijuma primenom hibridnog modela VKO koji kombinuje Fuzzy best-worst method (BWM) i Fuzzy Combined Compromise Solution (CoCoSo) metode. Posebna pažnja posvećena je ulozi pametnog pakovanja u procesu digitalizacije LS, kroz integraciju sa tehnologijama Web 4.0. Rezultati pokazuju da ova rešenja povećavaju transparentnost i efikasnost i doprinose dugoročnoj održivosti LS. Rad ukazuje da je budući razvoj u ovoj oblasti umeren ka povezivanju digitalnih tehnologija sa ekološki prihvatljivim materijalima, radi smanjenja otpada, očuvanja svežine i povećanja rezilijentnosti prehrambenih LS.

Ključne reči: Lanac snabdevanja, pametno pakovanje, Web 4.0, MCDM.

Abstract: The food supply chain (SC) plays a crucial role in society and the global economy but is exposed to numerous challenges, with packaging being among the most significant. Traditional solutions often lead to increased losses, higher costs, and reduced efficiency. This paper examines the application of smart packaging: active, intelligent, and QR-enabled; as alternative solutions that can extend shelf life, preserve quality, and enable better product traceability. The alternatives were compared against a defined set of nine criteria using a hybrid MCDM model that combines the Fuzzy Best–Worst Method (BWM) and the Fuzzy Combined Compromise Solution (CoCoSo). Particular attention is devoted to the role of smart packaging in the SC's digitalization process through integration with Web 4.0 technologies. The results show that these solutions increase transparency and efficiency and contribute to the SC's long-term sustainability. The paper indicates that future development in this field is oriented toward linking digital technologies with environmentally friendly materials to reduce waste, preserve freshness, and enhance the resilience of food SC.

Keywords: Supply chain, smart packaging, Web 4.0, MCDM.

1. UVOD

Prehrambeni lanac snabdevanja (LS) jedan je od najsloženijih i najosetljivijih, jer obuhvata procese od proizvodnje i prerade, preko skladištenja i transporta, do plasmana proizvoda krajnjim potrošačima (Wang i ostali, 2024; Petkoska i osatli, 2021). Njegova specifičnost ogleda se u tome što se radi o robi ograničenog roka trajanja, koja zahteva posebne uslove skladištenja i transporta, kao i visok nivo kontrole kvaliteta i bezbednosti. Procenjuje se da će obim proizvodnje hrane porasti za oko 70% do 2050. godine usled globalizacije tržišta i uvođenje velikog broja posrednika (Kumar & Agrawal, 2023). Time se povećava konkurencija, a savremeni izazovi obuhvataju smanjenje otpada, obezbeđivanje sledljivosti, kontrolu troškova i usklađivanje sa ekološkim zahtevima (Read i ostali, 2020). Zbog toga je prehrambeni lanac posebno podložan rizicima, od kvarenja i kontaminacije proizvoda, do stvaranja otpada i gubitka ekonomske vrednosti. Ključni izazovi sa kojima se prehrambeni LS suočavaju uključuju: očuvanje kvaliteta i svežine proizvoda, smanjenje otpada od hrane, usklađivanje sa ekološkim zahtevima i prilagođavanje rastućim očekivanjima potrošača za transparentnošću i sledljivošću (Kumar & Agrawal, 2023).

Bezbednost hrane je ključan globalni izazov iz brojnih razloga, kao što su: ekološki i politički faktori, slabosti u obradi, pakovanju, transportu, distribuciji i skladištenju, kao i zbog podatka da 15% globalne proizvodnje biva bačeno pre dolaska do trgovaca zbog samog pakovanja (Lahane i ostali, 2023). Digitalizacija i pametno pakovanje omogućavaju praćenje kvaliteta hrane u realnom vremenu, produžavaju rok trajanja i smanjuju gubitke, čime povećavaju efikasnost i održivost prehrambenih lanaca snabdevanja (Wang i ostali, 2024; Petkoska i osatli, 2021; Read i ostali, 2020). Bezbednost hrane je danas jedan od najvažnijih globalnih izazova, jer ekonomski, ekološki i politički faktori, kao i nedostatak kvalitetnih obrada, pakovanja, transporta, distribucije i adekvatnih skladišnih sistema, dovode hrane do toga da se oko 15% globalne proizvodnje hrane baci pre nego što dođe do trgovaca (Lahane i ostali, 2023). Tradicionalni pristupi često nisu dovoljni da odgovore na ove izazove, posebno u kontekstu globalizovanih tržišta i sve veće konkurencije. U tom smislu, digitalizacija i primena savremenih tehnologija postaju neophodni alati za unapređenje efikasnosti i povećanja rezilijentnosti prehrambenih LS (Wang i ostali, 2024). Među inovativnim rešenjima koja direktno utiču na prevazilaženje ključnih izazova je pametno pakovanje, koje prevazilazi ulogu klasične zaštite proizvoda i postaje aktivan element digitalnog LS. Njegova primena omogućava praćenje uslova skladištenja i transporta u realnom vremenu, produžava rok trajanja proizvoda i smanjuje rizik od gubitaka, čime doprinosi kako ekonomskim, tako i ekološkim ciljevima savremenog poslovanja (Petkoska i osatli, 2021; Read i ostali, 2020).

Nakon uvoda, u opisu problema specificirani su ključni izazovi u prehrambenim LS i značaj digitalizacije za njihovo prevazilaženje. Kroz konkretan primer logističke kompanije za proizvodnju, preradu i pakovanje svežeg mesa i mesnih prerađevina, detaljnije su analizirani ključni problem koji uzrokuju gubitke u prehrambenom lancu snabdevanja. Na

osnovu toga, definisana su alternativna rešenja za pametno pakovanje, kao i kriterijumi za njihovo rangiranje. U cilju poređenja i rangiranja alternativnih rešenja, primenjen je hibridni model višekriterijumskog odlučivanja (VKO). U zaključku su predstavljeni ključni doprinosi i rezime celog rada, kao i pravci budućih istraživanja.

2. OPIS PROBLEMA

Prehrambeni LS povezuje proizvođače, prerađivače, distributere, maloprodaju i potrošače, a njegova složenost proizlazi iz kvarljivosti proizvoda i potrebe za visokim standardima bezbednosti i kvaliteta. Poseban značaj ima pakovanje, koje osim što čuva svežinu i produžava rok trajanja proizvoda, utiče i na efikasnost skladištenja, transporta i percepciju potrošača (Wang i ostali, 2024; Petkoska i ostali, 2021). Neadekvatno pakovanje stvara gubitke i otpad, zato su savremene tehnologije i pametno pakovanje ključ za održivost, bolju kontrolu kvaliteta i optimizaciju LS. S obzirom na ciljeve smanjenja otpada od hrane za oko 50% do 2030 (Read i ostali, 2020), pakovanje hrane predstavlja jednu od suštinski važnih aktivnosti u prehrambenom LS. Smatra se da ove aktivnosti generišu glavnu odbrambenu barijeru prehrambenih proizvoda od spoljašnjih uticaja. Ipak, brojna istraživanja pokazuju da se i do 30% prehrambenih proizvoda pokvari tokom skladištenja i transporta zbog problema sa pakovanjem. Zbog toga primena savremenih Web 4.0 rešenja za pakovanje može imati presudan značaj u prevenciji stvaranja otpada od hrane, što je važno kako sa ekonomskog, tako i sa ekološkog aspekta (Wang i ostali, 2024; Kumar & Agrawal, 2023). Konvencionalna ambalaža za hranu najčešće je namenjena za jednokratnu upotrebu i nakon korišćenja postaje otpad, zbog čega se koriste materijali poput papira, plastike, stakla, čelika i aluminijuma. Papirna i kartonska ambalaža imaju relativno visoke stope recikliranja, dok plastika ostaje veliki ekološki problem zbog svoje neodrživosti i stope reciklaže manje od 20% (Petkoska i ostali, 2021). Pored zaštite hrane, način pakovanja ima snažan uticaj na intralogističke procese unutar kompanije. Pakovanje se često obavlja manuelno, što izaziva probleme ne samo u pogledu kvaliteta, već i u pogledu povećanih troškova i produženog trajanja procesa (Kumar & Agrawal, 2023; Read i ostali, 2020).

Analizom logističke kompanije koja se bavi proizvodnjom, preradom i pakovanjem svežeg mesa i mesnih prerađevina utvrđeno je da se ona suočava sa ozbiljnim problemima u pogledu efikasnosti i troškova pakovanja svojih proizvoda. Trenutni proces, zasnovan na ručnom obmotavanju PVC folijom i toplotnom zaptivanju, pokazuje niz nedostataka: sporost, podložnost greškama, nedovoljnu zaštitu proizvoda i visok rizik od kontaminacije. Rukovanje često rezultira oštećenjem pakovanja, dok ljudski faktor u fazi kontrole dodatno povećava mogućnost propusta. Ovi nedostaci se manifestuju kroz: povećane troškove ponovnog pakovanja i održavanja opreme; potrebu za stalnom obukom zaposlenih; produženo vreme pakovanja zbog manuelne kontrole; degradaciju kvaliteta proizvoda usled oštećenja folije; negativnu percepciju potrošača o brendu u slučaju izlaganja oštećenih proizvoda.

Problem pakovanja nije vezan samo za kompaniju, već ima posledice na ceo prehrambeni LS. Nedovoljna zaštita mesnih proizvoda dovodi do njihovog kvarenja, što zahteva ubranu isporuku i skraćuje period u kojem su proizvodi pogodni za prodaju. Oštećeno pakovanje često znači i potpuno gubljenje proizvoda, jer se meso ne može reciklirati niti ponovo koristiti, što generiše velike količine otpada i ekološke probleme.

Neadekvatno pakovanje utiče na interne procese kompanije, uzrokujući destabilizaciju čitavog LS, dovodeći do povećanja troškova, veće potrebe za resursima, rasta otpada i smanjenja fleksibilnosti sistema da se prilagodi tržišnim promenama (Wang i ostali, 2024).

3. ALTERNATIVNA REŠENJA ZA DIGITALIZACIJU LS

Kao potencijalno rešenje za prevazilaženje identifikovanih izazova nameće se uvođenje pametnog pakovanja. Primena različitih oblika inteligentnog, aktivnog ili interaktivnog pakovanja sa QR kodovima može značajno doprineti smanjenju otpada, povećanju sigurnosti i unapređenju efikasnosti celokupnog LS. Pored toga, integracija tehnologija Web 4.0, kao što su AI (*Artificial Intelligence*) za prediktivnu analitiku, IoT (*Internet of Things*) senzori za praćenje stanja proizvoda u realnom vremenu, blockchain za transparentno i sigurno praćenje LS, kao i digitalni blizanci za simulaciju i optimizaciju operacija, dodatno omogućava povećanje rezilijentnosti i agilnosti LS (Wang i ostali, 2024).

3.1. Inteligentno pakovanje – A1

Inteligentno pakovanje je ambalaža sa ugrađenim senzorima i indikatorima (za svežinu, temperaturu), koji omogućavaju promene unutar i van ambalaže i obezbeđuju informacije o kvalitetu proizvoda duž celog LS. Pojedina rešenja prate i aktivno regulišu uslove grejanja i hlađenja (npr. isparavanjem vode kod mesa) i upotrebu apsorbera etilena radi usporavanja sazrevanja i produženja roka trajanja sveže hrane (Khodaei i ostali, 2023; Majid i ostali, 2018). Prednosti inteligentnog pakovanja uključuju brže i automatizovano sortiranje, ranu detekciju rizika po kvalitet, jednostavniju kontrolu kroz signale senzora, praćenje u realnom vremenu koje olakšava upravljanje rokom trajanja i smanjuje otpad, bolju kontrolu uslova u transportu, veću bezbednost kroz otkrivanje pokušaja otvaranja i manji udeo ručnog rada uz manje grešaka. Nedostaci se odnose na visoke početne troškove, zahtevnu integraciju sa postojećim sistemima, potrebu za obukom zaposlenih i rast operativnih troškova (Khodaei i ostali, 2023; Majid i ostali, 2018).

3.2. Aktivno pakovanje – A2

Aktivno pakovanje predstavlja ambalažu koja je u interakciju sa proizvodom ili atmosferom u pakovanju kako bi očuvala kvalitet i produžila rok trajanja. U pakovanje se

ugrađuju aktivne komponente, prirodne ili sintetičke, kao što su upijači kiseonika, upijači ugljen-dioksida, regulatori vlage, antimikrobni i antioksidativni agensi. Kontrolisano vezivanje ili oslobađanje ovih supstanci od strane aktivnog pakovanja usporava neželjene promene i održava svežinu proizvoda (Majid i ostali, 2018; Werner i ostali 2018). Prednosti aktivnog pakovanja uključuju produženje svežine i roka trajanja mesnih proizvoda, ređe dopune zaliha i manje otpada, bolju zaštitu u transportu i rukovanju uz manje oštećenja, kao i smanjenu potrebu za ponovnim pakovanjem i dodatnim manipulacijama, što snižava troškove materijala i rada, posebno u automatizovanim sistemima. Nedostaci obuhvataju više troškove i veću kompleksnost, potrebu za novom opremom i obukom radnika, osetljive komponente koje zahtevaju pažljivo rukovanje i moguću odbojnost potrošača prema hemijskim agensima (Khodaei i ostali, 2023; Majid i ostali, 2018; Werner i ostali, 2017).

3.3. Pakovanje sa QR kodovima – A3

Pakovanje sa QR kodovima spada u pametnu ambalažu koja povećava dostupnost informacija kroz ceo LS. QR kodovi se štampaju i lepe na pakovanje, a podaci su dostupni skeniranjem mobilnim uređajima. Time se obezbeđuje veća transparentnost i sledljivost pošiljaka. Pojedine varijante koriste hemijske komponente koje reaguju na isparljive supstance povezane sa promenom kvaliteta hrane. Promena boje QR koda tada signalizira pogoršanje kvaliteta (Ahmed i ostali, 2018; Werner i ostali, 2017). Prednosti rešenja uključuju vidljivost statusa proizvoda odmah nakon skeniranja. Zalihe se automatski ažuriraju, a rokovi prate pri prijemu. Smanjuje se rizik od isteka i otpada. Komisioniranje je brže bez ručnog unosa. QR kodovi se povezuju sa IS-om i linijskom opremom za automatsko preusmeravanje. Trošak štampe je nizak uz velike koristi pri automatizovanom skeniranju. Nedostaci se ogledaju u visokim investicijama. Neophodna je obuka zaposlenih i uspostavljanje procedura za automatsko skeniranje. QR kodove treba zaštititi od oštećenja da bi ostali čitljivi (Ahmed i ostali, 2018; Werner i ostali, 2017).

3.4. Kriterijumi za upoređivanje alternativa

Kriterijumi predstavljaju ključne elemente za upoređivanje i rangiranje alternativnih rešenja, odnosno pakovanja. U ovom radu je korišćeno 9 kriterijuma kojima su obuhvaćeni tehnološki i svi aspekti održivosti (Dabić-Miletić & Raković, 2023; Nugraha i ostali, 2019):

- Praćenje u realnom vremenu (C1) (MAX) – Mogućnost pakovanja da obezbedi tačne informacije o stanju proizvoda u svakom trenutku.
- Uklapanje u postojeći sistem (C2) (MAX) – Mera u kojoj se nova vrsta pakovanja može integrisati sa postojećom opremom i procesima u kompaniji.
- Otpornost pakovanja (C3) (MAX) - Otpornost na mehanička oštećenja, promene temperature i vlagu tokom transporta i skladištenja.
- Investicioni troškovi (C4) (MIN) – Troškovi nabavke pakovanja i dodatne opreme.

- Operativni troškovi (C5) (MIN) – Obuhvataju sve troškove vezane za svakodnevne procese pakovanja (energija, radna snaga, materijali za pakovanje).
- Troškovi održavanja (C6) (MIN) – Troškovi održavanja obuhvataju sve redovne i vanredne troškove vezane za održavanje i popravku opreme za pakovanje.
- Bezbednost hrane (C7) (MAX) – Nivo zaštite potrošača od kontaminiranog mesa, što je ključno za njihovo zdravlje i sigurnost.
- Uticaj na životnu sredinu (C8) (MAX) – Predstavlja uticaj pakovanja na smanjenje negativnih ekoloških uticaja, kroz reciklažu i smanjenje otpada.
- Transparentnost (C9) (MAX) – Ocenjuje se koliko pakovanje može potrošačima obezbediti važne informacije o poreklu, svežini i ispravnosti proizvoda.

4. HIBRIDNI VKO MODEL

Za potrebe ovog rada primenjen je hibridni VKO model koji kombinuje Fuzzy best-worst method (BWM) (Amiri i ostali, 2021) i Fuzzy Combined Compromise Solution (CoCoSo) (Ecer & Pamucar, 2020) metode. Fuzzy BWM je korišćena za određivanje težina kriterijuma, jer uz mali broj parnih poređenja smanjuje nekonzistentnost ekspertskih procena i omogućava stabilnije ponderisanje. Fuzzy CoCoSo je primenjena za rangiranje alternativa, pošto integriše više šema agregacije i daje kompromisno rešenje pogodno za uravnoteženje konfliktnijih ciljeva. Metode su razvijene u fuzzy okruženju zato što evaluacija inteligentnih pakovanja nužno uključuje neizvesnost i nepreciznost empirijskih, kao i subjektivnost eksperata.

Prvi korak u modelu obuhvata određivanje težina kriterijuma primenom Fuzzy BWM. Najpre je identifikovan najvažniji kriterijum, a zatim su sprovedena poređenja ostalih kriterijuma u odnosu na najvažniji. Primenom Fuzzy BWM metode izračunate su težine kriterijuma prikazane u Tabeli 1.

Tabela 1: Težine kriterijuma

<i>C_i</i>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
<i>W_j</i>	0.302	0.181	0.121	0.091	0.091	0.072	0.060	0.052	0.030

Po određivanju težina kriterijuma sprovedeno je ekspertsko ocenjivanje alternativa po kriterijumima. Uzorak su činili stručnjaci iz oblasti logistike sa najmanje pet godina iskustva. Svaki ekspert je nezavisno ocenio alternative koristeći standardizovanu skalu od 1 do 9. Dobijene fazi ocene su agregirane kako bi se formirala zbirna ocena za svaku alternativu po kriterijumima. Agregirane ocene alternativa po kriterijumima prikazane su u Tabeli 2.

Tabela 2: Ocene alternativa po kriterijumima

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	9	5	4	3	5	5	9	5	7
A2	5	5	5	5	5	5	7	5	3
A3	5	7	6	9	7	7	3	7	9

Nakon primana Fuzzy CoCoSo, dobijen je sledeći rang (Tabela 3). A1 je na prvom mestu jer postiže uravnotežene rezultate na većini kriterijuma, posebno u bezbednosti hrane i funkcionalnosti praćenja. Takođe, vrlo je povoljna uz srednje investicione i operativne troškove, pa zbirno ostvaruje najvišu vrednost u odnosu na ostale alternative. A2 ima vrlo dobre performanse u praćenju u realnom vremenu i bezbednosti, ali ga obaraju viši početni troškovi i slabija otpornost, zbog čega ostaje iza A1. A3 pruža najpovoljnije troškove ulaganja, dobru integraciju i visoku transparentnost prema potrošačima. Slabija bezbednost hrane i umeren kapacitet praćenja smanjuju ukupne performanse A3, zbog čega pa zauzima poslednje mesto.

Tabela 3: Rangiranje alternativa

	<i>Ki</i>	<i>Rang</i>
A1	3.949	1
A2	2.331	2
A3	1.396	3

5. ZAKLJUČAK

Prehrambeni LS predstavlja složen sistem koji direktno utiče na svakodnevni život društva i ekonomiju na regionalnom i globalnom nivou. Tradicionalna pakovanja često ograničavaju efikasnost, povećavaju gubitke i otežavaju praćenje proizvoda. Nasuprot tome, pametno pakovanje igra ključnu ulogu u kako u prevazilaženju navedenih problema, tako i u digitalizaciji LS. Aktivno, inteligentno i pakovanje sa QR kodovima omogućavaju praćenje stanja proizvoda u realnom vremenu, unapređenje kontrole kvaliteta, optimizaciju skladištenja i transporta, kao i povećanje transparentnosti kroz lanac. Integracija ovih tehnologija sa digitalnim rešenjima Web 4.0, poput IoT senzora, AI i blockchaina, dodatno osnažuje fleksibilnost i otpornost sistema, smanjuje gubitke i doprinosi održivosti.

Pravilan izbor tipa pametnog pakovanja od velikog je značaja jer direktno utiče na bezbednost hrane, produženje roka trajanja i efikasnost LS. Pored navedenog, izbor odgovarajuće tehnologije pakovanja utiče i na smanjenje troškova, smanjenje otpada od hrane i zadovoljstvo potrošača, uz istovremenu podršku ciljevima održivosti. Takođe, povezivanje rešenja pakovanja sa savremenim digitalnim tehnologijama omogućava bolju sledljivost i transparentnost, čime se jača satisfakcija korisnika i konkurentnost u lancu snabdevanja hranom. Buduća istraživanja trebala bi da se fokusiraju na dalji razvoj pametnog i ekološki prihvatljivog pakovanja, kao i na evaluaciju njihovog uticaja na digitalizaciju i efikasnost prehrambenih LS. Pored toga, rad je moguće proširiti sa aspekta razmatranog skupa definisanih kriterijuma i alternativa, čime se racionalnije sagledao rešavan problem.

LITERATURA

- [1] Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Li, Z., Brody, A. L., Qazi, I. M., ... & Sun, L. (2018). An overview of smart packaging technologies for monitoring safety and quality of meat and meat products. *Packaging Technology and Science*, 31(7), 449-471. <https://doi.org/10.1002/pts.2380>
- [2] Amiri, M., Hashemi-Tabatabaei, M., Ghahremanloo, M., Keshavarz-Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., & Banaitis, A. (2021). A new fuzzy BWM approach for evaluating and selecting a sustainable supplier in supply chain management. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28(2), 125-142. <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1793424>
- [3] Dabić-Miletić, S., & Raković, K. (2023). Ranking of autonomous alternatives for the realization of intralogistics activities in sustainable warehouse systems using the TOPSIS method. *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, 1(1), 48-57. <https://doi.org/10.31181/sems1120234m>
- [4] Ecer, F., & Pamucar, D. (2020). Sustainable supplier selection: A novel integrated fuzzy best worst method (F-BWM) and fuzzy CoCoSo with Bonferroni (CoCoSo'B) multi-criteria model. *Journal of cleaner production*, 266, 121981. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121981>
- [5] Khodaei, S. M., Gholami-Ahangaran, M., Karimi Sani, I., Esfandiari, Z., & Eghbaljoo, H. (2023). Application of intelligent packaging for meat products: A systematic review. *Veterinary Medicine and Science*, 9(1), 481-493. <https://doi.org/10.1002/vms3.1017>
- [6] Kumar, A., & Agrawal, S. (2023). Challenges and opportunities for agri-fresh food supply chain management in India. *Computers and Electronics in Agriculture*, 212, 108161. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108161>
- [7] Lahane, S., Paliwal, V., & Kant, R. (2023). Evaluation and ranking of solutions to overcome the barriers of Industry 4.0 enabled sustainable food supply chain adoption. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 8, 100116. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100116>
- [8] Majid, I., Nayik, G. A., Dar, S. M., & Nanda, V. (2018). Novel food packaging technologies: Innovations and future prospective. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(4), 454-462. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.11.003>
- [9] Nugraha, I., Hisjam, M., & Sutopo, W. (2019, August). Sustainable criteria in supplier evaluation of the food industry. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 598, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- [10] Petkoska, A. T., Daniloski, D., D'Cunha, N. M., Naumovski, N., & Broach, A. T. (2021). Edible packaging: Sustainable solutions and novel trends in food packaging. *Food Research International*, 140, 109981. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109981>
- [11] Read, Q. D., Brown, S., Cuéllar, A. D., Finn, S. M., Gephart, J. A., Marston, L. T., ... & Muth, M. K. (2020). Assessing the environmental impacts of halving food loss and waste along the food supply chain. *Science of the Total Environment*, 712, 136255. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136255>
- [12] Wang, W., Chen, Y., Zhang, T., Deveci, M., & Kadry, S. (2024). The use of AI to uncover the supply chain dynamics of the primary sector: building resilience in the food supply chain. *Structural Change and Economic Dynamics*, 70, 544-566. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.05.010>
- [13] Werner, B. G., Koontz, J. L., & Goddard, J. M. (2017). Hurdles to commercial translation of next generation active food packaging technologies. *Current Opinion in Food Science*, 16, 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.07.007>

LITERATURE REVIEW OF HEURISTIC AND METAHEURISTIC METHODS FOR THE CLP AND ITS PERSPECTIVES FOR THE PHYSICAL INTERNET

Fernando Borges Rangel¹, Vanina Macowski Durski Silva²

^{1,2}Federal University of Santa Catarina,

¹fernandorengel@gmail.com, ORCID: 0009-0002-6369-1737

²vanina.durski@ufsc.br, ORCID:0000-0002-8869-3272

Abstract: *The Container Loading Problem (CLP) represents one of the main challenges in the global logistics chain and aims to maximize the volumetric use of containers, reduce transportation operating costs, increase efficiency, and reduce carbon dioxide emissions. Heuristic and metaheuristic methods used to address the CLP challenge have been widely studied since the 1980s. This article reviews 34 studies published between 2014 and 2024, using the review by Zhao et al. (2014) as a starting point and grouping the approaches into five themes: heuristics, metaheuristics, hybrid methods, multi-objective models with real-world constraints and practical interaction in logistics environments. The review evaluates the volumetric performance of the proposed models, execution times, application maturity, and proposes to discuss its contribution into the concept of the Physical Internet (PI).*

Keywords: *Container Loading Problem, heuristics, metaheuristics, physical internet.*

1. INTRODUCTION

International logistics serves as a competitive advantage by integrating economies and enhancing efficiency, revolutionized by containerization (Christofer, 2001). This standardization introduced the Container Loading Problem (CLP), the challenge of optimally arranging boxes within containers under specific constraints (Can & Sahingoz, 2014; Scheithauer, 2018).

As an NP-Hard problem (Martello et al., 1990), the CLP requires efficient heuristic and metaheuristic solutions and is critical for competitiveness due to its impact on costs and delivery times (Koonsintananan & Kimpan, 2019).

When aligned with the Physical Internet's principles, the CLP gains further strategic importance for building sustainable, interconnected supply chains. This paper therefore reviews CLP solution approaches from the past decade and examines their relevance to the large-scale implementation of the Physical Internet.

2. LITERATURE REVIEW ON THE CONTAINER LOADING PROBLEM

2.1 Heuristic approaches

Heuristic methods for the Container Loading Problem (CLP) provide feasible, computationally efficient solutions without guaranteeing optimality (Martello & Toth, 1990).

Significant advances include the work of Liu et al. (2015), who achieved up to 94% volumetric utilization, and Yamashita and Morabito (2015), who incorporated load-stability modeling. Other contributors enhanced performance through improved positioning and equilibrium criteria (Huang, Hwang, & Lu, 2016; Ramos, Oliveira, & Lopes, 2016). A common strategy has been to simplify the 3D problem into 2D subproblems, drastically reducing computation time (Iwasawa et al., 2016; Toffolo et al., 2017). Recent studies continue to push utilization rates higher, with Rajadel Valdés et al. (2022) and Wang et al. (2023) reporting achievements of 90% and 95,2%, respectively, though the latter ignored package weight.

Despite their effectiveness in static scenarios, these heuristics remain limited for dynamic logistics environments like the Physical Internet, where they require adaptation to handle real-time, variable cargo flows.

2.2 Metaheuristic approaches

Metaheuristics are high-level strategies that guide heuristics to find near-optimal solutions for the Container Loading Problem (CLP) by exploring the solution space effectively (Blum & Roli, 2003).

Various approaches have demonstrated success: Can and Sahingoz (2014) used Simulated Annealing to raise utilization from 73,6% to 91,8%, and Li, Zhao, and Zhang (2014) applied a genetic search based on Empty Maximal Spaces, outperforming classical heuristics. Other studies employed Evolutionary Algorithms (González, Miranda, & León, 2016), genetic algorithms for minimizing container count (Menghani & Guha, 2016), and swarm-based optimizations, with Zhou and Liu (2017) and Koonsintananan and Kimpan (2019) achieving utilizations around 92-93%. Recent advances include the Artificial Bee Colony (Phongmoo et al., 2020), iterative refinement methods (Huang et al., 2022), and Multi-population Simplified Swarm Optimization (Truong & Chien, 2024).

While these metaheuristics achieve high space utilization, they are generally complex, sensitive to parameter tuning, and computationally intensive, limiting their suitability for real-time use in dynamic systems like the Physical Internet and rendering them more applicable to offline planning scenarios.

2.3. Hybrid approaches

Hybrid approaches for the Container Loading Problem (CLP) balance intensification and diversification to merge solution quality with computational efficiency.

Studies demonstrate this balance: Remi-Omosowon et al. (2014) achieved near-100% utilization with a fast modular method, while Li and Kaike (2015) integrated differential evolution with a heuristic to outperform classical methods. Subsequent research combined dynamic space partitioning with genetic algorithms (Xiang et al., 2018) and hybrid genetic algorithms with industrial heuristics (Ancora, Palli, & Melchiorri, 2020), consistently achieving high occupancy rates above 90%.

Further advancements include Hybrid Adaptive Large Neighborhood Search (HALNS), which significantly reduced idle space (Li, Chen, & Huo, 2021), and hybrid GRASP, which surpassed static heuristics (Sangchooli & Sajadifar, 2021). Other effective combinations involve Ant Colony Optimization (Zhang et al., 2022) and Tabu Search with gap-filling (Akarsu & Küçükdeniz, 2024). The most recent approach, 3D-MCLP, integrates heuristics with LNS for complex scenarios (Yang et al., 2024).

Overall, these methods represent a promising path for CLP solutions that could be adapted to the Physical Internet if enhanced with intuitive interfaces and standardized protocols.

2.4. Multi-objective approaches and real-world constraints

Multi-objective and real-constraint approaches for the Container Loading Problem (CLP) simultaneously optimize parameters like volume, profit, weight, and stability. Alonso et al. (2014) employed a reactive GRASP meta-heuristic, while González, Miranda, and León (2014) used a layered heuristic to increase container hypervolume by up to 12%. Araya et al. (2020) adapted Beam Search to expand solution quality by 60%, and Gajda et al. (2022) implemented a randomized heuristic with eight real-world constraints, achieving significant cost and CO₂ savings.

These methods are inherently aligned with the Physical Internet's principles by integrating sustainability and operational efficiency. However, their high computational cost remains a barrier to real-time application.

2.5. Practical interaction approaches

Practical interaction approaches for the Container Loading Problem (CLP) are designed for real-time use in industrial logistics. Key developments include an interactive JavaScript interface for manual layout adjustment (González et al., 2014), an online heuristic operating in milliseconds (Ha et al., 2017), and a system incorporating real forklift constraints that increased utilization to 80-90% (Olsson et al., 2020). The most

recent approach by Chien et al. (2024) integrates a genetic algorithm with a neural network for real-time packing that reduces carbon emissions, though it requires substantial computational infrastructure.

Featuring graphical interfaces and equipment integration, these solutions hold the greatest potential for enabling the CLP within the dynamic, collaborative networks of the Physical Internet.

2.6. Physical Internet

Global logistics faces significant challenges, including low load factors below 60% that cause inefficiency and high CO₂ emissions (Montreuil et al., 2012).

In response, the Physical Internet concept proposes to manage goods like data flows, enhancing efficiency and sustainability through integrated physical-digital networks (Ballot et al., 2014). Its implementation relies on three principles: standardized, modular containers (Landeschützer et al., 2015), interconnectivity via open protocols and shared resources (Sarraj et al., 2013), and systemic sustainability (Treiblmaier et al., 2020).

The ALICE group's roadmap envisions global adoption by 2050 but identifies major barriers, including non-standardized nodes, fragmented networks, siloed systems, low adoption incentives, and dispersed governance (ALICE-ETP, 2020).

3. METHOD

The Container Loading Problem (CLP) has been studied since the 1980s, but still lacks scalable industrial applications (Zhao et al., 2014; Chien et al., 2024; Iwasawa et al., 2016). To map heuristic and metaheuristic approaches, a literature review was conducted in Scopus following the PRISMA protocol.

The initial keywords were heuristic, container, and forklift, which yielded 352,179 records in isolation. Cross-referencing reduced the set to 2,032 publications, but only four included all three terms, showing the scarcity of practical solutions. Additional CLP-related terms (e.g., Container Loading, Optimization, Unloading) refined the results to 145. Restricting the time frame to 2014–2024 yielded 76 publications; after duplicate removal and abstract screening, 36 remained, including two reviews (Aydemir & Yigit, 2020; Perumal et al., 2016). Thus, 34 studies were analyzed and grouped into five categories: heuristic, metaheuristic, hybrid, multi-objective/real-constraint, and practical interaction approaches.

For the Physical Internet context, an additional Scopus search combining “Physical Internet” and “Logistics” retrieved 299 records, reduced to 112 after filtering for keyword occurrence. Applying a citation-based criterion, the 20 most cited articles were selected to ensure conceptual maturity and academic recognition.

4. ANALYSIS RESULTS

As highlighted by Zhao et al. (2014), the literature review showed that only 4 of the 34 analyzed proposals evaluated practical container-space-optimization scenarios for everyday business use, representing 11,8% of the publications reviewed (Practical Interaction Models). This lack of empirical studies limits not only the application of heuristic and metaheuristic solution techniques in corporate day-to-day operations but also their integration with disruptive initiatives such as the Physical Internet, which requires algorithms capable of handling dynamic, interconnected cargo flows. Thus, there is a clear opportunity for future research to focus heuristic or metaheuristic approaches on real industrial environments and on how these methods can support other fields of logistics operations research. The Metaheuristic, Heuristic, and Hybrid approaches account for 26,5%, 23,5%, and 26,5%, respectively, while Multi-objective and Real-constraint models were found in 11,8% of the analyzed publications.

In the context of the Physical Internet, the CLP and its approaches are essential parts of the concept. However, although solutions to the Container Loading Problem offer concrete gains such as optimizing container area and volume utilization, eliminating empty routes, reducing CO₂ emissions, and cutting costs, their practical application is still limited. The scarcity of studies developing heuristics and metaheuristics with real-time interfaces and capable of operating in dynamic logistics scenarios highlights precisely the gap between these algorithms and the collaborative digital infrastructure required by the Physical Internet. Without effectively integrated solutions in interconnected systems, it is not possible to fully harness the transformative potential of this concept at large scale.

5. CONCLUSION

This review revealed that heuristic and metaheuristic approaches to the Container Loading Problem (CLP) have evolved significantly over the past decade, achieving notable gains in volumetric utilization, incorporation of real-world constraints, and the use of ever more sophisticated algorithms. Five major solution families were identified: heuristic approaches, metaheuristics, hybrid methods, multi-objective algorithms with real-constraint handling, and real-time interactive methods. Each contributes uniquely to logistics efficiency, whether by maximizing space usage, adapting to multiple operational constraints, or integrating with automated systems.

Despite these advances, only 11,8% of the publications analyzed included practical validations in industrial environments, revealing a critical gap between academic development and operational application. This disconnect not only limits the day-to-day use of CLP algorithms but also their integration with disruptive initiatives such as the Physical Internet, which demands solutions capable of operating in dynamic, interconnected, and collaborative logistics networks.

For the CLP to cease being an isolated optimization problem and become an enabler of the Physical Internet, three strategic directions are essential:

- Development of algorithms (heuristic and/or meta-heuristic) with practical interfaces and real-time operation, enabling operators and automated systems to adjust loading according to changes in the logistics network;
- Adoption of open protocols and interoperable data standards that facilitate the integration of CLP algorithms, logistics platforms, and smart containers;
- Implementation of collaborative pilot projects involving companies, science community and governments to validate the application of the methods in real-world environments and create trust among supply chain stakeholders.

Furthermore, the current barriers to large-scale implementation of the Physical Internet, such as the lack of standardization of logistics nodes, fragmented networks, siloed systems, low adoption by small and medium-sized enterprises, and the absence of unified governance, underscore the urgency of solutions that bridge research and practice. The CLP, when integrated with technologies like IoT, digital twins, and artificial intelligence, can directly contribute to reducing unnecessary routes, lowering CO₂ emissions, and increasing operational efficiency.

Therefore, the convergence between the CLP and the Physical Internet represents not only a technical advance but also a strategic step toward sustainability and global logistics competitiveness. By aligning optimization algorithms with collaborative networks and intelligent flows, it paves the way for a more agile, connected, and efficient logistics system.

REFERENCES

- [1] ALICE-ETP (Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe). (2020). *Roadmap to the Physical Internet: Internet Executive Version*. ALICE-ETP.
- [2] Akarsu, C. H., & Küçükdeniz, T. (2024). Hybrid tabu search algorithm for container loading problems [Konteyner yükleme problemleri için hibrit tabu arama algoritması]. *International Journal of Advanced Logistics*, 12(1), 45–55.
- [3] Alonso, M. T., Álvarez-Valdés, R., Tamarit, J. M., & Parreño, F. (2014). A reactive GRASP algorithm for the container loading problem with load-bearing constraints. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 19(1), 66–78.
- [4] Ancora, G., Palli, G., & Melchiorri, C. (2020). A hybrid genetic algorithm for pallet loading in real-world applications. *International Journal of Production Research*, 58(16), 4889–4900.
- [5] Araya, I., Moyano, M., Sánchez, C., et al. (2020). A beam search algorithm for the biobjective container loading problem. *European Journal of Operational Research*, 286(2), 417–431. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.03.040>
- [6] Aydemir, M., & Yigit, T. (2020). *A review of the solutions for the container loading problem, and the use of heuristics*. Springer Nature Switzerland AG.
- [7] Ballot, B., Montreuil, B., & Meller, R. (2014). *The Physical Internet: The Network of Logistics Networks*. La documentation Française.

- [8] Blum, C., & Roli, A. (2003). Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison. *ACM Computing Surveys*, 35(3), 268–308.
- [9] Bowersox, D. J., & Closs, D. J. (2001). *Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento*. Atlas.
- [10] Can, O., & Sahingoz, O. K. (2014). Solving container loading problem with simulated annealing algorithm. In *CINTI 2014 – 15th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics* (pp. 19–21). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CINTI.2014.7028663>
- [11] Chien, C.-F., Lan, Y.-B., Sethanan, K., & Peng, C.-C. (2024). Digital system for dynamic container loading with neural network-based memory exploiting hybrid genetic algorithm for carbon reduction. *Computers & Industrial Engineering*, 174, 110149. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110149>
- [12] Christopher, M. (2001). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. Pioneira Thomson Learning.
- [13] Fahimnia, B., Farahani, R. Z., Marian, R., et al. (2013). A review and critique on integrated production-distribution planning models and techniques. *Journal of Manufacturing Systems*, 32, 1–19.
- [14] Gajda, M., Trivella, A., Mansini, R., & Pisinger, D. (2022). An optimization approach for a complex real-life container loading problem. *Omega*, 107, 102559. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102559>
- [15] García-Alcaraz, J. L., Villalobos-Aragón, A., Widler, R., & Mejía-Gutiérrez, R. (2018). The travelling of forklifts in warehouses. *Research in Transportation Business & Management*, 26, 100–110. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.08.004>
- [16] González, Y., León, C., Villamonte, J., & Miranda, G. (2014). Graphical user interface for the container loading problem. In *ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (pp. 1–7). ACM.
- [17] González, Y., Miranda, G., & León, C. (2014). A multi-level filling heuristic for the multi-objective container loading problem. In *Evolutionary Multi-Criteria Optimization Conference* (pp. 1–11). Springer.
- [18] González, Y., Miranda, G., & León, C. (2016). A multi-objective multi-level filling evolutionary algorithm for the 3D cutting stock problem. *Computers & Operations Research*, 74, 11–23.
- [19] Ha, C. T., Nguyen, T., Bui, L., & Wang, R. (2017). An online packing heuristic for the three-dimensional container loading problem in dynamic environments and the Physical Internet. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 29(3), 545–564.
- [20] Huang, Y.-H., Hwang, F. J., & Lu, H.-C. (2016). An effective placement method for the single container loading problem. *Computers & Industrial Engineering*, 101, 70–82.
- [21] Huang, Y., Lai, L., Li, W., & Wang, H. (2022). A differential evolution algorithm with ternary search tree for solving the three-dimensional packing problem. *Expert Systems with Applications*, 205, 117–131.
- [22] Iwasawa, H., Hu, Y., Hashimoto, H., Imahori, S., & Yagiura, M. (2016). A heuristic algorithm for the container loading problem with complex loading constraints. *JSME Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, 10(3).
- [23] Koonsintananan, S., & Kimpan, W. (2019). Applied particle swarm optimization in solving container loading problem for logistics. In *International Conference on Computer Science and Engineering (ICCSE)* (pp. 88–93). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2019.58605107>
- [24] Landschützer, C., Ehrentauf, F., & Jodin, D. (2015). Containers for the Physical Internet: Requirements and engineering design related to FMCG logistics. *Logistics Research*, 8(1), 122. <https://doi.org/10.1007/s12159-015-0126-3>

- [25] Li, X., & Zhang, K. (2015). A hybrid differential evolution algorithm for multiple container loading problem with heterogeneous containers. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 183–195.
- [26] Li, Y., Chen, M., & Huo, J. (2021). A hybrid adaptive large neighborhood search algorithm for the large-scale heterogeneous container loading problem. *Computers & Operations Research*, 129, 104.
- [27] Li, X., Zhao, Z., & Zhang, K. (2014). A genetic algorithm for the three-dimensional bin packing problem with heterogeneous bins. *Computers & Industrial Engineering*, 69, 1–13.
- [28] Liu, S., Zhu, F.-H., Lv, Y.-S., & Li, Y.-T. (2015). *A heuristic orthogonal binary tree search algorithm for three dimensional container loading problem*. Science Press.
- [29] Martello, S., & Toth, P. (1990). *Knapsack problems: Algorithms and computer implementations*. John Wiley & Sons.
- [30] Meghani, D., & Guha, A. (2016). Packing boxes into multiple containers using genetic algorithm. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 5(3), 250–259.
- [31] Montreuil, B., Ballot, E., & Fontane, F. (2012). An open logistics interconnection model for the Physical Internet. *IFAC Proceedings Volumes*, 45(6), 327–332.
- [32] Olsson, J., Larsson, T., & Quttineh, N.-H. (2020). Automating the planning of container loading for Atlas Copco: Coping with real-life stacking and stability constraints. *Computers & Industrial Engineering*, 128, 1–16.
- [33] Perumal, B., Haldar, R., & Rajkumar, S. (2016). Bin packing problems: Comparative analysis of heuristic techniques for different dimensions. *International Journal of Pharmacy & Technology*, 8(2), 13305–13319.
- [34] Phongmoo, S., Leksakul, K., & Premphet, P. (2020). Artificial bee colony for solving multi-objectives three-dimensional knapsack problem. In *ACM International Conference on Industrial Informatics* (pp. 1–9). ACM.
- [35] Rajadel Valdés, A., Cortés Cortés, M. E., Cortés Iglesias, M., & León González, J. L. (2022). Proposal for a mathematical heuristic model for balanced loading of containers in the distribution of goods. *Revista Ingeniería e Investigación*, 42(2), 1–12.
- [36] Ramos, A. G., Oliveira, J. F., & Lopes, M. P. (2016). A physical packing sequence algorithm for the container loading problem with static mechanical equilibrium conditions. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 85, 2345–2356.
- [37] Remi-Omosowon, A., Cant, R., & Langensiepen, C. (2014). Hybridization and the collaborative combination of algorithms: Case study – the container loading problem. In *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics* (pp. 1–8). IEEE.
- [38] Sangchooli, A. S., & Sajadifar, S. M. (2021). A heuristic and GRASP algorithm for three-dimensional multiple bin-size bin packing problem based on the needs of a spare-part company. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(6), 529–549.
- [39] Sarraj, R., Ballot, E., Pan, S., Hakimi, D., & Montreuil, B. (2013). Interconnected networks and protocols: Simulation-based efficiency assessment. *International Journal of Production Research*, 52(11), 3185–3208. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.865853>
- [40] Scheithauer, G. (2018). *Introduction to cutting and packing optimization: Problems, modeling approaches, solution methods*. Springer.
- [41] Toffolo, T. A. M., Esprit, E., Wauters, T., & Vanden Berghe, G. (2017). A two-dimensional heuristic decomposition approach to a three-dimensional multiple container loading problem. *European Journal of Operational Research*, 266(1), 330–343.
- [42] Treiblmaier, H., Mirkovski, K., Lowry, P. B., & Zacharia, Z. G. (2020). The physical internet as a new supply chain paradigm: A systematic literature review and a comprehensive framework.

- The International Journal of Logistics Management*, 31(2), 239–287.
<https://doi.org/10.1108/ijlm-11-2018-0284>
- [43] Truong, L.-H., & Chien, C.-F. (2024). Multi-objective multi-population simplified swarm optimization for container loading optimization with practical constraints. *Applied Soft Computing*, 165, 112038. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.112038>
 - [44] Wang, J., Di, Y., & Jin, H. (2023). Research on three-dimensional container loading problem based on combinatorial heuristic algorithm. In X. Liu & L. Wang (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Intelligent Systems, Communications, and Computer Networks (ISCCN 2023)* (Vol. 12702, p. 1270221). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2679764>
 - [45] Xiang, X., Yu, C., Xu, H., & Zhu, S. X. (2018). Optimization of heterogeneous container loading problem with adaptive genetic algorithm. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 69, 133–147.
 - [46] Yang, H., Hu, Y., Zhou, W., Gao, Y., & Wang, J. (2024). A three-dimensional multiple containers loading approach considering weak heterogeneous containers for multiple customers. *International Transactions in Operational Research*, 31(2), 712–725.
 - [47] Yamashita, D. S., & Morabito, R. (2015). A note on mathematical modeling for loading boxes into containers while considering cargo stability. *European Journal of Operational Research*, 243(2), 523–532.
 - [48] Zhang, D., Gu, C., Fang, H, Ji, C., & Zhang, X. (2022). Multi-strategy hybrid heuristic algorithm for single container weakly heterogeneous loading problem. *Computers & Industrial Engineering*, 163, 107958.
 - [49] Zhao, X., Bennell, J. A., Bektaş, T., & Dowsland, K. (2014). A comparative review of 3D container loading algorithms. *International Transactions in Operational Research*, 21(4), 1–22. <https://doi.org/10.1111/itor.12094>
 - [50] Zhou, Q., & Liu, X. (2017). A swarm optimization algorithm for practical container loading problem. In *IEEE International Conference on Fuzzy Systems* (pp. 1–11). IEEE.

PROPOSAL FOR A DIGITAL MATURITY ASSESSMENT FRAMEWORK FOR THE ADOPTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LOGISTICS BACK-OFFICE

Vanina Macowski Durski Silva¹, Thálita Sabrina Pereira²
Nicolle Damschi Dolfini³

^{1,2,3}Federal University of Santa Catarina,

¹vanina.durski@ufsc.br, ORCID: 0000-0002-8869-3272

²thalita.pereirah@gmail.com, ORCID: 0009-0004-8650-5647

³nicdolfini@gmail.com, ORCID: 0009-0006-9342-6052

Abstract: *The implementation of Artificial Intelligence (AI) in logistics back-offices represents a strategic challenge that requires a structured approach to assess organizational maturity. This article proposes a methodological framework for applying digital upgrading models to the implementation of AI in logistics back-office operations. Using a hybrid methodology that integrates four complementary models (MML 4.0, MML 5.0, DMM-OP, and SMMT), the proposal contributes to the literature by presenting a systematic approach. It identifies determinants of digital upgrading and provides practical guidelines for the gradual advancement of AI capabilities in logistics back-office activities.*

Keywords: *Methodological framework, Digital maturity, Artificial intelligence, Logistics backoffice.*

1. INTRODUCTION

The digital revolution has transformed the landscape of logistics and supply chain management. New models of efficiency, sustainability, and competitiveness have been established. This movement goes beyond simple technological adoption. It transforms the way organizations understand, execute, and evaluate their processes (GOLINSKA-DAWSON et al., 2023). The integration of advanced technologies such as artificial intelligence (AI), machine learning, big data, and automation has enabled the optimization of inventory management. It has also improved demand forecasting, reduced operating costs, and increased efficiency in the transportation of goods (BALLOU, 2007). In this context, the importance of specific maturity models has become evident. These should measure the degree of digitalization of companies in the implementation of AI tools in back-office logistics activities. According to Tubis et al. (2024), the assessment should consider four fundamental areas: process management, performance measurement, employee support, and technology. This allows for a comprehensive understanding of the level of organizational maturity.

The logistics back-office represents a particularly favorable environment for the implementation of AI-based solutions. This is due to the repetitive, data-driven, and rules-driven nature of many administrative and support processes (TUBIS et al., 2024). Its application in this segment can support activities such as demand planning, route optimization, inventory management, document processing, and performance analysis. However, existing maturity models focus primarily on the automation of physical operations, neglecting the significant potential of the logistics back-office.

Given this gap, the research question emerges: how can we methodologically structure a framework for assessing digital maturity that guides organizations in implementing AI in their logistics back-office? The main objective of this research is to propose a structured framework for applying digital maturity models to companies seeking to implement AI tools in their logistics back-office. To achieve this central objective, the study aims to develop a hybrid methodology, this integrates multiple complementary maturity models, creating a more robust and comprehensive approach than individual models.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

2.1 Logistics Backoffice: Characterization and Processes

The back office can be defined as the set of activities and processes that concentrate more than half of their interactions on tasks performed outside the customer's presence. Traditionally, these activities focus on reducing operating costs (SAFIZADEH et al., 2003). They are characterized by their strong reliance on information flows and employee knowledge. They differ from production processes based on physical flows (GONÇALVES et al., 2025). Their high potential for automation encompasses activities such as standardized work documentation, production data analysis, process information management, and production support. The logistics back office encompasses the administrative and operational areas that, although invisible to the customer, support the entire operation through the flow of information. This includes planning and control, inventory management, supplier management, order processing, financial control, technology and systems, and regulatory compliance.

They essentially depend on information flows, employee expertise, and detailed analyses that directly support decision-making. Although essential for operational functioning, they face recurring challenges that compromise efficiency and accuracy.

2.2 Applications for AI Tools in Back-Office Logistics

AI in logistics is applied in several areas: route optimization, demand forecasting, warehouse automation, and risk management. In the back-office sphere, various tools and software solutions optimize routine activities such as document management, scheduling, inventory control, and task distribution (GARTNER, 2021). This revolutionizes workflows and increases operational efficiency.

Automating financial tasks, such as data entry and invoice processing, reduces errors and increases operational efficiency (IBM, 2021). Virtual assistants such as ChatGPT and IBM Watson Assistant demonstrate effectiveness in customer service, responding to emails, scheduling appointments, and performing support functions. Recognizing this diversity, studies highlight the importance of AI tools in optimizing administrative processes in office environments.

Axmann et al. (2025) revealed, in a cross-national study on the use of automation and AI software in logistics offices in Brazil, Croatia, Germany, and Serbia, a significant disparity. They observed extensive use of enterprise automation platforms, but low adoption of specialized AI software. The study found that only 11% of respondents use AI tools frequently, while 44% do not use them at all.

Complementing this perspective, Dolfini and Silva (2025) identified practical solutions such as Google Workspace, Microsoft 365, ChatGPT, Watson Assistant, Trello, Asana, and Forecastly. These demonstrate the ability to automate repetitive tasks with productivity gains of up to 30%. However, they also identify critical challenges, including high implementation costs, the need for professional training, and integration with legacy systems.

2.3 Digital Maturity Models

Maturity represents a state of completeness and readiness that reflects growth and excellence (FACCHINI et al., 2020). In this context, technological readiness refers to the degree of a technology's readiness for application (ELLEFSSEN et al., 2019).

An organization's digital maturity refers to its level of preparedness and capacity to strategically adopt, integrate, and exploit digital technologies. This generates value in its processes, products, and business models (Barry, Assoul & Souissi, 2022). This assessment is an essential step before any digital transformation initiative. It allows companies to understand their current level of digitalization, identify strengths and weaknesses, and align their strategy more effectively.

The Digital Internet Maturity Model (DIMM), proposed by Fayon and Tartar (2019), can be applied to any type of organization. The authors evaluated the models in terms of dimensions and subdimensions, central concepts of the Onto Digital Model (Zaoui & Souissi, 2018). The dimensions correspond to broad areas of analysis, such as Digital Strategy, Governance, Organizational Culture, Technology, Processes, Data, Customer Experience, Partnerships, and Security. The subdimensions detail specific aspects of each area. For example, within the "Processes" dimension, subdimensions might include automation, interdepartmental integration, and adaptability. Within "Organizational Culture," they might encompass digital mindset alignment and workforce training.

The Digital Maturity Model Organizational and Process Level (DMM-OP), presented in Tubis et al. (2024), assesses digital maturity at two levels: organizational (strategy, corporate culture, and data management) and process (operational processes, employees, and technological infrastructure). The model uses a scale ranging from 0 to

5, with 0 representing a complete absence of digital support and 5 corresponding to the adoption of advanced technologies and best organizational practices.

Given the lack of a specific model for assessing digital maturity in the implementation of AI tools in the logistics back office, Section 4 presents the proposed framework to address this gap.

3. METHOD

The development of this article was based on a systematic literature review. It followed the guidelines of the PRISMA method (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). The search was conducted in Web of Science, Scopus, IEEE Xplore, Google Scholar, and Periódico Capes. These were selected for their breadth and indexing quality. The search strings were structured around three axes: digital maturity model, logistics back-office, and artificial intelligence.

Four representative models were identified: MML 4.0 (Facchini et al., 2020), MML 5.0 (Machado & Rodriguez, 2025), DMM-OP (Tubis, 2023), and SMMT (Sonntag et al., 2024). The methodological integration of these models, through a structured process, harmonizes different theoretical perspectives. This creates a hybrid approach for assessing digital maturity in AI implementation in the logistics back-office.

4. PROPOSED FRAMEWORK

The proposal integrates four digital maturity models with the aim of conducting a comparative and intersectional analysis between them. The structural overlap provides a multidimensional assessment of digital readiness for the adoption of AI in back-office logistics operations. The intersection capturing technological, organizational, and human aspects of digital transformation.

4.1 Selection of Maturity Models

Given the lack of a specific model for back-office logistics, four complementary models were selected to form a multidimensional framework. Facchini et al. (2020) MML 4.0 measures the degree of digitalization and technological integration of logistics processes in the Industry 4.0 era. Machado and Rodriguez's (2025) MML 5.0 assesses organizational readiness for the transition from Logistics 4.0 to 5.0, focusing on human-machine collaborative integration. Tubis's (2023) DMM-OP provides a diagnostic perspective focused on the organizational and process levels. Sonntag et al. (2024) SMMT assesses AI implementation capabilities in manufacturing contexts, offering an advanced view of industrial AI readiness. The integration of these models, with their individual limitations, creates a robust framework adapted to back-office logistics.

4.2 Framework Application Phases

The proposed framework is a structured process consisting of five phases. It begins with (1) preparation, establishing objectives and aligning stakeholder expectations. Next comes (2) configuration, adapting tools to the organizational context. Next comes (3) data collection, integrating the four models through surveys, interviews, and document analysis. Then comes (4) gap analysis, identifying discrepancies between current and desired levels. Finally, (5) roadmapping and refinement, prioritizing initiatives with continuous review. This iterative process ensures ongoing relevance, aligning AI maturity with organizational evolution.

The framework offers five main advantages: (1) it eliminates conceptual fragmentation by uniting technological, organizational, and human perspectives; (2) it offers greater detail by using different analysis methods, reducing potential biases; (3) it provides contextual flexibility while maintaining methodological consistency; (4) it ensures constant monitoring of digital maturity as an evolving process; and (5) fills a gap in the literature by focusing specifically on back-office logistics, where the potential for automation via AI is particularly high.

4.3 Models Application Modes

The framework's application follows a sequential and complementary strategy that maximizes the benefits of each model. In the third stage, the models are applied. MML 4.0 uses a structured questionnaire with 15 items on a Likert scale, administered through in-person interviews with logistics process managers. This stage establishes the baseline digital maturity of the processes, classifying the organization into one of five levels (from "Initial" to "Optimized").

The second model applied is MML 5.0, using a digital questionnaire complemented by on-site visits. This allows for a qualitative assessment of human-machine integration and sustainable practices. The data is processed using the DEMATEL method to identify cause-and-effect relationships between dimensions (Technology, People, Processes, and Culture), revealing critical drivers of digital transformation.

The third model applied is the DMM-OP, with its comprehensive 105-item questionnaire preceded by preparatory meetings for terminology alignment. This phase deepens the organizational analysis, assessing digital strategy, data management, organizational culture, and technological support on a scale of 0 to 5. This provides the most detailed diagnosis of organizational readiness.

Finally, the fourth model applied the SMMT through 29 questions distributed across five dimensions (AI Strategy, Data, Technology, People, and Organization), using paired comparison techniques to weight the criteria. This specifically assesses AI implementation capabilities, including computing infrastructure, data quality, technical competencies, and algorithmic governance.

The results are integrated through a convergence matrix that identifies: (a) strengths, the dimensions well-evaluated across all models; (b) critical gaps, the areas of low maturity identified by multiple models; (c) discrepancies between models, the divergences that

indicate the need for further research; and (d) leverage opportunities, the existing capabilities that can accelerate AI adoption. This cross-analysis allows prioritizing investments based on convergent evidence, increasing the effectiveness of digital transformation initiatives. The flowchart presented in Figure 1 represents the structured, cyclical five-phase process that integrates four complementary digital maturity models to systematically assess organizational readiness for implementing Artificial Intelligence in the logistics back office.

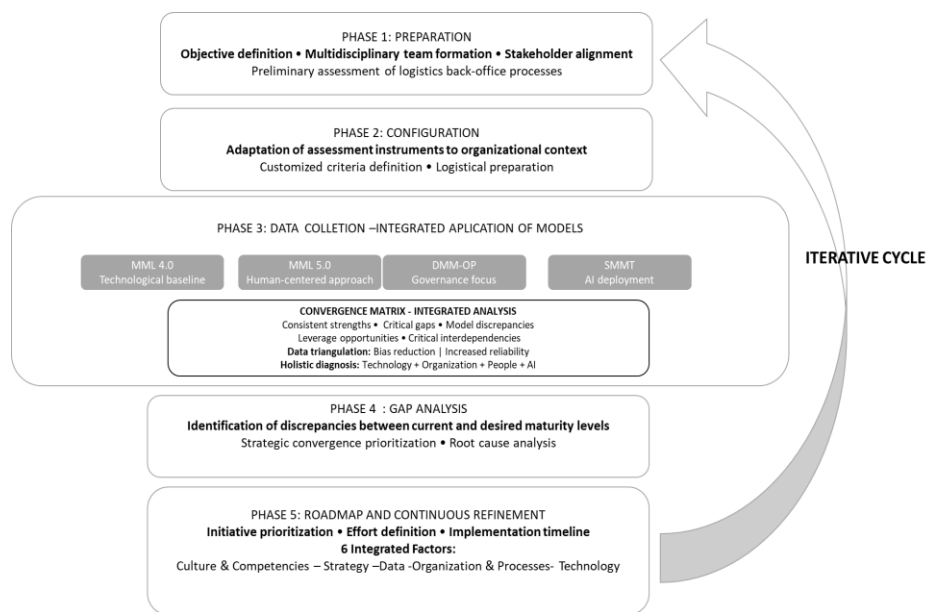


Figure 1. Digital Maturity Assessment Framework for AI Implementation in Logistics Back-Office
Authors, (2025)

5. DISCUSSIONS

The synthesized evidence highlights key strategies for overcoming barriers to AI adoption in back-office logistics operations. Dolfini and Silva (2025) identify high implementation costs, workforce upskilling needs, and legacy system integration as critical challenges. They emphasize that the convergence of technology, people, and processes is essential for the success of digital transformation.

Addressing these barriers requires gradual implementation strategies. These strategies spread investments over time and enable progressive organizational learning. Furthermore, Axmann et al. (2025) report low adoption rates, with 44% of professionals not using AI tools. This highlights the need for structured change management approaches. Targeted awareness and training initiatives, supported by pilot projects that

demonstrate tangible benefits, can accelerate acceptance and foster broader organizational adoption.

The integrated application of the four models reveals critical interdependencies often overlooked in one-dimensional assessments. The cross-analysis between MML 5.0 and SMMT highlights that organizations may possess advanced technological infrastructure but lack a culture of human-machine collaboration. This results in underutilization of installed capabilities. Likewise, digitalized processes without adequate data governance produce suboptimal results in logistics optimization.

These findings reinforce the central argument: digital maturity in the logistics back-office cannot be adequately captured by isolated models. It requires a hybrid approach that simultaneously considers technological, organizational, procedural, and human dimensions. The framework operationalizes this holistic vision through a rigorous methodology. This preserves individual strengths while mitigating limitations through structural complementarity.

The proposed framework advances academic knowledge by integrating four complementary maturity models into a hybrid framework adapted to the logistics back-office context. This approach addresses significant gaps in the digital maturity assessment literature and harmonizes the technological, organizational, and human dimensions into a coherent and operationally applicable model. By synthesizing determinants identified by Sonntag et al. (2024), Facchini et al. (2020), and Tubis et al. (2024), the framework provides a robust conceptual foundation for future research. Additionally, it supports the development of strategic roadmaps that first strengthen data management and digital process capabilities. This empowers organizations to maximize the impact and sustainability of AI driven transformation.

6. FINAL CONSIDERATIONS

Implementing AI in the logistics back office represents a complex challenge that requires a structured and multidimensional approach. Given the lack of a specific model, this study proposed a structured framework using a hybrid methodology that integrates four complementary maturity models. This offers a more robust approach than isolated models and enables a precise diagnosis to support digital transformation. Six main integrated maturity factors are identified: Culture and Competencies, Strategy, Data, Organization and Processes, and Technology, which provide a solid foundation for guiding investments in the implementation of AI tools.

For future research, empirical validation through practical applications, longitudinal studies, and adaptation to different industrial contexts is recommended. The continuous evolution of the framework must keep pace with technological developments and competitive shifts to ensure its continued relevance.

Acknowledgement: The authors express gratitude for the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), in Brazil for supporting this research in the form of a scholarship for one of the authors.

Declaration: The authors declare that they have not used any type of generative artificial intelligence for the writing of this paper. The authors are fully responsible for the accuracy and integrity of their work.

REFERENCES

- [1] Axmann, B., Trstenjak, M., Cvetić, B., & Silva, V. M. D. (2025). AI office and automation software: Cross country survey on utilization in logistics. In *IEEE International Conference on Industrial Informatics* (pp. 1–6).
- [2] Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, 19(4), 332–348. <https://doi.org/10.1108/09555340710760152>
- [3] Barry, A. S., Assoul, S., & Souissi, N. (2022). Benchmarking of digital maturity models according to the dimension component. In *2nd International Conference on Innovative Research in Applied Science, Engineering and Technology (IRASET)*. Marrakesh: IEEE.
- [4] Dolfini, N. D., & Silva, V. M. D. (2025). Ferramentas de inteligência artificial aplicadas à logística de back-office. In *XLV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Natal. Anais...* (pp. 1–11). Natal: ENEGEP.
- [5] Ellefsen, A. P. T., Lildballe, E. L., & Schmidt, A. N. (2019). Striving for excellence in AI implementation: AI maturity model framework and preliminary research results. *Logforum*, 15(3), 363–376. <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2019.342>
- [6] Facchini, F., Oleśków-Szłapka, J., Ranieri, L., & Urbinati, A. (2020). A maturity model for logistics 4.0: An empirical analysis and a roadmap for future research. *Sustainability*, 12(1), 86. <https://doi.org/10.3390/su12010086>
- [7] Fayon, D., & Tartar, M. (2019). *Transformation digitale 2.0: 6 leviers pour l'entreprise*. Paris: Pearson.
- [8] Gartner. (2021). *Relatório sobre a evolução das ferramentas de IA para otimização de processos logísticos*. <https://www.gartner.com>
- [9] Golinska-Dawson, P., Sethanan, K., Kosacka-Olejnik, M., & Werner-Lewandowska, K. (2023). Impact of market drivers on the digital maturity of logistics processes in a supply chain. *Sustainability*, 15(4), 3120. <https://doi.org/10.3390/su15043120>
- [10] Gonçalves, L., Moura, A., & Alvelos, H. (2025). Continuous improvement through back-office processes automatization: A case study on standardized work documentation. *Procedia Computer Science*, 253, 1185–1194. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.01.120>
- [11] IBM. (2021). *Inteligência artificial no atendimento ao cliente e na automação de processos*. <https://www.ibm.com>
- [12] Machado, N. T., & Rodriguez, C. M. T. (2025). A logistics 5.0 maturity model: A human-centric and sustainable approach for the supply chain of the future. *ITEGAM-JETIA*, 11(51), 164–170. <https://doi.org/10.5935/jetia.v11i51.961>
- [13] Safizadeh, M. H., Field, J. M., & Ritzman, L. P. (2003). An empirical analysis of financial services processes with a front-office or back-office orientation. *Journal of Operations Management*, 21(5), 557–576. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(03\)00030-3](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(03)00030-3)
- [14] Sonntag, M., Mehmman, S., Mehmman, J., & Teuteberg, F. (2024). Development and evaluation of a maturity model for AI deployment capability of manufacturing companies. *Information Systems Management*, 42(1), 37–67. <https://doi.org/10.1080/10580530.2024.2433542>
- [15] Tubis, A. A. (2023). Digital maturity assessment model for the organizational and process dimensions. *Sustainability*, 15(20), 15122. <https://doi.org/10.3390/su152015122>

- [16] Tubis, A. A., Koliński, A., & Poturaj, H. (2024). Digital maturity of logistics processes assessed in the areas of technological support for performance measurement, employees, and process management. *Applied Sciences*, 14(17), 7893. <https://doi.org/10.3390/app14177893>
- [17] Zaoui, F., & Souissi, N. (2018). Onto-Digital: An ontology-based model for digital transformation's knowledge. *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 10(12), 1–12. <https://doi.org/10.5815/ijitcs.2018.12.01>

SINERGIJSKI EFEKTI DIGITALNE TRANSFORMACIJE I ODRŽIVOSTI NA SAVREMENE LANCE SNABDEVANJA

SYNERGISTIC EFFECTS OF DIGITAL TRANSFORMATION AND SUSTAINABILITY ON MODERN SUPPLY CHAINS

Stefan Ugrinov¹, Dragan Čockalo², Mihalj Bakator³, Sanja Stanisavljev⁴

^{1,2,3,4}Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ Zrenjain,

¹stefan.ugrinov@tfzr.rs, ORCID: 0009-0000-7206-655X,

²dragan.cockalo@uns.ac.rs, ORCID: 0000-0003-2085-5420

³mihalj.bakator@uns.ac.rs, ORCID: 0000-0001-8540-2460

⁴sanja.stanisavljev@uns.ac.rs, ORCID: 0000-0003-3565-2597

Apstrakt: U radu se istražuju sinergijski efekti digitalne transformacije, održivosti i upravljanja rizicima na performanse lanaca snabdevanja. Kvantitativnim pristupom analizirani su podaci prikupljeni putem strukturisanog upitnika, a rezultati pokazuju da sve tri dimenzije imaju pozitivan i statistički značajan uticaj na ukupne performanse. Posebno je izražen uticaj održivosti, što ukazuje na njen rastući značaj u strateškom upravljanju lancima snabdevanja. Digitalna transformacija i upravljanje rizicima dodatno doprinose efikasnosti i otpornosti sistema.

Abstract: This paper explores the synergistic effects of digital transformation, sustainability, and risk management on supply chain performance. A quantitative approach was applied using a structured questionnaire, and the results indicate that all three dimensions have a positive and statistically significant impact on overall performance. Sustainability emerged as the most influential factor, highlighting its growing relevance in strategic supply chain management. Digital transformation and risk management also contribute to improving efficiency and resilience

Keywords: digital transformation, sustainability, supply chains, performance, risk management

1. UVOD

Digitalna transformacija i održivost sve češće se posmatraju ne kao odvojeni trendovi, već kao međusobno povezani procesi (Skitsko, 2023) koji oblikuju nove standarde u upravljanju lancima snabdevanja. Uloga savremenih lanaca snabdevanja više se ne svodi isključivo na efikasno kretanje resursa i robe od tačke A do tačke B; od njih se danas očekuje da budu fleksibilni, transparentni, prilagodljivi u uslovima nestabilnosti, ali i odgovorni prema životnoj sredini i društvu (Alejandro-Chable et al., 2024).

Digitalna transformacija omogućava kompanijama da preciznije upravljaju operacijama, analiziraju podatke u realnom vremenu, optimizuju tokove robe i smanje operativne troškove (Rodchenko & Prus, 2023). Ključne tehnologije poput Interneta stvari (IoT) (Rejeb et al., 2019), analitike velikih podataka, veštačke inteligencije i blokčejna (Kholail et al., 2023), sve češće postaju sastavni deo logističkih i nabavnih procesa, omogućavajući potpunu transparentnost duž celokupnog lanca snabdevanja. Kada se digitalna rešenja koriste u službi postizanja ekoloških i društvenih ciljeva, njihov doprinos postaje višestruko značajniji (Zhang et al., 2024).

Sa druge strane, koncept održivosti u lancima snabdevanja više ne predstavlja apstraktan ideal, već konkretan skup kriterijuma koji utiču na strateške odluke – od izbora dobavljača, preko načina transporta, do pakovanja i krajnje potrošnje (Negrete & López, 2020). U eri kada potrošači (Davé et al., 2018), državne i međunarodne institucije sve više zahtevaju transparentnost i odgovornost (Balon, 2020), kompanije koje ignorišu ekološke i društvene aspekte poslovanja rizikuju gubitak konkurentske pozicije. U tom kontekstu, održivost ne podrazumeva samo smanjenje emisija ili racionalno korišćenje resursa, već i sposobnost sistema da se prilagodi promenama, izbegne prekomerne rizike i funkcioniše u skladu sa vrednostima društva (Gupta et al., 2020).

Upravo na preseku ova dva procesa – digitalne transformacije i održivosti – nastaje prostor za stvaranje sinergijskih efekata (Sundarakani et al., 2024). Kada se digitalna rešenja koriste za praćenje emisija, optimizaciju potrošnje energije, detekciju rasipanja ili analizu uticaja logističkih odluka na okolinu, njihova vrednost višestruko raste. Isto važi i obrnuto: održivi ciljevi mogu podstaći inovacije u oblasti digitalnih rešenja i generisati nove modele poslovanja (Schilling & Seuring, 2024). Sinergija ovih oblasti omogućava organizacijama da istovremeno budu brže, pametnije i odgovornije. To više nije pitanje izbora između profita i principa, već integrisanog pristupa koji vodi ka dugoročnoj stabilnosti i otpornosti lanca snabdevanja.

Mala i srednja preduzeća, na primer, često nemaju pristup naprednim tehnologijama, dok velike korporacije mogu imati teškoće u usklađivanju različitih standarda i očekivanja širom globalnih tržišta (Deral et al., 2024). Dodatno, neke tehnologije koje se promovišu kao deo digitalne transformacije – poput rudarenja podataka ili masovne obrade informacija – mogu imati negativan uticaj na životnu sredinu, ukoliko nisu pažljivo dizajnirane i implementirane (Reynolds, 2024).

Ipak, sve je više primera iz prakse koji potvrđuju da povezivanje digitalne transformacije i održivosti može unaprediti konkurentsku poziciju firme, smanjiti operativne rizike i doprineti boljoj pripremljenosti na nepredviđene događaje, kao što su pandemije, klimatski ekstremi ili geopolitičke krize (Zaid et al., 2025). Digitalno-održivi pristupi postaju ključni za izgradnju otpornih, transparentnih i agilnih lanaca snabdevanja. Umesto da se posmatraju kao paralelni tokovi, digitalna transformacija i održivost treba da se razvijaju u međusobnom dijalogu, stvarajući novu paradigmu upravljanja (Yu et al., 2025) – onu u kojoj su efikasnost, odgovornost i inovativnost neraskidivo povezane.

2. TEORIJSKI OKVIR

Razumevanje međusobnog odnosa između digitalne transformacije i održivosti u savremenim lancima snabdevanja zahteva jasan teorijski okvir koji obuhvata ključne pojmove, relevantne tehnologije i strateške pristupe (Stroumpoulis et al., 2024). Polazna tačka nalazi se u konceptu industrije 4.0, koji podrazumeva duboku digitalnu integraciju procesa, ljudi i resursa kroz primenu savremenih tehnologija (Tiwari, 2021). Ova industrijska paradigma zasniva se na automatizaciji, decentralizaciji, povezivanju uređaja i sistemskoj obradi podataka, što omogućava potpuno novi nivo koordinacije i agilnosti u lancima snabdevanja (Chauhan et al., 2022).

Među najčešće implementiranim tehnologijama koje omogućavaju digitalnu transformaciju nalaze se Internet stvari (IoT), veštačka inteligencija (AI), blokčejn i analitika velikih podataka (Aithal et al., 2021). IoT omogućava kontinuirano prikupljanje podataka o kretanju i stanju resursa, čime se povećava vidljivost i pravovremenost reakcija (Jagtap et al., 2021). AI, odnosno sistemi mašinskog učenja, donose napredne algoritme za optimizaciju procesa, predikciju potražnje i proaktivno upravljanje zalihama (Skitsko, 2023). Blokčejn obezbeđuje transparentnost i sigurnost u transakcijama, naročito u pogledu sledljivosti i autentičnosti proizvoda (Kouhizadeh et al., 2021). Konačno, analitika velikih podataka omogućava donošenje odluka na osnovu obrade kompleksnih i raznovrsnih skupova informacija, čime se znatno smanjuje nivo neizvesnosti u upravljanju lancima snabdevanja (Irfan & Wang, 2019).

Sa druge strane, održivost se u savremenoj teoriji i praksi ne posmatra isključivo kroz ekološku prizmu, već kroz holistički koncept koji uključuje tri dimenzije – ekološku, društvenu i ekonomsku (Fritz, 2022). Održivi lanac snabdevanja teži minimizaciji negativnih uticaja na životnu sredinu, zaštiti prava radnika i lokalnih zajednica, kao i racionalizaciji troškova kroz efikasno upravljanje resursima (Truant et al., 2024).

Značajan broj teorijskih modela (Jing & Fan, 2024; Junge & Straube, 2020) nastoji da objedini digitalnu transformaciju i održivost u jedinstven okvir. Jedan od pristupa zasniva se na konceptu "pametne održivosti" (smart sustainability), koji podrazumeva korišćenje naprednih digitalnih alata za unapređenje performansi u oblasti zaštite okoline i društvene odgovornosti. Ovaj pristup ne podrazumeva kompromis između inovacije i održivosti, već insistira na njihovoj sinergiji. Takođe, postoje modeli (Yan et al., 2025) koji analiziraju tzv. digitalnu zrelost organizacije, odnosno nivo sposobnosti preduzeća da iskoristi tehnološki potencijal u funkciji održivih ciljeva. Neki autori (D'Angelo & Belvedere, 2023) ističu i koncept tzv. „zelene digitalizacije“, u okviru kojeg se digitalna rešenja vrednuju ne samo prema efikasnosti, već i prema stepenu doprinosa cirkularnoj ekonomiji i društvenom razvoju. Iako postoji sve veći broj primera koji potvrđuju pozitivan uticaj digitalnih rešenja na održivost, teorija prepoznaje i određene rizike (Androod et al., 2024). Na primer, masovna digitalizacija može dovesti do povećanja energetske potrošnje, rasta elektronskog otpada i zavisnosti od resursa koji nisu održivi (Lange et al., 2020).

3. METODOLOGIJA

U sprovedenom istraživanju primenjen je kvantitativni pristup sa ciljem da se utvrdi kako različiti faktori utiču na performanse lanaca snabdevanja. Ovakav pristup omogućava sistematsko prikupljanje podataka i njihovu statističku obradu, čime se obezbeđuje veća pouzdanost i objektivnost nalaza. Postavljeni istraživački okvir pruža osnov za proveru hipoteza, upoređivanje varijabli i formulisanje zaključaka zasnovanih na empirijskim podacima.

Hipoteze istraživanja su:

H1: Viši nivo digitalizacije pozitivno utiče na performanse lanca snabdevanja.

H2: Integracija principa održivosti pozitivno utiče na performanse lanca snabdevanja.

H3: Upravljanje rizicima u lancu snabdevanja pozitivno utiče na performanse lanca snabdevanja

4. REZULTATI

Rezultati deskriptivne statistike su predstavljeni u Tabeli 1.

Tabela 1: Deskriptivna statistika

Varijabla	N	Min	Max	Srednja vrednost	Stand. dev.	Kronbah alfa
Stepen digitalizacije (SD)	32	1	7	4.87	1.42	0.831
Integracija principa održivosti (IPO)	32	1	7	4.56	1.32	0.841
Upravljanje rizicima u lancu snabdevanja (URLS)	32	1	7	4.72	1.27	0.795
Performanse lanca snabdevanja (PLS)	32	1	7	4.68	1.43	0.896

U Tabeli 2. dati su rezultati korelacione analize podataka.

Tabel 2: Rezultati korelacione analize

alfa: 0.05	SD	IPO	URLS	PLS
Stepen digitalizacije (SD)	1.000			
Integracija principa održivosti (IPO)	0.457	1.000		
Upravljanje rizicima u lancu snabdevanja (URLS)	0.358	0.441	1.000	
Performanse lanca snabdevanja (PLS)	0.521	0.395	0.347	1.000

U Tabeli 3 . dati su rezultati linearne regresije.

Tabel 3 : Rezultati linearne regresije

Y	X	β	p-value	Std. Error	R ²	Adjusted R ²
		1.355				
PLS	SD	0.645	<0.0001	0.021	0.574	0.571
	IPO	0.712	<0.0001	0.035		
	URLS	0.598	<0.0001	0.027		

$$PLS = 1.355 + 0.645 \cdot SD + 0.712 \cdot IPO + 0.598 \cdot URLS + \epsilon$$

5. DISKUSIJA REZULTATA

Rezultati deskriptivne statistike pokazuju da su sve posmatrane varijable ostvarile srednje vrednosti iznad 4 na sedmostepenoj Likert skali. To znači da u ispitivanom uzorku preduzeća postoje relativno razvijeni nivoi digitalizacije, integracije principa održivosti i upravljanja rizicima. Najvišu prosečnu vrednost beleži stepen digitalizacije ($M=4.87$), dok su nešto niže vrednosti zabeležene kod održivosti ($M=4.56$) i upravljanja rizicima ($M=4.72$). Performanse lanaca snabdevanja takođe se nalaze na višem nivou ($M=4.68$), što ukazuje da preduzeća percipiraju pozitivan učinak svojih procesa.

Korelaciona analiza ukazuje na značajne i pozitivne veze između svih posmatranih konstrukata. Najjača povezanost zabeležena je između digitalizacije i performansi lanaca snabdevanja ($r=0.521$), što potvrđuje hipotezu da digitalna rešenja predstavljaju ključan faktor za unapređenje efikasnosti. Takođe, održivost je umereno pozitivno povezana sa performansama ($r=0.395$), dok je veza između upravljanja rizicima i performansi nešto slabija ($r=0.347$), ali i dalje pozitivna.

Rezultati linearne regresije dodatno potvrđuju hipoteze. Sve tri nezavisne varijable ostvarile su pozitivan i statistički značajan efekat na performanse lanaca snabdevanja. Najveći koeficijent ima integracija principa održivosti ($\beta=0.712$, $p<0.001$), što ukazuje da održivi pristupi imaju najjači prediktivni značaj u ovom modelu. Digitalizacija takođe značajno doprinosi objašnjenju varijanse ($\beta=0.645$, $p<0.001$), dok je upravljanje rizicima značajan ali nešto slabiji prediktor ($\beta=0.598$, $p<0.001$).

6. ZAKLJUČAK

Analiza odnosa između digitalne transformacije, održivosti i performansi lanaca snabdevanja pokazala je da se ključni elementi konkurentnosti u industriji 4.0 više ne mogu posmatrati odvojeno. Digitalna rešenja omogućavaju bržu i precizniju obradu informacija, veću fleksibilnost i unapređenje logističkih tokova, dok održivost obezbeđuje dugoročnu stabilnost, odgovornost i usklađenost sa zahtevima tržišta i regulatora. Upravljanje rizicima, kao treći stub istraživanja, povezuje ova dva domena i osigurava kontinuitet poslovanja u uslovima neizvesnosti. Rezultati istraživanja potvrđuju da su digitalizacija, održivost i rizici međusobno povezani i zajedno doprinose poboljšanju performansi lanaca snabdevanja. Identifikovan je snažan uticaj održivih praksi, što ukazuje na potrebu da se zelene inicijative ne posmatraju kao dodatak poslovanju, već kao njegov strateški deo. Slično tome, digitalna transformacija ne sme biti svedena samo na tehničku modernizaciju, već mora biti u funkciji postizanja viših ciljeva održivosti i otpornosti sistema.

LITERATURA

- [1] Aithal, A., Singh, M. K., Ray, P., & Duraipandian, R. (2021). An Integrated Approach to understand Supply Chain Optimization through the Lens of Technology. *Shanlax International Journal of Management*, 8(S1-Feb), 167–178. <https://doi.org/10.34293/management.v8iS1-Feb.3772>
- [2] Alejandro-Chable, J. D., Salais-Fierro, T. E., Saucedo-Martínez, J. A., & Cedillo-Campos, M. G. (2024). A New Lean Logistics Management Model for the Modern Supply Chain. *Mobile Networks and Applications*, 29(1), 70–81. <https://doi.org/10.1007/s11036-022-02018-1>
- [3] Androod, S. H., Babakhan, M., Biroki, N., Khorasani, A., Aslam, M. R., & Khan, S. (2024). Sustainability-Related Impacts of Digitalization on Supply Chain Management. *ICIMP 2024*, 25. <https://doi.org/10.3390/engproc2024076025>
- [4] Balon, V. (2020). Green supply chain management: Pressures, practices, and performance—An integrative literature review. *Business Strategy & Development*, 3(2), 226–244. <https://doi.org/10.1002/bsd2.91>
- [5] Chauhan, S., Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., Twala, B., & Priyadarshi, N. (2022). Digitalization of Supply Chain Management with Industry 4.0 Enabling Technologies: A Sustainable Perspective. *Processes*, 11(1), 96. <https://doi.org/10.3390/pr11010096>
- [6] D'Angelo, V., & Belvedere, V. (2023). Green Supply Chains and Digital Supply Chains: Identifying Overlapping Areas. *Sustainability*, 15(12), 9828. <https://doi.org/10.3390/su15129828>
- [7] Davé, D. S., Dotson, M. J., & Stoddard, J. E. (2018). Consumer awareness of supply chain flows in relation to consumer perceptions of value-added by supply chain management. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 31(3), 387. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2018.095827>
- [8] Deral, D., Köse, Ş. G., & Kazançoğlu, İ. (2024). Barriers to Digital Supply Chain Management: A Qualitative Research. *Yildiz Social Science Review*, 10(1), 28–42. <https://doi.org/10.51803/yssr.1480396>
- [9] Fritz, M. M. C. (2022). A supply chain view of sustainability management. *Cleaner Production Letters*, 3, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.clpl.2022.100023>
- [10] Gupta, H., Kusi-Sarpong, S., & Rezaei, J. (2020). Barriers and overcoming strategies to supply chain sustainability innovation. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104819. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104819>
- [11] Irfan, M., & Wang, M. (2019). Data-driven capabilities, supply chain integration and competitive performance: Evidence from the food and beverages industry in Pakistan. *British Food Journal*, 121(11), 2708–2729. <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2019-0131>
- [12] Jagtap, S., Duong, L., Trollman, H., Bader, F., Garcia-Garcia, G., Skouteris, G., Li, J., Pathare, P., Martindale, W., Swainson, M., & Rahimifard, S. (2021). IoT technologies in the food supply chain. In *Food Technology Disruptions* (pp. 175–211). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821470-1.00009-4>
- [13] Kholaiif, M. M. N. H. K., Sarwar, B., Xiao, M., Poliak, M., & Giovando, G. (2023). Post-pandemic opportunities for F&B green supply chains and supply chain viability: The moderate effect of blockchains and big data analytics. *European Journal of Innovation Management*. <https://doi.org/10.1108/EJIM-10-2022-0581>
- [14] Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*, 231, 107831.

- [15] Lange, S., Pohl, J., & Santarius, T. (2020). Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? *Ecological Economics*, 176, 106760. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106760>
- [16] Negrete, J. D. C., & López, V. N. (2020). A Sustainability Overview of the Supply Chain Management in Textile Industry. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 11(5), 92–97. <https://doi.org/10.18178/ijtef.2020.11.5.673>
- [17] Rejeb, A., Keogh, J. G., & Treiblmaier, H. (2019). Leveraging the Internet of Things and Blockchain Technology in Supply Chain Management. *Future Internet*, 11(7), 161. <https://doi.org/10.3390/fi11070161>
- [18] Reynolds, S. (2024). *Examining the Impact of Digital Transformation on Supply Chain Processes*. <https://doi.org/10.20944/preprints202406.0221.v1>
- [19] Rodchenko, V., & Prus, Y. (2023). DIGITAL TECHNOLOGIES IN LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *Facta Universitatis, Series: Economics and Organization*, 191. <https://doi.org/10.22190/FUEO230517012R>
- [20] Schilling, L., & Seuring, S. (2024). Linking the digital and sustainable transformation with supply chain practices. *International Journal of Production Research*, 62(3), 949–973. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2173502>
- [21] Skitsko, V. I. (2023). Logistics 5.0: Synergy of Artificial Intelligence and Humans in the Context of Sustainable Development. *Business Inform*, 11(550), 174–179. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-11-174-179>
- [22] Stroumpoulis, A., Kopanaki, E., & Chountalas, P. T. (2024). Enhancing Sustainable Supply Chain Management through Digital Transformation: A Comparative Case Study Analysis. *Sustainability*, 16(16), 6778. <https://doi.org/10.3390/su16166778>
- [23] Sundarakani, B., Manikas, I., & Gunasekaran, A. (2024). The role of digital transformation in achieving sustainable supply chain management in Industry 4.0: An editorial review perspective. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 27(6), 843–851. <https://doi.org/10.1080/13675567.2024.2332123>
- [24] Tiwari, S. (2021). Supply chain integration and Industry 4.0: A systematic literature review. *Benchmarking: An International Journal*, 28(3), 990–1030. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2020-0428>
- [25] Truant, E., Borlatto, E., Crocco, E., & Sahore, N. (2024). Environmental, social and governance issues in supply chains. A systematic review for strategic performance. *Journal of Cleaner Production*, 434, 140024. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140024>
- [26] Yan, M.-R., Yan, H., Chen, Y.-R., Zhang, Y., Yan, X., & Zhao, Y. (2025). Integrated green supply chain system development with digital transformation. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/13675567.2025.2492217>
- [27] Yu, Y., Xu, L., & Wen, X. (2025). The Impact of Digital Transformation on Supply Chain Resilience in Manufacturing: The Mediating Role of Supply Chain Integration. *Sustainability*, 17(9), 3873. <https://doi.org/10.3390/su17093873>
- [28] Zaid, M., Farooqi, R., & Azmi, S. N. (2025). Driving sustainable supply chain performance through digital transformation: The role of information exchange and responsiveness. *Cogent Business & Management*, 12(1), 2443047. <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2443047>
- [29] Zhang, Z., Song, C., Zhang, J., Chen, Z., Liu, M., Aziz, F., Kurniawan, T. A., & Yap, P.-S. (2024). Digitalization and innovation in green ports: A review of current issues, contributions and the way forward in promoting sustainable ports and maritime logistics. *Science of The Total Environment*, 912, 169075. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169075>

MOGUĆNOSTI PRIMENE ROBOTSKE AUTOMATIZACIJE PROCESA U LANCIMA SNABDEVANJA

POSSIBILITIES OF APPLYING ROBOTIC PROCESS AUTOMATION IN SUPPLY CHAINS

Jovan Petronijević¹, Miljana Luković², Biljana Cvetić³, Miloš Danilović⁴

^{1,2,3,4}Univezitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

¹jovan.petronijevic69@gmail.com, ORCID:0009-0008-4721-220X

²miljana.lukovic@fon.bg.ac.rs, ORCID:0009-0002-8880-6182

³biljana.cvetic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-2398-4327

⁴milos.danilovic@fon.bg.ac.rs, ORCID:0000-0003-3712-9863

Apstrakt: Robotska automatizacija procesa RPA (Robotic Process Automation) omogućava lancima snabdevanja da automatizuju repetitivne i administrativne operacije, radi povećanja tačnosti njihovog izvršavanja i smanjenja troškova. Fokus ovog rada ogleda se upravo u analizi mogućnosti primene RPA za podršku procesa lanaca snabdevanja kao što su nabavka, upravljanje zalihama, transport, logistika i upravljanje odnosima sa kupcima. Posebna pažnja posvećena je poređenju poznatih RPA softverskih rešenja – UiPath, Kofax, Blue Prism, Microsoft Power Automate i Automagica. Komparativna analiza ovih rešenja je sprovedena korišćenjem kriterijuma funkcionalnost rešenja, jednostavnost korišćenja, mogućnost integracije sa drugim softverskim rešenjima i cena, radi pomoći potencijalno novim korisnicima da ocene koje rešenje najviše odgovara njihovim potrebama.

Cljučne reči: robotska automatizacija procesa, RPA, lanci snabdevanja, softverska rešenja.

Abstract: Robotic process automation RPA (Robotic Process Automation) enables supply chains to automate repetitive and administrative operations, to increase the accuracy of their execution and reduce costs. The focus of this paper is precisely the analysis of the possibility of applying RPA to support supply chain processes such as procurement, inventory management, transportation, logistics and customer relationship management. Special attention is given to the comparison of well-known RPA software solutions - UiPath, Kofax, Blue Prism, Microsoft Power Automate and Automagica. A comparative analysis of these solutions was carried out using the criteria of solution functionality, ease of use, the possibility of integration with other software solutions and price, in order to help potential new users to evaluate which solution best suits their needs.

Keywords: robotic process automation, RPA, supply chains, software solutions.

1. UVOD

Efikasno upravljanje lancem snabdevanja predstavlja ključni faktor uspeha u savremenom poslovanju, naročito u okolnostima globalnih prekida i visokih očekivanja kupaca. Digitalna transformacija i ubrzano uvođenje inovativnih tehnologija nameću potrebu za automatizacijom procesa kako bi se povećala efikasnost, smanjile greške i poboljšalo vreme reakcije. Robotska automatizacija procesa *RPA (Robotic Process Automation)* se pojavljuje kao jedno od rešenja koje omogućava da se administrativni i repetitivni zadaci u lancima snabdevanja izvrše brzo, tačno i sa minimalnom ljudskom intervencijom. Fokus ovog rada usmeren je na analizu mogućnosti primene *RPA* u lancima snabdevanja za procese nabavke, upravljanja zalihama, transporta, logistike i upravljanja odnosima sa kupcima. Pored analize literature, izvršeno je i poređenje poznatih *RPA* softverskih rešenja: *UiPath*, *Kofax*, *Blue Prism*, *Microsoft Power Automate* i *Automagica*. Doprinosa rada ogleda se u sistematičnoj analizi mogućnosti primene ovih rešenja, kao i njihovoj komparaciji.

Strukturu rada čini pet poglavlja. Nakon uvoda daje se kratak teoretski okvir pojmova i svojstva *RPA* tehnologije. U trećem poglavlju pažnja je usmerena na mogućnosti primene *RPA* u lancima snabdevanja, kao i na prednosti i ograničenja njene implementacije. U četvrtom poglavlju izvršeno je poređenje poznatih *RPA* softverskih rešenja, nakon čega su u petom poglavlju sumirani rezultati, ograničenja istraživanja, i dati dalji pravci istraživanja.

2. TEORIJSKI OKVIR

U savremenom poslovnom okruženju, upravljanje lancima snabdevanja *SCM (Supply Chain Management)* predstavlja ključan skup procesa za postizanje konkurentске prednosti. S obzirom na sve složenije zahteve tržišta i potrebu za brzom obradom velikih količina podataka, preduzeća učesnici lanaca snabdevanja se sve više okreću naprednim tehnologijama. Jedna od važnih naprednih tehnologija u poslednjih nekoliko godina u oblasti automatizacije poslovnih procesa je robotska automatizacija procesa.

Ova tehnologija pomaže preduzećima da automatizuju različite poslovne procese koji koriste strukturirane podatke i uređene poslovne pravilnike (*Lacity & Willcocks, 2016*). Prema definiciji *IEEE (2017)*, *RPA* predstavlja unapred konfigurisan softver koji primenjuje poslovna pravila i unapred određene sekvence aktivnosti za obavljanje procesa, transakcija i zadataka u jednom ili više različitih softverskih sistema. Cilj primene *RPA* u preduzećima, jeste da se omogući automatska isporuka rezultata ili neke usluge, čime se teži da se ljudska intervencija upotrebljava samo kod izuzetaka (*Davenport & Brain, 2018*).

Osnovna svojstva *RPA* tehnologije (*Davenport & Brain, 2018; IEEE, 2017; Lacity & Willcocks, 2016; Puica, 2022*) su:

- Izvršava aktivnosti na osnovu predefinisanih pravila (*Rule-Based Processing*) –

ova karakteristika ograničava primenu *RPA* samo za zadatke koji su uvek isti i jasno proceduralno definisani;

- Neinvazivna priroda implementacije prilikom implementacije *RPA* tehnologije – sam sistem se usklađuje sa postojećim informacionim sistemima u preduzeću, povezivajući se sa korisničkim interfejsom, čime *RPA* replicira interakciju čoveka sa softverom;
- Visoki stepen tačnosti i konzistentnosti rada – primenom softverskih robota eliminiše se ili značajno minimizira rizik pojave greški u radu, usled delovanja čoveka u repetitivnim aktivnostima, čime se povećava kvalitet i pouzdanost samih rezultata;
- Visok nivo skalabilnosti i fleksibilnosti – *RPA* rešenja na osnovu podataka i procene potrebnih kapaciteta, povećavaju i smanjuju broj alociranih softverskih robota prema realnim trenutnim potrebama sistema, što takođe omogućava preduzećima da svoje poslovanje prilagode prema promenljivim uslovima poslovanja;
- Visoka brzina izvršenja zadataka – vreme potrebno za izvršavanje zadataka je znatno manje, kako softverski roboti višestruko brže izvršavaju zadatke u poređenju sa ljudima, čime se takođe povećava i sama efikasnost procesa;
- Relativno niske tehničke barijere –posmatrano iz perspektive implementacije u poređenju sa razvojem novog informacionog sistema, sama implementacija *RPA* tehnologije koristi manje resursa i kraće vreme uvođenja.

3. MOGUĆNOSTI PRIMENE *RPA* U LANCIMA SNABDEVANJA

U okruženju lanaca snabdevanja, *RPA* se može primeniti za podršku različitih procesa kao što su: nabavka, upravljanje zalihama, planiranje proizvodnje, upravljanje transportom i upravljanje odnosima sa kupcima. Autori *Davenport* i *Brain* (2018) ističu da je preduslov za uspešnu implementaciju *RPA* zapravo unapređenje postojećih procesa. *Khan* i dr. (2022) identifikuju glavne prednosti primene ove tehnologije u lancima snabdevanja, uključujući tačnost, konzistentnost, smanjenje troškova, povećanu produktivnost i zadovoljstvo zaposlenih. Autor *Puica* (2022) dodatno navodi transparentnost, standardizaciju i unapređeno izveštavanje kao značajne prednosti, posebno u procesima praćenja zaliha i finansijskog izveštavanja.

Primena *RPA* u lancima snabdevanja, predstavlja primenu softverskih robota koji oponašaju ljudsku interakciju za automatsko izvršavanje repetitivnih aktivnosti i zadataka unutar poslovnih sistema i aplikacija. Primena ove tehnologije uslovljava organizacione promene u smislu oslobađanja zaposlenih od izvršavanja repetitivnih zadataka i dodeljivanja im uloge nadzora (*Altarazi* i dr., 2024; *Khan* i dr., 2022).

Implementacija *RPA* tehnologije zahteva da odabrani procesi budu jasno strukturirani, unapređeni, da su svi uzroci zastoja uklonjeni ili uticaj istih minimiziran. Organizaciona kultura preduzeća koje uvodi *RPA* treba da bude otvorena ka digitalizaciji procesa, u suprotnom sam kvalitet i uspešnost procesa implementacije može biti upitan. Jedna od

najčešćih prepreka prilikom usvajanja *RPA* u lancima snabdevanja je i kompatibilnost, iz razloga što je izazovno utvrditi kakav će uticaj usvajanje ove tehnologije imati na poslovanje, zbog često ograničenih dostupnih podataka. Preduzeća koja uvode *RPA* tehnologiju mogu se susresti i sa izazovima kao što su (Altarazi i dr., 2024; Puica, 2022): visoki troškovi inicijalne implementacije, potreba za obukom zaposlenih i problemi integracije sa postojećim sistemima. Pre nego što preduzeće koje je uvelo *RPA* može da primeti proceduralne prednosti, funkcionalnost sistema mora biti pravilno programirana. Za pravilno programiranje *RPA* u sklopu stručnog kadra mora postojati adekvatno osoblje, u suprotnom postoji opasnost od nepravilnog programiranja sistema, što može dovesti do visokih troškova (Altarazi i dr., 2024).

Prema godišnjem izveštaju *Mitsubishi Heavy Industries Group -MHI* (2019), robotika i automatizacija prepoznate su među vodećim tehnologijama koje će oblikovati upravljanje lancima snabdevanja u narednoj deceniji, sa potencijalom da unaprede efikasnost kroz zamenu tradicionalnih ručnih aktivnosti poput sortiranja, skladištenja i obrade podataka. Autor Pokora (2025) objedinio je više različitih tržišnih istraživanja i rezultata anketa rađenih od strane vodećih konsultantskih kuća, i njegovi rezultati ukazuju da je nakon uvođenja *RPA* tehnologije osećaj smanjenog sindroma izgaranja 83%, dok čak 91% zaposlenih smatra da je nakon uvođenja *RPA* poboljšan balans poslovnog i privatnog života. Analize pokazuju da čak 86% ispitanih preduzeća primećuje da se stepen produktivnosti značajno povećao. Izveštaj od strane *McKinsey & Co* zabeležio je da se čak 45% aktivnosti u preduzeću mogu izvršavati uz pomoć *RPA* robota. U Tabeli 1. prikazani su načini primene *RPA* tehnologije u okviru lanaca snabdevanja.

Prilikom implementacije *RPA tehnologije u lancima snabdevanja*, postoje i određene barijere koje nastaju usled različitih faktora. Ove barijere mogu se grupisati u tri tipa, kao i najčešći uslovi njihovog nastanka (Altarazi i dr., 2024; Flechsig i dr., 2021). Prvi tip su tehnološke barijere koje mogu nastati usled loše struktuiranog informacionog sistema preduzeća ili nedostatka kvalifikovanog ljudskog kadra u sektoru za informacione tehnologije preduzeća. Drugi tip su organizacione barijere koje mogu nastati usled loše organizacije interne komunikaciju u okviru preduzeća, ograničenih finansijskih resursa ili usled rigidne organizacione strukture preduzeća. Na kraju, treći tip čine barijere okruženja ili barijere u okviru lanca snabdevanja koje nastaju usled manjka saradnje između članova lanca snabdevanja ili usled geopolitičkih i zakonodavnih regulativa i propisa.

4. ANALIZA *RPA* SOFTVERSKIH REŠENJA

Trenutno na tržištu postoje brojna *RPA* softverska rešenja. Korišćenjem ključnih reči "*RPA*", "*case studies on RPA implementation*", "*supply chain*" u okviru Google pretraživača i analizom najčešćih odgovora, izdvojeno je pet softverskih rešenja: *UiPath*, *Kofax*, *Blue Prism*, *Power Automate* i *Automagica*.

Tabela 1: Primena RPA rešenja u lancima snabdevanja

Mesto primene	Automatizacija	Ključne prednosti	Reference
Nabavka	Procesa kreiranja i odobravanja narudžbenica; Procesa ugovaranja; Procesa praćenja dobavljača.	Povećana brzina odgovora na promene u zahtevima i uslovima dobavljača; Smanjenje administrativnog opterećenja zaposlenih.	(Viale & Zouari, 2020)
Upravljanje zalihama	Praćenja nivoa zaliha; Generisanja izveštaja; Procesa predviđanja potreba.	Ustanovljeno je da se tokom proces predviđanja povećala tačnost; Smanjen broj grešaka izazvanih usled unosa i obrada podataka o zalihama.	(Puica, 2022)
Transport i logistika	Procesa praćenja isporuka; Komunikacije sa prevoznicima; Izrade transportne dokumentacije.	Smanjeno je vreme kašnjenja transportne dokumentacije; Poboljšana je komunikacija sa prevoznicima i kupcima; Efikasnije planiranje ruta i kapaciteta vozila.	(Khan i dr., 2022; Puica, 2022)
Upravljanje odnosima sa kupcima	Procesa usmeravanja i kategorizacije korisničkih zahteva; Procesa ažuriranja podataka o kupcima; Procesa generisanja i slanja mejlova ili odgovaranja na česta pitanja.	Za kratak vremenski period može da filtrira, ekstrahuje ili izvrši sintezu informacije iz dokumenta ili mejla; Povećava tačnost i usaglašenost podataka u CRM sistemu; Poboljšava korisničko iskustvo, čime se povećava stepen zadovoljstva korisnika.	(Krzywy i dr., 2024)
Finansijski menadžment	Procesa izrada faktura; Procesa obračuna potraživanja i obaveza;	Podaci iz ERP sistema i podaci izdati od strane banaka su usklađeni; Skraćen ciklus naplate i poboljšan je protok novca; Olakšana je priprema izveštaja.	(Khan i dr., 2022; Lacity& Willcocks, 2016; Pokora, 2025)

Softversko rešenje *UiPath* kreirano je 2005. godine u Rumuniji pod nazivom *DeskOver* kao sofer za automatizaciju servisa. Godine 2012. unapređeno je u RPA rešenje, a 2015. godine menja naziv u *UiPath* i postaje globalno dostupno (*UiPath*, 2025). Rešenje *Kofax* je kreirano 1985. godine od strane *Kofax Image Products* kao softver za optičko prepoznavanje znakova. Tokom godina i razvojem tehnologija, rešenje je dobijalo nove funkcionalnosti i postalo je jedno od prepoznatljivijih RPA rešenja. Od 2024. godine menja naziv u *Tungsten Automation*, zbog želje osnivača da naziv bolje opisuje trenutni razvoj sistema i nove promene (*Kofax*, 2020; *Tungsten*, 2024). Rešenje *Blue Prism* kreirano je 2001. godine. U okviru svake nove vezije ovog softvera unapređivane su

njegove funkcionalnosti i performanse (*Blue Prism*, 2022; *Blue Prism*, 2020). Godine 2016., preduzeće *Microsoft* lansiralo je *MS Power Automate* pod tadašnjim nazivom *Microsoft Flow*. Promena naziva izvršena je već 2019. godine, nakon akvizicije preduzeća *Softomotive* i integracije njihovog RPA rešenja u *MS Power Automate* (*Microsoft*, 2024; *Microsoft*, 2025). Rešenje *Automagica* kreirano je 2018. godine kao *Open Source* rešenje i uspešno je lansirano 2020. godine. Nakon toga, preduzeće *Netcall* izvršilo je akviziciju osnivačkog preduzeća, i sada se ovo rešenje može naći pod nazivom *Liberty RPA* (*Netcall*, 2025).

Izabrana RPA rešenja koja se mogu primeniti u lancima snabdevanja su upoređena na osnovu sledećih izvedenih kriterijuma: funkcionalnost rešenja, jednostavnost korišćenja, mogućnost integracije sa drugim softverskim rešenjima i cena (Tabela 2). Takođe, dati su i primeri kompanija korisnika.

Tabela2: Poređenje RPA softverskih rešenja

Rešenje	Funkcionalnost	Jednostavnost	Mogućnost integracije	Cena	Primer korisnika	Referenca
<i>UiPath</i>	Vrlo široka, moguća orkestracija procesa, i sadrži integrisani AI	Jednostavniji za primenu; Pogodan interfejs koji omogućava intuitivan rad	<i>SAP</i> , <i>Salesforce</i> , <i>ERP</i> , <i>CRM</i>	Srednja	<i>DHL</i> , <i>EY</i> , <i>NASA</i>	(<i>UiPath</i> , 2025)
<i>Kofax</i>	Fokus na dokumente i OCR	Visoko složen proces implementacije.	<i>OCR</i> , <i>DMS</i> sistemi	Visoka	<i>Coca-Cola</i> , <i>Xerox</i> , <i>Anthem</i>	(<i>Kofax</i> , 2020; <i>Tungsten</i> , 2024)
<i>Blue Prism</i>	Stabilnost i poslovna orkestracija	Složen proces primene, zahteva napredno tehničko znanje prilikom implementacije.	<i>ERP</i> , <i>CRM</i> , <i>API</i> konekcije	Visoka	<i>Barclays</i> , <i>HSBC</i> , <i>Telefónica</i>	(<i>Blue Prism</i> , 2022; <i>Blue Prism</i> , 2020)
<i>Power Automate</i>	Automatizacija u okviru Microsoft ekosistema	Intuitivan, dostupan širom korisnika.	<i>Office 365</i> , <i>Azure</i> , <i>SharePoint</i>	Niska	<i>PepsiCo</i> , <i>SMB</i>	(<i>Microsoft</i> , 2024; <i>Microsoft</i> , 2025)
<i>Automagica</i>	Inteligentna automatizacija, mogućnost snimanja procesa i automatizacija istih.	Jednostavniji za primenu	<i>ERP</i> , <i>CRM</i> , <i>API</i> integracija	Srednja	<i>Transport for London</i> , <i>IRIS Software Group</i>	(<i>Netcall</i> , 2025)

5. ZAKLJUČAK

Robotska automatizacija procesa pokazuje značajan potencijal za unapređenje lanaca snabdevanja kroz automatizaciju repetitivnih i administrativnih zadataka, smanjenje grešaka, skraćanje vremena ciklusa i poboljšanje transparentnosti. U radu su predstavljena svojstva RPA tehnologije i njene mogućnosti primene u lancima snabdevanja. Zatim, prikazano je koji se procesi i operacije najčešće automatizuju i koje se to ključne prednosti mogu ostvariti. Takođe, izdvojene su barijere koje se javljaju tokom implementacije ove tehnologije u lancima snabdevanja i njihovi najčešći uzroci.

U okviru komparativne analize dostupnih RPA softverskih rešenja korišćeni su kriterijumi funkcionalnost rešenja, jednostavnost korišćenja, mogućnost integracije sa drugim softverskim rešenjima i cena. Ovakav vid analize omogućava potencijalno novim korisnicima da ocene koje rešenje najviše odgovara njihovim potrebama. Potrebe korisnika uglavnom zavise od tipa i veličine preduzeća, obima poslovanja, kao i stadijuma digitalizacije preduzeća. Na osnovu analize može se zaključiti da softversko rešenje preduzeća *Microsoft Power Automate* predstavlja najisplativije rešenje koje pruža dovoljan broj funkcionalnosti za najnižu cenu. *Power Automate* je odličan izbor za organizacije koje žele brzu implementaciju, a takođe pruža jedinstvenu sinergiju sa *Microsoft* ekosistemom. Softveri poput *UiPath* i *Blue Prism* su pogodni za velika preduzeća, često multinacionalna kojima su potrebni stabilni sistemi, dok je *Kofax* najbolji izbor za preduzeća koja imaju visok stepen opterećenja u vidu administracije i dokumentacije. *Automagica* je dobar izbor za srednja i velika preduzeća.

Glavno ograničenje rada jeste obim analizirane literature, kao i što su se prilikom analize softvera koristila samo dokumenta o radu softvera, bez fizičkog rada u njima. Budući pravci istraživanja mogu biti usmereni na detaljniju analizu integracije RPA sa naprednim tehnologijama industrije 4.0.

LITERATURA

- [1] Altarazi, F., Santos, D., & Wong, E. (2024). Robotic Process Automation (RPA) Implementation Challenges: A Literature Review. In *9th North American Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, <https://doi.org/10.46254/NA09.20240054>.
- [2] Blue Prism. (2020). *Blue Prism Product Overview*. Blue Prism Group. <https://www.blueprism.com/uploads/resources/white-papers/Blue-Prism-Product-Overview-Enterprise-Edition.pdf> (Pristupljeno: 12. 9. 2025).
- [3] Blue Prism. (2022). *Blue Prism Products – Features & Capabilities*. Blue Prism Group. <https://www.blueprism.com/products/> (Pristupljeno: 12. 9. 2025).
- [4] Davenport, T., & Brain, D. (2018). *Before Automating Your Company's Processes, Find Ways to Improve Them*. Harvard Business Review. <https://hbr.org/2018/06/before-automating-your-companys-processes-find-ways-to-improve-them?autocomplete=true> (Pristupljeno: 12.9.2025.)
- [5] Flechsig, C., Anslinger, F., & Lasch, R. (2021). Robotic Process Automation in purchasing and supply management: A multiple case study on potentials, barriers, and implementation.

- Journal of Purchasing and Supply Management*, 28(1), 100718–100718. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2021.100718>.
- [6] Gupta, A. (2019). *MHI Annual Industry Report: Next-Generation Supply Chains*. MHI. https://www.mhi.com/finance/library/annual/pdf/report_2019.pdf (Pristupljeno: 12.9.2025.)
- [7] IEEE. (2017). *IEEE Guide for Robotic Process Automation*. IEEE Standards Association. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2017.8070671>
- [8] Khan, S., Tailor, R. K., Uygun, H., & Gujrati, R. (2022). Application of robotic process automation (RPA) for supply chain management, smart transportation and logistics. *International Journal of Health Sciences*, 6(S3), 11051–11063. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.8554>.
- [9] Kofax. (2020). *Kofax RPA Product Overview*. Kofax. https://www.tungstenautomation.com/-/media/Files/Solution-Overview/EN/so_kofax-robotic-process-automation_en.pdf (Pristupljeno: 12.9.2025)
- [10] Krzywy, J., Dorofiejczuk, K., Nowak, F., & Jasiulewicz-Kaczmarek, M. (2024). Study of the use of robotic process automation in supporting customer order process. *IFAC-PapersOnLine*, 58(19), 1018–1023. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.09.142>
- [11] Lacity, M., & Willcocks, L. (2016). *Paper 16/01 Robotic Process Automation: The Next Transformation Lever for Shared Services*. Retrieved from The Outsourcing Unit, LSE: <http://www.umsl.edu/lacitym> (Pristupljeno: 12.9.2025.)
- [12] Microsoft. (2024). *Power Automate Documentation*. Microsoft Corporation. <https://learn.microsoft.com/en-us/power-automate/> (Pristupljeno: 12.9.2025).
- [13] Microsoft. (2025). *What is Power Automate?*. Microsoft Corporation. <https://learn.microsoft.com/en-us/power-automate/flow-types> (Pristupljeno: 12.9.2025).
- [14] Netcall. (2025). *Liberty RPA overview*. Netcall. <https://www.netcall.com/platform/rpa/> (Pristupljeno: 12.9.2025).
- [15] Pokora, Y. (2025). *Robotic Process Automation In Numbers*. <https://flobotics.io/blog/rpa-statistics/> (Pristupljeno: 17.9.2025).
- [16] Puica, I. (2022). *Advantages and limitations of robotic process automation in SCM*. *Procedia Computer Science*, 200, 1234–1242. <https://doi.org/10.5171/2022.221327>.
- [17] Tungsten. (2024). *A New Chapter Begins: Kofax is now Tungsten Automation | Tungsten Automation*. Tungstenautomation.com. <https://www.tungstenautomation.com/about/press-releases/2024/kofax-is-now-tungsten-automation?> (Pristupljeno: 20.9.2025.)
- [18] UiPath. (2025). *UiPath Automation Platform Overview*. UiPath. <https://docs.uipath.com/overview/other/latest/overview/product-differences> (Pristupljeno: 12.9.2025).
- [19] Viale, L., & Zouari, D. (2020). Impact of digitalization on procurement: the case of robotic process automation. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 21(3), 185–195. <https://doi.org/10.1080/16258312.2020.1776089>.

LANACI SNABDEVANJA KAO JEDAN OD KLJUČNIH STRATEŠKIH POKRETAČA CARINA I CARINSKIH SLUŽBI

SUPPLY CHAINS AS ONE OF THE KEY STRATEGIC DRIVERS OF CUSTOMS AND CUSTOMS SERVICES

Bojan Vuković¹, Tijana Milanović²

¹Fakultet organizacionih nauka, b.vukovic81@gmail.com

²Beogradska akademija poslovnih i strukovnih umetničkih studija,
Beograd, tijana.milanovic@bpa.edu.rs, ORCID: 0000-0001-6735-9091

Apstrakt: *Nepredvidive i konstantne promene koje se dešavaju u okviru međunarodne trgovine iziskuju efikasan i pravovremeni rad carina i carinskih uprava. Međutim, sve veća opterećenost kretanja robe preko granica i uopšte na međunarodnom tržištu, opterećuje i kanale distribucija i lance snabdevanja, čime direktno utiče na njihovu efikasnost. Isprepletani tokovi proizvoda, usluga, informacija, kanala distribucije, znanja i dr. su upravo ono što sistem lanaca snabdevanja definiše i čini složenim, dinamičnim, ali i rizičnim. Potrebe savremenog međunarodnog poslovanja vrše pritisak na carine i carinske uprave da budu efikasne, eliminišu nepotrebnu administraciju i da minimiziraju kašnjenja kanala distribucije i lanaca snabdevanja, jer sve to negativno utiče na povećanje troškova međunarodne trgovine. Iz tog razloga su lanci snabdevanja prepoznati kao jedan od ključnih strateških pokretača na poslovanje carina. Cilj rada je predstaviti višestruku ulogu carina, koje treba da obezbede nesmetan protok roba, usluga, informacija, čime će se istovremeno uticati na povećanje efikasnosti samih lanaca snabdevanja i logističkih mreža širom sveta, kao i, na kvalitetniji rad carinskih službi.*

Ključne reči: *Lanci snabdevanja, carina, strateški pokretači.*

Abstract: *Unpredictable and constant changes occurring within international trade require efficient and timely work of customs and customs administrations. However, the increasing load on the movement of goods across borders and in the international market in general puts a strain on distribution channels and supply chains, which directly affects their efficiency. Intertwined flows of products, services, information, distribution channels, knowledge, etc. are exactly what define the supply chain system and make it complex, dynamic, but also risky. The needs of modern international business put pressure on customs and customs administrations to be efficient, eliminate unnecessary administration and minimize delays in distribution channels and supply chains, as all of this negatively affects the increase in international trade costs. For this reason, supply chains are recognized as one of the key strategic drivers of customs operations. The goal of the work is to present the multiple role of customs, which should ensure the smooth flow of goods, services, and information, which will simultaneously influence the increase*

in the efficiency of supply chains and logistics networks around the world, as well as the better work of customs services.

Keywords: Supply chains, customs, strategic drivers.

1. UVOD

Globalizacija i povećana industrijalizacija su obeležile i dovele do prevelikih promena na svim nivoima i sve složenijim upravljanjem i praćenjem tokova ljudi, robe, proizvoda, informacija tehnologija, pogotovo na svetskom nivou. Sve je postalo lako dostupno, uz pomoć i zahvaljući razvoju tehnologije i informacionih sistema, međutim i ako je konkurencija na tržištu dostigla ogromne razmere, potrošači i konzumeri postaju sve zahtevniji (Regodić, 2014). Sve više je time podstaknuta međunarodna trgovina i poslovanje, jer se zemljama pruža prilika da plasiraju svoje proizvode i usluge na širem tržištu i na taj način ostvare svoj ekonomski rast i razvoj (Gordhan, 2007). Dalje, posmatrano kroz privredu i ekonomiju jedne zemlje, međunarodna trgovina i međunarodne delanosti su postale, poslednjih godina više nego značajne, iz razloga što je, prema velikom broju ekonomista i autora, upravo prodaja i razmena proizvoda i usluga između zemalja prepoznata kao ključan faktor ekonomskog rasta (Vuković, 2025; Zamora-Torres, & Campos, 2017).

Sve ovo je rezultiralo većim i efikasnijim uključivanjem rada carina i carinskih službi u sve obimnije i kompleksnije procese međunarodne trgovine. Prema autorima Zamora-Torres, & Campos, (2017) carine upravo predstavljaju i jesu najvažniji faktor međunarodne trgovine (Vuković, 2025; Zamora-Torres, & Campos, 2017). Carine i carinske službe su prvenstveno predstavljale granice između zemalja i na neki način obezbeđivale određene države, nacije, privrede i ekonomije. Ono što je predstavljalo suštinsku ulogu carina u najširem obliku, ogleda se u tome da štite teritoriju jedne zemlje, bezbednost građana, privredu, zdravlje, životnu sredinu i dr. (Veenstra, & Heijmann, 2023). Njihova uloga je upravo pokrenuta prelaskom roba i usluga preko granične linije, odnosno preko granica (Heijmann, & Peters, 2022). Vremenom, uloga carina i carinskih službi se znatno promenila, baš iz razloga što je broj subjekata u međunarodnoj trgovini i kanalima distribucije postao previše obiman i neodrživ (Regodić, 2014), ali i rizičan. Sa jedne strane, neophodno je obezbediti način u balansiranju potreba za olakšicama trgovine, kako bi se pojednostavili procesi standardizacije i procedure u međunarodnom lancu snabdevanja, a sa druge nivo kontrole i bezbednosti, tako da se, upravo uloga carina promenila u ovom smislu, posebno poslednje dve decenije (Biljan, & Trajkov, 2012). Isprepletani tokovi proizvoda, usluga, informacija, kanala distribucije, znanja i dr. su upravo ono što sistem lanaca snabdevanja definiše i čini složenim i dinamičnim (Regodić, 2014). Carine i carinske službe i njihova uloga u bezbednosti i nesmetanom toku, pokrivenosti i radu svih ovih tokova će povećati kako efikasnost samih lanaca snabdevanja, tako i logističkih mreža širom sveta, ali istovremeno će uticati na kvalitetniji rad carinskih službi.

Identifikovati i razumeti ključne međunarodne, regionalne i nacionalne strateške pokretače koji se odnose na carine i istovremeno utiču na njih, u vreme legalne i ilegalne trgovine, je jako značajno za svaku carinu, kako bi na odgovarajući način znala i da odgovori na njih. Neophodno je napomenuti da su ovi starteški pokretači univerzalni, ali da su u mnogome uticali da carine shvate njihovu kompleksnost (Gordhan, 2007).

Osnovni cilj ovog rada je da se analizira i predstavi, uloga carina i carinskih službi u povećanju efikasnosti lanaca snabdevanja, odnosno da se prikaže njihov međusobni odnos, kao i to da se prikažu ključni i strateški pokretači koji utiču na rad carina i carinskih službi, a gde su upravo od njih identifikovani novi modeli logistike i lanca snabdevanja. Takođe, jedan od ciljeva rada jeste i da se analiziraju i neki budući inovativni procesi, na osnovu kojih bi se uticalo na efikasnost lanaca snabdevanja u okviru međunarodne trgovine roba, usluga. Načini na koji se sve može unaprediti i obezbediti efikasnost i obostrana korist rada svodi se na to da uloga carina i carinskih službi treba više da se fokusira na lanac snabdevanja, kroz oblast inovacija, kako bi se izbegla ogromna čekanja i zastoji u kanalima distribucije i obezbedio pravovremen i bezbedan prelaz roba i usluga na graničnim prelazima.

Struktura rada je sledeća. Nakon uvodnog poglavlja, u poglavlju dva su predstavljeni i objašnjeni ključni strateški pokretači carina i carinskih službi. Predstavljeno je ukupno deset strateških pokretača koji utiču na rad carina. Uloga carina i carinskih službi u povećanju efikasnosti lanaca snabdevanja i njihov međusobni značaj i odnos, predstavljeni su u poglavlju 3. Zaključna razmatranja data su u poglavlju 4. Na kraju je dat pregled literature koja se koristila pri izradi ovog rada

2. KLJUČNI STRATEŠKI POKRETAČI CARINA I CARINSKIH SLUŽBI

Neophodnost za razvojem i podrškom efikasnih lanaca snabdevanja i logističkih mreža, je postala sve značajnija kako se proces globalizacije međunarodnog tržišta nekontrolisano povećava. Još je pandemija COVID-19 od 2020. godine znatno poremetila globalne logističke lance koji su do tada bili uspostavljeni, utičući na transport i puteve, ali i primarne dobavljače i proizvođače, uopšte na međunarodne trgovinske puteve. A i dodatno što je poremetilo i uvećalo logističke probleme i dovelo do promena u lancima snabdevanja je i situacija sa Ukrajinom 2022. godine, koja se odrazila na povećanja troškova u logističkim procesima i dovela do porasta troškova transporta tereta (Shaleva, 2024).

Carine i carinske službe su sve više opterećene, a to ne utiče samo na njihovu efikasnost, već i na privredu i ekonomiju neke zemlje. Baš iz razloga brzog, dinamičnog i neizvesnog okruženja u kome carine funkcionišu i posluju, neophodno je da carinske službe izvrše identifikovanje nacionalnih i međunarodnih strateških pokretača, kako bi mogle da bolje reaguju i posluju (Gordhan, 2007). Definisano je ukupno deset ključnih pokretača, a

upravo su novi modeli i lanci snabdevanja prepoznati i kao jedan od ključnih strateških pokretača carina i carinskih službi, a koji su predstavljeni i objašnjeni u Tabeli 1.

Tabela 1: Ključni pokretači carina

Ključni pokretači	Uticaj
Rastući obim međunarodne trgovine.	Međunarodna trgovina konstantno raste na globalnom nivou. Ovaj rast znači da carine moraju da obrađuju više transakcija i opterećenje se povećava, obično sa istim ili manjim količinama resursa.
Liberalizacija trgovine i smanjenje carinskih i necarinskih barijera.	Ovime je fokus prešao na stvaranje otvorenih ekonomija uklanjanjem prepreka trgovini i investicijama, čime se prepoznaje da ove mere nisu samo stvorile mogućnosti za legitimnu trgovinu, već i za nedozvoljenu trgovinu.
Nova pravila trgovine.	Međunarodna trgovina sada podleže širem i složenijem skupu pravila.
Rastući obim regionalnih trgovinskih sporazuma.	Ovo znači da se manje trgovine administrira na osnovu najpovoljnije nacije, ali podleže složenim preferenci-jalnim pravilima porekla kojima upravlja carina. Primena preferencijalnih pravila takođe primorava carinu da dobro razume domaću privredu i proširi svoju intervenciju u lancu snabdevanja od granice do mesta proizvodnje.
Trgovinski obrasci se menjaju i broj učesnika je sve veći.	Udeo u razvoju zemalja u svetskoj trgovini robom više se povećao i robna trgovina između zemalja u razvoju, značajno je porasla.
Struktura trgovine se značajno promenila.	Globalna specijalizacija proizvodnje je napredovala, posebno u industrijskim proizvodima. Trgovina je značajno porasla širom sveta. Takođe, učešće izvoza delova i komponenti ukupnog izvoza robe je veoma poraslo. Ova promenljiva struktura utiče na vrste transakcija kojima upravlja carinska uprava.
Novi modeli logistike i lanaca snabdevanja	Potrebe savremenog međunarodnog poslovanja vrše pritisak na carinske uprave da efikasno obrade robu i da minimiziraju kašnjenja u lancima snabdevanja i trgovini. Nepotrebna kašnjenja povećavaju troškove međunarodne trgovine i nagrizaju konkurentnost trgovaca.
Pojava transnacionalnih mreža organizovanog kriminala.	Organizovani kriminal olakšava ozbiljne pretnje međunarodnom miru i bezbednosti, kroz korupciju, nezakonitu trgovinu i pranje novca. Veze između različitih mreža postale su glavna karakteristika sveta organizovanog kriminala stvarajući tako mreže mreža.
Bezbednosne pretnje	Bezbednosne pretnje ne prepoznaju nacionalne granice.
Rastuća zabrinutost za javno zdravlje i životnu sredinu.	Međunarodna zajednica ima niz međunarodnih instrumenata koji imaju za cilj kontrolu međunarodnog kretanja štetnih i opasnih materija, kontrolu prekograničnog kretanja opasnog otpada i njihovog odlaganja. Ove i druge međunarodne instrumente sprovode carinske uprave na nacionalnim granicama.

Izvor: Autor prema (Gordhan, 2007)

3. ULOGA CARINA I CARINSKIH SLUŽBI U POVEĆANJU EFIKASNOSTI LANACA SNABDEVANJA

Uloga i upravljanje carinom je višestruka i se sastoji od niz carinskih poslova i njihovog upravljanja, kao što su: organizacija carina i carinskih službi, carinski procesi, tehnologije, resursi u vidu kadrova, informacija i usluga, kanali distribucije, lanci snabdevanja i još dosta toga (Makrusev, Vakhrushev, Boykova, & Lyubkina, 2019). Takođe, sam okvir poslova i upravljanja carine uključen je i u sve međunarodne procese i transakcije, koji obuhvataju načine olakšavanja trgovine, nastojanje obezbeđivanja naplata, obezbeđivanja socijalne sigurnosti i bezbednosti građana, zatim da se radi konstantno na poboljšavanju i razvoju u okviru standardizacije i harmonizacije carinskih procedura, kao i sveukupnog upravljanja (Biljan, & Trajkov, 2012). Može se reći da se odgovornost i uloga carina i carinskih uprava i službi dosta zna razlikovati od zemlje do zemlje, tako da je u svetu u kome se sve stalno menja, neophodno pratiti i modifikovati i same carine, kako bi njihova relevantnost u poslovanju bila konstantna (Widdowson, 2007).

Svaki od ovih segmenata, dovodi do povećanja troškova međunarodne trgovine (Gordhan, 2007), tako da je shodno svim ovim aktivnostima, Svetska carinska organizacija (The World Customs Organization -WCO) donela Okvir standarda za obezbeđenje i olakšanje globalne trgovine (Framework of Standards to Secure and Facilitate Global Trade -SAFE) u okviru koga je uvela koncepte nadzora lanca snabdevanja. Međutim, iako je u velikom broju zemalja već implementiran ovaj standard, nadzor lanaca snabdevanja u okviru međunarodne trgovine prema mnogim autorima i dalje iziskuje konstantno istraživanje i razvoj (Heijmann, Tan, Rukanova, & Veenstra, 2020), kako bi se njihova efikasnost uvek potencijalno povećavala. Uloga nadzora lanaca snabdevanja od strane carina, na neki način podstiče održiv i otporan transport, kao i olakšavanje trgovine. Primer za ovo mogu biti: proveravanja na granici na licu mesta; ispravnost i prikupljanje informacija, oduzimanje raznih proizvoda ukoliko predstavljaju kršenje propisa i drugo (Hu, Lau, & Wang, 2023).

Uloga carina kroz inovacije u lancima snabdevanja, je takođe jako bitna, a uključuje širi opseg koristi, na globalnom nivou (Heijmann, Tan, Rukanova, & Veenstra, 2020). Uvođenje inovativnih i novih procedura, kao što su: kratko zadržavanje zaliha, distribucija tačno na vreme, multimodalni transport, reverzna logistika i druge u okviru lanaca snabdevanja, dovode do potpuno novog načina kretanja roba preko granica. Sve ove procedure, dodatno povećavaju pritisak na lance snabdevanja i njihovu efikasnost (Gordhan, 2007), tako da je neophodno da carine pravovremeno reaguju na njih.

4. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj ovog rada je analiza i uloga carina i carinskih službi u povećanju efikasnosti lanaca snabdevanja, odnosno njihov međusobni odnos, kao i to da se prikažu ključni i strateški pokretači koji utiču na rad carina i carinskih službi, a gde su upravo kao jedan od

navedenih identifikovani novi modeli logistike i lanca snabdevanja. Takođe, jedan od ciljeva rada jeste i da se analiziraju i neki budući inovativni procesi, na osnovu kojih bi se uticalo na efikasnost lanaca snabdevanja u okviru međunarodne trgovine roba, usluga.

Inovacije u okviru lanaca snabdevanja mogu biti različite: ubrzana upotreba velikih količina podataka i analitike; uspostavljanje unakrasnog potvrđivanja carinskih deklaracija, uvođenje novih tehnologija u okviru sistema detekcije; uključivanje dronova za podršku nadzoru (Heijmann, Tan, Rukanova, & Veenstra, 2020). Upravljanje rizikom i bezbednost lanca snabdevanja predstavlja jednu od važnih odgovornosti i uloga koje carine moraju da sprovedu (Pourakbar, & Zuidwijk, 2018). Ti rizici uključuju: prekoograničeno kretanje robe, trgovinu ljudima, nedozvoljenim supstancama i dr. i mogu uzrokovati probleme u troškovima lanaca snabdevanja (Hintsa et al., 2011).

Može se zaključiti da posao carina uključuje jako širok dijapazon poslovnih procesa i da su u skladu sa time i njegove uloge višestruke. Što se tiče lanaca snabdevanja u okviru carina i carinskih službi, može se reći da se radi o jako kompleksnim poslovima, iz razloga što postoji pritisak poslovanja na same carinske služe od strane potreba savremenog poslovanja. Taj pritisak se odnosi na to se roba efikasno i kvalitetno obradi, da se minimiziraju kašnjenja u lancima snabdevanja i kanalima distribucije, da se obezbede lanci od kojekavih rizika i još dosta toga. Prema autorima Veenstra i Heijmann (2023), upravo carina ima ključnu ulogu u okviru globalnih lanaca snabdevanja (Veenstra, A., & Heijmann, F. (2023). Načini na koji se sve može unaprediti i obezbediti efikasnost i obostrana korist svodi se na to da uloga carina i carinskih službi treba više da se fokusira na lanac snabdevanja, kroz oblast inovacija, kako bi se izbegla ogromna čekanja i zastoji u kanalima distribucije i obezbedio pravovremen i bezbedan prelaz roba i usluga na graničnim prelazima, a generalno i u međunarodnoj trgovini.

LITERATURA

- [1] Biljan, J., & Trajkov, A. (2012). Risk management and Customs performance improvements: The case of the Republic of Macedonia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 44, 301-313.
- [2] Chen, L., & Ma, Y. (2015). A study of the role of customs in global supply chain management and trade security based on the Authorized Economic Operator system. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 5(2), 87-92.
- [3] Gordhan, P. (2007). Customs in the 21st Century. *World Customs Journal*, 1(1), 49-54.
- [4] Heijmann, F. H. A., & Peters, J. (2022). *Customs; inside anywhere, insights everywhere*. Trichis Publications.
- [5] Heijmann, F., Tan, Y., Rukanova, B., & Veenstra, A. (2020). The changing role of Customs: Customs aligning with supply chain and information management. *World Customs Journal*, 14(2), 131-142.
- [6] Hu, R., Lau, Y. Y., & Wang, R. (2023). Evaluation of customs supervision competitiveness using principal component analysis. *Sustainability*, 15(3), 1833.

- [7] Makrusev, V., Vakhrushev, V., Boykova, M., & Lyubkina, E. (2019). Integrative model of customs and foreign economic activities as element of the system of environmental economics. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 91, p. 08012). EDP Sciences.
- [8] Pourakbar, M., & Zuidwijk, R. A. (2018). The role of customs in securing containerized global supply chains. *European Journal of Operational Research*, 271(1), 331-340.
- [9] Regodić, D. (2014). Logistika-lanci snabdevanja. Univerzitet Singidunum, Beograd.
- [10] Shaleva, O. (2024). THE ROLE OF CUSTOMS LOGISTICS IN INTERNATIONAL SUPPLY CHAINS. Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ», (November 15, 2024; Bologna, Italy), 40-42.
- [11] Suzuki, T. (2025). Customs Clearance Efficiency and Its Impact on National Income: Strategies for Integrated International Trade Supply Chain Management. *経営と経済*, 104(3-4), 1-51.
- [12] Veenstra, A., & Heijmann, F. (2023). The future role of Customs. *World Customs Journal*, 17(2), 13-30.
- [13] Vuković, B., (2025). Analiza faktora uticaja na carinsku službu (Analysis of factors influenced on the customs service). *Međunarodna naučno stručna konferencija, Belecon Conference Business Economy Law Education*, Beogradska akademija poslovnih i strukovnih umetničkih studija, Beograd, 6. jun 2025.
- [14] Widdowson, D. (2007). The changing role of Customs: evolution or revolution?. *World Customs Journal*, 1(1), 31-37.
- [15] Zamora-Torres, A. I., & Campos, F. J. A. (2017). Impact of Customs Regulation in the Efficiency on International Trade. *Fundamental and Applied Studies in the Modern World*, 65.

ADVANCING RETAIL EFFICIENCY: EVIDENCE FROM CASE STUDIES ON AUTOMATIC REPLENISHMENT SYSTEMS

Goran Avlijas¹

¹Singidunum University, gavlijas@singidunum.ac.rs,
ORCID: 0000-0001-6379-3341

Abstract: *This paper examines the efficiency and sustainability impacts of automatic replenishment systems (ARS) in grocery retailing. Based on two large-scale implementations—one in Serbia and one in the Netherlands—the study relies on multi-million-record datasets to assess reductions in out-of-stock (OOS) rates and the added value of managerial overrides. Results show that ARS consistently outperforms manual ordering: the Serbian pilot reduced OOS probability by 63 %, while the Netherlands case case achieved a 91 % automatic order acceptance rate, with only 15 % of manual upward changes preventing OOS. Overall, the evidence confirms ARS as a key driver of “hands-off” supply chains, delivering strong economic gains and measurable environmental benefits.*

Keywords: *Automatic Replenishment Systems, Inventory Management, Stock-outs.*

1. INTRODUCTION

Maintaining high product availability while minimizing excess inventory is a persistent challenge for modern grocery retailers. Stock-outs not only reduce immediate sales but also erode long-term customer loyalty, while overstocks increase waste, costs, and environmental impact (Gruen & Corsten, 2007). Despite decades of operational advances, worldwide studies consistently find out-of-stock (OOS) rates of 7–8 %, leading to lost sales of up to 4% (Aastrup & Kotzab, 2010).

The drivers of these inefficiencies are complex: volatile consumer demand, frequent promotions, large assortments, and store-specific factors such as SKU density or backroom capacity all interact to create uncertainty in ordering and replenishment (Corsten et al. 2002; Ehrenthal & Stolzle, 2013; Avlijas et al. 2015). Traditional manual ordering struggles to incorporate such high-frequency data and is labor intensive, while even IT-supported replenishment can fall short if inventory records are inaccurate or lead times fluctuate (DeHoratius & Raman, 2008).

In response, retailers increasingly deploy automatic replenishment systems (ARS), which integrate perpetual inventory records, point-of-sale data, and time-series forecasts to generate store-SKU level orders automatically. Prior research confirms that ARS can reduce uncertainty, smooth the bullwhip effect, cut labor and waste, and improve on-shelf availability (Angerer, 2006; Avlijas et al. 2021).

Yet many existing studies rely on limited samples, short observation periods, or narrow product categories, leaving open key questions about how ARS performs across diverse product and store risk factors, how often human overrides add real value, and which governance metrics best indicate system maturity and trustworthiness (Syntetos et al. 2009, Van Beuningen, 2018).

The goal of this paper is to address these gaps by systematically evaluating the efficiency and impact of automated store-ordering systems on product availability and sustainability performance. By combining large-scale quantitative analysis with insights on stock-out drivers and managerial interventions, it aims to clarify under which operational and market conditions automation outperforms manual replenishment and to propose key performance indicators (KPIs) that support a progressive transition toward “hands-off” retail supply chains.

2. THEORETICAL BACKGROUND

Efficient replenishment is central to retail supply-chain performance, as product unavailability leads to lost sales, lower customer loyalty, and higher costs. Studies repeatedly find out-of-stock (OOS) rates of 7–8% in grocery retail, translating into measurable revenue losses (Gruen & Corsten, 2007; Aastrup & Kotzab, 2010). Manual ordering, while adaptable, struggles with volatile demand, frequent promotions, and growing assortments, and is prone to inventory record errors and delayed reactions, which can amplify the bullwhip effect and increase waste (DeHoratius & Raman, 2008).

To address these limitations, automatic replenishment systems (ARS) integrate perpetual inventory records, point-of-sale (POS) data, time-series forecasts, and policy rules to generate store- and SKU-specific daily order proposals (Angerer, 2006; Avlijas et al. 2015). Prior research shows that ARS can increase on-shelf availability and reduce labor and waste, thereby improving both financial performance and environmental sustainability (Avlijas et al. 2021). Empirical evidence also indicates that automation mitigates OOS more effectively than manual methods, even in high-risk contexts such as fast-selling items or promotions, while lowering shrinkage and disposal costs (Avlijas et al. 2021).

However, the literature highlights critical dependencies: the success of ARS relies on data quality, forecast accuracy, and organizational trust. Some studies proposed use of machine learning and artificial intelligence in OOS detection and reduction (Andaur et al. 2021; Bhavikatta, 2025; Xu, 2025). Inaccurate inventory data or incomplete promotional information can trigger unnecessary manual overrides (Syntetos et al., 2016; Kiil et al. 2018). Moreover, many studies remain limited in scope or time horizon, leaving open questions about when human interventions truly add value and how best to measure process maturity.

Based on these insights, the following hypothesis guides this research: H1: Automatic replenishment systems improve product availability compared with manual methods.

3. METHODOLOGY

This study employs a comparative multi-case design to evaluate the efficiency and sustainability implications of automatic replenishment systems (ARS) in grocery retailing. Two large-scale implementations were selected to provide complementary evidence: (1) a Serbian multi-format grocery chain that rolled out ARS across 85 pilot stores and 95 high-volume stock-keeping units (SKUs), and (2) Netherlands' second-largest grocery retailer, which implemented a Forecast & Replenishment (F&R) system across 50 stores and the full assortment. Both contexts offer rich transactional data and well-documented operational processes, making them suitable for assessing ARS performance under differing market conditions.

The analysis combines quantitative and qualitative methods. For each case, detailed store–SKU–day level datasets were compiled, integrating point-of-sale (POS) sales, perpetual inventory records, and automated order proposals. After data cleaning (e.g., removal of weight articles and incomplete records), the Serbian dataset contained approximately 2.3 million observations, while the Netherlands case dataset comprised about 3.94 million.

Logistic and probit regression models were applied to measure the effect of automatic replenishment on out-of-stock (OOS) probability while controlling for sales speed, promotional activity, SKU density, and day-of-week effects. To capture managerial behavior and validate quantitative results, semi-structured interviews were conducted with store managers and replenishment planners, focusing on reasons for manual interventions and perceptions of system trustworthiness.

Finally, key performance indicators (KPIs)—including order acceptance, added value of order adaptations, and process trustworthiness—were defined and tracked to evaluate system maturity and guide recommendations for a phased transition toward fully automated, “hands-off” replenishment. This mixed-methods approach ensures a robust assessment of ARS effectiveness across operational, behavioral, and sustainability dimensions.

4. CASE STUDIES

4.1 Case Study A: Serbian Retail Chain

This case focuses on one of Serbia's largest multi-format grocery retailers, operating over 170 stores nationwide. In 2018 the company implemented an automatic replenishment system (ARS) in 85 pilot stores, initially targeting 95 high-volume SKUs in two sensitive

categories—baby diapers and paper towels—where on-shelf availability is critical for customer satisfaction and brand loyalty (Avlijas et al. 2021).

The ARS combined perpetual inventory (PI) aggregation with time-series forecasting and an (s,S) reorder policy. Daily store-level sales, promotional calendars, and historical demand data were integrated to generate order proposals that were automatically transmitted to the central distribution center. Store managers retained the option to override proposals, but actual interventions occurred in fewer than 5% of cases, indicating a high level of trust in the system's forecasts.

Analysis of approximately 2.3 million SKU–store–day observations revealed a reduction in mean stock-out probability, from 3.72% under manual ordering to 1.38% under ARS. Probit regression confirmed a statistically significant impact of automation even after controlling for sales speed, promotions, and SKU density. Marginal effect calculations showed the strongest improvements for fast-moving SKUs (40% lower OOS probability), promotional items (48% lower), and high SKU-density stores (59% lower).

Beyond availability gains, the retailer realized collateral benefits: labor savings from reduced manual ordering, fewer emergency deliveries, lower shrinkage, and measurable reductions in waste-related disposal costs and greenhouse-gas emissions. The project recouped its initial IT investment in less than 18 months, demonstrating both strong operational efficiency and positive sustainability outcomes.

4.2 Case Study B: West European Grocery Chain

Case B focuses on a 2nd largest grocery retailer in the Netherlands that introduced a Netherlands' second-largest grocery retailer with roughly 19% market share, implemented a Forecast & Replenishment (F&R) automated store ordering (ASO) system across its network to replace largely manual replenishment. The system integrates perpetual inventory, point-of-sale (POS) data, demand factors, and minimum shelf quantities to create daily order proposals, which store managers may accept or adjust before a fixed cut-off (Van Beuningen, 2018).

This case study analyzed ≈ 3.94 million SKU–store–day observations from 50 representative stores covering both perishable and non-perishable categories. Results show that $\approx 91\%$ of order lines were accepted without change, and acceptance remained strong at 87% during seasonal peaks such as Easter—evidence of the system's robust forecasting accuracy.

To assess the value of manual interventions, the research combined manager interviews with logistic regression and counterfactual simulations. Around 76% of all manual changes were linked to predictable triggers such as central promotions, second placements, sudden weather shifts, and inventory corrections. Crucially, only $\approx 15\%$ of

upward changes for non-perishables truly prevented an out-of-stock (OOS), while about 65% of downward changes helped reduce waste in perishables.

Table 1: Key operational metrics

Dimension	Case Study A – Serbia	Case Study B – Netherlands
Market context	One of Serbia's largest multi-format grocery retailers, >170 stores nationwide	Netherlands' second-largest grocery retailer, ≈19% market share, >585 stores
System deployed	Automatic Replenishment System (ARS) integrating perpetual inventory, time-series forecasting, and (s,S) reorder policy	Forecast & Replenishment (F&R) Automated Store Ordering (ASO) integrating perpetual inventory, POS data, demand factors, and minimum shelf quantities
Scope of pilot / data analyzed	85 pilot stores; 95 high-volume SKUs in baby diapers and paper towels	50 representative stores; ≈3.94 million SKU–store–day observations across full assortment
Manual intervention rate	<5% of order proposals overridden by managers	≈9% of order lines manually adapted; acceptance remains ≈87% even at seasonal peaks
Measured OOS improvement	Mean stock-out probability fell from 3.72% to 1.38% (≈63% relative reduction)	Only ≈15% of upward changes for non-perishables prevented an OOS; base system kept shelves stocked in ≈85% of cases without intervention
Analytical methods	2.3 million SKU–store–day records; probit regression controlling for sales speed, promotions, and SKU density	Mixed methods: logistic regression, manager interviews, and counterfactual inventory simulations
Main drivers of manual changes	Not the focus; interventions rare due to high system confidence	Central promotions, second placements, sudden weather shifts, inventory corrections, and shelf-presentation motives (≈76% of all changes)
Key benefits beyond OOS	Labor savings, fewer emergency deliveries, reduced shrinkage, lower disposal costs and GHG emissions; IT payback	Labor savings from less review, improved supplier data accuracy, reduced food waste, more consistent supply chain data
Strategic implication	ARS proven to reduce stock-outs and waste; strong case for rapid scaling to additional stores and categories	System already highly accurate; recommend progressive “hands-off” policy using KPIs (process trustworthiness, added value of adaptations, order acceptance)

These findings highlight that most manual interventions do not add measurable value and that the automated system already secures high availability with minimal human input. By tracking process trustworthiness, added value of adaptations, and order acceptance as key performance indicators (KPIs), retailer can progressively advance

toward a “hands-off” replenishment policy, reducing labor requirements, improving supplier data reliability, and cutting food waste, thereby strengthening both operational efficiency and sustainability performance.

The two case studies reveal how ARS deliver consistent benefits across very different retail environments, yet they also illustrate context-specific adaptations. Table 1 summarizes key operational and sustainability metrics for comparison and highlights that both implementations improved on-shelf availability and operational efficiency, but differ in focus.

Serbia targeted a limited assortment and demonstrated large stock-out reductions and rapid financial payback. Netherlands case applied ARS across a broad assortment and revealed that most manual changes were unnecessary, pointing to strong potential for near-full automation. Together, these comparisons support the paper’s hypothesis: H1 confirmed—automatic replenishment improves product availability compared with manual methods.

4. DISCUSSION

The two case studies offer complementary insights into the efficiency and organizational impact of automatic replenishment systems (ARS) in large grocery retail settings. Both demonstrate that algorithm-driven ordering can substantially improve on-shelf availability while reducing labor and waste, yet their contexts reveal different paths and challenges toward full automation.

The Serbian retailer implemented ARS across 85 pilot stores and 95 high-volume SKUs, achieving a 63% reduction in stock-out probability (from 3.72% to 1.38%). Probit regression confirmed significant improvements even when accounting for sales velocity, promotions, and SKU density. Gains were especially pronounced in high-risk contexts—fast movers, promotional items, and dense assortments—underscoring the system’s responsiveness to demand surges.

Netherlands deployment of its Forecast & Replenishment (F&R) system was broader, covering ≈3.94 million SKU–store–day observations across 50 stores and the full assortment. Here, 91% of order lines required no manual change, and even during seasonal peaks acceptance remained strong at 87%. Detailed counterfactual analysis showed that only ~15% of upward changes for non-perishables actually prevented an out-of-stock, while ~65% of downward changes helped reduce waste. Most manual interventions were linked to promotions, second placements, weather, or inventory corrections—factors that can increasingly be integrated into algorithmic forecasts.

Together these findings confirm that automatic replenishment consistently outperforms manual ordering in accuracy, speed, and cost efficiency. They also highlight key enablers

of long-term success: data quality and trust (to minimize inventory mismatches), and continuous system enhancement to capture local events and promotional dynamics. Both cases advocate moving toward a “hands-off” policy, supported by clear KPIs such as order acceptance, added value of adaptations, and process trustworthiness. In sum, these studies demonstrate that with strong data governance and iterative refinement, ARS can sustainably reduce stock-outs and waste while freeing staff for higher-value activities.

5. CONCLUSION

Both case studies demonstrate that automatic replenishment systems (ARS) can substantially improve grocery retail efficiency, service levels, and sustainability. The Serbian retailer’s pilot across 85 stores and 95 key SKUs cut mean stock-out probability by 63%, confirmed by probit regression, and delivered rapid financial returns through higher sales and lower waste and labor costs.

Netherlands case large-scale deployment of its Forecast & Replenishment (F&R) system achieved a 91% order acceptance rate—remaining 87% even during seasonal peaks—while counterfactual analysis showed that only about 15% of upward manual changes for non-perishables prevented out-of-stocks. Roughly 65% of downward changes helped reduce waste, highlighting that the automated process already provides high availability with minimal need for human intervention.

Together, the findings confirm that ARS outperform manual ordering in accuracy, speed, and cost effectiveness. Key enablers of sustained success include data quality, process trustworthiness, and KPI-based monitoring (order acceptance, added value of adaptations). By strengthening these foundations and integrating factors such as promotions and second placements into forecasting, retailers can move confidently toward fully or near-fully automated “hands-off” replenishment, simultaneously enhancing supply-chain resilience, reducing food waste, and improving overall sustainability and profitability.

REFERENCES

- [1] Aastrup, J., & Kotzab, H. (2010). Forty years of out-of-stock research—and shelves are still empty. *International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 20(1), 147–164.
- [2] Andaur, J. M. R., Ruz, G. A., & Goycoolea, M. (2021). Predicting out-of-stock using machine learning: an application in a retail packaged foods manufacturing company. *Electronics*, 10(22), 2787.
- [3] Angerer, A. (2006). *The impact of automatic store replenishment systems on retail*. Deutscher Universitätsverlag.
- [4] Avlijas, G., Vukanovic Dumanovic, V., & Radunovic, M. (2021). Measuring the effects of automatic replenishment on product availability in retail stores. *Sustainability*, 13(3), 1391.

- [5] Avlijas, G., Simicevic, A., Avlijas, R., & Prodanovic, M. (2015). Measuring the impact of stock-keeping unit attributes on retail stock-out performance. *Operations Management Research*, 8(3-4), 131.
- [6] Bhavikatta, N. B. (2025). AI-Driven Inventory Optimization in Supply Chains: A Comprehensive Review on Reducing Stockouts and Mitigating Overstock Risks. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(7), 01-13.
- [7] DeHoratius, N., & Raman, A. (2008). Inventory Record Inaccuracy: An Empirical Analysis. *Management Science*, 54(4), 627–641.
- [8] Ehrenthal, J. C., & Stölzle, W. (2013). An examination of the causes for retail stockouts. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43(1), 54–69.
- [9] Gruen, T. W., & Corsten, D. S. (2007). *A comprehensive guide to retail out-of-stock reduction in the fast-moving consumer goods industry*. Grocery Manufacturers of America: Washington, DC, USA.
- [10] Gruen, T. W., Corsten, D. S., & Bharadwaj, S. (2002). *Retail Out of Stocks: A Worldwide Examination of Extent, Causes, and Consumer Responses*. Grocery Manufacturers of America: Washington, DC, USA.
- [11] Kiil, K., Dreyer, H. C., Hvolby, H. H., & Chabada, L. (2018). Sustainable food supply chains: the impact of automatic replenishment in grocery stores. *Production Planning & Control*, 29(2), 106-116.
- [12] Syntetos, A. A., Nikolopoulos, K., Boylan, J. E., Fildes, R., & Goodwin, P. (2009). The effects of integrating management judgement into intermittent demand forecasts. *International Journal of Production Economics*, 118(1), 72–81.
- [13] Van Beuningen, B. (2018). *Automated store ordering versus manual store ordering at Jumbo*. University of Technology Eindhoven.
- [14] Xu, L. (2025). Predicting Out-of-Stock Risk Under Delivery Schedules Using Neural Networks. *Electronics*, 14(15), 3012.

STRATEGIJE ELASTIČNOSTI U FARMACEUTSKIM LANCIMA SNABDEVANJA

RESILIENT STRATEGIES IN PHARMACEUTICAL SUPPLY CHAINS

Andela Zdravić¹, Biljana Cvetić², Miljana Luković³

^{1,2,3}Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,

¹andjelazdravic@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8055-2289

²biljana.cvetic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-2398-4327

³miljana.lukovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0002-8880-6182

Apstrakt: Lanci snabdevanja farmaceutske industrije su složeni i visoko regulisani sistemi koji moraju da funkcionišu efikasno, precizno i pouzdano kako bi obezbedili stabilnost snabdevanja lekovima i medicinskim sredstvima. Sve više, posebno od pojave pandemije COVID-19, javila se potreba da oni budu i elastični, odnosno sposobni da se dinamički prilagode različitim vrstama poremaćaja kao što su nestašice u snabdevanju, fluktuacije tražnje, ograničenja kapaciteta, poremećaji u transportu, prirodne katastrofe i političke krize. Cilj ovog rada je da se identifikuju i predstavle sedam grupa strategija koje se mogu koristiti radi povećanja elastičnosti farmaceutskih lanaca snabdevanja. To su: diversifikacija dobavljača, geografska lokalizacija i regionalna skladišta, scenario planiranje i simulacije, sigurnosne zalihe, zeleni i održivi lanci snabdevanja, digitalizacija i saradnja sa regulatornim telima. Takođe, fokus će biti i na predstavljanju primera kompanija koje primenjuju ove strategije elastičnosti u svojim farmaceutskim lancima snabdevanja. Rezultati ovog rada donose nove praktične uvide u vezi sa strategijama elastičnosti u lancima snabdevanja farmaceutske industrije.

Ključne reči: elastični lanci snabdevanja, strategije elastičnosti, farmaceutska industrija.

Abstract: The supply chains of the pharmaceutical industry are complex and highly regulated systems that must function efficiently, accurately and reliably in order to ensure the stability of the supply of drugs and medical devices. Increasingly, especially since the emergence of the COVID-19 pandemic, there has been a need for them to be resilient, and be able to dynamically adapt to different types of disruptions such as supply shortages, demand fluctuations, capacity limitations, transport disruptions, natural disasters and political crises. The aim of this paper is to identify and present seven groups of strategies that can be used to increase the resilience of pharmaceutical supply chains. These are: supplier diversification, geographic localization and regional warehouses, scenario planning and simulations, safety stocks, green and sustainable supply chains, digitization and cooperation with regulatory bodies. Also, the focus will be on presenting examples of companies that apply these resilience strategies in their pharmaceutical supply chains. The results of this paper bring new practical insights regarding resilience strategies in pharmaceutical industry supply chains.

Keywords: Resilient supply chains, resilient strategies, pharmaceutical industry.

1. UVOD

Farmaceutska industrija ima vrlo važnu ulogu u očuvanju zdravlja i života ljudi širom sveta. U ovoj industriji, lanci snabdevanja predstavljaju složene i visoko regulisane sisteme koji moraju da funkcionišu efikasno, precizno i pouzdano počev od nabavke sirovina pa sve do isporuke proizvoda krajnjim korisnicima. Neka od svojstava farmaceutskih lanaca snabdevanja su: osetljivost na temperaturu i vlagu, kratki rokovi trajanja, kritičnost proizvoda, visoki regulatorni zahtevi, kao i globalna disperzija proizvodnje i distribucije (Ivanov & Dolgui, 2020). Pandemija COVID-19, poremećaji u transportu i nestašice sirovina su prikazali koliko su zapravo lanci snabdevanja u ovoj industriji osetljivi na uticaje iz okruženja. Zbog svega toga se pojavila potreba za elastičnim lancima snabdevanja koji mogu brzo da se prilagode promenama, ali i da predvide poremećaje i reaguju na njih.

2. ELASTIČNI LANCI SNABDEVANJA U FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI

Lanci snabdevanja u farmaceutskoj industriji moraju da ispunjavaju visoke regulatorne standarde i da obezbeđuju bezbednost i sledljivost lekova i medicinskih sredstava. Istovremeno, oni moraju da budu elastični kako bi mogli da odgovore na različite vrste poremećaja kao što su pandemije, prirodne nepogode, prekidi u snabdevanju, itd. Elastičnost podrazumeva njihovu sposobnost da brzo menjaju tokove, unutrašnje procese, dobavljače i načine isporuke kako bi uspeali da očuvaju isporuku proizvoda.

Neka osnovna svojstva elastičnih lanaca snabdevanja su (Pettit i drugi, 2010):

- Fleksibilnost – promene u izvorima sirovina, rutama transporta i modelima distribucije;
- Visoka vidljivost i pristup informacijama u realnom vremenu;
- Agilna logistika i transport – brzo donošenje odluka u okviru logistike i transporta i brzo reagovanje na promene;
- Saradnja među partnerima – zajedničko rešavanje problema i podela rizika;
- Primena naprednih tehnologija – interneta inteligentnih uređaja IoT (*Internet of Things*), veštačke inteligencije AI (*Artificial Intelligence*), *blockchain*-a, *Big Data*, itd;
- Skladištenje zaliha na više lokacija – uglavnom u okviru regionalnih distributivnih centara.

Prednosti elastičnih farmaceutskih lanaca snabdevanja jesu povećana otpornost na poremećaje, brže reagovanje na tržišne promene, brža isporuka, smanjenje gubitaka ukoliko dođe do zastoja, povećana konkurentnost i povećano zadovoljstvo krajnjih korisnika (Sheffi & Rice, 2005). Pored prednosti oni se suočavaju i sa izazovima koji se odnose na visoku cenu implementacije, potrebu za visokom digitalnom pismenošću zaposlenih, povećanu kompleksnost upravljanja, upravljanje višestrukim dobavljačima, upravljanje promenljivim rutama i sigurnost podataka (Tang, 2006; Wieland & Durach, 2021).

3. STRATEGIJE ELASTIČNOSTI U FARMACEUSTKOJ INDUSTRIJI

U cilju ostvarivanja elastičnosti lanaca snabdevanja u farmaceutskoj industriji mogu se koristiti brojne strategije kako bi se osigurala otpornost i sposobnost brzog odgovora na poremećaje, promene tražnje i neočekivane događaje. Nadalje, sedam identifikovanih strategija elastičnosti radi održavanja redovnih isporuka lekova i farmaceutskih proizvoda je prikazano. Takođe, izvršeno je i njihovo poređenje na osnovu izabranih kriterijuma.

3.1. Diversifikacija dobavljača

Diversifikacija dobavljača je strategija koja podrazumeva uspostavljanje odnosa sa više dobavljača za iste sirovine ili komponente kako bi se smanjio rizik od prekida u farmaceutskom lancu snabdevanja. Njene glavne prednosti su smanjenje rizika, povećana mogućnost lanca da odgovara na iznenadne događaje, bolje konkurentске cene i brže reagovanje na promene u tražnji (*Chopra & Sodhi, 2014; Ivanov, 2021*). Iako sa sobom nosi i određene izazove kao što su povećani troškovi, regulatorni zahtevi i kompleksnost logistike, važnost ove strategije u farmaceutskoj industriji postaje sve izraženija, naročito u situacijama globalnih kriza koje ugrožavaju stabilnost snabdevanja lekovima.

Kompanije *Roche*, *Pfizer* i *Sanofi* su koristile strategiju diversifikacije dobavljača za ključne aktivne farmaceutske supstance i ambalažu u toku pandemije *COVID-19*, tako što su imale alternativne izvore snabdevanja u slučaju zastoja proizvodnje u Kini ili Indiji. Ovo je bilo naročito važno za lekove koji su bili deo terapija koje ne smeju da se prekidaju (*Flanders, 2022; Health Leaders, 2023*).

3.2. Geografska lokalizacija i regionalna skladišta

Geografska lokalizacija i regionalna skladišta se primenjuju da bi se smanjila zavisnost od udaljenih dobavljača, skratilo vreme isporuke, smanjili troškovi transporta i povećala sposobnost brze reakcije na poremećaje u farmaceutskim lancima snabdevanja. Geografska lokalizacija podrazumeva usmeravanje kapaciteta ka regionalnim tržištima, odnosno proizvodnju i skladištenje robe bliže krajnjim korisnicima. Cilj regionalnih skladišta je da smanje zavisnost od isporuka preko okeana i mora i da povećaju brzinu odgovora. Prednosti su kraće vreme isporuke, manji uticaj globalnih poremećaja, lakše praćenje u lancu snabdevanja i moguće brzo reagovanje ukoliko dođe do neke nepredvidive situacije, dok su izazovi potencijalno visoki troškovi proizvodnje na lokalnom nivou, visoki troškovi ulaganja u infrastrukturu i složenost logističkih procesa kada se prelazi sa globalnog na lokalni model (*Govindan i drugi, 2015; Ivanov & Dolgui, 2020*).

Kompanija *Novartis* je nakon pandemije *COVID-19* preusmerila deo svoje proizvodnje iz Azije u Evropu i SAD, uz otvaranje regionalnih skladišnih centara u Nemačkoj i Italiji. Proizvodni pogon koji su otvorili u Nemačkoj poseduje sve potrebne sertifikate, zapošljava oko 300 ljudi i njegov cilj je da bude jedan od najvećih pogona koji proizvodi vakcine protiv pandemije (*Biontech*, 2020). Kompanija *Pfizer* je investirala u proširenje skladišnih kapaciteta u Belgiji i to povećanjem proizvodnih kapaciteta, zatim unapređivanjem mogućnosti za skladištenje lekova u hladnjačama i proširivanjem kapaciteta za procese pakovanja (*Flanders*, 2022).

3.3. Scenario planiranje i simulacije

Scenario planiranje se koristi za kreiranje i analiziranje različitih događaja u budućnosti kako bi se unapred pripremile odgovarajuće reakcije. Simulacije koriste digitalne alate da bi se upravljalo efektima koje različiti rizici mogu da imaju na lanac snabdevanja. Ove strategije se oslanjaju na *AI*, digitalne blizance i prediktivnu analitiku (*Ivanov & Dolgui*, 2020; *Queiroz* i drugi, 2022).

Kompanije *Bayer* i *Johnson&Johnson* koriste digitalne blizance za simulaciju potencijalnih poremećaja kao što su nestašice sirovina, zatvaranje granica, kao i za pravovremeno prilagođavanje operacija. *IoT* senzori beleže podatke u realnom vremenu, a prediktivna analitika uočava odstupanja u radu opreme i predviđa kvarove kako bi se pravovremeno intervenisalo. Upotrebom savremenih tehnologija kompanija *Bayer* je uspela da smanji logističke troškove za 4% i da poboljša dostavu na vreme za 3% (*LogiPharma*, 2018). Integracijom tehnologija, kompanija je omogućila praćenje isporuka u realnom vremenu, što znači da mogu da reaguju i pre nego što se problem dogodi. Kompanija *Johnson&Johnson* koristi *IoT* senzore za prikupljanje podataka iz raznih proizvodnih procesa, kao i za sprečavanje kvarova mašina pre nego što do njih dođe (*LogiPharma*, 2018; *SupplyChain*, 2024).

3.4. Sigurnosne zalihe

Sigurnosne zalihe jesu dodatne količine robe ili sirovina koje kompanija drži iznad očekivane potrošnje kako bi zaštitila lanac snabdevanja od nepredviđenih poremećaja, kao što su kašnjenja isporuka, iznenadni skokovi u tražnji ili problemi u proizvodnji. Ova strategija podrazumeva planirano povećanje zaliha sirovina, ambalažnog materijala i gotovih proizvoda, kao rezerve u slučaju poremećaja u lancu snabdevanja. Glavni cilj jeste da se smanji rizik od nestašice, da se obezbedi neprekidno poslovanje i da se obezbedi visok nivo usluge za kupce (*Brunaud* i drugi, 2019; *Van Cruchten*, 2016).

Tokom pandemije *COVID-19*, kompanija *Moderna* je objavila da investira u sopstvene i partnerske proizvodne kapacitete kako bi do 2022. povećala globalni kapacitet proizvodnje *COVID-19* vakcina i kritičnih lekova poput insulina i antibiotika. Kompanija je objavila da će time omogućiti rast sigurnosnih zaliha sirovina i gotovih proizvoda kako bi

se osigurale isporuke za ugovorene količine. Takođe, kompanija *Pfizer* je povećala kapacitete za proizvodnju lipidnih nanočestica kako bi smanjila rizik od prekida i povećala snabdevanje (King, 2024).

3.5. Zeleni i održivi lanci snabdevanja

Zeleni lanci snabdevanja se odnose na integraciju ekološke dimenzije koja je zasnovana na različitim konceptima - odbijanja, smanjenja, ponovne upotrebe, promene svrhe i recikliranja u upravljanju lancem snabdevanja. Njihov cilj je da se minimizira negativan uticaj na životnu sredinu, uz održavanje ekonomske efikasnosti (Badi & Murtagh, 2019; Tseng i drugi, 2019). Održivi lanci snabdevanja koriste lokalne, ekološki prihvatljive sirovine, smanjuju upotrebu plastike, recikliraju ambalažu i koriste obnovljive izvore energije. Oni uključuju ekonomsku, ekološku i socijalnu dimenziju (Cetinkaya i drugi, 2011).

Kompanija *AstraZeneca* je uvela zeleni lanac snabdevanja i koristi električne kamione i biorazgradivu ambalažu. Cilj je smanjenje emisije CO₂ i jačanje otpornosti na klimatske poremećaje. *Moderna* je za svoje partnere uzela proizvođače ambalaže koji koriste 100% reciklirane materijale i optimizovala je svoje hladne lance upotrebom energetski efikasnih zamrzivača i pakovanja sa manjim ugljeničnim otiskom. Takođe, kompanija *Novartis* je počela da koristi ambalažu pogodnu za reciklažu i uvođenje biorazgradivih blister pakovanja kod nekih generičkih lekova koje proizvodi preko kompanije *Sandoz* (*AstraZeneca*, 2023; *Moderna*, 2023; *Novartis*, 2024).

3.6. Digitalizacija

Savremene tehnologije imaju ključnu ulogu u stvaranju elastičnih farmaceutskih lanaca snabdevanja. Uvođenje tehnologija kao što su *IoT*, *RFID* (*Radio-Frequency Identification*), *blockchain*, digitalni blizanci, *cloud computing* i *AI* omogućava praćenje svakog dela lanca snabdevanja. Upotreba *IoT* omogućava praćenje temperature, lokacije, vlažnosti i stanja proizvoda, *RFID* omogućava automatsku identifikaciju i praćenje proizvoda, *blockchain* obezbeđuje transparentnost i bezbednost podataka u celom lancu snabdevanja, digitalni blizanci pružaju mogućnost virtuelne simulacije lanca snabdevanja, *cloud computing* deli podatke između učesnika u lancu snabdevanja u realnom vremenu, *AI* vrši automatizovano donošenje odluka i optimizaciju ruta, itd (Belu, 2019; Ivanov i drugi, 2019).

Kompanija *Novartis* koristi *IoT* senzore za nadzor temperature tokom transporta vakcina. Takođe, uvela je i „*Control Tower*“, koncept koji se koristi za digitalni nadzor lanca snabdevanja uz pomoć *AI*, *cloud computing*-a, i koji se koristi za upravljanje rizicima i otkrivanje slabosti. Kompanija *Pfizer* primenjuje *IoT* i *blockchain* tehnologije za praćenje distribucije COVID-19 vakcina u realnom vremenu, što omogućava brzo reagovanje na poremećaje u hladnom lancu. Farmaceutska kompanija *Roche* koristi digitalne blizance za simulaciju različitih događaja kako bi optimizovala proizvodne i distribucione tokove (Accenture, 2022; IMC, 2021; Roche, 2023).

3.7. Saradnja sa regulatornim telima

Strategija saradnje sa regulatornim telima u farmaceutskim lancima snabdevanja ima važnu ulogu u ubrzanju procesa, povećanju otpornosti sistema i smanjenju rizika u vanrednim situacijama. Elastični lanci snabdevanja moraju da budu dovoljno fleksibilni i agilni, ali i usklađeni sa strogim zakonima i propisima. Farmaceutska industrija funkcioniše u okviru strogih regulatornih okvira – EMA (*European Medicines Agency*) i FDA (*Food and Drug Administration*). Uspostavljanje elastičnih odnosa sa regulatorima omogućava brzo reagovanje na nove uslove i olakšava izdavanje hitnih odobrenja (Golan i drugi, 2020).

Tokom pandemije, kompanija Pfizer je uspostavila direktne komunikacione kanale sa FDA i EMA za brzu razmenu informacija o novim vakcinama, što je omogućilo ubrzano odobravanje i distribuciju. AstraZeneca je sarađivala sa WHO *Prequalification* timom i lokalnim regulatorima u Africi i Aziji kako bi distribuirala vakcinu u preko 100 zemalja kroz COVAX mehanizam. Umesto odvojene registracije u svakoj zemlji, WHO je omogućio centralizovano odobrenje, koje je priznato od strane lokalnih agencija (*World Health Organization*, 2022).

3.8. Poređenje strategija elastičnosti

Prethodno identifikovane strategije elastičnosti koje se mogu primeniti u lancima snabdevanja su nadalje upoređene prema izvedenim kriterijumima, kao što su prednost primene, nedostaci primene, trošak implementacije i potrebno vreme planiranja (Tabela 1).

Tabela 1: Poređenje strategija elastičnosti

RB*	Prednosti primene	Nedostaci primene	Troškovi implementacije	Vremensko planiranje
1	Smanjuje rizik od prekida; bolje cene; fleksibilnost	Veći troškovi, regulatorne barijere, složenija logistika	Srednji	Kratkoročno–srednjoročno
2	Kraće vreme isporuke, manja zavisnost od globalnih tokova	Visoki troškovi proizvodnje i infrastrukture	Visoki	Srednjoročno–dugoročno
3	Prediktivno reagovanje, optimizacija troškova	Potrebne napredne tehnologije i stručnjaci	Srednji–visoki	Srednjoročno
4	Odmah dostupna roba, smanjen rizik od nestašica	Povećani troškovi skladištenja, zastarevanje	Srednji	Kratkoročno
5	Manji CO ₂ otisak, društvena odgovornost, otpornost na klimatske rizike	Potencijalno veći inicijalni troškovi	Srednji	Dugoročno
6	Visoka vidljivost, efikasnost, optimizacija procesa	Zahteva velika ulaganja i digitalnu pismenost	Visoki	Srednjoročno–dugoročno
7	Brže odobrenje, smanjen rizik u krizama	Zavisnost od regulatornih politika	Niski–srednji	Kratkoročno–srednjoročno

*1-diversifikacija dobavljača, 2-geografska lokalizacija i regionalna skladišta, 3-scenarij planiranja i simulacije, 4-sigurnosne zalihe, 5-zeleni i održivi lanci snabdevanja, 6-digitalizacija i 7-saradnja sa regulatornim telima.

4. ZAKLJUČAK

Farmaceutski lanci snabdevanja se svakim danom suočavaju sa brojnim izazovima koji se odnose na različite vrste poremećaja, sve strožije regulatorne zahteve, porast tražnje za personalizovanim terapijama i potrebe brzog reagovanja na promene. Upravo zato važan je razvoj elastičnih farmaceutskih lanaca snabdevanja koji su sposobni da se brzo prilagode promenama u okruženju i da u isto vreme očuvaju kontinuitet poslovanja i zadovolje zahteve tržišta. U ovom radu predstavljene su strategije koje se mogu koristiti radi povećanja elastičnosti farmaceutskih lanaca snabdevanja. To su: diversifikacija dobavljača, geografska lokalizacija i regionalna skladišta, scenario planiranje i simulacije, sigurnosne zalihe, zeleni i održivi lanci snabdevanja, digitalizacija i saradnja sa regulatornim telima. Takođe, predstavljeni su primeri farmaceutskih kompanija koje su primenile neke od ovih strategija elastičnosti u svojim farmaceutskim lancima snabdevanja. Komparativnom analizom identifikovanih strategija elastičnosti uočeno je da se one razlikuju po vremenu potrebnom za primenu rešenja, stepenu ulaganja i prirodi izazova koje rešavaju. Strategija kao što su sigurnosne zaliha, ne zahteva dug process planiranja, već se vrlo brzo može primeniti u preduzeću čime je omogućeno brzo reagovanje, ali uz potencijalne visoke operativne troškove. Sa druge strane, strategije poput digitalizacije ili prelazak na zelene i održive lance snabdevanja zahtevaju visoka ulaganja i stratejske promene u vidu dugoročne orijentacije ka novom načinu poslovanja, ali za rezultat imaju visok stepen otpornosti i konkurentске prednosti. Diversifikacija dobavljača i geografska lokalizacija pokazale su se kao "zlatna sredina" između kratkoročne zaštite i dugoročnog ulaganja, dok strategija saradnje sa regulatornim telima predstavlja specifičan faktor farmaceutske industrije koji može značajno ubrzati reakciju u kriznim situacijama. Kombinacijom ovih strategija, uz prilagođavanje kapacitetima i ciljevima preduzeća, dovodi se do jačanja elastičnosti farmaceutskih lanaca snabdevanja. Budući pravci istraživanja mogu biti usmereni na kreiranje arhitekture za primenu nekih od navedenih strategija, kao i na analizu mogućnosti primene ovih strategija u lancima snabdevanja drugih industrija.

LITERATURA

- [1] Accenture (2022). *Reimagining medicine through data-led transformation*. Link: [Life Sciences Digital Transformation | Novartis Case Study | Accenture](#) (pristupano 20.07.2025).
- [2] AstraZeneca (2023). *Sustainability at AstraZeneca*. Link: [Sustainability at AstraZeneca](#) (pristupano 20.07.2025).
- [3] Badi, S., & Murtagh, N. (2019). Green supply chain management in construction: A systematic literature review and future research agenda. *Journal of cleaner production*, 223, 312-322.
- [4] Belu, M. G. (2019). Application of blockchain in international trade: An overview. *The Romanian Economic Journal*, 71(22), 2-16.
- [6] Biontech (2020). *BioNTech to Acquire GMP Manufacturing Site to Expand COVID-19 Vaccine Production Capacity in First Half 2021*. Link: [BioNTech to Acquire GMP Manufacturing Site to Expand COVID-19 Vaccine Production Capacity in First Half 2021 | BioNTech](#) (pristupano 20.07.2025).

- [8] Brunaud, B., Laínez-Aguirre, J. M., Pinto, J. M., & Grossmann, I. E. (2019). Inventory policies and safety stock optimization for supply chain planning. *AIChE journal*, 65(1), 99-112.
- [9] Cetinkaya, B., Cuthbertson, R., Ewer, G., Klaas-Wissing, T., Piotrowicz, W., & Tyssen, C. (2011). Sustainable supply chain management: practical ideas for moving towards best practice. *Springer Science & Business Media*.
- [10] Chopra, S., & Sodhi, M. (2014). Reducing the risk of supply chain disruptions. *MIT Sloan management review*, 55(3), 73-80.
- [15] Flanders (2022). *Pfizer (US) invests a whopping EUR 1.2 billion in Flanders*. Link: [Pfizer \(US\) invests a whopping EUR 1.2 billion in Flanders | Invest in Flanders](#) (pristupano 19.07.2025).
- [16] Golan, M. S., Jernegan, L. H., & Linkov, I. (2020). Trends and applications of resilience analytics in supply chain modeling: systematic literature review in the context of the COVID-19 pandemic. *Environment Systems and Decisions*, 40(2), 222-243.
- [17] Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European journal of operational research*, 240(3), 603-626.
- [18] HealthLeaders (2023). *Pfizer Reducing Risk of Supply Chain Disruptions Through Scale*. Link: [Pfizer Reducing Risk of Supply Chain Disruptions Through Scale | HealthLeaders Media](#) (pristupano 19.07.2025).
- [20] IMC (2021). *Controlant IoT monitors Pfizer Covid vaccine supply chain*. Link: [Controlant IoT monitors Pfizer Covid vaccine supply chain - IoT M2M Council](#) (pristupano 18.07.2025).
- [21] Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International journal of production research*, 57(3), 829-846.
- [23] Ivanov, D. (2021). Supply chain viability and the COVID-19 pandemic: a conceptual and formal generalisation of four major adaptation strategies. *International Journal of Production Research*, 59(12), 3535-3552.
- [25] King, M. L. (2024). How manufacturing won or lost the COVID-19 vaccine race. *Vaccine*, 42(5), 1004-1012.
- [27] LogiPharma (2018). *Here's How Johnson & Johnson Is Harnessing Data and Robotics to Optimise the Supply Chain End-to-End*. Link: [Here's How Johnson & Johnson Is Harnessing Data and Robotics to Optimise the Supply Chain End-to-End](#) (pristupano 15.07.2025).
- [28] Moderna (2023). *Impacting Human Health: Reflecting on our ESG Progress*. Link: [ESG Progress: Impacting Health & Sustainability](#) (pristupano 20.07.2025).
- [29] Novartis (2024). *Impact & Health Equity Update 2024*. Link: [ESG | Novartis](#) (pristupano 20.07.2025).
- [30] Pettit, T. J., Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2010). Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework. *Journal of business logistics*, 31(1), 1-21.
- [31] Queiroz, M. M., Ivanov, D., Dolgui, A., & Fosso Wamba, S. (2022). Impacts of epidemic outbreaks on supply chains: mapping a research agenda amid the COVID-19 pandemic through a structured literature review. *Annals of operations research*, 319(1), 1159-1196.
- [32] Roche (2023). *Delivering value through digital manufacturing*. Link: [Roche | Delivering value through digital manufacturing](#) (pristupano 18.07.2025).
- [34] Sheffi, Y., & Rice Jr, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan management review*.
- [36] Supply Chain (2024). *Bayer: Modernising its End-to-End Global Logistics Operation*. Link: [Bayer: Modernising its End-to-End Global Logistics Operation | Supply Chain Magazine](#) (pristupano 14.07.2025).

- [37] Tang, C. S. (2006). Perspectives in supply chain risk management. *International journal of production economics*, 103(2), 451-488.
- [41] Tseng, M. L., Islam, M. S., Karia, N., Fauzi, F. A., & Afrin, S. (2019). A literature review on green supply chain management: Trends and future challenges. *Resources, conservation and recycling*, 141, 145-162.
- [42] Van Cruchten, A. (2016). Multi-Echelon Safety Stock Optimization under Supply, Process and Demand Uncertainties as a part of Operational Risk Management: A Case Study in the Pharmaceutical Industry. *Eindhoven University of Technology*, Eindhoven.
- [45] Wieland, A., & Durach, C. F. (2021). Two perspectives on supply chain resilience. *Journal of Business Logistics*, 42(3), 315-322.
- [48] World Health Organization (2022). *Collaborative Registration Procedure for prequalified medicines and vaccines*. Link: [Regulation and Prequalification](#) (pristupano 18.07.2025).

**NAPREDNA I
INTELIGENTNA
PROIZVODNJA**

EDUKATIVNI POTENCIJAL SOFTVERA OPR-MAN U NASTAVI PLANIRANJA MATERIJALNIH POTREBA

THE EDUCATIONAL POTENTIAL OF THE OPR-MAN SOFTWARE IN TEACHING MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING

Ana Samardžić¹, Miljana Luković², Miloš Danilović³

^{1,2,3}Univerzite u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,

¹samardzicana3008@gmail.com,

²miljana.lukovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0002-8880-6182

³milos.danilovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-3712-9863

Apstrakt: Prateći trend razvoja i potrebe tržišta rada u oblasti operacionog menadžmenta, javlja se sve veća potreba za korišćenjem edukativnih alata uz pomoć kojih studenti mogu da svoja teorijska znanja povežu sa praktičnim znanjima prilagođenim savremenim poslovnim praksama. Fokus rada ogleda se u predstavljanju novog edukativnog softverskog rešenja OPR-MAN, razvijenog na Fakultetu organizacionih nauka, u okviru laboratorije za Računarski integrisanu proizvodnju i logistiku, kao savremenog pristupa učenju i razumevanju procesa planiranja materijalnih potreba (MRP). U radu se, korišćenjem pokazne studije slučaja na primeru malog proizvodnog preduzeća, prikazuje rad modula za MRP unutar OPR-MAN-a, uključujući unos podataka, formiranje sastavnice proizvoda i interpretaciju izlaznih izveštaja. Rezultati pokazuju da primena ovakvih edukativnih softvera doprinosi boljem razumevanju odnosa između teorijskih koncepata i praktičnih procesa, razvoju analitičkog mišljenja i sticanju digitalnih kompetencija studenata. Doprinos rada ogleda se u predstavljanju OPR-MAN-a kao inovativnog domaćeg edukativnog alata koji olakšava proces učenja MRP-a i podstiče razvoj konkurentnih veština kod studenata.

Ključne reči: MRP softver, edukativni softver OPR-MAN, razvoj veština

Abstract: Following the trends in the development and labor market needs within the field of operations management, there is an increasing demand for educational tools that enable students to connect their theoretical knowledge with practical skills aligned with contemporary business practices. The focus of this paper is on presenting the new educational software solution OPR-MAN, developed at the Faculty of Organizational Sciences within the Laboratory for Computer Integrated Manufacturing and Logistics, as a modern approach to learning and understanding the process of Material Requirements Planning (MRP). Using a demonstrative case study of a small manufacturing company, the paper showcases the functionality of the MRP module within OPR-MAN, including data entry, bill of materials creation, and interpretation of output reports. The results indicate that the use of such educational software contributes to a better understanding of the relationship between theoretical concepts and practical processes, fosters analytical thinking, and enhances students' digital competencies. The paper's contribution lies in presenting OPR-MAN as an innovative domestic educational tool that

facilitates the learning process of MRP and supports the development of students' competitive skills.

Keywords: *MRP software, educational software OPR-MAN, skill development*

1. UVOD

U savremenom poslovnom okruženju, koje karakterišu intenzivna konkurencija i ubrzani tehnološki razvoj, planiranje i optimizacija proizvodnih procesa postaju ključni faktori opstanka i rasta organizacija. Jedan od najvažnijih aspekata u okviru proizvodnih sistema jeste obezbeđenje pravovremene dostupnosti materijala i sirovina, kako bi se osigurao kontinuitet procesa i ostvarila maksimalna efikasnost. Razumevanjem razvoja sistema za planiranje materijalnih potreba (*Material Requirements Planning-MRP*), njegovih ključnih funkcionalnih karakteristika, prednosti korišćenja, kao i izazova implementacije, stiče se sveobuhvatan uvid u značaj ovog sistema za unapređenje konkurentnosti preduzeća.

Posmatrajući trenutno dostupne *MRP* softvere postavlja se pitanje da li novo razvijeno edukativno softversko rešenje *OPR-MAN* se može koristiti za edukaciju budućih operacionih menadžera, sa ciljem razvoja konkurentnih veština i znanja u radu sa *MRP* sistemima. Fokus rada ogleda se u predstavljanju novog edukativnog softverskog rešenja *OPR-MAN*, razvijenog na Fakultetu organizacionih nauka, kao savremenog pristupa učenja i razumevanja procesa planiranja materijalnih potreba (*MRP*). Strukturu rada čini šest poglavlja, nakon uvodnog poglavlja sledi jasan teoretski okvir pojmova vezanih za *MRP*, čiji je cilj da predstavi bazne pojmove i pruži jasnije razumevanje daljih poglavlja. U okviru dugog poglavlja opisani je izabrano edukativno softversko rešenje, dok se u trećem poglavlju koristi praktična studija slučaja uz pomoć koje se predstavlja rad u samom softveru. U četvrtom poglavlju posvećeno je diskusiji i predstavljanju značaja primene softvera *OPR-MAN*, nakon čega sledi zaključak rada i sinteza samog rada.

2. TEORIJSKI OKVIR

Sistem za planiranje materijalnih potreba (*Material Requirements Planning-MRP*) omogućava preciznije planiranje proizvodnje i upravljanje zalihama integrisanjem neophodnih podataka o rasporedima proizvodnje, stanju zaliha i listama materijala (Andrei, 2015). Cilj primene *MRP* sistema u okviru poslovanja predstavlja upravljanje zalihama uz pomoć podataka kroz precizno usklađivanje nabavke i proizvodnje sa realnim potrebama preduzeća. Suština sistema ogleda se u tome da materijali i komponente budu dostupni tačno onda kada su potrebni, što znači niti prerano, kako bi se izbeglo gomilanje i troškovi skladištenja, niti prekasno, da ne bi došlo do zastoja u proizvodnji. Na taj način *MRP* sistem sprečava pojavu nestašica i viškova, unapređuje efikasnost proizvodnih procesa i omogućava pravovremeno ispunjavanje zahteva kupaca (Sarkar et al., 2013).

Glavna karakteristike *MRP* sistema je to što on omogućava precizno određivanje vremenskog perioda kada i u kojoj količini je potrebno izvršiti nabavku ili pokrenuti proces proizvodnje, kako bi se proces proizvodnje izvodio bez zastoja i vremenskih gubitaka. Pored toga, sistem obezbeđuje fleksibilnost kroz ponovno planiranje i otkazivanje rasporeda, praćenje zaliha i integraciju sa proizvodnim i nabavnim procesima. Na ovaj način smanjuju se troškovi, viškovi i rizik od kašnjenja, dok se istovremeno obezbeđuje kontinuitet proizvodnje i efikasnije korišćenje resursa. Kao dodatna vrednost, *MRP* sistem generiše potrebne izlazne izveštaje koji menadžerima služe kao izvori pouzdanih informacije za donošenje budućih strateških i operativnih odluka (Sitanggang & Muda, 2022).

Funkcionalna struktura *MRP*-a se može sagledati kao proces sa svojim ulaznim i izlaznim elementima. Ulazni elementi prolaze kroz određene aktivnosti procesa *MRP*-a i transformišu se u novi oblik ili izlazne elemente. Osnovni ulazni elementi sistema su: sastavnice proizvoda, glavni proizvodni plan i podaci o zalihama. Sastavnica proizvoda (*Bill of Materials–BOM*) predstavlja strukturirani spisak svih komponenti, poluproizvoda i sirovina potrebnih za izradu određenog proizvoda, uz precizno navođenje količina svake stavke (Perälä, 2020). Glavni proizvodni plan (*Master Production Schedule–MPS*) predstavlja ključni element u planiranju proizvodnje, definišući koje proizvode će preduzeće proizvoditi, u kojim količinama i u kojim vremenskim rokovima (Serrano-Ruiz, et al., 2021). Podaci o zalihama (*Inventory Records*) obuhvataju sve podatke o zalihama, kao što su podaci o: trenutnom stanju na zalihama, definisanom nivou sigurnosnih zaliha, odabranom modelu za upravljanje zalihama, podatak o mernom jedinicama, i mnoge druge podatke. Glavni izlazni element sistema naziva se izveštaj o lansiranju planiranih narudžbina koji sadrži precizne podatke o artiklima, količinama i datumima kada treba pokrenuti nabavku ili proizvodnju, pri čemu su datumi lansiranja izračunati unazad od planiranih rokova prijema uzimajući u obzir rokove isporuke ili vreme realizacije proizvodnje. Dakle, na osnovu ovog izveštaja se kreiraju i izdaju narudžbenice dobavljačima ili se pokreće proces proizvodnje. Za sve artikle koji se nabavljaju od dobavljača, ovi podaci se direktno prevode u naloge za nabavku koje nabavna služba šalje dobavljačima, dok se za interne artikle formiraju radni nalozi koji pokreću proizvodne procese u fabrici (Vasiljević et al., 2018; Perälä, 2020).

Posmatrajući trenutno dostupna *MRP* softverska rešenja, može se primetiti da se na tržištu ova rešenja mogu podeliti u dve glavne kategorije: klasa softverskih rešenja za planiranje materijalnih potreba preduzeća (*Enterprise Resource Planning – ERP*) u okviru kojih postoji poseban modul za *MRP* sistem i edukativna softverska rešenja koja imaju module za *MRP* kalkulacije. Klasa *ERP* rešenja može se dalje kategorisati na osnovu tipa koda, za koju veličinu preduzeća su namenjeni, sa kojim tehnologijama i sistemima postoji direktna integracija i interoperabilnost i duge neke specifičnosti. Kako *ERP* sistemi predstavljaju napredan oblik evolucije *MRP* sistema, nastali unapređivanja i širenja *MRP II* sistema. Edukativna softverska rešenja kreirana za potrebe univerziteta i istraživača, najčešće od strane nekog profesora, sa ciljem pružanja praktičnog i

konkurentnog znanja budućim operacionih i logističkih menadžerima. Stoga, u okviru ovog istraživanja izabrano je novije edukativno rešenje *OPR-MAN*.

3. OPIS ODABRANOG SOFTVERSKOG REŠENJA

Edukativni softver *OPR-MAN*, kreiran u okviru laboratorije za Računarski integrisanu proizvodnju i logistiku, Fakulteta organizacionih nauka, predstavlja otvorenu internet aplikaciju zasnovanu na mikroservisnoj arhitekturi i kojoj se pristupa isključivo putem Interneta i *Google Chrome* pretraživača. Sam softver se sastoji iz šest glavnih modula za: raspoređivanje (*Scheduling*), podelu (*Partitioning*), rutiranje (*Routing*), dodeljivanje (*Assignment*), pakovanje (*Packaging*) i planiranje (*Planning*). U okviru modula za planiranje, nalazi se podmodul za kalkulaciju determinističkog *MRP* proračuna. Prednost korišćenja modularne strukture i baziranju na tehničkim osnovama zasnovanim na modernim tehnologijama i *Cloud* infrastrukturi, ovaj softver omogućava edukatorima širok spektar primene. Kada je reč o temelju ovog rešenja, tehničku infrastrukturu čine mikroservisi, čime je omogućeno nezavisno skaliranje, odnosno nezavisna promena ili unapređenje jednog dela softvera, umesto da ceo softver bude jedna velika aplikacija. Ovo je vrlo podesno, posebno ako se uzme u obzir da za kreiranje mogu koristiti različiti programski jezici i tehnologije tako da se odaberu najbolja dostupna rešenja za svaki deo aplikacije, umesto da budu ograničeni na jedan programski jezik ili tehnologiju. Mikroservisi se nalaze na Amazonovoj platformi u oblaku (*Amazon AWS Cloud*), tako da softver koristi servere koji su dostupni putem Interneta. Sa druge strane, kada je u pitanju sloj za interakciju sa korisnikom, odnosno *Front-End* aplikacije, za kreiranje interaktivnih i funkcionalnih korisničkih interfejsa korišćen je alat *Angular*. Alat ili okvir *Angular* koristi se za izradu modernih veb aplikacija. Vizualni prikaz *OPR-MAN* aplikacije kreiran je tako da bude jednostavan i lak za upotrebu, kao i vizuelno privlačan sa mogućnošću prikazivanja različitih šema, mapa i izveštaja. Upotreba ovog rešenja je višenamenska. Mogu je koristiti različite zainteresovane strane, kako menadžeri za upravljanje različitim poslovnim operacijama, tako i programeri za razvoj novih funkcionalnosti, naučnici za razvoj novih metoda rešavanja problema i obrazovne institucije kao alat za učenje, praktičnu primenu teorijskih koncepata i simuliranje različitih poslovnih scenarija (*Operations Management*, 2025).

Tabela 1. Karakteristike *OPR-MAN* softvera

Karakteristike	Edukativno softver <i>OPR-MAN</i>
Fokus i namena	Naučno-istraživački i edukativni alat za kvantitativnu analizu sa akcentom na upravljanje zalihama, proizvodnjom i resursima.
Funkcionalnosti	Široki spektar modula u okviru kojih je moguće primeniti različite kalkulacije i heuristike: formiranje proizvodnih ćelija, rutiranje, kvadratni problem dodeljivanja (<i>QAP</i>), pakovanje, determinističko <i>MRP</i> planiranje
Tehnička arhitektura	Mikroservisi, <i>Cloud</i> (<i>AWS</i>), interfejs u <i>Angular</i> -u; otvorena i fleksibilna platforma pogodna za nadogradnju

Karakteristike	Edukativno softver OPR-MAN
Licenca i dostupnost	Otvoreno i javno dostupno rešenje putem interneta (<i>Google Chrome</i>)
Jednostavnost korišćenja	Interfejs vizuelno privlačan, pregledan i jednostavan, sa prikazima šema, mapa i izveštaja.
Primena	Obrazovanje, istraživanje, razvoj i testiranje

4. STUDIJA SLUČAJA U OPR-MAN SOFTVERU

Kako bi se na objektivan način prikazao rad u okviru softverskog rešenja *OPR-MAN*, kreirana je praktična studija slučaja malog proizvodnog preduzeća *Lumino*.

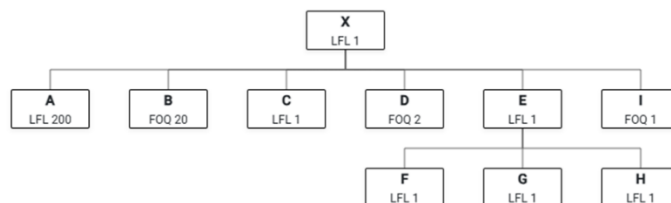
Preduzeće *Lumino* je malo proizvodno porodično preduzeće osnovano 2021. godine u Srbiji, specijalizovano za proizvodnju i prodaju visokokvalitetnih sveća. Proizvodni proces aromatične sveće u preduzeću *Lumino* obuhvata topljenje voska, dodavanje mirisnog ulja i boje, pripremu fitilja i sipanje voska u posude. Nakon hlađenja i očvršćavanja dodaju se etikete i poklopci, sveće se pakuju u zaštitnu ambalažu i prolaze završnu kontrolu kvaliteta pre distribucije kupcima. Simulacija planiranja materijalnih potreba izvršena je za planski period od šest nedelja. Ulazni podaci dostupni u okviru studije su strukturna sastavnica (Slika 1), kao i objedinjena tabela sa podacima o zalihama i glavnim proizvodnim planom (Tabela 2.).

Ulazni podaci o zalihama su: oznaka pozicije, naziv pozicije, jedinica mere, nivo sigurnosnih zaliha (NZS), rok isporuke (RI) i početni nivo zaliha (PNZ). A podaci iz glavnog proizvodnog plana o nezavisnoj traženoj količini dati su za naredih šest planskih perioda.

Tabela 2. Ulazni podaci za *MRP*

Oznaka pozicije	Naziv pozicije	Jedinica mere	NSZ [kom]	RI [ned]	PNZ [kom]	Tražnja po planskim periodima					
						1	2	3	4	5	6
X	Aromatična sveća	kom	10	1	50	30	20	30	0	0	0
A	Vosak	g	200	1	500	0	0	0	0	100	0
B	Mirisno ulje	ml	40	1	40	0	0	0	0	0	0
C	Pamuk za fitilj	kom	20	1	40	20	20	20	20	0	0
D	Boja za vosak	g	10	1	20	0	0	0	0	0	0
E	Pakovanje	kom	10	2	50	0	0	50	0	0	10
F	Staklena posuda	kom	10	2	20	0	0	0	10	0	0
G	Poklopac	kom	10	2	20	0	20	0	0	0	10
H	Etiketa	kom	10	2	20	0	0	10	0	0	0
I	Ambalaža	kom	10	2	10	0	0	0	20	0	0

Strukturna sastavnica, pored prikaza dekompozicije proizvoda X, takođe prikazuje podatke o modelu za upravljanje zalihama za svaku od komponenti. Komponente B,D i I koriste model upravljanja zalihama fiksne količine naručivanja (*Fix Order Quantity*), dok se ostale komponente nabavljaju u potrebnim količinama korišćenjem modela serija po seriju (*Lot for Lot – LFL*).



Slika 1. Strukturalna sastavnica proizvoda aromatična sveća

Definisani ulazni podaci su uneti u modul za determinističko *MRP* planiranje *OPR-MAN* rešenja, unosom ukupnog broja proizvoda i komponenti, maksimalnog broja podređenih komponenti i perioda planiranja, kreiraju se šablon za unos početnih ulaznih podataka ili otvaranje materijalnih proizvodnih kartica (Slika 2) u okviru kog se unose: oznaka pozicije (*Item ID*), ABC klasa (*ABC Class*), poreklo u smislu nabavljanja ili proizvodi (*Source Code*), tip materijala (*Material Type*), jedinica mere (*Unit Measure*), rok isporuke ili vreme realizacije proizvodnje (*Lead Time*), model upravljanja zalihama (*Lot Size*), Veličina serije ili narudžbine (*Lot Quantity*), škart (*Scrap*), tražnja van *MPS* (*Demand*), troškovi (*Costs*) i opis artikla (*Item Description*).

PLANNING / Deterministic Material Requirements

New Open

Item Master

Insert BOM, MPS, Inventory and Capacity

Item ID	ABC Class	Source Code	Material Type	Unit Measure	Lead Time	Lot Size	Lot Quantity	Scrap %	Demand	Unit Cost	Setup Cost	Handling Cost	Overage Cost	Item Description	Other Note
X	ABC Class	Made	P	kam	1	LFL	0	0	0	0	0	0	0	svetla	Other Note
A	ABC Class	Made	Comp	g	1	LFL	0	0	0	0	0	0	0	vosak	Other Note
B	ABC Class	Buy	Comp	met	1	FOQ	100	0	0	0	0	0	0	komponenta za proizvodnju	Other Note
C	ABC Class	Made	Comp	kam	1	LFL	0	0	0	0	0	0	0	komponenta za proizvodnju	Other Note
D	ABC Class	Buy	Comp	g	2	FOQ	100	0	0	0	0	0	0	komponenta za proizvodnju	Other Note
E	ABC Class	Made	Assembly	kam	1	LFL	0	0	0	0	0	0	0	komponenta za proizvodnju	Other Note
F	ABC Class	Buy	Comp	kam	2	LFL	0	0	0	0	0	0	0	komponenta za proizvodnju	Other Note
G	ABC Class	Buy	Comp	kam	2	LFL	0	0	0	0	0	0	0	komponenta za proizvodnju	Other Note
H	ABC Class	Made	Comp	kam	2	LFL	0	0	0	0	0	0	0	komponenta za proizvodnju	Other Note
I	ABC Class	Buy	Comp	kam	2	FOQ	100	0	0	0	0	0	0	komponenta za proizvodnju	Other Note

Slika 2. Šablon za popunjavanje početnih podataka ili *Item Master* u *OPR-MAN*-u

Nakon unosa inicijalnih podataka kreiraju se šabloni za unos sastavnice, glavnog proizvodnog plana, dodatnih podataka o zalihama, kao i kartica za unos podataka o proizvodnim kapacitetima. Nakon unosa svih ulaznih podataka, pokretanjem softvera kreiraju se izveštaji: planiranja materijalnih potreba za svaki proizvod i komponentu na primer *MRP* izveštaj za proizvod X (Slika 3a.), izveštaj o lansiranju narudžbina i/ili proizvodnje (Slika 3b), tabelarni vizualni prikaz sastavnice i izveštaj analize troškova.

X SS = 10, ABC = , Source = Made									Action (Planned Order Release) List for Lumino 1								
	Overdue	Week1	Week2	Week3	Week4	Week5	Week6	TOTAL	Item	Overdue	Week1	Week2	Week3	Week4	Week5	Week6	TOTAL
Gross Requirement	0	30	20	30	0	0	0	80	1 X	0	0	30	0	0	0	0	30
Scheduled Receipt	10	0	0	0	0	0	0	0	2 A	0	5900	0	0	0	0	0	5900
Projected On Hand	60	30	10	10	10	10	10	140	3 B	0	600	0	0	100	0	0	700
Projected Net Requirement	0	0	0	30	0	0	0	30	4 C	0	30	20	0	0	0	0	50
Planned Order Receipt	0	0	0	30	0	0	0	30	5 D	0	100	0	0	0	0	0	100
Planned Order Release	0	0	30	0	0	0	0	30	6 E	0	40	0	30	0	0	0	70
									7 F	0	60	0	0	10	0	0	70
									8 G	0	70	0	0	10	0	0	80
									9 H	0	70	0	0	0	0	0	70
									10 I	0	100	0	0	0	0	0	100

a)

b)

Slika 3. MRP izveštaj proizvoda X (a) i izveštaj lansiranih narudžbina (b) u OPR-MAN-u

5. DISKUSIJA

Glavni motiv razvoja softver *OPR-MAN* bilo je kreiranje edukativnog alata koji bi omogućio studentima da uz pomoć interaktivnog pristupa učenju, savladaju osnovne i napredne koncepte i pojmove, kao što je planiranja materijalnih potreba (*MRP*). Za razliku od komercijalnih *MRP* i *ERP* sistema, softver *OPR-MAN* projektovan je na način da bude prilagođen potrebama studenata, stoga softver kombinuje jednostavan interfejs, vizuelni prikaz podataka i vrlo jasno definisane ulazne i izlazne parametre, što ga čini pogodnim za primenu u nastavnom procesu. Korišćenjem ovog softvera studenti stiču mogućnost neposrednog povezivanja teoretskog znanja o procesu planiranja i upravljanja zalihama sa praktičnim primerima i znanjima iz proizvodnih sistema.

Primena *OPR-MAN*-a u realizaciji nastave doprinosi razvoju analitičkih i operativnih kompetencija kod studenata kroz:

1. Razumevanje i razlikovanje pojmova i podataka koji se nalaze u okviru: glavnog proizvodnog plana, sastavnice i podataka o zalihama;
2. Razvijanje veština planiranja i tumačenja izveštaja kroz iterativni proces izračunavanja predstavljen kroz *MRP* tabele;
3. Upoznavanje sa osnovnim pojmovima i logikom rada u informacionom sistemu koji podržava odlučivanje u proizvodnji;
4. Podstiče istraživački i eksperimentalni pristupa rešavanju problema kroz različite scenarije planiranja.

Primena *OPR-MAN* pomaže studentima da vizuelno povežu elemente proizvodnog plana i realne efekte planiranja, čime se postiže veće razumevanje *MRP* logike u poređenju sa tradicionalnim tabelarnim zadacima. Čime se omogućava studentima da jednostavnije savladaju rad u naprednijim *ERP* sistemima, i da svoja stečena znanja iz oblasti planiranja primene na jedan konkurentan i tržišno vredan način. Primenom *OPR-MAN* modula za *MRP*, za rezultat ima sticanje konkurentnih veština.

6. ZAKLJUČAK

Studija slučaja realizovana je na primeru malog proizvodnog preduzeća *Lumino*, specijalizovanog za izradu dekorativnih sveća. Edukativni softver *OPR-MAN* pruža znanje o dimenzionisanje problema, razgraničavanju ulaznih podataka i njihovoj pravilnom sortiranju u elementima *MRP* kalkulacije. Stoga, se to znanje može transponovati u rad u složenom *ERP* rešenju, u vidu otvaranja potrebnih kartica i profila, i jednostavnijem tumačenju više različitih izveštaja. Doprinos ovog rada ogleda se u predstavljanju softvera *OPR-MAN* kao praktičnog alata za edukaciju iz oblasti operacionog menadžmenta, na primeru rada u modulu za *MRP*. Rad predstavlja novo inovativni domaći edukativno besplatno digitalno rešenja koja povezuju teoriju i praksu u nastavnim procesima operacionog menadžmenta, čime se omogućava razvijanje i unapređenje kompetencija budućih stručnjaka za rad na savremenom tržištu rada. Ograničenje ovog rada predstavlja jednostavnost zadate studije slučaja i nedostatak statističkih podataka rezultata primene softvera. Takođe jedano od ograničenja rada, jeste i nedostatak empirijskog istraživanje u vidu ankete od strane studenta.

Dalji pravci istraživanja mogli bi izvršiti više mesečno ispitivanje konkurentskih prednosti primene edukativnih softvera u visokom obrazovanju, za razvoj novih zaposlenih u oblasti planiranja.

LITERATURA

- [1] Andrei, P. P. D., Karsten, I. F., & Dellaert, O. D. I. N. (2015). *Determination of material requirement changes of a demand proposition before an MRP run*. Eindhoven University of Technology.
- [2] Vasiljević D., Cvetić B., Danilović M. (2018). *Menadžment logistike i lanaca snabdevanja*. Fakultet organizacionih nauka, Beograd.
- [3] MRPeasy. (2025). *Manufacturing resource planning software for SMBs*. Preuzeto sa <https://www.mrpeasy.com> (Datum pristupa: 27.9.2025.)
- [4] Operations Management. (2025). *Opr-Man.net*. <https://opr-man.net/home> (Datum pristupa: 27.9.2025.)
- [5] Perälä, J. (2020). Demand driven material requirement planning: suitable components and data considerations. *Vaasan ammattikorkeakoulu University of applied sciences*. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020052012489>
- [6] Sarkar, A., Das, D., Chakraborty, S., & Biswas, N. (2013). A simple case study of material requirement planning. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 9(5), 58-64. <https://doi.org/10.9790/1684-0955864>
- [7] Serrano-Ruiz, J. C., Mula, J., & Poler, R. (2021). Smart master production schedule for the supply chain: a conceptual framework. *Computers*, 10(12), 156. <https://doi.org/10.3390/computers10120156>
- [8] Sitanggang, J. K. F., & Muda, I. (2022). The conversion cycle: review of material requirements planning (mrp). In *ICSST 2021: Proceedings of the 1st International Conference on Social, Science, and Technology, ICSST 2021, 25 November 2021, Tangerang, Indonesia* (p. 151). European Alliance for Innovation. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.25-11-2021.2318831>

**UPRAVLJANJE
PROIZVODNJOM I
USLUGAMA**

PRIMENA DIGITALNIH TEHNOLOGIJA U UPRAVLJANJU PROIZVODNOM I PRUŽANJEM USLUGA U FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN PRODUCTION AND SERVICES MANAGEMENT IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY

Andžela Zdravić¹, Teodora Rajković², Danica Lečić-Cvetković³

^{1,2,3} Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,

¹andjelazdravic@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8055-2289

²teodora.rajkovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-9362-2153

³danica.lecic-cvetkovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-5016-9248

Apstrakt: *Proizvodnja u farmaceutskoj industriji predstavlja jednu od najkompleksnijih i najstrože regulisanih delatnosti, jer se zasniva na strogim zahtevima kvaliteta i bezbednosti, u potpunosti usklađenim sa regulativama. Savremeni trendovi poslovanja usmereni su na digitalizaciju i automatizaciju, odnosno implementaciju digitalnih tehnologija za efikasniju i agilniju proizvodnju. Osim proizvodnje, u okviru farmaceutske industrije vrši se pružanje usluga u vidu edukacije lekara i farmaceuta, primena digitalnih platformi za praćenje terapija, telemedicina i drugo, čime se povećava vrednost za krajnjeg korisnika. Cilj ovog rada je da se prikaže primena digitalnih tehnologija u farmaceutskoj industriji i njihov značaj za unapređenje proizvodnje i pružanja usluga. Namera rada je, da se na primeru dobre prakse, istaknu prednosti, unapređenja i mogućnosti koje primena digitalnih tehnologija omogućava preduzećima iz oblasti farmaceutske industrije. Primena ovih tehnologija omogućava digitalizaciju i automatizaciju procesa i unapređuje upravljanje proizvodnjom i pružanje usluga.*

Ključne reči: *farmaceutska industrija, proizvodnja, usluge, IoT, Blockchain, RFID.*

Abstract: *Production in the pharmaceutical industry represents one of the most complex and strictly regulated activities, as it is based on rigorous quality and safety requirements fully aligned with regulations. Modern business trends are focused on digitalization and automation, i.e. the implementation of digital technologies for more efficient and agile production. In addition to production, the pharmaceutical industry provides services such as the education of doctors and pharmacists, the use of digital platforms for therapy monitoring, telemedicine, and others, thereby increasing value for the end user. The aim of this paper is to present the application of digital technologies in the pharmaceutical industry and their significance in improving production and service management. The intention of this paper is, using an example of good practice, to highlight the advantages, improvements and opportunities that are enabled to companies in the pharmaceutical sector by the application of digital technologies. The application of these technologies*

enables the digitalization and automation of processes and improves production and services management.

Keywords: *pharmaceutical industry, production, services, IoT, Blockchain, RFID.*

1. UVOD

Razvoj digitalnih tehnologija doveo je do velikih promena u poslovanju preduzeća. Zbog obaveza poštovanja visokih standarda i različitih regulativa, u farmaceutskoj industriji postala je neophodna primena ovih tehnologija. Farmaceutska industrija predstavlja granu industrije koja integriše naučna istraživanja, biotehnološki razvoj i proizvodne procese u cilju proizvodnje lekova, vakcina i drugih terapijskih sredstava i smatra se jednom od najbrže rastućih industrija (Stamenović, 2019). Važnost ove industrije ogleda se u unapređenju javnog zdravlja, produženju životnog veka i poboljšanju kvaliteta života ljudi. U okviru ove industrije vrši se istraživanje i razvoj novih lekova, proizvodnja lekova, kontrola kvaliteta lekova i poštovanje regulativa, distribucija, marketing i praćenje lekova nakon stavljanja u promet. Primarna svrha je unapređenje zdravlja ljudi kroz proizvodnju lekova koji leče bolesti, ublažavaju simptome i poboljšavaju kvalitet života ljudi. Farmaceutska industrija jedna je od najstrože regulisanih grana industrije, jer su njeni proizvodi direktno povezani sa životom i zdravljem ljudi, što zahteva visok nivo bezbednosti, kvaliteta i efikasnosti (Klimenkova i saradnici, 2021). Postoje različite tehnologije koje imaju primenu u okviru ove industrije, gde se ističu tri tehnologije čija primena omogućava veću bezbednost i automatizaciju procesa: Internet „inteligentnih“ uređaja (eng. *Internet of Things-IoT*), *Blockchain* i radio-frekventna identifikacija (eng. *Radio-Frequency Identification-RFID*). Primena ovih tehnologija u preduzećima iz oblasti farmaceutske industrije omogućava brojne prednosti, ali nailazi i na mnoge izazove prilikom uvođenja i implementacije. Rad se sastoji iz pet poglavlja. Nakon uvodnog poglavlja, u drugom poglavlju je predstavljeno upravljanje proizvodnjom i pružanjem usluga u farmaceutskoj industriji. U trećem poglavlju navedene su tri najčešće primenjene digitalne tehnologije u farmaceutskoj industriji: *IoT*, *Blockchain* i *RFID*. U četvrtom poglavlju predstavljeni su primeri primene tih tehnologija u farmaceutskoj industriji. Peto poglavlje predstavlja zaključak rada.

2. UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM I PRUŽANJEM USLUGA U FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI

U farmaceutskoj industriji sve se više teži ka digitalizaciji, automatizaciji, odnosno integraciji digitalnih tehnologija u upravljanje proizvodnjom i pružanjem usluga. Sve je češća primena „pametnih“ fabrika (eng. *Smart Factories*) sa ciljem lakšeg praćenja različitih parametara u procesu proizvodnje, omogućavajući automatsko prepoznavanje problema, njihovu prijavu i korekciju, što je od velikog značaja za kontinuiranu proizvodnju. U okviru „pametnih“ fabrika, veliki značaj imaju tehnologije *IoT*, Veštačka inteligencija (eng. *Artificial Intelligence*), Roboti, kao i Digitalni blizanci (eng. *Digital Twins*) koji omogućavaju fleksibilnu, agilnu i kvalitetnu proizvodnju (Elbasani i saradnici,

2020). Upravljanje proizvodnjom u farmaceutskoj industriji jedan je od najkompleksnijih i najstrože regulisanih oblasti, jer se zasniva na strogim zahtevima kvaliteta i bezbednosti, u potpunosti usklađenim sa regulativama. Svaki proces mora da bude precizno definisan, kontrolisan i dokumentovan. Proizvodnja u farmaceutskoj industriji zahteva rad sa digitalnim tehnologijama, izводеći precizne operacije. Ključni tehničko-tehnološki postupci u proizvodnji u farmaceutskoj industriji su mlevenje, mešanje i granulacija sirovina (za dobijanje supstance u adekvatnom stanju), sušenje i sterilizacija (kako bi proizvod bio bezbedan za upotrebu), dok je tokom ovih postupaka neophodno stalno kontrolisanje temperature, vlage i pritiska (Klimenkova i saradnici, 2021; Pisano, 2010). Poslednjih godina sve se više teži ka unapređenju procesa proizvodnje lekova, smanjujući troškove i gubitke u proizvodnji, a povećavajući bezbednost i kvalitet lekova (Rantanen & Khinast, 2015). Pružanje usluga u farmaceutskoj industriji obuhvata određeni niz aktivnosti ključnih za ubrzanje procesa razvoja i lansiranja novih proizvoda, održavanje visokog kvaliteta proizvoda i usklađenosti sa regulativama, optimizaciju troškova i resursa i povećanje konkurentnosti na tržištu. Usluge u farmaceutskoj industriji obuhvataju sve nematerijalne komponente koje prate proizvod i doprinose njegovoj bezbednoj i efikasnoj upotrebi, poput edukativnih programa za lekare, digitalne aplikacije za praćenje terapija korisnika, telemedicina, stručne savetodavne usluge u vezi sa regulatornim standardima i propisima, kao i usluge praćenja neželjenih efekata upotrebe lekova. Pružanje usluga u farmaceutskoj industriji obuhvata i sve aktivnosti koje se odnose na distribuciju lekova, podršku pacijentima, komunikaciju sa zdravstvenim radnicima, kao i digitalne usluge koje preduzeća nude kako bi omogućile pravovremenu, bezbednu i efikasnu isporuku farmaceutskih proizvoda i pratećih usluga. Kod proizvodnje je fokus na fizičkom stvaranju proizvoda, dok kod pružanja usluga postoji veliki broj aktivnosti koje obezbeđuju da proizvod dođe do krajnjeg korisnika u odgovarajućem stanju i na vreme (Klimenkova i saradnici, 2021; Pisano, 2010).

3. DIGITALNE TEHNOLOGIJE U FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI

Digitalna transformacija u farmaceutskoj industriji dovodi do promena u načinu na koji se lekovi razvijaju, proizvode, distribuiraju i kontrolišu nakon stavljanja u promet. Do ove transformacije dovodi primena digitalnih tehnologija koje omogućavaju veći stepen digitalizacije i automatizacije proizvodnog procesa, efikasnosti upravljanja resursima, preciznosti i tačnosti obrade podataka, kao i bezbednosti informacija i upotrebe proizvoda. Digitalna transformacija se ne odnosi samo na tehnološke inovacije, već i na promenu organizacione kulture, načina upravljanja i komunikacije između sektora unutar preduzeća, ali i sa svim zainteresovanim stranama (Mackey & Nayyar, 2017). U nastavku ovog poglavlja biće prikazane tehnologije *IoT*, *Blockchain* i *RFID*, koje se primenjuju za unapređenje upravljanja proizvodnjom i pružanjem usluga u farmaceutskoj industriji. Ove tehnologije, koje su prvobitno razvijene u kontekstu logistike i informatike, danas omogućavaju praćenje transporta proizvoda, obezbeđuju transparentnost i tačnost podataka i omogućavaju automatizaciju i optimizaciju proizvodnih procesa i pružanja

usluga (Mackey & Nayyar, 2017; Tseng i saradnici, 2018). *IoT*, *Blockchain* i *RFID* tehnologije se izdvajaju kao najznačajnije tehnologije u farmaceutskoj industriji iz razloga što njihova primena omogućava i unapređuje bezbednost podataka, praćenje lekova u realnom vremenu kroz ceo lanac snabdevanja, kontrolu uslova skladištenja i transporta i sprečava falsifikovanje (Al Sohan i saradnici, 2022). Na osnovu svega navedenog, u ovom radu će biti predstavljeni primeri primene ove tri tehnologije.

3.1. *IoT* tehnologija

IoT tehnologija predstavlja tehnologiju pomoću koje su fizički objekti povezani i komuniciraju putem Interneta (Rose i saradnici, 2015). Primenom različitih tehnologija i uređaja, vrši se prikupljanje podataka, zatim se ti podaci analiziraju i najbitniji se prosleđuju na uređaje koji ih upotrebljavaju i izvršavaju određene zadatke (Perwej i saradnici, 2019). Cilj primene *IoT* tehnologije je povezivanje objekata sa drugim objektima ili pojedincima u bilo koje vreme i na bilo kom mestu. Ova tehnologija koristi senzorsku tehnologiju, kao i druge tehnologije poput barkod, *RFID*, komunikacija na malim rastojanjima (eng. *Near Field Communication-NFC*), računarstvo u „oblaku“ (eng. *Cloud Computing-CC*) i druge (Li i saradnici, 2015).

3.2. *Blockchain* tehnologija

Blockchain tehnologija predstavlja decentralizovani sistem za upravljanje i proveru podataka koja koristi opcije šifrovanja podataka, „pametnih“ ugovora, komunikaciju i ugovaranje između učesnika lanca, i drugo. Primena ove tehnologije je u rešavanju problema kao što su netačne, nepotpune ili zakasnele informacije koje mogu da se jave u njihovom internom upravljanju i kontroli, kao i u komunikaciji sa zainteresovanim stranama (Wang i saradnici, 2021). Zajedno sa *IoT* tehnologijom, *Blockchain* tehnologija omogućava čuvanje informacija o komponentama, materijalima i proizvodima, tokom i nakon proizvodnog ciklusa. Velika prednost primene ove tehnologije je mogućnost identifikacije svih problema u realnom vremenu, bilo da se radi o kvarovima, zastoјima ili kvalitetu komponenata, materijala ili proizvoda. Ova tehnologija omogućava kupcima precizan uvid u status njihovih narudžbina i očekivanih isporuka, a preduzećima da brzo reaguju na probleme i da ih uspešno rešavaju. Primenom *Blockchain* tehnologije smanjuje se mogućnost prevare, a povećava bezbednost, kao i poverenje kod kupaca (Lohmer & Lasch, 2020; Min, 2019; Zhang i saradnici, 2023).

3.3. *RFID* tehnologija

RFID tehnologija predstavlja savremenu tehnologiju koja identifikuje i prati proizvode putem radio talasa. Ova tehnologija omogućava automatsko prepoznavanje proizvoda pomoću *RFID* oznaka, koje se sastoje od mikročipa koji čuva podatke i antene za slanje i prijem informacija. Svaka *RFID* oznaka sadrži jedinstveni identifikacioni broj koji omogućava razlikovanje označenih objekata, kao i korisničke podatke sačuvane u

memoriji, poput datuma proizvodnje, roka trajanja i broja proizvodne serije (Vaka, 2024). Antena omogućava mikročipu da prenosi informacije o objektu na *RFID* čitač, koji transformiše informacije sa *RFID* oznake u format razumljiv računarima, odnosno programima i aplikacijama sa kojim su povezani. Mikročip se koristi za čuvanje informacija o objektu, kao što je jedinstven serijski broj (Casella i saradnici, 2022).

4. PRIMERI PRIMENE DIGITALNIH TEHNOLOGIJA U FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI

Farmaceutska industrija suočava se sa brojnim izazovima, poput bezbednosti proizvoda, optimizacije lanca snabdevanja i zaštite krajnjih korisnika od falsifikovanih lekova. Kako bi odgovorila na ove izazove, mnoga preduzeća iz oblasti farmaceutske industrije počela su sa integracijom digitalnih tehnologija. U nastavku su prikazani primeri primene tehnologija *IoT*, *Blockchain* i *RFID* u preduzećima iz oblasti farmaceutske industrije.

4.1. Primena *IoT* tehnologije

Preduzeće *Pfizer* primenilo je tehnologiju *IoT* za praćenje temperature i ekoloških parametara tokom transporta i skladištenja proizvoda u realnom vremenu, pomoću 17 senzora koji šalju i ažuriraju podatke u realnom vremenu u toku celog dana. Za ove farmaceutske proizvode od velike je važnosti održavanje optimalne temperature tokom transporta i skladištenja. U slučaju da se desi promena u temperaturi, količina lekova, vakcina i drugih farmaceutskih proizvoda koja je u transportu ili skladištu u kojem je došlo do ovih promena, mora biti povučena iz upotrebe i uništena u skladu sa propisima (*Pfizer*, 2021). Pomoću uređaja senzora postavljenih u transportnim kontejnerima omogućava se praćenje temperature (koja treba da bude između -80 [°C] i -60 [°C]), kako bi se sprečio gubitak efikasnosti vakcine. Ovi senzori prate temperaturu, vlagu, vibracije i druge parametre koji mogu da utiču na kvalitet leka. Ukoliko dođe do bilo kog odstupanja, automatski se obaveštava odgovorno lice. Primena ove tehnologije bila je od posebnog značaja tokom pandemije virusa *COVID-19*, kada su velike količine injekcija bile distribuirane po celom svetu (*IBM*, 2021). Preduzeće *Novartis* je zajedno sa preduzećem *AWS* (eng. *Amazon Web Services*) implementiralo uređaje senzore, koji su korišćeni za praćenje stanja opreme za rad, temperaturu, vlažnost i pritisak, u realnom vremenu, kako bi sprečili zastoje u radu. Ti senzori beleže podatke, a pomoću algoritama vršene su analize sa ciljem predviđanja mogućih zastoja. Na ovaj način preduzeće je značajno smanjilo zastoje u proizvodnji lekova i povećalo ukupnu efikasnost opreme. Za praćenje proizvodnje tableta u realnom vremenu, preduzeće *AstraZeneca* je primenilo *IoT* tehnologiju kako bi pratilo težinu i tvrdoću tableta i time omogućilo održavanje visokih standarda proizvodnje lekova uz minimalne ljudske greške. Preduzeće *Eli Lilly* primenilo je *IoT* tehnologiju u proizvodnji injekcija, kako bi pratilo faktore koji utiču na sterilnu proizvodnju poput: kvalitet i vlažnost vazduha i temperatura. Preduzeće je, primenom ove tehnologije, moglo brzo da reaguje na sve promene koje su nastale tokom sterilizacije u proizvodnji (*Amazon*, 2019).

4.2. Primena *Blockchain* tehnologije

Preduzeće *Moderna* je, u saradnji sa preduzećem *IBM*, primenilo *Blockchain* tehnologiju za praćenje distribucije vakcina tokom pandemije virusa *COVID-19*, kako bi državni organi i ustanove koje pružaju zdravstvene usluge mogle u svakom trenutku da prate trenutni status specifične serije vakcina dok se kreću kroz lanac snabdevanja. Uz pomoć ove tehnologije povećana je sigurnost i efikasnost distribucije, kao i poverenje korisnika. Cilj primene ove tehnologije je bio da se spreče greške i manipulacije, kao i da se unapredi usklađenost s regulativama i standardima (*Ledger Insights*, 2021). U cilju sprečavanja falsifikovanja lekova, preduzeće *Pfizer* je primenilo *Blockchain* tehnologiju za transparentno i bezbedno praćenje lekova. Jedna od digitalnih aplikacija zasnovana na *Blockchain* tehnologiji jeste *Digital Health Pass*. Ova aplikacija omogućava pojedincima da čuvaju i kontrolišu svoje zdravstvene podatke, kao i da ih kontrolisano i bezbedno dele. Preduzeća mogu da koriste ovu aplikaciju za proveru zdravstvenih informacija zaposlenih u preduzeću, kao i korisnika njihovih proizvoda (*IBM*, 2021).

4.3. Primena *RFID* tehnologije

Preduzeće *Sandoz* sklopilo je partnerstvo sa *Start Up* preduzećem iz Virdžinije koji se bavi automatskim praćenjem lekova putem *RFID* tehnologije. Ručna provera etiketa na lekovima traje dugo, pa je preduzeće *Sandoz* koristilo *RFID* oznake na tri kritična leka kako bi pratilo datuma isteka leka i automatizovalo ceo proces praćenja zaliha lekova u realnom vremenu. Podaci su se prenosili u softver *Kit Check* pomoću kojeg se vršilo automatsko poručivanje novih količina lekova, pre potrošnje svih zaliha lekova. Poseban značaj primene ove tehnologije bio je tokom pandemije virusa *COVID-19*, jer je nivo zaliha svakog leka, koji je bio neophodan za lečenje u tom periodu, morao biti na odgovarajućem nivou (*Pharma Technology Focus*, 2019). Preduzeće *Hanmi Pharmaceutical* iz Južne Koreje implementiralo je *RFID* tehnologiju od proizvodnje do distribucije, čime je omogućilo automatsku verifikaciju pošiljki, smanjenje grešaka prilikom isporuka i brzo prepoznavanje proizvoda bez potrebe za skeniranjem. Najveća unapređenja ostvarena su u kontroli lekova sa ograničenim rokom trajanja i specijalnim temperaturnim uslovima (*Avery Dennison*, 2023). Preduzeće *Novartis* primenilo je *RFID* tehnologiju za praćenje serija lekova u skladištima i tokom distribucije. Svaki lek je obeležen *RFID* oznakom koja sadrži podatke o seriji, datumu proizvodnje i uputstvom za upotrebu, čime je omogućeno automatsko praćenje proizvoda kroz sve faze skladištenja i transporta. Primenom *RFID* čitača, postavljenih na ključnim tačkama u lancu snabdevanja, omogućeno je praćenje svake serije leka obeležene *RFID* oznakom, čime se smanjio rizik od ljudske greške. Primenom *RFID* tehnologije ubrzano je praćenje proizvoda, kao i mogućnost prepoznavanja lokacije određene serije koja treba da se povuče, zbog isteka roka važenja ili iz nekog drugog razloga (*Pharma Technology Focus*, 2019).

5. ZAKLJUČAK

Digitalne tehnologije imaju veliki značaj za farmaceutsku industriju, posebno kada se posmatra upravljanje proizvodnjom i pružanjem usluga. Njihova primena donosi prednosti u pogledu efikasnosti, bezbednosti, praćenja kvaliteta i povezivanja sa krajnjim korisnicima, ističući važnost tri tehnologije: *IoT*, *Blockchain* i *RFID*. Tehnologija *IoT* omogućava praćenje podataka i stanja u realnom vremenu, kontrolu kvaliteta i prediktivno održavanje opreme, što je posebno značajno za upravljanje proizvodnjom, kao i praćenje upotrebe lekova i povezivanje pacijenata sa zdravstvenim sistemima, što se koristi u pružanju usluga. *Blockchain* tehnologija omogućava transparentnost i sledljivost lekova kroz lanac snabdevanja, smanjujući rizik od falsifikata. U proizvodnji se koristi za praćenje porekla i kontrole kvaliteta sirovina, dok u pružanju usluga omogućava bezbednu razmenu podataka između pacijenata, lekara i farmaceutske preduzeća. *RFID* tehnologija olakšava automatsko praćenje inventara, zaliha sirovina i gotovih proizvoda, što direktno doprinosi efikasnijoj proizvodnji. Primenjuje se u distribuciji, unapređujući kvalitet usluga prema krajnjem korisniku. Sve tri tehnologije doprinose povećanju efikasnosti, bezbednosti i transparentnosti, čime se postiže bolja kontrola procesa, smanjuje rizik od grešaka i falsifikata i unapređuje interakcija sa krajnjim korisnicima. Ograničenje ovog rada je prikaz primene samo tri tehnologije, iako ih je u ovoj industriji moguće primeniti više. Budući pravci istraživanja autora su istraživanje primene ovih tehnologija u drugim preduzećima iz oblasti farmaceutske industrije, poređenje rezultata njihove primene, istraživanje primene drugih digitalnih tehnologija i ukazivanje na značaj njihove primene.

LITERATURA

- [1] Al Sohan, M. F. A., Khan, S. R., Anannya, N. J., & Ahad, M. T. (2022). Towards a secured smart IoT using light weight blockchain: An aim to secure Pharmacy Products. *arXiv preprint arXiv:2206.06925*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.06925>.
- [2] Amazon (2019). *AWS Announces Strategic Collaboration with Novartis to Accelerate Digital Transformation of Its Business Operations*. Preuzeto sa: <https://press.aboutamazon.com/news-releases/news-release-details/aws-announces-strategic-collaboration-novartis-accelerate> (datum pristupa: 05.07.2025).
- [3] Avery Dennison (2023). *RFID maximises pharma supply chain efficiency*. Preuzeto sa: <https://rfid.averydennison.com/en/home/news-insights/case-studies/rfid-case-study-healthcare-hanmi-pharmaceutical.html> (datum pristupa: 05.07.2025).
- [4] Casella, G., Bigliardi, B., & Bottani, E. (2022). The evolution of RFID technology in the logistics field: a review. *Procedia Computer Science*, 200, 1582-1592. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.359>.
- [5] Elbasani, E., Siriporn, P., & Choi, J. S. (2020). A Survey on RFID in Industry 4.0. Poglavlje u knjizi *Internet of Things for Industry 4.0: Design, Challenges and Solutions*, 1-16. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32530-5_1.

- [6] Hussein, A. H. (2019). Internet of things (IoT): Research challenges and future applications. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(6), 77-82. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100611>.
- [7] IBM (2021). *Blockchain for supply chain solutions*. Preuzeto sa: <https://www.ibm.com/solutions/blockchain-supply-chain> (datum pristupa: 08.07.2025).
- [8] IBM (2021). *Moderna and IBM Plan to Collaborate on COVID-19 Vaccine Supply Chain and Distribution Data Sharing*. Preuzeto sa: <https://newsroom.ibm.com/2021-03-04-Moderna-and-IBM-Plan-to-Collaborate-on-COVID-19-Vaccine-Supply-Chain-and-Distribution-Data-Sharing> (datum pristupa: 06.07.2025).
- [9] Klimenkova, A. A., Geller, L. N., Skripko, A. A., Gravchenko, L. A., & Korzhavykh, E. A. (2021). Pharmaceutical services: status and development trends. *Pharmacy & Pharmacology*, 9(1), 32-53. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2021-9-1-32-53>.
- [10] Ledger Insights (2021). *Moderna to explore blockchain vaccine traceability with IBM*. Preuzeto sa: <https://www.ledgerinsights.com/moderna-to-explore-blockchain-vaccine-traceability-with-ibm/> (datum pristupa: 28.06.2025).
- [11] Li, S., Xu, L. D., & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information systems frontiers*, 17, 243-259. <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9492-7>.
- [12] Lohmer, J., & Lasch, R. (2020). Blockchain in operations management and manufacturing: Potential and barriers. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106789. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106789>.
- [13] Mackey, T. K., & Nayyar, G. (2017). A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines. *Expert Opinion on Drug Safety*, 16(5), 587-602. <https://doi.org/10.1080/14740338.2017.1313227>.
- [14] Min, H. (2019). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *Business Horizons*, 62(1), 35-45. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.012>.
- [15] Perwej, Y., Haq, K., Parwej, F., Mumdouh, M., & Hassan, M. (2019). The internet of things (IoT) and its application domains. *International Journal of Computer Applications*, 182(49), 36-49.
- [16] Pfizer (2021). *Applying the Latest Digital Technology to Optimize COVID-19 Vaccine Efforts*. Preuzeto sa: https://www.pfizer.com/sites/default/files/investors/financial_reports/annual_reports/2021/story/latest-digital-technology-to-covid-vaccine-efforts/ (datum pristupa: 02.07.2025).
- [17] Pharma Technology Focus (2019). *Applications of IoT in the pharma industry*. Preuzeto sa: https://pharma.nridigital.com/pharma_feb24/case-studies-iot-pharma?utm (datum pristupa: 01.07.2025).
- [18] Pisano, G. P. (2010). The evolution of science-based business: innovating how we innovate. *Industrial and corporate change*, 19(2), 465-482. <https://doi.org/10.1093/icc/dtq013>.
- [19] Rantanen, J., & Khinast, J. (2015). The future of pharmaceutical manufacturing sciences. *Journal of pharmaceutical sciences*, 104(11), 3612-3638.
- [20] Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The internet of things: An overview. *The internet society (ISOC)*, 80(15), 1-53.
- [21] Stamenović, M. (2019). Biotehnološka i farmaceutska industrija kao razvojna šansa Republike Srbije. *Strane direktne investicije-novi pogledi. Institut za međunarodnu politiku i privredu, Beograd*.
- [22] Tseng, J. H., Liao, Y. C., Chong, B., & Liao, S. W. (2018). Governance on the drug supply chain via gcoin blockchain. *International journal of environmental research and public health*, 15(6), 1055. <https://doi.org/10.3390/ijerph15061055>.

- [23] Vaka, D. K. (2024). Integrating inventory management and distribution: A holistic supply chain strategy. *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, 15(2), 13-23. <https://doi.org/10.5121/ijmvsc.2024.1202>.
- [24] Wang, Y., Men, S., & Guo, T. (2021). Application of blockchain technology in value chain of procurement in manufacturing enterprises. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021(1), 1674412. <https://doi.org/10.1155/2021/1674412>.
- [25] Zhang, G., Yang, Y., & Yang, G. (2023). Smart supply chain management in Industry 4.0: the review, research agenda and strategies in North America. *Annals of operations research*, 322(2), 1075-1117. <https://doi.org/10.1007/s10479-022-04689-1>.

PRIMENA KPI ZA UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA NABAVKOM U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI

IMPROVEMENT OF THE PROCUREMENT MANAGEMENT IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY BY APPLICATION OF KPI

Teodora Brkić¹, Danica Lečić-Cvetković², Teodora Rajković³

^{1,2,3}Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

¹tb20243302@student.fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0002-4660-6780

²danica.lecic-cvetkovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-5016-9248

³teodora.rajkovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-9362-2153

Apstrakt: Ključni indikatori performansi (KPI) predstavljaju efikasan alat za merenje performansi preduzeća i unapređenje poslovnih procesa koji se u primenjuju u automobilske industriji, čije su odlike kompleksni lanci snabdevanja, visoki standardi kvaliteta i kontinuirane potrebe za inovacijama. U ovom radu prikazan je značaj i primena KPI za unapređenje upravljanja nabavkom u preduzeću iz oblasti automobilske industrije. Predstavljani su rezultati primene ovih KPI u upravljanju nabavkom u preduzeću iz oblasti automobilske industrije u Republici Srbiji. Cilj rada je primena definisanog skupa KPI u preduzeću iz oblasti automobilske industrije u Republici Srbiji. Namera rada je definisanje predloga za poboljšanje upravljanja nabavkom u preduzećima iz oblasti automobilske industrije. Rezultati ovog rada mogu se primeniti kao smernice savremenim preduzećima u istom ili srodnim sektorima za primenu KPI sa ciljem unapređenja performansi poslovnih procesa i podršku strateškom odlučivanju.

Ključne reči: Automobilska industrija, ključni indikatori performansi, upravljanje nabavkom, unapređenje.

Abstract: Key Performance Indicators (KPI) present an effective tool for measuring company performance and improving business processes that are applying in the automotive industry, characterized by complex supply chains, high quality standards and a continuous need for innovation. This paper presents the importance and application of KPI for the improvement of procurement management in a company from the automotive industry. The results of the application of these KPI in procurement management in a company from the automotive industry in the Republic of Serbia are presented. The objective of this paper is the application of a defined set of KPI in a company from the automotive industry in the Republic of Serbia. The purpose of this paper is to define suggestions for the improvement of procurement management in companies from the automotive industry. The results of this paper can be applied as guidelines to modern companies in the same or related industries for the application of KPI, with an aim to improve the performance of business processes and support strategic decision-making.

Keywords: Automotive industry, key performance indicators, procurement management, improvement.

1. UVOD

Ključni indikatori performansi (eng. *Key Performance Indicators-KPI*) omogućavaju merenje uspeha u ostvarivanju ciljeva na strateškom nivou (Parmenter, 2015). Pomoću *KPI*, preduzeća mogu da identifikuju područja gde su potrebna unapređenja. U kontekstu automobilske industrije, gde i najmanje odstupanje u kvalitetu ili vremenu isporuke može imati velike posledice na proizvodnju i zadovoljstvo kupaca, *KPI* imaju centralnu ulogu u obezbeđivanju tržišne konkurentnosti i dugoročne stabilnosti. Cilj ovog rada je da se predstavi primena i značaj skupa *KPI* definisanog u ovom radu, za preduzeće iz oblasti automobilske industrije, za unapređenje nabavke, smanjenje operativnih rizika i postizanje višeg nivoa usklađenosti sa strateškim ciljevima preduzeća. Imajući u vidu kompleksnost automobilske industrije i značaj sektora nabavke, u ovom radu predstavljen je značaj *KPI* za donošenje strateških odluka. Takođe, kroz analizu konkretnog primera i rezultata primene definisanog skupa *KPI* u posmatranom preduzeću iz Republike Srbije, u ovom radu predstavljeni su predlozi za unapređenje nabavke u preduzećima iz ove industrije, uzimajući u obzir globalne trendove u poslovanju (Atanasov, 2016; Franceschini, Galetto & Maisano, 2007) .

Rad se sastoji iz četiri poglavlja. Nakon uvodnog poglavlja, u drugom poglavlju teorijski su predstavljeni *KPI* i definisan je skup od sedam *KPI* koji se primenjuju u upravljanju nabavkom. U trećem poglavlju prikazana je primena definisanog skupa *KPI* u upravljanju nabavkom u preduzeću iz oblasti automobilske industrije u Republici Srbiji. Četvrto poglavlje predstavlja zaključak rada.

2. KLJUČNI INDIKATORI PERFORMANSI U UPRAVLJANJU NABAVKOM

Na osnovu praćenja performansi u preduzeću mogu se pratiti različiti aspekti funkcionisanja poslovnog sistema, koji su od suštinskog značaja za efikasnost i efektivnost poslovanja. Indikatori performansi omogućavaju precizno merenje performansi u određenom vremenskom periodu i kvantifikuju poslovne rezultate. Primena indikatora performansi na različitim nivoima u preduzeću pomaže u identifikovanju oblasti koje zahtevaju unapređenje i optimizaciju unutrašnjih procesa (Rajković i saradnici, 2019), dok su najvažniji, odnosno *KPI*, pažljivo odabrani za merenje najvažnijih aspekata uspešnosti preduzeća u ostvarenju dugoročnih ciljeva (Lindberg i saradnici, 2015; Velimirović, Velimirović & Stanković, 2011).

U sektoru nabavke važan je odnos sa dobavljačima, iz razloga što performanse dobavljača, poput tačnost i preciznost u isporukama, kvalitet sirovina, mogućnost slanja većih isporuka od naručenih, i drugo, utiču na kvalitet proizvodnje finalnog proizvoda, kao i mogućnosti modifikacije isporuka prema kupcima (Kamruzzaman, 2015; Sabbagha i saradnici, 2016). Dalji procesi u lancu snabdevanja u velikoj meri su uslovljeni ponašanjem dobavljača. Iz tog razloga, u sektoru nabavke, sa ciljem povećanja efikasnosti, produktivnosti, smanjenja troškova i optimizacije procesa nabavke, predlaže

se sledeći skup *KPI*, čije su oznake, formule, nazivi promenljivih, jedinice mere i željene vrednosti prikazane u Tabeli 1.

Tabela 1: *KPI* za unapređenje upravljanja nabavkom u preduzeću iz oblasti automobilske industrije

Rb.	Oznaka <i>KPI</i>	Formula	Naziv promenljivih	Željena vr.
1.	<i>KPI 1.</i> <i>PZM_m</i>	$PZM_m = \frac{TKZ_m}{MKZ_m} \times 100 [\%]$	<i>TKZ_m</i> – Trenutna količina materijala <i>m</i> na zalihama [k.j.] <i>MKZ_m</i> – Maksimalna dozvoljena količina materijala <i>m</i> na zalihama [k.j.] <i>m</i> – materijal, za <i>m=1,...,M</i>	≈70 [%]
2.	<i>KPI 2.</i> <i>PVK_j</i>	$PVK_j = \frac{\sum_{i=1}^n (SVI_{ij} - DVI_{ij})}{n} [v.j.]$	<i>SVI_{ij}</i> – Stvarno vreme trajanja isporuke <i>i</i> dobavljača [v.j.] <i>DVI_{ij}</i> – Dogovoreno vreme trajanja isporuke <i>i</i> dobavljača [v.j.] <i>i</i> – isporuka, za <i>i=1,..., n</i> <i>j</i> – dobavljač, za <i>j=1,..., m</i>	≈0 [v.j.]
3.	<i>KPI 3.</i> <i>SP_{mij}</i>	$SP_{mij} = \frac{VR_{mij}}{UPR_{mij}} \times 100 [\%]$	<i>VR_{mij}</i> – Količina vraćenog materijala <i>m</i> iz isporuke <i>i</i> dobavljača <i>j</i> [k.j.] <i>UPR_{mij}</i> – Ukupna količina poručenog materijala <i>m</i> u isporuci <i>i</i> dobavljača <i>j</i> [k.j.] <i>i</i> – isporuka, za <i>i=1,..., n</i> <i>j</i> – dobavljač, za <i>j=1,..., m</i> <i>m</i> – materijal, za <i>m=1,...,M</i>	≈0 [%]
4.	<i>KPI 4.</i> <i>PR_j</i>	$PR_j = \frac{R_j}{UR} \times 100 [\%]$	<i>R_j</i> – Broj reklamacija upućenih dobavljaču <i>j</i> [1] <i>UR</i> – Ukupni broj reklamacija upućenih svim dobavljačima [1]	≈0 [%]
5.	<i>KPI 5.</i> <i>PVP</i>	$PVP = \frac{\sum_{i=1}^n VP_i}{n} [v.j.]$ $VP_i = VC_i + Vi_i + Vki [v.j.]$	<i>VP_i</i> – Vreme prijema isporuke <i>i</i> [v.j.] <i>VC_i</i> – Vreme za carinjenje isporuke <i>i</i> [v.j.] <i>Vi_i</i> – Vreme za istovar isporuke <i>i</i> [v.j.] <i>Vki</i> – Vreme za knjiženje isporuke <i>i</i> [v.j.]	<7 [h]
6.	<i>KPI 6.</i> <i>SOS_j</i>	$SOS_j = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} \times 100 [\%]$	<i>Xi</i> – Optimalna isporuka <i>i</i> [1] <i>i</i> – isporuka, za <i>i = 1, ..., n</i> <i>j</i> – dobavljač, za <i>j=1,..., m</i>	≈100 [%]
7.	<i>KPI 7.</i> <i>U_j</i>	$U_j = \frac{BRD_j}{UBRD} \times 100 [\%]$	<i>BRD_j</i> – Broj tipova delova koje isporučuje dobavljač <i>j</i> [1] <i>UBRD</i> – Ukupan broj svih tipova delova koje poručuje preduzeće [1] <i>j</i> – dobavljač, za <i>j=1,..., m</i>	≈20 [%]

KPI 1. PZM_m (Procenat zaliha materijala na skladištu u odnosu na maksimalnu dozvoljenu količinu zaliha) meri koliki je udeo trenutne količine materijala *m* u maksimalno dozvoljenoj količini za taj materijal na skladištu. Meri se na mesečnom nivou kako bi se izbeglo prekomerno skladištenje materijala, kao i dodatni troškovi. ***KPI 2. PVK_j*** (Prosečno vreme kašnjenja isporuka od dobavljača) meri prosečno vreme kašnjenja svih isporuka dobavljača *j*. Meri se na mesečnom i godišnjem nivou, a vrednost se koristi za evaluaciju dobavljača na kraju poslovne godine. ***KPI 3. SP_{mij}*** (Stopa povrata materijala po isporuci dobavljača) meri koliko je procenta isporučenog materijala *m* vraćeno dobavljaču *j* u isporuci *i*. Meri se po tipu materijala po isporuci, a razlog vraćanja može biti neusaglašenost sa specifikacijama i standardima kvaliteta, oštećenje u proizvodnji kod dobavljača, oštećenje prilikom transporta, razlika u isporučenoj i fakturisanj količini materijala, i drugo. Ovaj *KPI* se meri po isporuci i po materijalu, kako bi se pratilo za koji tip materijala je najviše puta bilo povrata. ***KPI 4. PR_j*** (Procenat reklamacija dobavljaču)

meri procentualno učešće broja reklamacija upućenih određenom dobavljaču j u ukupnom broju reklamacija ka svim dobavljačima. Reklamacije mogu biti razlog lošeg ili neusaglašenog kvaliteta materijala, produženih rokova isporuke, i drugo. Ovaj *KPI* se meri na godišnjem nivou i , na osnovu njega, može se identifikovati najkritičniji dobavljač, odnosno onaj dobavljač koji je imao najviše reklamacija. **KPI 5. PVP (Prosečno vreme prijema isporuka u danu)** meri prosečno vreme prijema svih isporuka u danu, odnosno količnik zbira vremena prijema robe (potrebnog vremena za carinjenje isporuke, istovar i knjiženje robe na stanje, po isporuci) i ukupnog broja isporuka u danu i meri se na dnevnom nivou. **KPI 6. SOS_j (Stopa optimalnog snabdevanja dobavljača)** meri u kom procentu su isporuke dobavljača j ispunile sve kriterijume optimalne isporuke (X_i), odnosno da je isporuka isporučena na vreme (Vr_i), odgovarajućeg kvaliteta (Kv_i) i u naručenoj količini (Kr_i). Optimalna isporuka (Tabela 2) je isporuka za koju je proizvod ova tri parametra jednak jedinici. Ukoliko sva tri parametra vremena, kvaliteta i količine uzimaju vrednost 1, isporuka se smatra optimalnom, jer je proizvod parametara jednak 1. Ukoliko bilo koji od ovih parametara ima vrednost 0, isporuka se ne smatra optimalnom jer je proizvod 0. Ovaj *KPI* meri se po dobavljaču po isporuci na mesečnom nivou, a rezultat se koristi prilikom evaluacije dobavljača i dalje odluke o sprovođenju programa za unapređenje saradnje sa dobavljačem. **KPI 7. U_j (Učešće broja delova dobavljača u ukupnom broju delova)** meri koliko je učešće dobavljača po broju različitih tipova delova, u ukupnom broju delova koje poručuje preduzeće, i meri se na godišnjem nivou. Dobavljači mogu isporučivati jedan ili više različitih tipova delova. Na osnovu ovog *KPI* ističu se dobavljači sa najvećim udelom u isporučivanju različitih delova, što je značajno za preduzeće kako bi se utvrdila važnost pojedinog dobavljača.

Tabela 2: Postupak izračunavanja KPI 6. SOS_j

Rb.	Formula	Naziv promenljivih	Željena vr.
1	$Xi = \bigwedge_{i=1}^n (Vr_i \times Kv_i \times Kr_i) = \prod_{i=1}^n (Vr_i \times Kv_i \times Kr_i)$	Vr_i – Vreme isporuke i Kv_i – Kvalitet isporuke i Kr_i – Količina robe u isporuci i	1
2	$Xi = \begin{cases} 1, & \text{isporuka je optimalna} \\ 0, & \text{isporuka nije optimalna} \end{cases}$	$Vr_i = \begin{cases} 1, & \text{tačno vreme} \\ 0, & \text{netačno vreme} \end{cases}$	1
		$Kv_i = \begin{cases} 1, & \text{odgovarajući kvalitet} \\ 0, & \text{neodgovarajući kvalitet} \end{cases}$	1
		$Kr_i = \begin{cases} 1, & \text{tačna količina robe} \\ 0, & \text{netačna količina robe} \end{cases}$	1

3. PRIMENA KLJUČNIH INDIKATORA PERFORMANSI ZA UNAPREĐENJE UPRAVLJANJA NABAVKOM U PREDUZEĆU IZ OBLASTI AUTOMOBILSKE INDUSTRIJE

U ovom poglavlju prikazan je primer primene skupa definisanih *KPI* u upravljanju nabavkom, predstavljenih u prethodnom poglavlju, na primeru sektora za nabavku materijala za proizvodnju sistema brisača u preduzeću iz oblasti automobilske industrije koja posluje u Republici Srbiji. Za računanje *KPI* korišćeni su podaci za mesec avgust 2025.

godine. Kalkulacija svih *KPI* prikazana je u Tabeli 3, dok je diskusija rezultata napisana ispod tabele.

Tabela 3: Vrednosti skupa *KPI* za unapređenje upravljanja nabavkom u preduzeću iz oblasti automobilske industrije u Republici Srbiji

Rb.	Oznaka <i>KPI</i>	Kalkulacija <i>KPI</i>	Rezultat <i>KPI</i>
1.	<i>KPI 1. PZM_m</i> (<i>m</i> =1 (pločice))	$PZM_1 = \frac{5000}{10000} \times 100 = 0,5 \times 100 [\%]$	50 [%]
2.	<i>KPI 2. PVK_j</i> (<i>j</i> =1)	$PVK_1 = (\frac{7-7}{2} + \frac{8-7}{2})[dan]$	0.5 [dan]
3.	<i>KPI 3. SP_{mij}</i> (<i>m</i> =2 (cevi); <i>i</i> =1; <i>j</i> =2)	$SP_{212} = \frac{400}{2400} + \frac{0}{2400} = 0.1667 \times 100 [\%]$	16,67 [%]
4.	<i>KPI 4. PR_j</i> (<i>j</i> =2)	$PR_2 = \frac{4}{8} \times 100 = 0.5 \times 100 [\%]$	50 [%]
5.	<i>KPI 5. PVP</i>	$PVP = \sum_{i=1}^3 (\frac{VPI}{3}) = \frac{10.5 + 2 + 5.5}{3}[h]$	6 [h]
6.	<i>KPI 6. SOS_j</i> (<i>j</i> =1)	$SOS_1 = \frac{\sum_{i=1}^{24} Xi}{24} \times 100 = \frac{14}{24} \times 100 = 0.5833 \times 100 [\%]$	58,33 [%]
7.	<i>KPI 7. U_j</i> (<i>j</i> =1)	$U_1 = \frac{8}{136} \times 100 = 0.0588 \times 100 [\%]$	5.88 [%]

KPI 1. PZM_m: Propisani maksimalni nivo zaliha za određeni tip materijala u fabrici se menja na mesečnom nivou. Posmatrajući materijal pločice, maksimalni propisani nivo zaliha za 2025. godinu iznosi 10.000 [1], dok je trenutni nivo zaliha 5.000 [1]. Kada se ove vrednosti uvrste u formulu *KPI 1. PZM_m*, dobije se vrednost od 50 [%], što je ispod željene vrednosti. Predlozi za unapređenje *KPI 1. PZM_m* za materijal pločice su: preciznije planiranje nabavke, optimizacija količina i dinamike isporuka materijala, unapređena koordinacija sa dobavljačima u vidu komunikacije i planiranja isporuka, kao i digitalno praćenje zaliha u realnom vremenu. **KPI 2. PVK_j:** Materijale koje ulaze u sastav sistema brisača preduzeće naručuje od nekoliko dobavljača. Za računanje se posmatra dobavljač 1. Dogovoreno vreme isporuke od dobavljača 1 je pet dana i dodatna dva dana za proces eksternog carinjenja, što je ukupno sedam dana. Dobavljač je od početka meseca avgusta 2025. godine imao dve isporuke, pri čemu je jedna stigla na dogovoreno vreme od sedam dana, dok je druga stigla osmog dana. Kada se ove vrednosti uvrste u formulu *KPI 2. PVK_j* za dobavljača 1, prosečno vreme kašnjenja iznosi 0,5 dana, što je malo iznad željene vrednosti. Predlozi za unapređenje *KPI 2. PVK_j* za dobavljača 1 su: unapređenje planiranja transporta i carinskih procedura, bolja koordinacija i komunikacija sa dobavljačem, ugovaranje fleksibilnijih logističkih rešenja i korišćenje digitalnih alata za praćenje pošiljki u realnom vremenu. **KPI 3. SP_{mij}:** Kada se posmatra dobavljač 2, u mesecu avgustu 2025. godine, pristigle su dve isporuke cevi, od kojih je prva isporuka imala problem sa kvalitetom. Ukupna poručena količina cevi u prvoj isporuci bila je 800 [1], a u drugoj 1600 [1], odnosno ukupno 2400 [1]. Iz prve isporuke dobavljaču je vraćeno 400 [1] zbog utvrđenih oštećenja prilikom provere kvaliteta. Kada se vrednosti uvrste u formulu *KPI 3. SP_{mij}*, stopa povrata robe za dobavljača 2 je 16,67 [%], što je iznad željene vrednosti. Predlozi za unapređenje *KPI 3. SP_{mij}* su: uvođenje strožih kontrola kvaliteta kod dobavljača pre pakovanja materijala i isporuke, unapređenje komunikacije sa dobavljačem, definisanje jasnijih specifikacija proizvoda, sprovođenje redovnih poseta

dobavljaču, kao i uvođenje sistema motivacije i sankcija radi smanjenja broja neispravnih delova. **KPI 4. PR_i**: Preduzeće naručuje materijale za sisteme brisača od četiri dobavljača. Posmatrajući mesec avgust 2025. godine, preduzeće je uputilo ukupno osam reklamacija dobavljačima. Dobavljač 1 nije imao ni jednu uloženu reklamaciju, dobavljač 2 je imao četiri reklamacije, dobavljač 3 je imao tri reklamacije i dobavljač 4 je imao jednu uloženu reklamaciju. Može se zaključiti da je dobavljač 2 imao najviše reklamacija i za njega se računa **KPI 4. PR_j**. Na osnovu dobijenog rezultata može se zaključiti da je ovaj dobavljač najkritičniji, odnosno polovina isporuka (50 [%]) je pod reklamacijom, što je znatno iznad željene vrednosti. Predlozi za unapređenje **KPI 4. PR_j** za dobavljača 2 su: detaljnija analiza uzroka reklamacija, unapređenje kontrole kvaliteta kod dobavljača, uspostavljanje preventivnih i korektivnih mera kod dobavljača, jačanje komunikacije i saradnje sa dobavljačem, kao i razmatranje alternativnih dobavljača za nabavku istih materijala. **KPI 5. PVP**: Proces prijema robe u fabrici sastoji se od nekoliko potprocesa: carinskog postupka, istovara robe i knjiženja robe na stanje. Svaki od ovih procesa je neophodan da se izvrši kako bi se vršilo trebovanje materijala u proizvodnji. Međutim, ponekad ovi procesi iziskuju nekoliko sati, pa i dana, zbog brojnih problema u vezi sa nedostatkom dokumentacije, razlika u količini materijala u softveru i fizički prisutne količine u skladištu, nedostataka zaposlenih za proces prijema robe i drugo. Najčešće vreme trajanja prijema robe je nekoliko sati, pa se smatra pogodnim praćenje prosečnog vremena za isporuke od svih dobavljača na dnevnom nivou. U nastavku će biti prikazani rezultati prijema robe za tri dobavljača u istom danu, na osnovu kojih će se izvršiti prosečno vreme prijema na dnevnom nivou. Dobavljač 1 je isporučio 20 paleta. Dokumentacija nije bila kompletna, roba je istovarena i smeštena u carinski magacin, što je trajalo 2 [h], a dobavljač je zamoljen da dostavi potrebnu dokumentaciju naknadno, putem kurirske službe. Posledično, postupak carinjenja je trajao 8 [h], dok je knjiženje robe na stanje trajalo 30 [min]. Sledeća isporuka ovog dana bila je od dobavljača 2 iz Kragujevca. Budući da je u pitanju lokalni dobavljač, postupak carinjenja se ne primenjuje, a istovar i knjiženje robe na stanje traju po 1 [h], s obzirom na to da je u isporuci bilo ukupno tri palete. Poslednja isporuka ovog dana stigla je od dobavljača 3. Carinjenje je trajalo 2 [h], a istovar 3 [h], zbog smanjenog broja zaposlenih tokom noćne smene. Roba je zatim uknjižena na stanje za 30 [min]. Isporuke su označene brojevima 1, 2 i 3, respektivno. Kada se prethodno navedene vrednosti uvrste u formulu VZ_i i izraze u [h], dobije se vreme prijema robe za sve tri isporuke pojedinačno, gde je vreme prijema isporuke 1 trajalo 10,5 [h], vreme isporuke 2 je trajalo 2 [h], dok je za isporuku 3 bilo potrebno 5,5 [h], kao što je prikazano u Tabeli 4.

Tabela 4: Postupak izračunavanja vremena prijema isporuka VP_i za tri isporuke

Broj isporuke (i)	Kalkulacija	Rezultat
1	$VZ_1 = Vc_1 + Vi_1 + Vk_1 = 8 + 2 + 0.5 = 10.5$ [h]	10.5 [h]
2	$VZ_2 = Vc_2 + Vi_2 + Vk_2 = 0 + 1 + 1 = 2$ [h]	2 [h]
3	$VZ_3 = Vc_3 + Vi_3 + Vk_3 = 2 + 3 + 0.5 = 5.5$ [h]	5.5 [h]

Kada se vremena isporuka uvrste u formulu **KPI 5. PVP**, dobija se prosečno vreme prijema robe po danu, što je 6 [h]. Iako je ova vrednost u skladu sa željenom vrednosti, neki od

predloga za unapređenje *KPI 5. PVP* su: unapređenje procedura dokumentovanja, bolja koordinacija sa špediterima i carinskim službama, automatizacija procesa knjiženja primenom softvera (npr. softvera za planiranje resursa preduzeća (eng. *Enterprise Resource Planning-ERP*)), optimizacija rasporeda zaposlenih u smenama sa većim opterećenjem, odnosno brojem prijema robe, uvođenje digitalnih alata za ubrzanje procesa prijema i drugo. *KPI 6. SOS_j*: Stopa optimalnog snabdevanja meri se kao procenat isporuka koje su ispunile zadatu vrednost u pogledu vremena, kvaliteta i tačnosti isporuke. Svaka najmanja devijacija, odnosno odstupanje, predstavlja predmet pažnje, budući da je zadovoljstvo kupaca na prvom mestu. Stoga, svaka isporuka koja nije pristigla u pravo vreme, u pravoj količini i sa odgovarajućim kvalitetom ne smatra se optimalnom. U mesecu avgustu pristiglo je 24 isporuke ($X_1, \dots, X_{24}$) od dobavljača 1, od kojih je 14 bilo optimalno, odnosno za 14 isporuka parametri koji određuju da li je isporuka isporučena na vreme (Vr_i), odgovarajućeg kvaliteta (Kv_i) i u naručenoj količini (Kr_i) su bili optimalni, odnosno imali su vrednost 1. Ukoliko se broj optimalnih isporuka (14) uvrsti u formulu *KPI 6. SOS_j*, rezultat je 58,33 [%] optimalnih isporuka, što je ispod željene vrednosti. Neki od predloga za unapređenje *KPI 6. SOS_j* su: unapređenje planiranja i koordinacije isporuka, strožija kontrola kvaliteta i količina pre otpremanja od dobavljača, učestala komunikacija i preciznije ugovaranje sa dobavljačem o rokovima i zahtevima isporuka, kao i korišćenje digitalnih alata za praćenje i analizu performansi isporuka u realnom vremenu. *KPI 7. U_j*: Preduzeće poručuje 136 različitih tipova delova za proizvod sistem brisača od pet dobavljača. U Tabeli 3. predstavljena je računica na primeru dobavljača 1 od kojeg poručuje osam različitih tipova delova. Udeo različitih tipova delova za posmatranog dobavljača je 5,88 [%], što ne predstavlja veliki udeo u ukupnom broju delova i ispod je željene vrednosti. Identifikacija dobavljača koji isporučuje najveći broj različitih delova ima ključnu ulogu u očuvanju kontinuiteta proizvodnje, jer zastoje u proizvodnji u njegovoj fabrici ili u isporukama može izazvati prekid rada na više linija proizvodnje posmatranog preduzeća. Zbog toga je potrebno posebno pratiti performanse, rokove i kvalitet isporuka dobavljača, kao i razvijati alternativne izvore snabdevanja sa ciljem smanjenja rizika zastoja u proizvodnji posmatranog preduzeća. Predlozi za unapređenje *KPI 7. U_j* su: kontinuirano praćenje performansi dobavljača sa najvećim udelom različitih tipova delova, unapređenje uslova i rokova isporuke, pronalazak novih dobavljača od kojih je moguće poručiti isti tip delova, jačanje saradnje sa dobavljačima kroz zajedničko planiranje i upravljanje zalihama.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazan je skup od sedam *KPI* koji se koriste za unapređenje upravljanja nabavkom u preduzeću iz oblasti automobilske industrije. Primenom ovih *KPI* prikazani su rezultati poslovanja preduzeća iz ove oblasti u Republici Srbiji za avgust mesec 2025. godine. Merenjem i analizom rezultata skupa sedam *KPI* predstavljenih u ovom radu, prikazani su rezultati poslovanja i predložene su mere za unapređenje upravljanja nabavkom u posmatranom preduzeću. Definisani *KPI* predstavljaju osnov za prepoznavanje ključnih izazova u upravljanju nabavkom u preduzećima iz oblasti

automobilske industrije. Na osnovu toga, preduzeća mogu uočiti probleme na vreme i raditi na njihovom rešavanju pre nego što prerastu u ozbiljnije probleme. Pored brojnih prednosti primene *KPI* za unapređenje upravljanja nabavkom, njihova primena pozitivno utiče i na odnose sa dobavljačima. Kontinuirano praćenje performansi dobavljača podstiče transparentnost, ali i konkurenciju među njima, a sve u cilju unapređenja kvaliteta isporuka. Budući pravac istraživanja autora ovog rada jeste primena definisanog skupa *KPI* u drugim preduzećima iz automobilske industrije koje posluju u Republici Srbiji, i poređenje rezultata, sa ciljem predlaganja novih mera za unapređenje upravljanja nabavkom u preduzećima iz oblasti automobilske industrije.

LITERATURA

- [1] Atanasov, N. (2016). *Model za izbor adekvatnog skupa indikatora performansi u upravljanju proizvodnjom*, doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka.
- [2] Franceschini, F., Galetto, M., & Maisano, D. (2007). *Designing Performance Measurement Systems: Theory and Practice of Key Performance Indicators*. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01192-5>.
- [3] Kamruzzaman, A. S. M. (2015). *Measuring procurement performance of LGED and RHD based on key performance indicators (KPIs)*, doktorska disertacija. BRAC University.
- [4] Lindberg, C. F., Tan, S., Yan, J., & Starfelt, F. (2015). Key performance indicators improve industrial performance. *Energy Procedia*, 75, 1785-1790. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.474>.
- [5] Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs*. John Wiley & Sons.
- [6] Rajković, T., Makajić-Nikolić, D., Vujošević, M. & Lečić-Cvetković, D. (2019). Upravljanje proizvodnjom primenom adekvatnih indikatora performansi. *Zbornik radova međunarodnog XLVI simpozijuma o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS 2019, Fakultet organizacionih nauka*, 524-529.
- [7] Sabbagha, O., Ab Rahman, M. N., Ismail, W. R., & Hussain, W. M. H. W. (2016). Impact of quality management systems and after-sales key performance indicators on automotive industry: A literature review. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 224, 68-75. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.401>.
- [8] Velimirović, D., Velimirović, M., & Stanković, R. (2011). Role and importance of key performance indicators measurement. *Serbian Journal of Management*, 6(1), 63-72.

SPREDŠIT APLIKACIJA ZA UPRAVLJANJE MATERIJALNIM I NEMATERIJALNIM TOKOVIMA U KETERING PREDUZEĆU

SPREADSHEET-BASED APPLICATION FOR THE MANAGEMENT OF MATERIAL AND FINANCIAL FLOWS IN A CATERING COMPANY

Petar Nedeljković¹, Dr Slobodan Antić², Dr Lena Đorđević Milutinović³

^{1,2,3} Fakultet organizacionih nauka,

¹pera.nedeljkovic@gmail.com

²slobodan.antic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0449-0687

³lena.djordjevic.milutinovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-3758-0147

Apstrakt: *Moderno poslovanje u uslužnoj industriji, kao što je katering hrane, zahteva adekvatan informacioni sistem koji obezbeđuje efikasno odvijanje operacija. U ovom radu dat je prikaz katering industrije i specifičnih izazova u upravljanju zalihama, proizvodnjom i isporukom. U glavnom delu rada predstavljena je spreadšit aplikacija PrimoPlanning, razvijena sa ciljem da omogući organizovano i efikasno vođenje malog ili srednjeg katering preduzeća. Opisani su ključni moduli aplikacije: dobavljači, sastojci, sastavnice, proizvodi i kupci, kao i operativni procesi koje pokrivaju narudžbenice, radni nalozi i prodajni nalozi. Takođe je prikazana izlazna sekcija aplikacije koja pruža statističke izveštaje i analize poslovanja. Diskutovane su mogućnosti koje aplikacija nudi, njene prednosti i ograničenja.*

Ključne reči: *Spreadšitovi, Materijalni i nematerijalni tokovi, VBA, Softverska aplikacija.*

Abstract: *Modern business in the service industry, such as food catering, requires an adequate information system that ensures efficient business operations. This paper presents an overview of the catering industry and its specific challenges in managing inventory, production, and delivery. The main part of the paper introduces the spreadsheet application PrimoPlanning, developed to provide organized and efficient management for small or medium-sized catering companies. The key modules of the application are described, including suppliers, ingredients, bills of materials, products, and customers, as well as operational processes covered by purchase orders, work orders, and sales orders. The output section of the application, which provides statistical reports and business analyses, is also presented. The paper discusses the possibilities offered by the application, its advantages, and its limitations.*

Keywords: *Spreadsheet, Material and financial flows VBA, Software Application.*

1. UVOD

Ugostiteljska katering industrija poslednjih godina beleži snažan rast na globalnom nivou. Procenjuje se da je obim globalnog tržišta kateringa u 2023. godini iznosio oko 150 milijardi USD, a do 2030. mogao bi dostići 218 milijardi USD, prema MMR Report (2024). Rast nije ograničen samo na globalno tržište – u Srbiji trenutno posluje 1 srednje, 12 malih i 566 mikro katering preduzeća, koja ostvaruju dobit od oko 300 miliona RSD godišnje. Očekuje se da će promena životnog stila, veći raspoloživi prihodi i veća potražnja za raznovrsnom ishranom doprineti značajnom rastu ovog sektora i na domaćem tržištu (Rilak, 2022).

Kao i u drugim industrijama, preduzeća u katering suočavaju se sa specifičnim poslovnim izazovima i za uspešno poslovanje neophodno je efikasno upravljanje operacijama. Ključ je kontinuirana operativna kontrola procesa nabavke, pripreme i isporuke hrane i pića. Pravilne kontrole kvaliteta i troškova omogućavaju održavanje standarda usluge i analizu finansijskih aspekata poslovanja. Računarski podržano praćenje dostupnosti sirovina, statusa ugovora i automatsko generisanje operativnih i finansijskih izveštaja značajno pojednostavljuje upravljanje kompleksnim aspektima poslovanja (Loman Scanlon, 2012).

Međutim, profesionalna softverska rešenja za ove namene često su preskupa i nefleksibilna za mala preduzeća. Na primer, globalno popularni paketi *Total Party Planner* i *Caterease* naplaćuju preko 200 USD mesečno (plus doplata po korisniku) za korišćenje, dok lokalni domaći softveri (poput *Helia* za restorane i katering) zahtevaju višenedeljnu implementaciju od strane konsultanta i znatna finansijska ulaganja. Zbog ovako visokih troškova implementacije i održavanja, mnoga mala i mikro preduzeća – koja čine većinu katering sektora – ne mogu da priušte specijalizovane informacione sisteme (Matell, 2008).

Upravo zato se ukazala potreba za pristupačnijim rešenjem. U ovom radu razvijena je *spreadsheet* aplikacija *PrimoPlanning* sa ciljem da posluži kao most između početne faze poslovanja (sa umerenim obimom posla) i zrele faze kada bi složeniji softver postao potreban. Aplikacija *PrimoPlanning* pruža malim katering preduzećima jednostavan i efikasan informacioni sistem za vođenje poslovanja, bez potrebe za ulaganjem u skupe platforme. Razvijena je u poznatom okruženju *MS Excel* uz korišćenje makro programskog jezika *VBA* (eng. *Visual Basic for Applications*), (Kostić et al. 2023).

Oslanjajući se na Excel infrastrukturu, aplikacija omogućava sveobuhvatno praćenje ključnih aspekata poslovanja od nabavke i zaliha sirovina, preko proizvodnje i narudžbina, do prodaje i finansijskih pokazatelja. Time menadžmentu daje mogućnost da efikasno upravlja resursima, optimizuje operacije i donosi odluke na osnovu tačnih i blagovremenih podataka.

2. OPIS UPRAVLJAČKOG PROBLEMA

Operativno vođenje ketering preduzeća obuhvata tokove materijala (sirovine, proizvodi) i nematerijalne tokove (finansijski aspekti). Bez adekvatnog sistema, praćenje ovih tokova je otežano i sklono greškama. Ključni izazovi upravljanja proizvodnjom i isporukom u keteringu uključuju:

- Praćenje zaliha sirovina i rokova trajanja: Neophodno je imati uvid u količine sirovina i njihove rokove, kako bi se izbeglo kvarenje namirnica i obezbedilo blagovremeno dopunjavanje zaliha. Neadekvatno upravljanje zalihama dovodi do bacanja hrane ili kašnjenja u isporuci zbog nedostatka sastojaka.
- Usklađivanje proizvodnje sa isporukom: Proizvodnju gotovih jela treba planirati tako da budu sveža u momentu isporuke kupcima. To podrazumeva minimalno skladištenje gotovih obroka i precizno tajmiranje procesa kako bi proizvodi bili dostupni tačno kada su potrebni.
- Upravljanje dobavljačima: Potrebno je kontinuirano pratiti i upoređivati cene različitih dobavljača radi optimizacije troškova nabavke, uz istovremeno osiguranje pouzdanih isporuka. Kašnjenje dobavljača može poremetiti čitav proizvodni proces, pa su pravovremene narudžbine i koordinacija od suštinskog značaja.
- Praćenje kupaca i njihovih zahteva: Ketering firme moraju voditi evidenciju prethodnih porudžbina i specifičnih zahteva kupaca kako bi poboljšale korisničko iskustvo i izgradile lojalnost. Efikasna komunikacija i praćenje preferenci klijenata ključni su za dugoročan uspeh na konkurentnom tržištu.
- Kontrola troškova i finansijskih tokova: Pored materijalnih tokova, potrebno je pratiti i nematerijalni tok, koji predstavljaju novčane vrednosti sirovina i proizvoda u preduzeću. Sagledavanje svih relevantnih troškova od nabavke do prodaje stvara osnov za optimalno planiranje, smanjenje nepotrebnih rashoda i unapređenje profitabilnosti.

Pri poslovanju bez integrisanog sistema, ovi procesi se obavljaju manuelno ili uz pomoć nepovezanih *MS Excel* tabela, što uzrokuje niz problema. Primanje narudžbine od kupca evidentira se ručno (na papiru ili u jednostavnoj tabeli), što povećava rizik od greške i otežava kasniju analizu podataka. Nakon prijema porudžbine, zaposleni ručno proveravaju dostupnost gotovih proizvoda na zalihama. Ako nema dovoljno proizvoda, neophodno je proceniti potrebnu količinu sirovina „odokativno“, bez pomoći preciznih normativa (receptura). Takva procena često nije tačna, naručene količine sirovina mogu biti veće od realnih potreba (što povećava troškove i dovodi do viškova i kvarenja) ili manje (što izaziva zastoj u proizvodnji i kašnjenje isporuke kupcima).

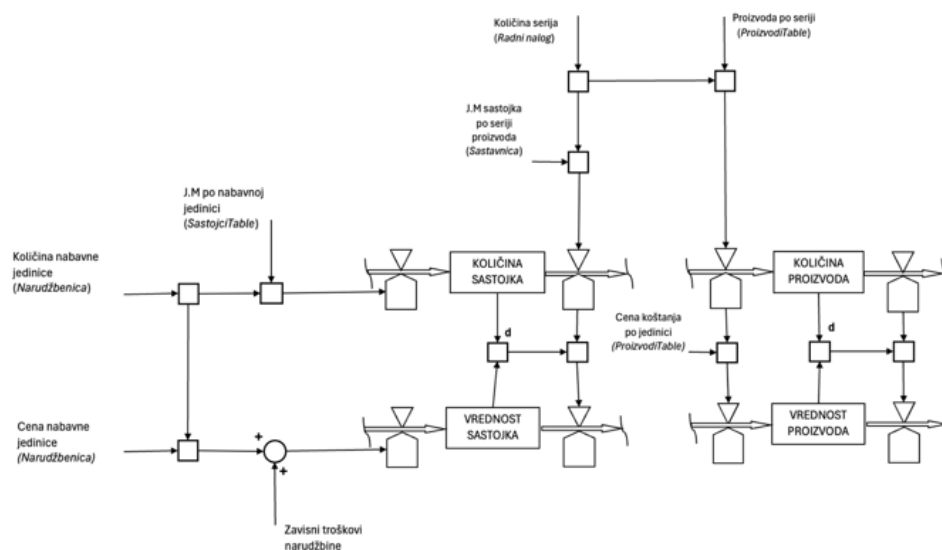
Nakon što sirovine stignu, beleže se njihovi ulazi u magacin, ali bez centralizovane baze ti podaci mogu biti nepouzdati, otežavajući praćenje stanja zaliha i planiranje naredne proizvodnje. Sam proces proizvodnje često nije u potpunosti usklađen sa ugovorenim vremenom isporuke, što može dovesti do toga da hrana nije dovoljno sveža ili nije gotova na vreme. Na kraju, organizacija dostave kupcima u takvim uslovima bez automatizacije

može biti haotična – koordinacija se oslanja na usmene dogovore i pojedinačne beleške, što povećava rizik od grešaka i kašnjenja u isporuci.

Iz navedenog je jasno da odsustvo savremenog informacionog sistema otežava poslovanje katering preduzeća. Istovremeno, kompleksna komercijalna rešenja nisu pristupačna manjim firmama. Stoga je cilj razvoja *PrimoPlanning* aplikacije bio da se prevaziđe ovaj jaz i da se obezbedi pristupačna alatka koja pokriva ključne operativne potrebe (nabavku, proizvodnju, prodaju) i uklanja uočene probleme, pre nego što obim poslovanja poraste do nivoa koji zahteva veliku softversku platformu.

3. DIJAGRAM TOKA I MODULI APLIKACIJE

Aplikacija *PrimoPlanning* je realizovana kao VBA aplikacija prilagođena poslovanju katering preduzeća. Upravljački model obuhvata tri segmenta: ulaznu sekciju (za unos i ažuriranje podataka o resursima), radnu sekciju (za operativno upravljanje nalogima) i izlaznu sekciju (za izveštavanje i analizu). Na Slici 1. navedenoj ispod, prikazan je pojednostavljeni dijagram toka modela aplikacije, koji grafički ilustruje kako se različiti tipovi podataka kreću od ulaznog dela, preko radne obrade, do izlaznih informacija i izveštaja (Kostić et al. 2024).



Slika 1: Dijagram toka aplikacije *PrimoPlanning*

Izvor: Rad autora

U aplikaciji *PrimoPlanning* mogu se identifikovati dva materijalna i dva nematerijalna toka (Slika 1.). Subjekt prvog materijalnog toka jesu sirovine („sastojci”) koji se koriste u proizvodnom procesu. To je akumulacija koja ima ulaznu i izlaznu akciju. Ulaznom

akcijom se povećava količina sirovina na stanju, a aktivira se kada se data narudžbenica u sistemu obeleži kao „primljena”. Često se akumulacija sirovine izražava u drugačijoj jedinici mere od one u kojoj se nabavlja, pa se zato količina nabavne jedinice iz narudžbenice množi sa koeficijentom koji predstavlja količinu odgovarajuće jedinice mere po jednoj nabavnoj jedinici. Izlazna akcija je smanjenje količine sirovine na zalihama i ona se aktivira kada dati radni nalog u sistemu dobije oznaku „na čekanju”. Tokom radnog naloga na čekanju, aplikacija beleži smanjenje sirovine, iako nije fizički potrošena, kako bi postojao realan uvid u dostupnost te sirovine. Izlaz iz ove akumulacije predstavlja količinu proizvedenih serija nekog proizvoda pomnoženu sa koeficijentom koji predstavlja količinu sirovine potrebne za proizvodnju jedne serije tog proizvoda. Subjekat drugog materijalnog toka su proizvodi. Ulazna akcija ove akumulacije je kompletiran radni nalog. Akumulacija se izražava kao broj proizvoda na zalihama, dok radni nalog definiše broj proizvedenih serija proizvoda. Stoga je ulaz u akumulaciju rezultat množenja broja serija proizvoda navedenih u radnom nalogu i količine tog proizvoda po jednoj seriji. Izlaznom akcijom se smanjuje količina proizvoda na zalihama i ona se aktivira kada dati prodajni nalog u sistemu dobije oznaku „u pripremi”. Izlazna količina jednaka je količini definisanoj u prodajnom nalogu.

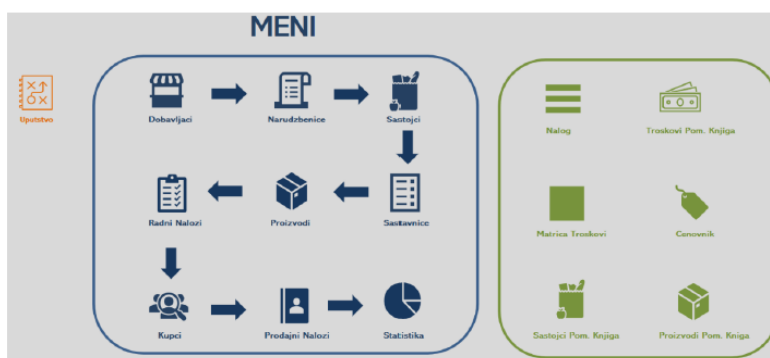
Pored ova dva materijalna toka, aplikacija prati dva nematerijalna toka. Subjekat prvog nematerijalnog toka jeste novčana vrednost sirovine u preduzeću. Kao i kod materijalnog toka, ulazna akcija ovog toka jeste primanje narudžbenice. Akumulacija, koja predstavlja novčanu vrednost nekog sastojka koje preduzeće trenutno ima na stanju, povećava se za proizvod količine nabavne jedinice koja je isporučena i cene te nabavne jedinice u narudžbenici. U ulaznu vrednost sastojka takođe se uračunavaju i zavisni troškovi nabavke tog sastojka. Kada se vrednost sastojka podeli sa količinom tog sastojka na stanju, dobija se prosečna cena jedne jedinice mere tog sastojka. Izlazna akcija akumulacije jeste kreiranje radnog naloga. Akumulacija se smanjuje za proizvod izlazne količine sastojka i prosečne cene tog sastojka. Subjekat drugog nematerijalnog toka jeste novčana vrednost gotovih proizvoda u preduzeću. Ulazna akcija akumulacije vrednosti proizvoda je kompletiran radni nalog. Akumulacija se povećava za proizvod cene koštanja jedinice proizvoda, u kojoj su uračunati i materijalni i indirektni troškovi proizvodnje, i proizvedene količine proizvoda radnim nalogom. Kada se vrednost proizvoda podeli sa količinom tog proizvoda na stanju, dobija se prosečna cena koštanja tog proizvoda. Izlazna akcija akumulacija je kreiranje prodajnog naloga. Akumulacija se smanjuje za proizvod izlazne količine proizvoda definisane u prodajnom nalogu i prosečne cene koštanja tog proizvoda

Aplikacija je organizovana kroz više modula (Slika 2.), koji odgovaraju glavnim poslovnim funkcijama katering preduzeća. Ulazni moduli aplikacije su:

- **Dobavljači:** baza podataka o svim dobavljačima sa kojima preduzeće posluje. Omogućava unos novih dobavljača (putem jednostavne forme) i čuvanje njihovih podataka (naziv, kontakt, grad, itd.). Svakom dobavljaču se automatski dodeljuje

jedinstveni *ID* (šifra), čime se olakšava referenciranje i smanjuje mogućnost dupliranja.

- **Sastojci:** registar sirovina (namirnica) potrebnih za proizvodnju. Sadrži podatke o svakom sastojku (jedinica mere, cena, dobavljač i dr.). Aplikacija omogućava dodavanje novih sastojaka i ažuriranje postojećih, na primer, promenu nabavne cene, pri čemu se sve povezane kalkulacije automatski osvežavaju. Za svaki sastojak aplikacija kreira i materijalnu karticu u kojoj se beleži svaki ulaz i izlaz sastojka kroz vreme.
- **Sastavnice:** modul za recepture proizvoda (*eng. Bill of Materials*). U sastavnicama se definiše koji sastojci i u kojim količinama ulaze u određeni proizvod. Aplikacija kroz ovaj modul omogućava izračunavanje cene koštanja gotovog proizvoda na osnovu sastojaka, normativa i indirektnog troška izračunatog uz pomoć knjigovodstva troškova i učinaka.
- **Proizvodi:** evidencija gotovih proizvoda koje preduzeće nudi. Za svaki proizvod čuvaju se osnovni podaci (šifra, naziv, kategorija, prodajna cena, marža itd.). Ovi podaci se koriste prilikom kreiranja radnih i prodajnih naloga. Za svaki proizvod aplikacija kreira i materijalnu karticu u kojoj se beleži svaki ulaz i izlaz gotovog proizvoda kroz vreme.
- **Kupci:** baza kupaca katering kompanije. Unos novog kupca je omogućen kroz formu, a podaci se čuvaju radi bržeg kreiranja ponovljenih narudžbina i personalizacije usluge.



Slika 2: Početni meni aplikacije *PrimoPlanning*

Izvor: Rad autora

Navedeni ulazni moduli čine integrisanu bazu podataka preduzeća, od dobavljača i resursa do proizvoda i klijenata. Na osnovu tih podataka, radna sekcija aplikacije pokriva operativne procese:

- **Narudžbenice:** modul za upravljanje nabavkama sirovina. Korisnik kroz ovaj deo aplikacije kreira narudžbenicu ka odabranom dobavljaču i dodaje stavke (odabrane sastojke i količine). Nakon finalizacije, narudžbenica se može poslati dobavljaču (putem generisanog email izveštaja ili štampe). Aplikacija čuva sve kreirane

narudžbenice, omogućava naknadno ažuriranje ili brisanje stavki, kao i vizuelni pregled statusa isporuke. Prilikom prijema narudžbenice korisnik u formular upisuje zavisne troškove narudžbenice (troškovi isporuke i sl.) i aplikacija automatski povećava količinu odgovarajućih sirovina na stanju i ažurira prosečnu nabavnu cenu tih sirovina na osnovu njihove cene i zavisnih troškova narudžbenice, kao i cenu koštanja proizvoda koji sadrže ove sirovine.

- **Radni nalozi:** modul za proizvodnju, odnosno radne naloge kojima se inicira priprema određenih proizvoda. Kada stigne nova porudžbina kupca, korisnik generiše radni nalog i bira koje proizvode i u kojim količinama treba proizvesti. Aplikacija na osnovu definisanih sastavnica automatski izračunava potrebne sirovine i proverava njihovu dostupnost na zalihama. Radni nalog se može ažurirati (dodavanje/brisanje stavki) i prikazati za praćenje realizacije. Na ovaj način, ceo proizvodni proces je dokumentovan i sledljiv, što olakšava koordinaciju kuhinje i nabavke. Kreiranje radnog naloga smanjuje količinu sirovina na stanju, dok kompletiranje istog povećava količinu gotovih proizvoda na stanju.
- **Prodajni nalozi:** modul za prodaju i isporuku finalnih proizvoda kupcima. Prodajni nalog se otvara kada se zabeleži nova narudžbina od kupca ili nakon što je radni nalog izvršen. U prodajni nalog unose se stavke (proizvodi za isporuku i količine), a aplikacija automatski povlači podatke o kupcu iz baze i može izračunati marginalnu dobit po nalogu (na osnovu cene koštanja i prodajne cene). Omogućeno je dodavanje ili izmena stavki, pregled svih prodajnih naloga, slanje naloga u finansijsko odeljenje (npr. za fakturisanje) i brisanje naloga po potrebi. Ovaj modul osigurava da se svaka porudžbina isprati od prijema do isporuke, sa evidencijom svih bitnih informacija. Kreiranjem radnog naloga se smanjuje količina gotovih proizvoda na stanju.

Na kraju, izlazna sekcija aplikacije obuhvata modul *Statistika*, tačnije, deo namenjen analizi poslovanja i izveštavanju. Korisniku su ovde dostupni različiti pregledni izveštaji: npr. analiza starosne strukture zaliha (koliko dugo sirovine i proizvodi stoje na lageru), generisanje periodičnih izveštaja o prodaji (prihodi po kupcima, proizvodima, periodu), kao i pregled poslovanja za odabrani period (ukupan obim proizvodnje i prodaje, troškovi, ostvarena dobit itd.). Ovi izveštaji daju menadžmentu uvid u ključne pokazatelje performansi, pomažući pri identifikaciji trendova i donošenju odluka na osnovu podataka. Pored glavnih modula, aplikacija sadrži i nekoliko pomoćnih funkcionalnosti. U glavnom meniju prikazane su sve navedene celine sistema kroz odgovarajuće ikonice, kao i dodatne opcije kao što su pomoćne tabele za troškove, cenovnik proizvoda i dr. Na taj način obezbeđena je intuitivna navigacija – korisnik jednim klikom prelazi u željeni modul. Celokupno korisničko okruženje dizajnirano je za osobe bez naprednih IT veština, uz formularski unos podataka (umesto ručnog popunjavanja tabela) i automatizovane radnje (poput automatske dodele ID brojeva, kalkulacija i provera stanja) koje smanjuju mogućnost greške i štede vreme.

4. ZAKLJUČAK

Aplikacija *PrimoPlanning* demonstrira kako prilagođena spredšit aplikacija može ispuniti potrebe malih katering preduzeća za informacionim sistemom. Uvođenjem ovakvog rešenja, firma dobija centralizovanu kontrolu nad svojim operacijama – od nabavke i zaliha do proizvodnje i prodaje. To rezultira brojnim prednostima: manje grešaka u porudžbinama, pravovremena isporuka bez kašnjenja, smanjen otpad hrane kroz bolje planiranje zaliha, lakše praćenje troškova i bolji uvid u poslovne rezultate. Aplikacija omogućava da i preduzeća bez velikog budžeta za IT dobiju strukturiran sistem za organizaciju poslovanja. Pošto je razvijena u Excel okruženju, jednostavna je za korišćenje i ne zahteva posebnu obuku korisnika, što je čini pristupačnim rešenjem naspram skupih i kompleksnih softvera. Iako je prvobitno namenjena katering, funkcionalnost aplikacije je primenljiva i u drugim branšama koje imaju slične procese planiranja proizvodnje i nabavke. Svako preduzeće kome je potrebno lako praćenje poručivanja sirovina, stanja zaliha, formiranja receptura za konačne proizvode, realizacije radnih naloga, prodajnih narudžbina, te baza podataka kupaca i dobavljača, može imati koristi od ovakvog sistema. Naravno, *PrimoPlanning* nije sveobuhvatan *ERP sistem* i ne pretenduje da u potpunosti zameni robusna poslovna rešenja. Njegovo ograničenje je pre svega u nedostatku naprednih finansijskih i knjigovodstvenih modula i trenutno se fokusira na operativno planiranje i praćenje. Ove nedostatke moguće je otkloniti daljim razvojem, dodavanjem novih funkcionalnosti koje bi integrisale finansijske procese sa postojećim operativnim modulima. Time bi aplikacija u budućnosti mogla postati još efikasniji i potpuniji poslovni alat za mala preduzeća. Razvoj aplikacije *PrimoPlanning* predstavlja korak napred ka unapređenju efikasnosti i produktivnosti katering preduzeća. Ona dokazuje da se uz minimalna ulaganja, korišćenjem postojećih tehnologija poput *MS Excel-a*, može izgraditi informacioni sistem koji značajno poboljšava organizaciju poslovanja i konkurentnost preduzeća na tržištu. Ovo rešenje popunjava prazninu između ručnog vođenja evidencije i skupih profesionalnih softvera, pružajući malim i mikro firmama mogućnost da na analitičan i organizovan način upravljaju svojim ključnim procesima i tako budu spremne za rast i veće poslovne poduhvate.

LITERATURA

- [1] Kostić K., Đorđević Milutinović L. & Antić S. (2023), *Informacioni sistemi preduzeća u EXCEL-u*, FON, Beograd, 2023, ISBN 978-86-7680-430-6.
- [2] Kostić K., Antić S. & Đorđević L. (2024). *Izrada i korišćenje poslovnih modela*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2024. god., ISBN 978-86-7680-463-4.
- [3] Loman Scanlon, N. (2012). *Catering Management* (4th ed.). Wiley.
- [4] Matell, B. (2008). *Catering: A Guide to Managing a Successful Business Operation*. John Wiley & Sons Inc.
- [5] MMR Report (2024). *Global Catering Services Market – Market Research data*. (Podaci preuzeti iz MMR izveštaja o globalnom tržištu kateringa za 2024. godinu.)
- [6] Rilak, M. (2022). Sektor kateringa ponovo ostvaruje dobit, ali firme muči inflacija. Biznis.rs–Agrobiznis, <https://biznis.rs/biznis/agrobiznis/sektor-katering-ponovo-ostvaruje-dobit-ali-firme-muci-inflacija/>

UTICAJ MOTIVACIONIH FAKTORA NA RAZVOJ PREDUZETNIČKIH NAMERA U REPUBLICI SRBIJI

MOTIVATIONAL FACTORS IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF ENTREPRENEURIAL INTENTIONS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Tamara Kostić¹, Zoran Rakićević², Ognjen Anđelić³, Nemanja
Milenković⁴

^{1,2,3,4} Fakultet organizacionih nauka,

¹tk20233436@student.fon.bg.ac.rs

²zoran.rakicevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-8114-7762

³ognjen.andjelic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-6390-6545

⁴nemanja.milenkovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-5996-3141

Apstrakt: U zemljama koje su prošle kroz tranziciju planske u tržišnu ekonomiju i gde se češće bira rad u postojećim preduzećima nego samozapošljavanje, razumevanje motivacije preduzetnika predstavlja važan preduslov za objašnjenje preduzetničkog ponašanja. Cilj ovog rada je ispitivanje motivacionih faktora i njihove povezanosti sa preduzetničkim namerama u Republici Srbiji. Analizirana je veza između preduzetničkih namera i različitih motivacionih faktora, kao i njihova prediktivna moć. Rezultati korelacione analize pokazuju da je pet od šest motivacionih faktora statistički značajno i umereno jako korelisano sa preduzetničkim namerama. Rezultati stepwise regresione analize ukazuju da su tri od šest faktora statistički značajni prediktori preduzetničkih namera. Dobijeni nalazi delimično potvrđuju teorijsku osnovu istraživanja i naglašavaju značaj razvoja motivacionih faktora za unapređenje preduzetništva.

Ključne reči: Preduzetničke namere, motivacioni faktori, korelaciona i regresiona analiza

Abstract: In countries that went thorough the transition from planned to market-driven economy and where employment in existing enterprises is more common than self-employment, understanding of entrepreneurial motivation is essential for explaining entrepreneurial behavior. This paper examines motivational factors and their relationship with entrepreneurial intentions in the Republic of Serbia, as well as their predictive power. Correlation analysis shows that five of six motivational factors are statistically significant and moderately correlated with entrepreneurial intentions, while the stepwise regression analysis identifies three significant predictors. These findings partially confirm the theoretical basis of the study and emphasize the importance of strengthening motivational factors to foster entrepreneurship.

Keywords: Entrepreneurial intentions, motivational factors, correlation and regression analysis

1. UVOD

Preduzetništvo obuhvata niz aktivnosti od pronalaženja prilike i razvoja ideje, preko prikupljanja resursa, do organizacije i traženja kupaca (Shane et al., 2003). Razvoj preduzetništva ima ključnu ulogu u ekonomskom rastu, posebno kroz mala i srednja preduzeća (MSP). U razvijenim zemljama, MSP čine 95% svih firmi i zapošljavaju 60% radne snage, a u EU učestvuju sa 99,8% i obezbeđuju 67,1% zaposlenosti (Stefanović et al., 2010). U postkomunističkim zemljama ipak se češće bira zaposlenje u postojećim preduzećima nego samozapošljavanje kroz osnivanje novih preduzetničkih poduhvata. Razumevanje motivacije preduzetnika i njene interakcije sa prilikama i sposobnostima od suštinske je važnosti za razumevanje ponašanja koje vodi ekonomskom rastu (Shane et al., 2003). Glavni motivi u zemljama u razvoju su uspeh, autonomija, lično zadovoljstvo i sigurnost, dok je povećanje prihoda najčešći podsticaj za pokretanje poduhvata (Rakićević & Anđelić, 2025), pa dugoročni razvoj preduzetništva zahteva održive motive uz institucionalnu podršku (Stefanović et al., 2010).

Cilj rada je ispitivanje motivacionih faktora i njihove povezanosti sa preduzetničkim namerama u Republici Srbiji. Istraživanje je sprovedeno na uzorku od 81 ispitanika, analizirajući različite motivacione faktore i njihov uticaj na preduzetničke namere. Rad obuhvata pregled literature, metodološki okvir i definisanje hipoteza, zatim rezultate dobijene metodama statističkog zaključivanja, tj. inferencijalne statistike, a na posletku se iznose zaključci, ograničenja, ali i pravci budućih istraživanja.

2. PREGLED LITERATURE

Literatura nudi različite pristupe tumačenju motiva koji se odnose na preduzetništvo. Dok jedan pristup naglašava lične osobine (potrebe za postignućem, toleranciju na neizvesnost, sklonost riziku, inovativnost itd.) druga ističe situacione faktore, kroz takozvani *Push-pull* model (Rakićević & Anđelić, 2025). *Push* faktori, poput nezaposlenosti ili nezadovoljstva poslom, guraju pojedinca u preduzetništvo, dok *pull* faktori (nezavisnost, veći prihod, promena životnog stila, korišćenje znanja) „uvlače“ pojedinca u preduzetništvo. *Benzing* i *Chu* (2009) identifikuju četiri osnovne grupe motiva: spoljašnje nagrade, nezavisnost, unutrašnje nagrade i porodičnu sigurnost, pri čemu *pull* motivi često preovlađuju. *Wang* i saradnici (2010) analizirali su faktore koji utiču na samozapošljavanje kroz model od 17 odnosa između osam glavnih determinanti: preduzetničke samopouzdanosti, sklonosti riziku, pravne i institucionalne podrške, društvenih mreža, normi, podrške vlade, porodične pozadine i motivacije za samozapošljavanje. Rezultati pokazuju da samopouzdanje i spremnost na rizik snažno oblikuju motivaciju, dok institucionalna i mrežna podrška pozitivno utiču na aktivnosti, a porodična pozadina doprinosi kulturi preduzetništva. Autori naglašavaju složenost interakcija ovih faktora i potrebu za integrisanim istraživačkim pristupom. U skladu s tim, *Schjoedt* i *Shaver* (2007) ukazuju da održavanje motivacije zavisi od psihološke otpornosti u suočavanju s neizvesnošću, dok *Uy* i saradnici (2013) naglašavaju ulogu pozitivnih

emocija u istrajnosti i prevazilaženju prepreka. *Carsrud i Brännback* (2011) dodatno ističu da motivacija proističe iz kombinacije finansijskih, psiholoških, socijalnih i kulturnih dimenzija. Sveukupno, motivacija u preduzetništvu predstavlja dinamičan i kompleksan proces oblikovan individualnim, institucionalnim i društvenim faktorima.

Posebno se izdvajaju **finansijski motivi**, koji podrazumevaju težnju ka većim prihodima, ekonomskoj nezavisnosti i sigurnosti (Hoogendoorn et al., 2024). *McClelland* (1961) naglašava potrebu za postignućem kao osnovnu pokretačku snagu, dok *Hisrich i Peters* (1986) ukazuju da uspeh preduzetnika zavisi od sposobnosti upravljanja resursima i poslovnim aktivnostima, što uključuje i finansijske ishode (Eniola, 2021). *Gartner* (1985) dodaje da različite dimenzije preduzetništva, uključujući kreativnost i inovativnost, mogu biti podstaknute finansijskim ciljevima. Pored finansija, **profesionalni razvoj i učenje** predstavljaju značajan izvor motivacije (Sun et al., 2023). *Bandura* (1977) ističe značaj poverenja u sopstvene sposobnosti, dok *Gibb* (1993) naglašava ulogu obrazovanja i kontinuiranog razvoja u izgradnji preduzetničkih veština. Samostalnost i kontrola nad sopstvenim radom takođe su snažni motivi. *Rotter* (1966) definiše interni lokus kontrole kao verovanje da pojedinac oblikuje sopstvenu sudbinu, a *Hisrich i Brush* (1984) pokazuju da težnja ka autonomiji podstiče efikasnije upravljanje resursima. **Samostalnost i mogućnost kontrole** sopstvenog rada takođe se izdvajaju kao jedan od veoma važnih motivacionih faktora za preduzetnike. Pokretanjem sopstvenog biznisa, pojedinci dobijaju priliku da samostalno donose odluke i oblikuju tok poslovanja (Al-Mamary & Alshallaqi, 2022). *Rotter* (1966) definiše interni lokus kontrole kao verovanje da pojedinac može da utiče na sopstvenu sudbinu, što se direktno dovodi u vezu sa motivacijom za samostalno vođenje biznisa (Asante & Affum-Osei, 2019). Pored toga, *Hisrich i Brush* (1984) ističu da preduzetnici koji traže autonomiju i kontrolu često bolje upravljaju resursima i preuzimaju odgovornost za poslovni (ne)uspeh. Kao još jedan od vrlo važnih faktora koji oblikuju motivaciju za preduzetništvom treba napomenuti društveno okruženje i uticaj drugih, to jest **socijalne faktore** (Brändle & Kuckertz, 2023; Burlea-Schiopoiu & Popovici, 2024). Porodica, prijatelji i mentori mogu pružiti podršku, ohrabriti i dati savet koji može olakšati pokretanje biznisa. *Shapero i Sokol* (1982) ističu da socijalni faktori oblikuju percepciju preduzetništva i utiču na odluku pojedinca da se uključi u poslovne aktivnosti. *Aldrich i Cliff* (2003) dodaju da porodica, kao i društvene mreže imaju trajni uticaj na preduzetničke odluke, pogotovu u ranoj fazi poslovanja. Sociodemografski faktori (pol, starost, obrazovanje, prihodi) takođe oblikuju motivaciju (Amidžić, 2019). **Lična motivacija** uključuje unutrašnje pokretače poput želje za postignućem, samorealizacijom i ličnim uspehom. *McClelland i Winter* (1969) navode da potreba za postignućem motiviše preduzetnike da prevaziđu prepreke i teže uspehu. S druge strane, **strah od neuspeha** može imati dvojaki efekat. Sa jedne strane, on može motivisati pojedinca da se bolje pripremi, ali isto tako ga može i obeshrabriti odvratiti od preduzetništva (Amidžić, 2019; Morris et al., 2024). *Brockhaus* (1980) u svom istraživanju pokazuje da sposobnost balansiranja rizika i ličnih aspiracija zapravo određuje uspešnost preduzetničkih poduhvata.

Upravo prethodno pomenuti faktori: finansijski, faktori profesionalnog razvoja, samostalnost i kontrola, socijalni, faktori lične motivacije i dostignuća, i strah od neuspeha i prepreke, predstavljaju motivacione faktore koji će biti ispitivani u nastavku. U radu se dalje ispituje povezanost preduzetničkih namera i različitih motivacionih faktora kao i prediktivna moć tih faktora u odnosu na preduzetničke namere.

3. METODOLOGIJA

Na osnovu prethodno prikazanog teorijskog okvira, formulisana su sledeća istraživačka pitanja o odnosu motivacionih faktora i preduzetničkih namera pojedinca:

- Da li postoji povezanost između različitih motivacionih faktora i preduzetničkih namera pojedinca?
- Da li različiti motivacioni faktori mogu biti korišćeni kao prediktori preduzetničkih namera pojedinca?

U skladu sa tim, u nastavku su formulisane sledeće opšte hipoteze:

- H1: *Postoji statistički značajna povezanost između svih motivacionih faktora i preduzetničkih namera* - Ova hipoteza dalje se može raščlaniti na 6 hipoteza u odnosu na svaki od 6 motivacionih faktora;
- H2: *Motivacioni faktori su statistički značajni prediktori preduzetničkih namera.*

Kako bi definisane hipoteze bile testirane, sprovedeno je istraživanje putem *online* upitnika na uzorku od 81 ispitanika u periodu od avgusta do septembra 2025. godine. Polazna pretpostavka bila je da motivacioni faktori predstavljaju važan element u razumevanju i objašnjenju razvoja preduzetničkih namera. U te svrhe, korišćena je korelaciona analiza, a nakon toga višestruka linearna regresiona analiza. U Tabeli 1 date su apsolutne frekvencije i procenti po grupama posmatranih kategorijskih obeležja.

Tabela 1: Frekvencija odgovora

Kategorija	Odgovor	n	%
Pol	Muški	42	51,9
	Ženski	38	46,9
	Ne želim da se izjasnim	1	1,2
Obrazovanje	Srednja škola	37	45,7
	Viša škola/Fakultet	32	39,5
	Master/Specijalističke/Doktorske studije	11	14,8
Zaposlenje	Nezaposlen/a	1	1,2
	Zaposlen/a	28	34,6
	Samozaposlen/a	52	64,2
Preduzetnici u porodici	Da, ranije	22	27,2
	Da, trenutno	27	33,3
	Ne	28	34,6
	Ne znam	4	4,9

Izvor: Sopstveno istraživanje autora

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Kako bi se ispitala hipoteza H1, tj. postojanje veze između različitih motivacionih faktora i preduzetničkih namera, korišćen je test korelacije, s obzirom na to da su izmerena obeležja (motivacioni faktori i preduzetničke namere) neprekidna. Prethodnom primenom *Kolmogorov-Smirnov* testa, utvrđeno je da raspodela različitih motivacionih faktora kao i preduzetničkih namera ne podleže normalnoj raspodeli, pa je korišćena neparametarska *Spearman Rho* korelacija. U Tabeli 2 prikazana je korelaciona matrica između preduzetničkih namera i svih motivacionih faktora. Korelaciona analiza ukazuje na to da je 5 od 6 ispitivanih motivacionih faktora pozitivno i statistički značajno povezano sa preduzetničkim namerama. U odnosu na Ličnu motivaciju i dostignuća, Finansijske faktore, Profesionalni razvoj i Samostalnost i kontrolu, moguće je videti da postoji visoko statistički značajna korelacija ($p < 0,01$) sa preduzetničkim namerama. Kada je u pitanju faktor Strah od neuspeha i prepreke, postoji statistički značajna korelacija ($0,01 < p < 0,05$), dok statistički značajna korelacija između Socijalnih faktora i preduzetničkih namera ($p > 0,05$) ne postoji. Na osnovu ovih rezultata, može se tvrditi da je hipoteza H1 tačna za 5 od 6 motivacionih faktora.

Tabela 2: Rezultati korelacione analize motivacionih faktora i preduzetničkih namera

Faktor	Koeficijent korelacije (<i>Spearman Rho</i>)	p vrednost
Finansijski faktori	0,497	< 0,001
Profesionalni razvoj	0,455	< 0,001
Samostalnost i kontrola	0,445	< 0,001
Socijalni faktori	0,191	< 0,088
Lična motivacija i dostignuća	0,531	< 0,001
Strah od neuspeha i prepreke	0,254	< 0,022

Izvor: Sopstveno istraživanje autora

Kada je u pitanju hipoteza H2, na osnovu rezultata korelacione analize može se tvrditi da određeni motivacioni faktori mogu biti statistički značajni prediktori preduzetničkih namera pojedinca, pogotovo Lična motivacija i dostignuća i Finansijski faktori, koji imaju najviši stepen korelacije sa preduzetničkim namerama. Kako postoji teorijska osnova za značajnost svih motivacionih faktora, višestruka linearna regresija je u prvom koraku sprovedena korišćenjem svih prediktora, tj. svih 6 motivacionih faktora. Na osnovu prikazanih rezultata regresione analize može se zaključiti da model pokazuje povezanost između motivacionih faktora i preduzetničkih namera ($R=0,660$). Koeficijent determinacije ($R^2=0,436$) ukazuje da 43,6% varijabiliteta preduzetničkih namera može biti objašnjeno ovim skupom prediktora, dok podešeni koeficijent determinacije (adj $R^2=0,39$) potvrđuje da model zadržava gotovo istu količinu objašnjenog varijabiliteta i nakon korekcije. Rezultati sugerišu da motivacioni faktori imaju značajnu prediktivnu moć kada je reč o formiranju preduzetničkih namera. Tabela 3 prikazuje statističku

značajnost pojedinačnih prediktora (motivacionih faktora) u okviru ovog regresionog modela.

Tabela 3: Rezultati regresione analize

Prediktori	Nestandardizovani koeficijenti		Standardizovani koeficijenti	t	p vrednost
	B	Std. Error	Beta		
Konstanta	-0,627	0,647	/	-0,969	0,336
Finansijski faktori	0,38	0,156	0,252	2,431	0,017
Profesionalni razvoj	0,298	0,134	0,269	2,229	0,029
Samostalnost i kontrola	0,047	0,156	0,034	0,298	0,767
Socijalni faktori	0,04	0,098	0,04	0,406	0,686
Lična motivacija i dostignuća	0,169	0,137	0,154	1,228	0,223
Strah od neuspeha i prepreke	0,249	0,125	0,188	1,988	0,05

Izvor: Sopstveno istraživanje autora

Na osnovu prikazanih rezultata višestruke regresione analize može se uočiti da nisu svi motivacioni faktori podjednako značajni prediktori preduzetničkih namera. Konstanta nije statistički značajna ($p=0,336$), što je očekivano jer sama po sebi nema interpretativnu vrednost. Od pojedinačnih prediktora, Finansijski faktori ($B=0,38$; $\beta=0,252$) pokazali su se kao statistički značajan prediktor, pri čemu pozitivan koeficijent ukazuje da rast finansijske motivacije povećava preduzetničke namere. Profesionalni razvoj ($B=0,298$; $\beta=0,269$; $p=0,029$) takođe je značajan prediktor, sa umerenim efektom, što znači da veća motivacija za profesionalnim usavršavanjem pozitivno utiče na razvoj preduzetničkih namera. Strah od neuspeha i prepreke ($B=0,249$; $\beta=0,188$; $p=0,050$) nalazi se na granici statističke značajnosti, što može značiti da ima određeni uticaj, ali slabiji i manje pouzdan u odnosu na finansijske i profesionalne faktore. Samostalnost i kontrola ($B=0,047$; $p=0,767$) i Socijalni faktori ($B=0,04$; $p=0,686$) nisu statistički značajni, što sugerise da u ovom modelu nemaju značajnu prediktivnu moć. Lična motivacija i dostignuća ($B=0,169$; $p=0,223$) takođe se nisu pokazali kao značajan prediktor, iako su korelacione analize ranije pokazale jaku povezanost, što može ukazivati na preklapanje sa drugim faktorima, tj. multikolinearnost. U celini, rezultati pokazuju da su Finansijski faktori i faktor Profesionalnog razvoja najsnažniji statistički značajni prediktori preduzetničkih namera, dok se faktor Strah od neuspeha i prepreke nalazi na samoj granici statističke značajnosti. Rezultati početnog modela pokazali su da nisu svi motivacioni faktori značajni prediktori preduzetničkih namera. Kako bi oni faktori koji nisu statistički značajni bili eliminisani, u narednom koraku analize primenjena je *stepwise* linearna regresija – *backward elimination* metod, jer jedina omogućava da u prvoj iteraciji budu uključeni svi prediktori. Dobijeni model nakon 4 iteracije zadržao je tri prediktora: Finansijske faktore, Profesionalni razvoj i Strah od neuspeha i prepreke, iste one koje je *enter* metod linearne regresije identifikovao kao statistički značajne. Profesionalni razvoj ($B=0,419$; $\beta=0,378$; $p<0,001$) i Finansijski faktori ($B=0,426$; $\beta=0,283$; $p=0,005$) su najsnažniji statistički značajni prediktori preduzetničkih namera, dok Strah od neuspeha i prepreke ($B=0,292$;

$\beta=0,221$; $p=0,016$) takođe ima značajan pozitivan uticaj. Dobijeni model objašnjava 41,8% varijabiliteta, dok je prethodni model objasnio 2% više. S obzirom na to da je broj prediktora smanjen sa 6 na 3 (redukcija dimenzije problema za 50%), pad procenta objašnjenog varijabiliteta je neznatan. Rezultati poslednje iteracije su prikazani u Tabeli 4. Na osnovu prikazanih rezultata *stepwise* regresione analize, može se zaključiti da model pokazuje povezanost između odabranih motivacionih faktora i preduzetničkih namera ($R=0,660$). Koeficijent determinacije ($R^2=0,418$) ukazuje da 41,8% varijabiliteta preduzetničkih namera može biti objašnjeno ovim skupom prediktora, dok podešeni koeficijent determinacije ($\text{adj}R^2=0,395$) potvrđuje da model zadržava gotovo istu količinu objašnjenog varijabiliteta.

Tabela 4: Rezultati *stepwise* regresione analize – poslednja iteracija

Prediktori	Nestandardizovani koeficijenti		Standardizovani koeficijenti	t	p vrednost
	B	Std. greška	Beta		
Konstanta	-0,426	0,612		-0,696	0,489
Finansijski faktori	0,426	0,149	0,283	2,864	0,005
Profesionalni razvoj	0,419	0,107	0,378	3,923	0,000
Strah od neuspeha i prepreke	0,292	0,119	0,221	2,452	0,016

Izvor: Sopstveno istraživanje autora

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja sprovedenog sa ciljem ispitivanja povezanosti različitih motivacionih faktora na preduzetničke namere, kao i ispitivanja potencijala njihove prediktivne moći u Republici Srbiji na uzorku od 81 ispitanika. Rezultati korelacione analize ukazuju na to da je 5 od 6 motivacionih faktora statistički značajno umereno jako korelisano sa preduzetničkim namerama pojedinaca. Jedina grupa faktora koja nije pokazala statističku značajnost jesu Socijalni faktori. Rezultati *stepwise* regresione analize pokazali su da su Finansijski faktori, Profesionalni razvoj i Strah od neuspeha statistički značajni prediktori preduzetničkih namera, dok faktori Samostalnosti, Socijalni faktori i Lična motivacija nisu pokazali značajnost. Dobijeni rezultati delimično potvrđuju teorijsku osnovu ovog istraživanja i ukazuju na važnost razvoja motivacionih faktora zarad razvoja preduzetništva, a samim tim i čitave ekonomije ove zemlje. Osnovno ograničenje istraživanja jeste relativno mali uzorak. Dalji pravci istraživanja mogu biti usmereni na povećanje uzorka sa ciljem obezbeđivanja veće reprezentativnosti, kao i na detaljniju analizu uticaja pojedinačnih faktora u različitim demografskim i institucionalnim kontekstima.

LITERATURA

- [1] Aldrich, H. E., & Cliff, J. E. (2003). The pervasive effects of family on entrepreneurship: Toward a family embeddedness perspective. *Journal of Business Venturing*, 18(5), 573–596.

- [2] Al-Mamary, Y. H., & Alshallaqi, M. (2022). Impact of autonomy, innovativeness, risk-taking, proactiveness, and competitive aggressiveness on students' intention to start a new venture. *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(4), 100239.
- [3] Amidžić, R. (2019). A set of factors related to the opportunity motivation: Analysis of Early-stage entrepreneurs from SEE. *Strategic Management*, 24(2).
- [4] Asante, E. A., & Affum-Osei, E. (2019). Entrepreneurship as a career choice: The impact of locus of control on aspiring entrepreneurs' opportunity recognition. *Journal of Business Research*, 98, 227-235.
- [5] Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- [6] Benzing, C., & Chu, H. M. (2009). A comparison of the motivations of small business owners in Africa. *Journal of small business and enterprise development*, 16(1), 60-77.
- [7] Brändle, L., & Kuckertz, A. (2023). Inequality and entrepreneurial agency: how social class origins affect entrepreneurial self-efficacy. *Business & Society*, 62(8), 1586-1636.
- [8] Brockhaus, R. H. (1980). Risk taking propensity of entrepreneurs. *Academy of Management Journal*, 23(3), 509-520.
- [9] Burlea-Schiopoiu, A., & Popovici, N. (2024). Social inclusion: A factor that influences the sustainable entrepreneurial behavior of Generation Z. *Administrative Sciences*, 14(3), 59.
- [10] Carsrud, A., & Brännback, M. (2011). Entrepreneurial motivations: What do we still need to know? *Journal of Small Business Management*, 49(1), 9-26.
- [11] Eniola, A. A. (2021). The entrepreneur motivation and financing sources. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 25.
- [12] Gartner, W. B. (1985). A conceptual framework for describing the phenomenon of new venture creation. *Academy of Management Review*, 10(4), 696-706.
- [13] Gibb, A. (1993). The enterprise culture and education: Understanding enterprise education and its links with small business, entrepreneurship, and wider educational goals. *International Small Business Journal*, 11(3), 11-34.
- [14] Hisrich, R. D., & Brush, C. (1984). The woman entrepreneur: Management skills and business problems. *Journal of Small Business Management*, 22(1), 30-37.
- [15] Hisrich, R. D., & Peters, M. P. (1986). *Entrepreneurship: Starting, Developing, and Managing a New Enterprise*. Homewood, IL: Irwin.
- [16] Hoogendoorn, B., O'Hagan-Luff, M., Ramezani, S., & van Stel, A. (2024). Does self-employment provide a bridge to retirement?. *Cambridge Journal of Economics*, 48(4), 767-784.
- [17] McClelland, D. C. (1961). *The Achieving Society*. Princeton, NJ: Van Nostrand.
- [18] McClelland, D. C., & Winter, G. D. (1969). *Motivating economic achievement*. New York, NY: Free Press.
- [19] Morris, M. H., Kuratko, D. F., Santos, S. C., & Soleimanof, S. (2024). Fear and the poverty entrepreneur: The paradox of failure and success. *Business Horizons*, 67(1), 41-54.
- [20] Rakićević, Z. & Anđelić, O. (2025). *Vrednovanje preduzetničke ideje: Metodologija Lean biznis plana*. Beograd: FON.
- [21] Rotter, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs: General and Applied*, 80(1), 1-28.
- [22] Schjoedt, L., & Shaver, K. G. (2007). Deciding on an entrepreneurial career: A test of the pull and push hypotheses using the panel study of entrepreneurial dynamics data. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 31(5), 733-752.
- [23] Shane, S., Locke, E. A., & Collins, C. J. (2003). Entrepreneurial motivation. *Human Resource Management Review*, 13(2), 257-279.

-
-
- [24] Shapero, A., & Sokol, L. (1982). The social dimensions of entrepreneurship. In C. A. Kent, D. L. Sexton, & K. H. Vesper (Eds.), *Encyclopedia of Entrepreneurship* (pp. 72–90). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
 - [25] Stefanovic, I., Prokic, S., & Rankovic, L. (2010). *Motivational and success factors of entrepreneurs: the evidence from a developing country*. Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci: časopis za ekonomsku teoriju i praksu, 28(2), 251-269.
 - [26] Sun, J., Shi, J., & Zhang, J. (2023). From entrepreneurship education to entrepreneurial intention: Mindset, motivation, and prior exposure. *Frontiers in Psychology*, 14, 954118.
 - [27] Uy, M. A., Foo, M. D., & Song, Z. (2013). Joint effects of prior start-up experience and coping strategies on entrepreneurs' psychological well-being. *Journal of Business Venturing*, 28(5), 583–597.
 - [28] Wang, L., Prieto, L., & Hinrichs, K. T. (2010). Direct and indirect effects of individual and environmental factors on motivation for self-employment. *Journal of Developmental Entrepreneurship*, 15(04), 481-502.

KOMPARATIVNA ANALIZA UTICAJA RAZLIČITIH FAZI SKUPOVA NA FAZI ABC/XYZ KATEGORIZACIJU ZALIHA

COMPARATIVE ANALYSIS OF FUZZY SETS SELECTION ON FUZZY ABC/XYZ INVENTORY CATEGORIZATION

Zoran Rakićević¹, Aleksandar Rakićević², Ognjen Anđelić³

^{1,2,3} Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu,

¹zoran.rakicevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-8114-7762

²aleksandar.rakicevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-8917-7229

³ognjen.andjelic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-6390-6545

Apstrakt: Upravljanje zalihama obezbeđuje kontinuitet proizvodnje i zadovoljavanje tražnje uz minimizaciju troškova, čime direktno utiče na profitabilnost i likvidnost preduzeća. Upravljanje velikim brojem pozicija pojedinačno je resursno i vremenski zahtevno, pa se koriste metode kategorizacije zaliha. ABC/XYZ analiza, koja kombinuje grupisanje prema vrednosti proizvoda i varijabilnosti tražnje, veoma je često upotrebljavana zbog svoje jednostavnosti primene i razumljivosti. Ipak, ograničenje klasičnog ABC/XYZ metoda ogleda se u grubim granicama kategorija, koje mogu dovesti do nedovoljno precizne kategorizacije i primene neadekvatnih politika upravljanja zalihama. Fazi logika uvodi gradaciju, omogućavajući da pozicije mogu pripadati više kategorija sa različitim stepenom pripadnosti. Cilj ovog rada jeste primena fazi ABC/XYZ pristupa na realnom primeru iz literature i analiza kako izbor različitih tipova fazi skupova utiče na rezultate, sa ciljem preciznijeg i efikasnijeg upravljanja zaliham.

Ključne reči: Upravljanje zalihama, kategorizacija zaliha, fazi ABC/XYZ analiza.

Abstract: Inventory management ensures production continuity and demand fulfillment while minimizing costs, thereby directly impacting a company's profitability and liquidity. Managing a large number of items individually is both resource-intensive and time-intensive, which is why inventory categorization methods are used. The ABC/XYZ analysis, which categorizes products based on their value and demand variability, is one of the most widely used methods due to its simplicity and transparency. Nevertheless, a limitation of the classical ABC/XYZ method lies in its rigid category boundaries, which can lead to insufficiently accurate item categorization and the application of inadequate inventory management policies. Fuzzy logic introduces gradation, allowing items to belong to multiple categories with varying degrees of membership. The aim of this paper is to apply the fuzzy ABC/XYZ approach to a real-world case drawn from literature and analyze how the choice of different types of fuzzy sets affects the results, with the goal of achieving more precise and efficient inventory management.

Keywords: Inventory management, inventory categorization, fuzzy ABC/XYZ analysis.

1. UVOD

Zalihe predstavljaju akumulaciju resursa neke operacije, doprinoseći održavanju kontinuitetu proizvodnog procesa i zadovoljenja tražnje (Slack et al., 2010; Nowotyńska, 2013). Upravljanje zaliham obuhvata održavanje optimalnih količina sirovina, materijala i proizvoda kako bi se istovremeno obezbedio kontinuitet proizvodnje uz minimalne troškove (Atanasov et al., 2014), čime se direktno utiče na profitabilnost i likvidnost preduzeća (Qaffas et al., 2023a; Qaffas et al., 2023b). Ipak, zbog velikog broja pozicija na zaliham, upravljanje zaliham je vremenski i resursno veoma zahtevno (Razavi Hajiagha et al., 2021). Zato se u praksi preduzeća oslanjaju na kategorizaciju i pozicije grupišu prema određenim kriterijumima poput udela u vrednosti (ABC kategorizacija), varijabilnosti tražnje (XYZ kategorizacija) ali i drugih kriterijuma, ili kombinacijom više kriterijuma, čime se ostvaruje višekriterijumska kategorizacija zaliha, kao što je ABC/XYZ analiza (Mohammaditabar et al., 2012; Suryaputri et al., 2022).

Potencijalni problem koji može da nastane prilikom kategorizacije zaliha jeste slučaj kada je određena pozicija na granici između različitih kategorija, gde neadekvatna kategorizacija pozicije može dovesti do primene druge politike upravljanja zaliham od one koja je za tu poziciju optimalna. Kako bi se eliminisala rigidnost klasičnog pristupa, Rakićević et al. (2024a) predlažu unapređenje ABC/XYZ analize primenom fazi logike, čime se omogućuje da pozicije pripadaju više kategorija sa različitim intenzitetom, realnije oslikavajući situaciju u praksi (Milić et al., 2019) i omogućavajući primenu mešovitenih politika upravljanja zaliham. U radu autora Rakićević et al. (2024a) korišćeni su trapezoidni fazi skupovi, na osnovu fazi skupova koje je uveo Zadeh (1965). Ipak, postavlja se pitanje kako odabir različitih fazi skupova utiče na finalni ishod fazifikacije ABC/XYZ analize, što ujedno predstavlja i cilj istraživanja ovog rada.

Ostatak rada strukturiran je na sledeći način. U narednom poglavlju dat je kratak pregled literature koji se odnosi na upravljanje zaliham i kategorizaciju zaliha. Treće poglavlje prikazuje metodologiju sprovođenja fazifikacije ABC/XYZ analize i njene primene. U okviru četvrtog poglavlja prikazani su rezultati različitih pristupa fazifikaciji kategorija zaliha i diskutovane su posledice korišćenja tih pristupa, kao i situacije u kojima bi preduzeće imalo koristi od primene jednog nasuprot ostalim pristupima. U poslednjem poglavlju dat je zaključak rada, implikacije, limitacije i budući pravci istraživanja.

2. UPRAVLJANJE ZALIHAMA I KATEGORIZACIJA ZALIHA

Upravljanje pojedinačnim pozicijama na zaliham, kojih može biti stotine ili hiljade, resursno i vremenski je zahtevno. Iz tog razloga, primenjuju se metode grupisanja različitih pozicija, čime se obezbeđuje efikasnije upravljanje grupama a ne pojedinačnim pozicijama. Ovaj proces poznat je kao kategorizacija zaliha (Qaffas et al., 2023a). Bitno je naglasiti da se u dostupnoj literaturi najčešće koristi izraz klasifikacija zaliha, ali da će u ovom radu biti korišćen izraz kategorizacija kako bi mešanje sa klasifikacionim

problemima koji se obrađuju mašinskim učenjem bilo izbegnuto. Kategorizacija zaliha predstavlja polaznu osnovu za upravljanje zalihama kroz određivanje politika upravljanja zalihama za različite grupe (Razavi Hajiagha et al., 2021).

Jedna od prvih i najpoznatijih metoda za kategorizaciju zaliha jeste ABC analiza. Konvencionalna ABC analiza, razvijena 50. godina prošlog veka (Yu, 2011), zasniva se na Pareto principu (Park et al., 2014) i jednom kriterijumu, udelu u ukupnoj vrednosti zaliha (Teunter et al., 2010). Pozicije kategorije A čine najveći deo vrednosti proizvoda (oko 80%) iako ih je procentualno najmanje (oko 20%), dok kategorija C obuhvata mnogobrojne pozicije (oko 50%) sa malim udelom u vrednosti (5-10%). Kategorija B obuhvata pozicije između ova dva ekstrema. Iz ovoga sledi da se pozicije kategorije A smatraju veoma važnim, B umereno važnim, a C relativno nevažnim (Douissa & Jabeur, 2016). Iako popularna zbog jednostavnosti, ABC analiza je kritikovana jer je zasnovana na jednom kriterijumu (Yu, 2011), dok su granice za isti proizvoljne (Pandya & Thakkar, 2016) i definišu se na nivou pojedinačne organizacije (Park et al., 2014). Zbog toga se problem sve češće posmatra u višekriterijumskom kontekstu (Razavi Hajiagha et al., 2021), pri čemu se uz vrednost uzimaju i troškovi naručivanja, vreme isporuke, rok trajanja, varijabilnost tražnje i drugi faktori (Douissa & Jabeur, 2016).

Višekriterijumska kategorizacija najčešće se tretira kao problem rangiranja, gde se artikli poređaju prema agregiranim vrednostima kriterijuma, a zatim svrstavaju u grupe (Douissa & Jabeur, 2016). Prvi pokušaji ovakvog pristupa korišćenjem AHP metode mogu se videti kod autora Flores et al. (1992), a ubrzo su se razvile varijante koje uključuju kvalitativne kriterijume (Partovi & Burton, 1993), fazi logiku (Yiğit & Esnaf, 2021) i optimizacione metode (Park et al., 2014). Pored rangiranja, postoji i pristup kategorizacije, gde se artikli svrstavaju prema sličnosti sa tipičnim predstavnicima kategorija (Douissa & Jabeur, 2016; Roy et al., 2023). U poslednje vreme razvijeni su i pristupi zasnovani na mašinskom učenju (Lolli et al., 2019) i veštačkoj inteligenciji (Qaffas et al., 2023b). Drugi značajan pravac razvoja kategorizacije jeste kombinovanje više jednokriterijumskih metoda, čime se dobija višedimenzionalna analiza. Najpoznatiji primer jeste ABC/XYZ analiza, gde XYZ metoda grupiše pozicije prema varijabilnosti tražnje (Zenkova et al., 2020) na osnovu koeficijenta varijabilnosti. Kategorija X označava pozicije sa stabilnom tražnjom, Y one sa umerenim fluktuacijama, a Z označava pozicije veoma varijabilne tražnje. Kombinacijom ABC i XYZ analize formira se devet kategorija (AX do CZ), koje omogućavaju detaljniju kategorizaciju (Nowotyńska, 2013; Stojanović & Regodić, 2017). Kao što je slučaj i sa ABC analizom, granice koeficijenta varijabilnosti koje definišu različite kategorije razlikuju se u literaturi (Suryaputri et al., 2022).

ABC/XYZ analiza je popularna zbog jednostavnosti i praktične primene, a istraživanja potvrđuju njene benefite u smanjenju troškova zaliha i oslobađanju skladišnog prostora (Trubchenko, 2020). Fazi logika se već koristila u višekriterijumskoj kategorizaciji zaliha (Cakmak & Guney, 2023; Chawla et al., 2024), i njena prednost leži u fleksibilnosti i realnijoj obradi neizvesnosti. Iako je unapređenje ABC/XYZ analize primenom fazi logike nešto što je već obrađivano u literaturi (Rakićević et al., 2024a; Rakićević et al., 2024b),

u ovom radu fazifikovana ABC/XYZ analiza je primenjena na realnom primeru obrađenom u radu autora Suryaputri et al. (2022), pri čemu je takođe analiziran uticaj odabira tipa fazi skupa na rezultate fazi kategorizacije.

3. METODOLOGIJA

Metodologija fazifikacije ABC/XYZ analize koja je korišćena u ovom radu preuzeta je od autora Rakićević et al. (2024b). Klasična ABC/XYZ analiza koristi matricu čije dimenzije predstavljaju dve karakteristike zaliha: udeo vrednosti i varijabilnost tražnje. Svrstavanje (kategorizacija) zaliha u jednu od 9 kategorija (AX, AY, AZ, ..., CX, CZ) se vrši na osnovu vrednosti posmatranih karakteristika. Za svaku karakteristiku određuju se tri nivoa vrednosti (nizak, srednji, visok) na osnovu kojih se definišu ako-onda pravila za kategorizaciju pozicija zaliha. Ova pravila su prikazana u Tabeli 1.

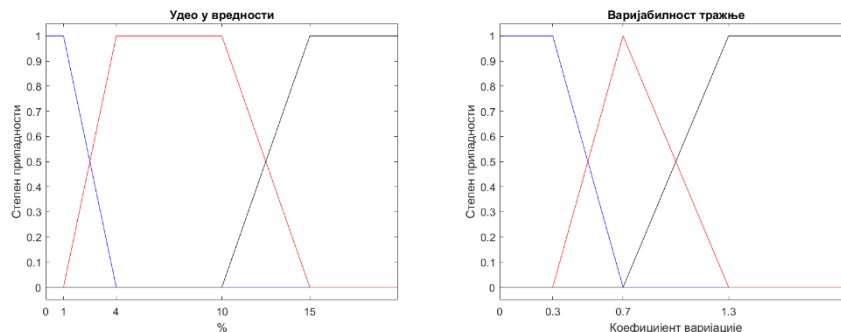
Tabela 1: Pravila za kategorizaciju zaliha

Pravilo	Udeo u vrednosti	Koeficijent varijacije	Kategorija pozicije
1	Visok	Nizak	AX
2	Visok	Srednji	AY
3	Visok	Visok	AZ
4	Srednji	Nizak	BX
5	Srednji	Srednji	BY
6	Srednji	Visok	BZ
7	Nizak	Nizak	CX
8	Nizak	Srednji	CY
9	Nizak	Visok	CZ

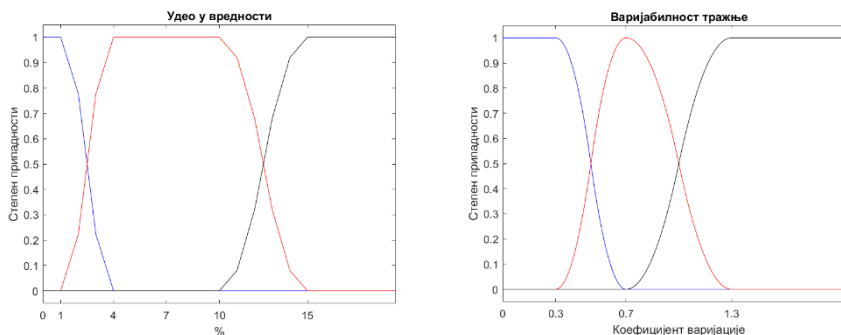
Izvor: Prilagođeno prema (Rakićević et al., 2024a)

Postojanje logičkih (ako-onda) pravila za kategorizaciju zaliha čini ABC/XYZ analizu prirodno pogodnom za fazifikaciju. Fazifikacija se vrši opisivanjem nivoa vrednosti nizak, srednji i visok korišćenjem fazi skupova. Imajući u vidu da je izbor tipa slobodan i nije teorijski predodređen, niti je u dovoljnoj meri objašnjen, u ovom radu će biti analizirano kako izbor različitog tipa fazi skupa može uticati na rezultujuću fazi kategorizaciju.

Za opis posmatranih karakteristika pozicija na zalihama (udeo u vrednosti i varijabilnost tražnje) korišćeni su različiti tipovi fazi skupova: linearne trougaone i trapezoidne (Slika 1a i 1b) i nelinearne Pi skupove (Slika 2a i 2b). Pi skup nastaje kombinacijom dve sigmoidne funkcije. Pi skupovi su korišćeni jer su prema parametrima uporedivi sa trapezoidnim skupovima, što olakšava uporednu analizu.



Slika 1: (a) Fazifikacija udela u vrednosti, (b) Fazifikacija varijabilnosti tražnje
Izvor: Rezultat analize originalnog rada autora



Slika 2: (a) Fazifikacija udela u vrednosti, (b) Fazifikacija varijabilnosti tražnje
Izvor: Rezultat analize originalnog rada autora

Kako bi se izvršila agregacija fazifikovanih vrednosti, kao operator t-norme korišćen je klasični proizvod:

$$A \wedge B = A \cdot B. \quad (1)$$

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Primer korišćen u ovom radu potiče iz rada autora Suryaputri et al. (2022). Primer sadrži 17 pozicija sirovina, i one su kategorizovane u pozicije A, B i C na osnovu njihovog kumulativnog udela u vrednosti, tako da proizvodi sa najvećim udelom u vrednosti budu kategorizovani u kategoriju A, proizvodi srednjeg udela u vrednosti u kategoriju B, i niskog udela u vrednosti u kategoriju C. S druge strane, proizvodi su po XYZ metodi kategorizovani u kategoriju X ako je njihov koeficijent varijacije do 0,5, Y ako je između 0,5 i 1, i Z ako je veći od 1.

Rezultati klasične ABC/XYZ analize na osnovu prethodno opisanih pravila i fazi ABC/XYZ kategorizacije pozicija na zalihama prikazan je u Tabeli 2. Rezultati fazi kategorizacije dati su za dve vrste korišćenih fazi skupova, što omogućava da uticaj izbora tipa fazi skupa na rezultate bude analiziran. Primetno je da kada su u pitanju pozicije visokog i srednjeg

udela u vrednosti, obe fazi implementacije jasno kategorizuju pozicije u dominantno jednu kategoriju (u oba slučaja ta vrednost je veća od 0,7), sa jednim izuzetkom, pozicijom šest. Razlika koja je evidentna jeste da fazi ABC/XYZ zasnovana na Pi skupovima uvek daje veću dominantnu pripadnost nekoj kategoriji nego funkcije pripadnosti trapezoidnog oblika. Dakle, može se reći da se primenom Pi skupova ostvaruje jasnije razdvajanje pozicija po definisanim kategorijama. Pozicija šest je posebno interesantna, s obzirom da potencijalni benefiti prethodno opisanog ponašanja ovde jasno dolaze do izražaja. Iako rezultati primene funkcija pripadnosti trapezoidnog oblika dominantno svrstavaju ovu poziciju u kategoriju BX (vrednost 0,5), oni sugerišu da ta pozicija pripada drugim kategorijama sa stepenom pripadnosti od 50%. To nije slučaj sa primenom Pi skupova, koji dominantno svrstavaju ovu poziciju u kategoriju BX (vrednost 0,68). Kada su u pitanju pozicije niskog udela u vrednosti, obrazac ponašanja je sličan, s tim što dolazi do većih razlika u stepenu pripadnosti između ove dve implementacije, gde opet Pi skupovi prave oštriju razliku između kategorija. Sveukupno, može se tvrditi da primena Pi skupova vodi ka jasnije definisanoj kategorizaciji, jasnijem diferenciranju pozicija po kategorijama, i samim tim manje entropije. Sagledavanjem rezultata fazi kategorizacije, može se utvrditi da obe implementacije zadržavaju osnovnu premisu, a to je da najmanji broj artikala ima kumulativno najveći udeo u vrednosti i obrnuto.

Tabela 2: Rezultati klasične i fazi ABC/XYZ analize primenom različitih fazi skupova

Nº	Koef. var.	Udeo u vrednosti	ABC/XYZ kategorija	Fazi ABC/XYZ kategorija	
				Trapezoidni	Pi
1	0,8	44,42%	AY	AY=0,83; AZ=0,17	AY=0,94; AZ=0,06
2	1,2	32,68%	AZ	AY=0,17; AZ=0,83	AY=0,06; AZ=0,94
3	0,3	4,60%	BX	BX=1	BX=1
4	2,2	4,39%	BZ	BZ=1	BZ=1
5	0,8	4,22%	BY	BY=0,83; BZ=0,17	BY=0,94; BZ=0,06
6	0,4	2,99%	BX	BX=0,5; BY=0,17; CX=0,25; CY=0,08	BX=0,68; BY=0,1; CX=0,2; CY=0,03
7	1,8	1,72%	CZ	BZ=0,24; CZ=0,76	BZ=0,12; CZ=0,88
8	0,4	1,00%	CX	CX=0,75; CY=0,25	CX=0,87; CY=0,13
9	0,7	0,98%	CY	CY=1	CY=1
10	3,3	0,84%	CZ	CZ=1	CZ=1
11	1,1	0,63%	CZ	CY=0,33; CZ=0,67	CY=0,22; CZ=0,78
12	0,6	0,55%	CY	CX=0,25; CY=0,75	CX=0,13; CY=0,87
13	0,4	0,44%	CX	CX=0,75; CY=0,25	CX=0,87; CY=0,13
14	3,3	0,38%	CZ	CZ=1	CZ=1
15	3,3	0,14%	CZ	CZ=1	CZ=1
16	0,8	0,03%	CY	CY=0,83; CZ=0,17	CY=0,94; CZ=0,06
17	3,3	0,01%	CZ	CZ=1	CZ=1

Izvor: Sopstveno istraživanje autora

Na osnovu svega prikazanog, može se zaključiti da primena Pi skupova daje manje dvosmisleni kategorizaciju, što u perspektivi može da znači manje utrošenog vremena za nadgledanje ovog procesa od strane eksperta. Samim tim fazi ABC/XYZ kategorizacija

korišćenjem Pi skupova troši manje resursa. Ipak, ako je cilj kategorizacije da ona služi kao pomoć u procesu odlučivanja od strane eksperata onda upotreba trapezoidnih skupova zajedno sa trougaonim može imati više smisla.

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bila je primena fazi ABC/XYZ analize nad realnim primerom, kao i istraživanje uticaja izbora različitih fazi skupova na rezultate. Rezultati su ukazali na karakteristične obrasce u kategorizaciji i omogućili sagledavanje potencijalnih prednosti i nedostataka primene različitih tipova fazi skupova. Ograničenja rada proizlaze iz malih dimenzija primera, kao i iz činjenice da je uspešna primena ovakvih metoda uslovljena dubokim razumevanjem mehanizma implementacije, što u praksi često nije slučaj. Buduća istraživanja mogu biti usmerena ka razvoju opšte (standardizovane) fazi ABC/XYZ analize koja bi umanjila zavisnost od subjektivne ekspertne procene i time povećala mogućnosti njene šire primene.

LITERATURA

- [1] Atanasov, N., Rakićević, Z., Lečić-Cvetković, D., & Omerbegović-Bijelović (2014). An Approach to Stock Cover Indicator Adequacy. *Management – Journal of Theory and Practice*, 73, 41-47. DOI: 10.7595/management.fon.2014.0026.
- [2] Cakmak, E., & Guney, E. (2023). Spare parts inventory classification using Neutrosophic Fuzzy EDAS method in the aviation industry. *Expert Systems with Applications*, 224, 120008. DOI: 10.1016/j.eswa.2023.120008.
- [3] Chawla, V., Itika, I., Singh, P., & Singh, S. (2024). A fuzzy Pythagorean TODIM method for sustainable ABC analysis in inventory management. *Journal of Future Sustainability*, 4(2), 85-100. DOI: 10.5267/j.jfs.2024.5.003.
- [4] Douissa, M. R., & Jabeur, K. (2016). A new model for multi-criteria ABC inventory classification: PROAFTN method. *Procedia Computer Science*, 96, 550-559. DOI: 10.1016/j.procs.2016.08.233.
- [5] Flores, B. E., Olson, D. L., & Dorai, V. K. (1992). Management of multicriteria inventory classification. *Mathematical and Computer modelling*, 16(12), 71-82. DOI: 10.1016/0895-7177(92)90021-C.
- [6] Lolli, F., Balugani, E., Ishizaka, A., Gamberini, R., Rimini, B., & Regattieri, A. (2019). Machine learning for multi-criteria inventory classification applied to intermittent demand. *Production Planning & Control*, 30(1), 76-89. DOI: 10.1080/09537287.2018.1525506.
- [7] Milić, M., Rakićević, A., Milošević, P., & Simeunović, V. (2019). Veb aplikacija za fazi prepoznavanje cenovnih obrazaca na finansijskim tržištima. *Info M*, 69, 23-29. ISSN: 1451-4397.
- [8] Mohammaditabar, D., Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (2012). Inventory control system design by integrating inventory classification and policy selection. *International Journal of Production Economics*, 140(2), 655-659. DOI: 10.1016/j.ijpe.2011.03.012.
- [9] Nowotyńska, I. (2013). An application of XYZ analysis in company stock management. *Modern Management Review*, 18(20 (1)), 77-86. DOI: 0.7862/rz.2013.mmr.7.
- [10] Pandya, B., & Thakkar, H. (2016). A review on inventory management control techniques: ABC-XYZ analysis. *REST Journal on Emerging trends in Modelling and Manufacturing*, 2(3).
- [11] Park, J., Bae, H., & Bae, J. (2014). Cross-evaluation-based weighted linear optimization for multi-criteria ABC inventory classification. *Computers & Industrial Engineering*, 76, 40-48. DOI: 10.1016/j.cie.2014.07.020.

- [12] Partovi, F. Y., & Burton, J. (1993). Using the analytic hierarchy process for ABC analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 13(9), 29-44. DOI: 10.1108/01443579310043619.
- [13] Qaffas, A. A., Ben HajKacem, M. A., Ben Ncir, C. E., & Nasraoui, O. (2023a). An Explainable Artificial Intelligence Approach for Multi-Criteria ABC Item Classification. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 18(2), 848-866. DOI: 10.3390/jtaer18020044.
- [14] Qaffas, A. A., Hajkacem, M. A. B., Ncir, C. E. B., & Nasraoui, O. (2023b). Interpretable Multi-criteria ABC analysis based on semi-supervised clustering and Explainable Artificial Intelligence. *IEEE Access*, 11, 43778-43792. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3272403>.
- [15] Rakićević, Z., Anđelić, O., Rakićević, A. (2024a). Napredna klasifikacija zaliha primenom fazi logike u ABC/XYZ metodi upravljanja zaliham. U Lečić-Cvetković, D., Deliblašić, B., Krivokapić, J. (Urednici), *Razotkrivanje skrivenih potencijala organizacija spajanjem ljudi i digitalnih tehnologija* (str. 157-174). Univerzitet u Beogradu, Fakultet Organizacionih nauka.
- [16] Rakićević, Z., Anđelić, O., Rakićević, A., & Milenković, N. (2024b). Fazifikacija ABC/XYZ analize za kategorizaciju zaliha. U: Džolev, I., Medić, N., Mučenski, V., *Zbornik radova LI Simpozijuma o operacionim istraživanjima Sym-Op-Is 2024* (str. 290-296), Tara, 16–19. septembar 2024. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka.
- [17] Razavi Hajiagha, S. H., Daneshvar, M., & Antucheviciene, J. (2021). A hybrid fuzzy-stochastic multi-criteria ABC inventory classification using possibilistic chance-constrained programming. *Soft Computing*, 25(2), 1065-1083. DOI: 10.1007/s00500-020-05204-z.
- [18] Roy, A., Islam, M., Karim, M., Ahmed, K. A., Khan, A. R., Uddin, M., & Xames, M. D. (2023). Comparative analysis of KNN and SVM in multicriteria inventory classification using TOPSIS. *International Journal of Information Technology*, 15(7), 3613-3622. DOI: 10.1007/s41870-023-01397-2.
- [19] Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations management*. Pearson Prentice Hall, sixth edition, ISBN: 9780273730460, str. 368.
- [20] Stojanović, M., & Regodić, D. (2017). The significance of the integrated multicriteria ABC/XYZ method for the inventory management process. *Acta Polytechnica Hungarica*, 14(5), 29-48. DOI: 10.12700/aph.14.5.2017.5.3.
- [21] Suryaputri, Z., Gabriel, D. S., & Nurcahyo, R. (2022). Integration of ABC-XYZ Analysis in Inventory Management Optimization: A Case Study in the Health Industry. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. 351-361.
- [22] Teunter, R. H., Babai, M. Z., & Syntetos, A. A. (2010). ABC classification: service levels and inventory costs. *Production and Operations Management*, 19(3), 343-352. DOI: <https://doi.org/10.12700/aph.14.5.2017.5.3>.
- [23] Trubchenko, T. G., Kiseleva, E. S., Loshchilova, M. A., Dreval, A. N., Ryzhakina, T. G., & Shaftelskaya, N. V. (2020). Application of ABC and XYZ Analysis to Inventory Optimization at a Commercial Enterprise. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 80, p. 01007). EDP Sciences. DOI: 10.1051/shsconf/20208001007.
- [24] Yiğit, F., & Esnaf, Ş. (2021). A new Fuzzy C-Means and AHP-based three-phased approach for multiple criteria ABC inventory classification. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 32(6), 1517-1528. DOI: 10.1007/s10845-020-01633-7.
- [25] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353. DOI: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
- [26] Zenkova, Z., Musoni, W., & Tarima, S. (2020). Accounting for deficit in ABC-XYZ analysis. In *5th International Conference on Logistics Operations Management (GOL)*, 1-6., IEEE. DOI: 10.1109/GOL49479.2020.9314731.

DIGITALNI TRENDVI U OPERACIONOM MENADŽMENTU

POKRETAČI I INHIBITORI LCNC RAZVOJA SOFTVERA U KONTEKSTU DIGITALNE TRANSFORMACIJE

DRIVERS AND INHIBITORS OF LCNC SOFTWARE DEVELOPMENT WITHIN DIGITAL TRANSFORMATION

Lena Đorđević Milutinović¹, Lazar Raković², Amra Kapo³

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
[lena.djordjevic.milutinovic@fon.bg.as.rs](mailto:lana.djordjevic.milutinovic@fon.bg.as.rs), ORCID: 0000-0002-3758-0147

²Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici,
lazar.rakovic@ef.uns.ac.rs, ORCID: 0000-0002-1465-588X

³Univerzitet u Sarajevu, Ekonomski fakultet u Sarajevu,
amra.kapo@efsa.unsa.ba, ORCID: 0000-0001-5066-7696

Apstrakt: Digitalna transformacija donosi nove izazove i prilike za organizacije, posebno u razvoju softverskih rešenja koja podržavaju automatizaciju poslovnih procesa. U radu su, kroz sistematski pregled literature i višestruku studiju slučaja zasnovanu na intervjuima, identifikovani pokretači i inhibitori tradicionalnog i Low-Code/No-Code (LCNC) razvoja softvera. Dobijeni podaci analizirani su mešovitim metodama, sprovođenjem kvantitativne i kvalitativne analize, a zatim integracijom rezultata. Kvantitativni nalazi pokazuju da ispitanici LCNC razvoj vide kao brži, jednostavniji i inkluzivniji, dok se tradicionalni razvoj i dalje povezuje sa pouzdanošću i usklađenošću sa regulativom. Kvalitativna analiza potvrdila je ove uvide, ali i istakla rizike poput shadow IT-a, vendor lock-in efekata i sigurnosnih izazova. Rezultati ukazuju da LCNC platforme mogu značajno doprineti ubrzanju digitalne transformacije, ali njihovo uspešno usvajanje zavisi od balansiranja agilnosti sa okvirima upravljanja i bezbednosti.

Ključne reči: Low-Code/No-Code razvoj softvera, pokretači, inhibitori, mešovite metode.

Abstract: Digital transformation brings new challenges and opportunities for organizations, particularly in the development of software solutions that support business process automation. This paper identifies the drivers and inhibitors of both traditional and Low-Code/No-Code (LCNC) software development through a systematic literature review and a multiple case study based on user interviews. The collected data were analyzed using a mixed-methods approach, with quantitative and qualitative analyses conducted independently and then integrated. Quantitative findings show that respondents perceive LCNC development as faster, simpler, and more inclusive, while traditional development is still associated with reliability and regulatory compliance. The qualitative analysis confirmed these insights but also highlighted risks such as shadow IT, vendor lock-in, and security challenges. The results indicate that LCNC platforms can significantly accelerate digital transformation, but their successful adoption depends on balancing agility and accessibility with governance and security frameworks.

Keywords: Low-Code/No-Code software development, drivers, inhibitors, mixed methods.

1. UVOD

Digitalna transformacija organizacija predstavlja nezaobilazan proces u savremenom poslovnom okruženju, koji se odnosi na brojne poslovne subjekte bez obzira na delatnost kojom se bave (Rakovic et al., 2024). Posledično se javila potreba za sve većim brojem softverskih rešenja koja omogućavaju automatizaciju poslovnih procesa (Binzer et al., 2024; Prinz et al., 2024). Sve to dodatno je produbilo jaz između potražnje za IT stručnjacima i njihovog stvarnog broja na tržištu (Biedova et al., 2024; Guthardt et al., 2024). Kao odgovor na ovaj izazov, velike softverske kompanije razvijaju alate koji krajnjim korisnicima omogućavaju, da bez formalnih IT znanja, samostalno kreiraju aplikacije (Raković et al., 2025). U literaturi i praksi ovi alati poznati su pod nazivom *Low Code/No Code (LCNC)* platforme, a sam proces razvoja označava se kao *Low Code/No Code development (LCNCD)*. Ovaj koncept postaje sve zastupljeniji u akademskim istraživanjima i u softverskoj industriji (Pinho et al., 2023), ali i u organizacijama koje ne pripadaju IT oblastima (Guthardt et al., 2024). Iako ovi alati značajno doprinose ubrzanju digitalne transformacije (Martinez et al., 2024), istraživanja ukazuju da je polje još u začetku i da su neophodna dalja naučna ispitivanja kako bi se analizirale prednosti i ograničenja (Käss et al., 2022). U skladu sa navedenim, ovaj rad baziran je na dva istraživačka pitanja: *IP1*: Koji su pokretači (engl. *drivers*) i ograničavajući faktori (engl. *inhibitors*) *LCNC* razvoja u poređenju sa determinantama tradicionalnog razvoja softvera? *IP2*: Kolika je značajnost identifikovanih determinanti u različitim oblastima poslovanja? U cilju definisanja odgovora na prvo istraživačko pitanje sproveden je sistematski pregled literature. Nakon toga realizovana je višestruka studija slučaja, zasnovana na intervjuima sa korisnicima *LCNC* platformi, sa ciljem da se proceni značaj prethodno identifikovanih pokretača i ograničavajućih faktora *LCNC* razvoja. Nad dobijenim podacima sprovedena je mešovita metodološka analiza (engl. *mixed-methods analysis*), u kojoj su kvantitativni i kvalitativni podaci prikupljeni, pa analizirani nezavisno, a zatim integrisani radi dobijanja sveobuhvatnog razumevanja istraživanog fenomena.

2. METODOLOŠKI OKVIR

Prva faza istraživanja, sprovedena ciljem odgovara na *IP1*, predstavlja sistematski pregled literature. Pregled je realizovan u junu 2025. godine, u skladu sa metodološkim okvirom koji su definisali Xiao i Watson (2019), kao i Kitchenham i saradnici (Kitchenham et al., 2013). Prema Xiao & Watson (2019), uspešan sistematski pregled obuhvata tri ključna koraka: planiranje pregleda, njegovo sprovođenje i izveštavanje o rezultatima. Za potrebe istraživanja korišćene su dve najveće citatne baze *Scopus* i *Web of Knowledge*. Prilikom pretrage baza korišćeni su ključni pojmovi „*Low code development*“ i „*No code development*“. Kao kriterijum uključivanja postavljeno je da rad mora u određenoj meri davati informacije relevantne za najmanje jedno istraživačko pitanje da bi bio obuhvaćen analizom. Među kriterijumima isključivanja nalazili su se sledeći: rad kraći od četiri strane, rad predstavlja samo najavu istraživanja, rad koji ne doprinosi ni jednom od postavljenih istraživačkih ciljeva. Drugi korak sistematskog pregleda literature odnosi se na sprovođenje pregleda. Nakon pretrage baza analizirani su naslovi, apstrakti i ključne reči

identifikovanih radova. Dalja analiza obavljena je nad onim radovima koji su zadovoljili navedene kriterijume. U narednom koraku uklonjeni su duplikati i formirana je jedinstvena lista radova. Nakon uklanjanja duplikata ostalo je 35 radova, koji su zatim preuzeti u celosti i dodatno analizirani. Svaki rad je detaljno razmotren kako bi se utvrdilo da li može doprineti odgovoru na najmanje jedno istraživačko pitanje. Od ukupno 35 radova, 24 je ispunilo ovaj kriterijum. Kao rezultat ove faze izdvojeno je sedam inhibitora LCNC razvoja softvera: zavisnost od dobavljača (engl. *vendor or third-party lock-in*), povećani bezbednosni rizici, usklađenost i privatnost, izazovi integracije i interoperabilnosti, ograničena skalabilnost, nedovoljna dokumentacija, ograničeno testiranje i analitička podrška, nedostatak fleksibilnosti i mogućnosti prilagođavanja. Neki od najznačajnijih pokretača LCNC razvoja softvera su: ubrzanje razvojnog ciklusa, unapređenje efikasnosti i smanjenje troškova, jednostavnost razvoja aplikacija, viši kvalitet softverskih proizvoda, smanjena zavisnost od IT sektora i manje kašnjenja u razvoju, zamena *shadow IT*-a, interfejs koji je jednostavan za učenje, intuitivan i prilagođen korisnicima.

Radi definisanja odgovora na IP2 sprovedeno je istraživanje zasnovano na metodologiji višestruke studije slučaja (Runeson & Höst, 2009; Yin, 2009). Studija slučaja sprovedena je u 20 organizacija, na teritoriji Srbije (Beograd i Novi Sad) i Bosne i Hercegovine (Banja Luka), tokom jula i avgusta 2025. godine. Izabrane su organizacije koje koriste LCNC alate, a učesnici su bili korisnici koji svakodnevno rade sa LCNC platformama. Sa učesnicima je sproveden polustrukturirani intervju putem *online* platforme MS Teams. Nakon inicijalnih pitanja, učesnici su ocenili relevantnost prethodno identifikovanih determinanti LCNC razvoja. Identifikovani inhibitori i pokretači su ocenjivani na skali od 0 do 5 (0 – bez uticaja, 5 – snažan uticaj), pri čemu su ocene davane zasebno za LCNC i tradicionalni razvoj softvera, uz mogućnost unosa komentara radi kvalitativnog obrazloženja procena. Polustrukturirani intervju je realizovan u skladu sa smernicama Ristić (2016) i Runesona & Hösta (2009).

Za analizu prikupljenih podataka, kao poslednju fazu istraživanja, korišćen je konvergentni paralelni dizajn mešovitih metoda (engl. *convergent parallel mixed-methods design*). Kvantitativna analiza omogućila je identifikovanje obrazaca, razlika i statistički značajnih odnosa, dok je kvalitativna analiza narativnih odgovora, putem tematskog pristupa, pružila dublji uvid u percepcije ispitanika. Izabrana kombinacija metoda obezbeđuje komplementarnost podataka, jer kvantitativni deo daje širinu (statističke obrasce), a kvalitativni deo dubinu (razloge i percepcije); triangulaciju jer se upoređivanjem i kombinovanjem nalaza iz dva izvora podataka povećava validnost i pouzdanost rezultata; praktičnu relevantnost, jer ovakav pristup povezuje „šta se dešava“ (kvantitativni nalazi) sa „zašto se to dešava“ (kvalitativni nalazi); i fleksibilnost u interpretaciji jer omogućava istraživaču da identifikuje statistički značajne obrasce, ali i subjektivne percepcije i kontekstualne faktore koje brojevi ne mogu da objasne.

3. KVANTITATIVNI REZULTATI

Više od polovine ispitanika (55,6 %) zaposleno je u velikim organizacijama, sa više od 1000 zaposlenih, dok 27,8 % radi u srednje velikim kompanijama (201–1000 zaposlenih). Zajedno, ove dve kategorije čine više od četiri petine uzorka (83,4 %). Manja preduzeća obuhvatila su 11,1 % (1–10 zaposlenih) i 5,6 % (11–50 zaposlenih). Ovakav raspored sugerise da, iako su LCNC alati teorijski relevantni za sve veličine organizacija, njihova praktična primena najviše je vidljiva u većim preduzećima, gde obim poslovanja, složenost procesa i IT upravljanje zahtevaju nove pristupe razvoju i automatizaciji. Distribucija tipova organizacija objedinjena je u četiri šire kategorije, kako bi se dobio jasniji pregled sektorske zastupljenosti. Rezultati pokazuju gotovo uravnoteženu raspodelu kroz tri glavne grupe, dok je jedna grupa nešto manja. Najveći udeo pripada IT sektoru (27,8 %) i proizvodnoj oblasti (27,8 %), što ukazuje da je primena LCNC alata podjednako relevantna u digitalno nativnim organizacijama (poput softverskih i telekomunikacionih kompanija), kao i u tradicionalnim industrijskim sektorima (proizvodnja i građevinarstvo). Ova ravnoteža naglašava sektorsku univerzalnost LCNC alata. Adopcija kod IT kompanija obično je bazirana na tehničkoj ekspertizi, dok je u proizvodnoj industriji LCNC prilika za modernizaciju procesa i kompenzaciju ograničenih kapaciteta internog razvoja. Privatni sektor čini 27,8 % uzorka. Ova kategorija obuhvata profitne kompanije koje se ne svrstavaju u određeni sektor, što odražava široku difuziju LCNC alata. Kod ovih organizacija primarni motivi su smanjenje troškova i fleksibilnost u odgovoru na dinamička tržišna kretanja, a LCNC je pogodan za brzu izradu prototipa i automatizaciju materijalnih i nematerijalnih tokova. Sektor finansija, od 16,7 % uzorka, uključuje finansijske institucije i međunarodne organizacije, i predstavlja manji, ali značajan udeo. Ovaj sektor je posebno interesantan jer funkcioniše u visoko regulisanim i rizičnim okruženjima. Primena LCNC alata u ovim kontekstima pokazuje da čak i organizacije sa strogim zahtevima za usklađenošću prepoznaju njihov potencijal.

Analiza pripadnosti odeljenjima pokazuje snažnu koncentraciju IT i analitičkih funkcija (77,8%), uključujući IT odeljenja, timove za analitiku, hibridne IT-poslovne uloge i interne sisteme. Ova dominacija pokazuje da je primena i evaluacija LCNC alata, još uvek, uglavnom ukorenjena u tehničkim jedinicama, zasnovanim na „tvrđim“ veštinama i znanjima. Manji, ali značajan udeo (16,7 %) pripada funkcijama upravljanja i poslovanja, uključujući administraciju, razvoj poslovanja i finansije. Ovo sugerise da, iako LCNC uglavnom implementiraju IT timovi, poslovno orijentisano osoblje sve više koristi ove alate, što odražava koncept tzv. programera krajnjih korisnika (engl. *citizen/end-user developers*). Funkcije operacija i proizvodnje (5,6 %) su marginalno zastupljene, dok istraživanje i razvoj nije prisutno, što ukazuje da se LCNC manje posmatra kao aktivnost inovacija, a više kao rešenje za automatizaciju procesa i digitalnu transformaciju. Uzorak pokazuje uravnoteženu raspodelu u odnosu na profesionalno iskustvo. Većinu čine srednje iskusni stručnjaci (6–20 godina, 50 %), koji obično zauzimaju uticajne pozicije i imaju značajno iskustvo sa tradicionalnim IT sistemima. Mlađi zaposleni (0–5 godina, 38,9 %) donose sveže perspektive i otvorenost ka novim pristupima poput LCNC, dok iskusni stručnjaci (20+ godina, 11,1 %) doprinose dugoročnim industrijskim standardima

i često su kritičniji prema *LCNC* zbog iskustva sa rizicima kao što su *vendor lock-in*, održavanje i bezbednost. Ovakva raspodela pokazuje da percepcija *LCNC* alata može značajno varirati u zavisnosti od faze karijere.

Odgovori o korišćenju *LCNC* alata ukazuju na tržišnu dominaciju *Microsoft* ekosistema. Većina ispitanika (72,2 %) koristi kombinaciju *Power Automate*, *Power Apps*, *SharePoint* i *Power BI*. Ova dominacija odražava snažnu integraciju *Microsoft* rešenja u preduzećima i mogućnost korišćenja *LCNC* funkcionalnosti u široko prihvaćenim paketima, kao što je *Office 365*, *Microsoft 365*. Ostali alati čine 22,2 % i uključuju *Alteryx*, *Flowable*, *FlowiseAI*, *SAS EG*, *SQL Server SSIS/SSAS*, kao i platforme za automatizaciju poput *Knime* i *UiPath*, koje se često koriste za specifične analitičke ili potrebe automatizacije, koje prevazilaze mogućnosti *Microsoft* alata. Na kraju, interni alati (5,6 %) pokazuju da neke organizacije razvijaju sopstvene *LCNC* platforme prilagođene jedinstvenim zahtevima. Ova raspodela ističe da, iako *Microsoft* predstavlja *de facto* standard, organizacije ostaju otvorene za alternativne i specijalizovane platforme u nastojanju da postignu fleksibilnost i inovaciju.

Tabela 1: Deskriptivna statistika

	<i>Trad_Inhibitori</i>	<i>LCNC_Inhibitori</i>	<i>LCNC_Pokret.</i>	<i>Trad_Pokret.</i>
Broj važećih	20	20	20	20
Br. nedostajućih	0	0	0	0
Prosek	2.01	3.27	3.96	2.24
Std. greška proseka	0.11	0.19	0.16	0.14
Medijana	1.86	3.38	4.14	2.14
Modus	1.86	3.00 ^a	4.29	2.14 ^a
Std. devijacija	0.49	0.84	0.72	0.63
Varijansa	0.24	0.71	0.52	0.40
Minimum	1.00	0.63	1.57	0.86
Maximum	3.14	4.50	4.86	3.43

Izvor: Autori

a - Postoji više modusa. Prikazana je najmanja vrednost.

Deskriptivna statistika (Tabela 1) pokazuje jasnu razliku između tradicionalnih i *LCNC* faktora. Tradicionalni inhibitori ($M = 2.01$) ocenjeni su znatno niže u poređenju sa *LCNC* inhibitorima ($M = 3.27$), dok su *LCNC* pokretači dobili najviše ocene ($M = 3.96$). Nalazi ukazuju da tehnička ograničenja više ne predstavljaju dominantnu prepreku, a ključni razlozi za usvajanje *LCNC* rešenja postaju brzina implementacije, jednostavnost upotrebe i njihova široka dostupnost.

Tabela 2: Wilcoxon test

Nulta hipoteza	Test	Sig.a,b	Odluka
Medijana razlika između Trad_Inhibitora i LCNC_Inhibitora = 0	Wilcoxon test vezanih uzoraka (Signed Rank Test)	.001	Odbacuje se nulta hipoteza
Medijana razlika između LCNC_Pokret. and Trad_Pokret. = 0	Wilcoxon test vezanih uzoraka (Signed Rank Test)	.000	Odbacuje se nulta hipoteza

Izvor: Autori

a. Nivo značajnosti je .050.; b. Prikazana je asimptotska značajnost.

Wilcoxon test povezanih uzoraka (Tabela 2) korišćen je za upoređivanje ocena istih ispitanika za tradicionalne i LCNC faktore. Rezultati su pokazali da ispitanici vide LCNC inhibitore kao znatno izraženije barijere u poređenju sa tradicionalnim ($Z = 3.38$, $p < .001$), dok su LCNC pokretači ocenjeni kao značajniji nego kod tradicionalnih ($Z = -3.59$, $p < .001$). Isti učesnici dosledno prepoznaju nove rizike, ali još jače naglašavaju prednosti LCNC pristupa. Primarna motivacija za usvajanje LCNC je jača nego kod tradicionalnog IT razvoja. Dok su efikasnost i kvalitet bili klasični pokretači u konvencionalnom softverskom razvoju, ispitanici su mnogo veću važnost dali prednostima specifičnim za LCNC, kao što su brzina, jednostavnost upotrebe i demokratizacija razvoja.

Tabela 3: Korelaciona matrica

	Trad_Inh.	LCNC_Inh.	LCNC_Pok.	Trad_Pok.	LCNCupotreba
Trad_Inh.	1.0	-0.221	0.253	-0.212	-0.108
LCNC_Inh.	-0.221	1.0	-0.328	0.421	0.515
LCNC_Pok.	0.253	-0.328	1.0	-0.328	-0.378
Trad_Pok.	-0.212	0.421	-0.328	1.0	0.471
LCNCupotreba	-0.108	0.515	-0.378	0.471	1.0

Izvor: Autori

Korelaciona analiza pokazala je da korišćenje LCNC alata značajno korelira sa višim ocenjivanjem LCNC inhibitora ($r = .52$, $p = .020$) i tradicionalnih pokretača ($r = .47$, $p = .036$). Istovremeno je uočen negativan trend u vezi sa LCNC pokretačima ($r = -.38$), što može ukazivati na razliku između očekivanja i praktičnog iskustva korisnika. Veća upotreba ovih alata povezana je sa jačim uočenim inhibitorima ($r = .52$, $p = .020$), što sugerise da praktično iskustvo čini ispitanike svesnijim ograničenja kao što su skalabilnost, integracija i upravljanje. Istovremeno, korisnici LCNC alata veću važnost pridaju i tradicionalnim pokretačima ($r = .47$, $p = .036$), što pokazuje da i dalje cene klasične IT motive poput efikasnosti, pouzdanosti i kontrole procesa. Zanimljivo je da je veza između korišćenja LCNC alata i LCNC pokretača bila negativna, iako statistički neznčajna ($r = -.38$), što može ukazivati na dozu razočaranja, jer stvarni korisnici alata vide manje prednosti nego oni koji ih ne koriste. Nalazi upućuju na paradoks iskustva, iako se LCNC alati sve više usvajaju, korisnici istovremeno prepoznaju i više ograničenja.

Regresiona analiza je pokazala da model objašnjava oko trećinu varijanse u percepciji LCNC inhibitora ($R^2 = 0.31$). S obzirom da je ANOVA pokazala da ceo model nije bio statistički značajan na nivou 0.05, naglasak je stavljen na pojedinačne prediktore, koji su se pokazali važnima. Pokazalo se da pozicija u organizaciji i godine radnog iskustva značajno utiču na percepciju rizika. Ispitanici na višim pozicijama i oni sa više iskustva izražavaju veći stepen zabrinutosti oko pitanja kao što su *vendor lock-in*, sigurnost i usklađenost sa propisima. S druge strane, pripadnost određenom odeljenju (IT ili poslovni deo) nije imala značajan uticaj. Motivi za usvajanje LCNC rešenja (brzina, jednostavnost, dostupnost) prepoznati su podjednako, bez obzira na funkciju ili iskustvo.

4. KVALITATIVNI REZULTATI

Tematska analiza narativnih odgovora rezultovala je četiri kategorije, koje odražavaju percepciju ispitanika u vezi sa pokretačima i inhibitorima tradicionalnog i LCNC razvoja. Kod *tradicionalnih pokretača*, naglašeni su pouzdanost, kvalitet i usklađenost sa regulativom. Ispitanici su isticali da se tradicionalni pristupi odlikuju stabilnošću, jasnim ulogama i metodologijama, snažnim okvirom upravljanja i bezbednosti. Istovremeno, glavni *tradicionalni inhibitori* su spori razvojni ciklusi, visoki troškovi i velika zavisnost od IT sektora, što stvara uska grla i isključuje zaposlene poslovnih funkcija iz procesa razvoja. Za *LCNC pokretače*, dominantne teme bile su brzina i produktivnost, korisnička pristupačnost i demokratizacija razvoja. Alati su prepoznati kao „*game-changers*“ jer omogućavaju brže prototipiranje, uključivanje neprogramera i jaču saradnju između IT i biznis jedinica. Pored toga, istaknuti su i efekti na optimizaciju troškova kroz smanjenje oslanjanja na IT timove. Iako je stav prema LCNC rešenjima pretežno pozitivan, identifikovani su i značajni LCNC inhibitori. Najčešće su navođeni rizici nekontrolisanog razvoja i pojave *shadow IT*, zatim ograničenja u pogledu kvaliteta i skalabilnosti kod složenih sistema, kao i izazovi vezani za upravljanje, sigurnost i zavisnost od dobavljača. Kvalitativna analiza pokazuje da se tradicionalni razvoj doživljava kao stabilan, ali spor i skup, dok LCNC pristupi nude brzinu i demokratizaciju, uz nove rizike koje je potrebno pažljivo adresirati kroz odgovarajuće okvire upravljanja i sigurnosti.

5. ZAKLJUČAK I DISKUSIJA

Rezultati sprovedene analize ukazuju na pomak paradigme razumevanja pokretača i ograničavajućih faktora razvoja softverskih rešenja. Kod tradicionalnog razvoja, ispitanici su naglašavali pouzdanost, kvalitet i usklađenost sa regulativom kao glavne prednosti, dok su spori razvojni ciklusi, visoki troškovi i zavisnost od IT sektora identifikovani kao ključne slabosti. Sa druge strane, LCNC razvoj prepoznat je kao brži, pristupačniji i inkluzivniji, jer omogućava učešće neprogramera i time doprinosi demokratizaciji razvoja. Međutim, uz ove prednosti javljaju se i novi izazovi, pre svega rizici vezani za *shadow IT*, *vendor lock-in* i ograničenja u pogledu kvaliteta i skalabilnosti. Kvantitativni deo istraživanja potvrdio je statistički značajne razlike u percepciji tradicionalnih i LCNC faktora. LCNC pokretači ocenjeni su kao značajniji od tradicionalnih, dok su LCNC inhibitori percipirani kao relevantniji od klasičnih tehničkih

ograničenja. Ispitanici na višim pozicijama, sa dužim radnim iskustvom, pokazuju veću osetljivost na rizike upravljanja i bezbednosti, što ukazuje da iskustvo utiče na percepciju LCNC alata. Korelaciona analiza dodatno je naglasila paradoks iskustva, dok veća upotreba LCNC alata povećava svest o njihovim ograničenjima, istovremeno jača i vrednovanje tradicionalnih pokretača kao što su efikasnost i pouzdanost. Nalazi potvrđuju da značaj identifikovanih determinanti nije univerzalan, već zavisi od organizacionog i industrijskog konteksta. Ograničenje istraživanja ogleda se u malom uzorku, iz Srbije i BiH, što otežava širu generalizaciju nalaza. Buduća istraživanja trebalo bi da obuhvate veći i raznovrsniji uzorak, kao i longitudinalni pristup, kako bi se pratili dugoročni efekti usvajanja LCNC platformi u različitim industrijskim kontekstima. Takođe, buduće pravce istraživanja treba usmeriti i na kvantifikaciju rizika povezanih sa *shadow IT*, *vendor lock-in* i bezbednošću podataka, kao i na razvoj metrika za procenu upravljačke kontrole i kvaliteta LCNC aplikacija. Interdisciplinarni pristup koji integriše tehničke, menadžerske i organizacione dimenzije može doprineti razvoju sveobuhvatnog teorijskog okvira za dublje razumevanje LCNC fenomena u kontekstu digitalne transformacije. Rezultati ukazuju da LCNC pristupi ne predstavljaju zamenu za tradicionalne metode, već dopunu i evoluciju, koja donosi nove mogućnosti, ali i rizike. Praktična implikacija za organizacije ogleda se u potrebi za balansiranjem agilnosti i dostupnosti sa okvirima upravljanja i bezbednosti. Sa teorijskog aspekta, istraživanje doprinosi boljem razumevanju dinamike između pokretača i ograničenja u kontekstu digitalne transformacije.

LITERATURA

- [1] Biedova, O., Ives, B., Male, D., & Moore, M. (2024). Strategies for Managing Citizen Developers and No-Code Tools. *MIS Quarterly Executive*, 23(2), 165–183. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00093>
- [2] Binzer, B., Elshan, E., Fürstenau, D., & Winkle, T. J. (2024). Establishing a Low-Code/No-Code-Enabled Citizen Development Strategy. *MIS Quarterly Executive*, 23(3), 253–273. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00097>
- [3] Guthardt, T., Kosiol, J., & Hohlfeld, O. (2024). Low-code vs. the developer: An empirical study on the developer experience and efficiency of a no-code platform. *Proceedings of the ACM/IEEE 27th International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems*, 856–865. <https://doi.org/10.1145/3652620.3688332>
- [4] Kass, S., Strahringer, S., & Westner, M. (2022). Drivers and Inhibitors of Low Code Development Platform Adoption. *24th IEEE Conference on Business Informatics (CBI)*, 196–205. <https://doi.org/10.1109/CBI54897.2022.00028>
- [5] Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2013). Systematic literature reviews in software engineering – a systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7–15.
- [6] Martinez, E., Pfister, L., & Stauch, F. (2024). Developing a novel application to digitalize and optimize construction operations using low-code technology. *41st International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2024)*, 283–290. <https://doi.org/10.22260/ISARC2024/0038>

- [7] Pinho, D., Aguiar, A., & Amaral, V. (2023). What about the usability in low-code platforms? A systematic literature review. *Journal of Computer Languages*, 74, 101185. <https://doi.org/10.1016/j.cola.2022.101185>
- [8] Prinz, N., Huber, M., Leonhardt, J., & Riedinger, C. (2024). Unleash the Power of Citizen Development: Leveraging Organizational Capabilities for Successful Low-Code Development Platform Adoption. *HICSS 2024*, 569–578.
- [9] Rakovic, L., Maric, S., Djordjevic Milutinovic, L., Vukovic, V., & Bjekic, R. (2024). The role of leadership in managing digital transformation: A systematic literature review. *E&M Economics and Management*, 27(2), 87–107. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2024-2-006>
- [10] Raković, L., Đorđević, M., Lula, P., Vuković, V., Dziura, M., & Rojek, T. (2025). Low code/no code software development: Definition, drivers, and inhibitors. *Anali Ekonomskog Fakulteta u Subotici*, 00, 57–57. <https://doi.org/10.5937/AnEkSub2500007R>
- [11] Ristić, Ž. (2016). *Objedinjavanje kvantitativnih i kvalitativnih istraživanja*. ECPD.
- [12] Runeson, P., & Höst, M. (2009). Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering*, 14(2), 131–164. <https://doi.org/10.1007/s10664-008-9102-8>
- [13] Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93–112. <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>
- [14] Yin, R. (2009). *Case study research: design and methods*. SAGE.

DETERMINANTE KOMPETENCIJA I ULOGA KORISNIKA POWER BI ALATA U SRBIJI

DETERMINANTS OF COMPETENCIES AND ROLES OF POWER BI TOOL USERS IN SERBIA

Aleksandra Dacević¹, Lena Đorđević Milutinović,² Slobodan Antić³

^{1,2,3}Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,

¹aleksandradacev98@gmail.com, ORCID: 0009-0009-4406-0287

²lena.djordjevic.milutinovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-3758-0147

³slobodan.antic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0449-0687

Apstrakt: Ovaj rad istražuje primenu i nivo znanja korisnika Power BI, kao alata poslovne inteligencije, u različitim organizacijama u Republici Srbiji. Pregled literature, baziran na Web of Science, potvrdio da je primena Power BI relativno nova i brzo rastuća istraživačka tema, sa dominantnom primenom u edukaciji i poslovnoj analitici. Kvantitativno istraživanje, sprovedeno putem onlajn ankete, obuhvatilo je 132 ispitanika. Analizirani su demografski podaci, način sticanja znanja, dužina korišćenja i uloge u primeni alata. Rezultati pokazuju da dužina rada sa Power BI, broj preuzetih uloga i nivo senioriteta značajno utiču na samoprocenu znanja, dok pol, starost i obrazovanje ne predstavljaju statistički značajne faktore. Na osnovu sprovedenog istraživanja, identifikovane su ključne prednosti i ograničenja alata, što pruža smernice za dalje unapređenje edukacije i efikasniju implementaciju u poslovnom okruženju.

Ključne reči: Power BI, poslovna inteligencija, kompetencije korisnika.

Abstract: This paper investigates the use and knowledge level of Power BI users, as a business intelligence tool, in various organizations in the Republic of Serbia. A literature review based on the Web of Science confirmed that the use of Power BI is a relatively new and rapidly growing research topic, with dominant applications in education and business analytics. A quantitative study, conducted through an online survey, included 132 respondents. Demographic characteristics, methods of acquiring knowledge, length of use, and user roles in applying the tool were analyzed. The results show that the length of experience with Power BI, the number of roles assumed, and the level of seniority significantly influence self-assessed knowledge, while gender, age, and education are not statistically significant factors. Based on the research findings, key advantages and limitations of the tool were identified, providing guidelines for improving education and enabling more efficient implementation in business environments.

Keywords: Power BI, business intelligence, user competencies.

1. UVOD

U savremenom poslovnom okruženju, donošenje odluka zasnovano na podacima predstavlja jedan od ključnih faktora uspeha organizacije. Velike baze podataka iz različitih izvora zahtevaju efikasne alate za prikupljanje, obradu i vizuelizaciju podataka na osnovu čega se donose poslovne odluke. Poslovna inteligencija (engl. *Business Intelligence* – *BI*) obuhvata skup metodologija i tehnologija koje omogućavaju transformaciju sirovih podataka u korisne informacije za strateško i operativno odlučivanje. *Power BI* predstavlja napredan alat poslovne inteligencije, koji je razvijen od strane kompanije *Microsoft*. Na osnovu pripremljenih baza podataka, kreiraju se vizuali, izveštaji i kontrolne table (Sangeetha et al., 2025). Ovaj alat povezuje potrebe različitih sektora u jedan model, štedi prostor i smanjuje broj lokalnih izveštaja koji su usmereni ka potrebama jednog odeljenja (Sengupta et al., 2024). Funkcije transformacije podataka pomažu korisnicima da identifikuju obrasce, trendove i odstupanja koja mogu pružiti vredne uvide u performanse preduzeća (Nabil et al., 2023). Zahvaljujući intuitivnom interfejsu, mogućnosti povezivanja sa različiti izvorima podataka, fleksibilnosti i automatizovanom izveštavanju, *Power BI* postao je jedan od najčešće korišćenih alata za podršku odlučivanju. U okviru primene postoje izazovi koji se odnose na kvalitet izvora podataka, optimizaciju performansi i integraciju podataka u realnom vremenu.

Cilj ovog rada je istraživanje uloga, prednosti i nedostataka *Power BI* alata u procesu analize i donošenja odluka. U okviru rada primenjen je sistematski pregled literature, kao i empirijsko istraživanje, sprovedeno putem onlajn ankete na teritoriji Republike Srbije. Svrha istraživanja bilo je ispitivanje nivoa poznavanja i korišćenja *Power BI* alata među zaposlenima iz različitih sektora, kao i utvrđivanje da li postoje razlike u stepenu znanja u zavisnosti od pola, starosne dobi, radnog staža, obuke i godina korišćenja *Power BI*, kao i sektora delatnosti. Dobijeni rezultati mogu doprineti boljem razumevanju potreba za obukama i razvojem digitalnih veština u organizacijama koje teže digitalnoj transformaciji. Polazeći od definisanog cilja, postavljena su naredna istraživačka pitanja: (engl. *Research Question* – *RQ*):

RQ1: Koje su determinante, pokretači i inhibitori primene *Power BI* alata u poslovnom okruženju?

RQ2: Kakav je odnos između determinanti, prednosti i nedostataka primene *Power BI* alata i da li se percepcija ovih faktora razlikuje u zavisnosti od demografskih karakteristika i uloga korisnika u organizaciji?

Rad je strukturiran na sledeći način. Drugo poglavlje odnosi se na metodologiju istraživanja, ono prikazuje primenu metoda, tehnika i način obrade rezultata sa ciljem obezbeđivanja validnosti i pouzdanosti rezultata. U trećem poglavlju prikazani su rezultati sprovedenog istraživanja i njihova interpretacija u odnosu na postavljena istraživačka pitanja. Zaključak obuhvata sintezu rezultata teorijskog i kvantitativnog dela

rada, ističući ključne uvide o ulogama, prednostima i barijerama *Power BI* alata, kao i mogućnosti za dalja istraživanja u ovoj oblasti.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Za analizu i definisanje pravca istraživanja pretražena je baza *Web of Science (WoS)*. Pretraga je izvršena u odnosu na ključnu reč „*Power BI*”. Ključna reč pretrage odnosi se na naslove, apstrakte i ključne reči radova. Pretraga je obavljena u avgustu 2025. godine. Kao rezultat pretrage dobijeno je 37 radova. Ograničenje koje se tiče godine objavljivanja radova nije primenjeno. Iz liste od 37 radova, dostupno za analizu bilo je 27 radova. Iz analize je isključeno 3 rada, koji su bili napisani na španskom jeziku i 1 rad koji je bio duplikat. Ukupno je analizirano 23 rada. Najveći broj radova (21 rad), predstavlja *Power BI* kao samostalni alat, dok 2 rada ukazuju da je *Power BI* evolucija *Excel*-a. U 61% obrađenih radova nisu definisane jasne smernice budućih istraživanja. Uočeno je da ne postoje značajna istraživanja na ovu temu koja se odnose na region Srbije. Analizom baze radova po godini publikacije, može se zaključiti da je u pitanju aktuelna tematika i da su radovi objavljeni u poslednjih 7 godina. Skoriji porast publikacija na temu *Power BI* sugerise da se radi o oblasti koja ima značajan istraživački potencijal. Analizom baze radova može se zaključiti da je alat primenljiv u različitim oblastima. Najviše radova odnosi se na edukaciju. Sistematski pregled literature sproveden je sa ciljem dobijanja odgovora na prvo istraživačko pitanje, a rezultati su prikazani u narednom poglavlju.

U okviru studije sprovedeno je i kvantitativno istraživanje o ulogama, samoproceni znanja, prednostima i nedostacima *Power BI* alata na teritoriji Republike Srbije, u periodu od 28.9.2025. do 4.10.2025. putem *Google forms* ankete, kako bi se odgovorilo na drugo istraživačko pitanje. Ciljna grupa bili su ispitanici koji koriste *BI* alate u svom poslovanju. U istraživanju je učestvovalo 132 ispitanika od kojih se 21 izjasnilo da ne koriste *Power BI*. Analiza rezultata rađena je u odnosu na ispitanike koji su se izjasnili da upotrebljavaju *Power BI* u organizaciji. Ispitanicima je bilo postavljeno 17 pitanja, od kojih se 8 odnosi na demografske karakteristike. Podaci su obrađeni pomoću *Microsoft Excel* alata. U odnosu na ispitanike koji nisu imali dodir sa alatom, 61.9% izjasnilo se da planiraju da počnu da koriste *Power BI* u svom svakodnevnom poslu. Najviše ispitanika pripadalo je starosnoj grupi između 25 i 34 godine i čine 63.1% ukupnog broja ispitanika. Prema stepenu obrazovanja, 49.5% ispitanika završilo je višu školu ili fakultet, 43.2% ispitanika ima diplomu master studija, dok je 7.2% završilo srednju školu. Nijedan ispitanik nije imenovan u zvanje doktora nauka. U ispitivanju je učestvovalo 35.1% žena i 64.9% muškaraca koji koriste *Power BI*. Istraživanje je obuhvatilo kriterijum po broju godina radnog iskustva, sektoru zaposlenja, nivou senioriteta u kompaniji, načinu sticanja znanja i dužini korišćenja *Power BI* alata, kao i o ulogama primene. Pitanja vezana za samoprocenu znanja *Power BI* ocenjena su od strane ispitanika Likertovom skalom (1-5). Vrednost samoprocene definisana je kao prosečan skor po ispitaniku u odnosu na odgovore na agregirana pitanja čime su izračunate kompozitne varijable. U radu je primenjena deskriptivna statistika gde su računati proseki, standardna devijacija i

varijansa. Za ispitivanje povezanosti i statistički značajnih razlika između kategorija, korišćeni su t-test nezavisnih uzoraka kao i jednofaktorska analiza varijanse (ANOVA).

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Analizom naučnih radova, identifikovane su osnovne prednosti i nedostaci *Power BI*, čija lista nije prikazana u radu zbog ograničenja broja strana, ali je upotrebljena za odgovor na postavljeno prvo istraživačko pitanje i za sprovođenje empirijskog istraživanja. Definisane su i prilagođene uloge korišćenja *Power BI* u organizaciji kako bi se utvrdio nivo tehničkog znanja, odgovornosti i načina korišćenja alata kod ispitanika. Svaka od uloga ima različit stepen interakcije sa alatom, što utiče na nivo poznavanja funkcionalnosti i samoprocenu kompetencija. Jedan korisnik može preuzeti više uloga i cilj je da se ispita da li postoji statistički značajna razlika po broju uloga u odnosu na demografske karakteristike i kompetencije, u okviru drugog istraživačkog pitanja. Ključne uloge u primeni *Power BI* alata, identifikovane sistematskim pregledom literature, prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1: Uloge primene *Power BI* alata

Uloga	Kratak opis	Izvor
<i>Power BI</i> Modelar	Dizajniranje i optimizacija performansi modela podataka	Element61. (2023).
<i>Power BI</i> Developer	Kreiranje modela podataka, primena DAX formula, vizuelizacija	KnowledgeHut. (2023).
Specijalista Transformacija	Čišćenje i transformacija podataka u <i>Power Query</i> , povezivanje različitih izvora podataka	KnowledgeHut. (2023).
Krajnji korisnik	Upotreba gotovih <i>Power BI</i> izveštaja i <i>Dashboard</i> -a za praćenje i analizu poslovanja	Element61. (2023).
Administrator	Upravljanje dozvolama, bezbednošću i objavljivanje izveštaja u <i>Power BI</i> <i>Service</i> -u	Svarre, T., & Gaardboe, R. (2019)
Donosilac odluke	Upotreba <i>Power BI</i> alata za donošenje strateških odluka	Svarre, T., & Gaardboe, R. (2019).

Izvor: Autor

U okviru sprovedenog empirijskog istraživanja, ispitanicima su postavljena pitanja samoprocene sposobnosti i korišćenja *Power BI* alata. Na osnovu pregleda literature i donošenja zaključaka o primeni, pitanja su grupisana u klastere. U Tabeli 2. prikazani su prosečni odgovori ispitanika po klasterima. Na osnovu prosečnih ocena koje se nalaze ispod ocene četiri, zaključujemo da postoji potreba i mogućnost za unapređenje znanja u okviru primene *Power BI*. Ispitanici su najvišom prosečnom ocenom ocenili svoje veštine korišćenja *Power BI* alata za filtriranje, sortiranje i osnovnu interakciju sa

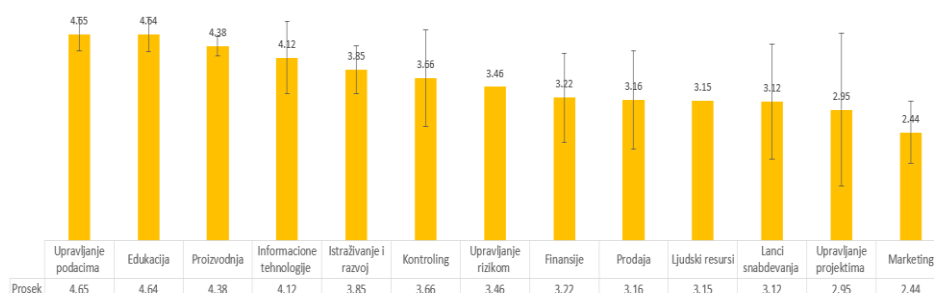
vizuelizacijama, kao i za kombinovanje podataka iz više izvora u cilju analize i donošenja odluka.

Tabela 2: Prosečne vrednosti konstrukata

Konstrukt	Prosečna vrednost konstrukta
Samostalna analiza i donošenje odluka	3.85
Osnovno korišćenje i pregled podataka	3.84
Napredna analiza	3.66
Modeliranje podataka	3.64
Priprema i unos podataka	3.64
Administracija i deljenje	3.50

Izvor: Autor

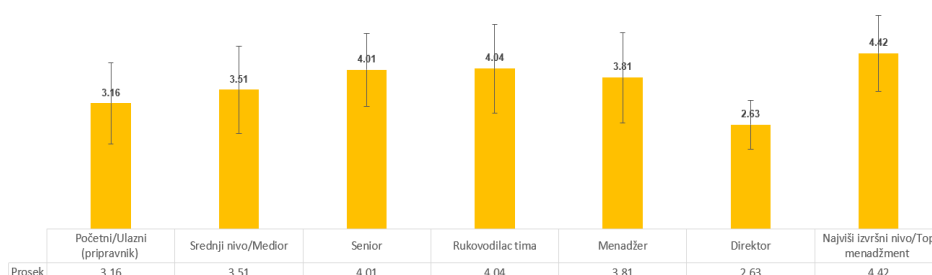
U okviru analize, rezultati t-testa nezavisnih promenljivih pokazali su da ne postoji statistički značajna razlika između muškaraca ($M=3.76$, $SD=1.05$) i žena ($M=3.54$, $SD=1.11$) u nivou samoprocene znanja korišćenja *Power BI* ($t(74)=1.06$, $p=0.29$). Rezultati jednofaktorske analize varijansi (ANOVA) pokazali su da ne postoji statistički značajna razlika u prosečnom nivou samoprocene znanja *Power BI* između ispitanika različitih starosnih grupa, $F(3,107)=2.24$, $p=0.09$, kao ni u odnosu na različite stepene obrazovanja, $F(2,108)=1.86$, $p=0.16$, ni u odnosu na dužinu radnog staža, $F(4,106)=1.54$, $p=0.2$. U okviru istraživanja, 97.8% ispitanika zaposleno je u privatnom sektoru, dok samo 2.2% radi u javnom sektoru. U prikazanom istraživanju postoji ograničenje po pitanju rezultata vezanih za javni sektor, jer je uzorak nedovoljan za donošenje generalnih zaključaka o korišćenju *Power BI* u populaciji koja je zaposlena u javnom sektoru. Na osnovu analize dobijenih rezultata, zaključujemo da postoji statistički značajna razlika u prosečnom nivou samoprocene znanja upotrebe alata u odnosu na oblast i sektor u kome su ispitanici zaposleni što možemo tvrditi sa verovatnoćom 99.87%. Na Slici 1 prikazane su srednje vrednosti i odstupanja ispitanika po oblastima u kojima su zaposleni u odnosu na odgovore vezane za samoprocenu nivoa poznavanja *Power BI* alata. U prodaji, kao i u kontroingu postoje najviša odstupanja u odgovorima ciljne grupe. Sektor ljudskih resursa i upravljanja rizikom možemo isključiti iz analize zbog nedovoljnog uzorka ispitanika.



Slika 1: Prosečno znanje *Power BI* i odstupanje odgovora po oblastima

Izvor: Autor

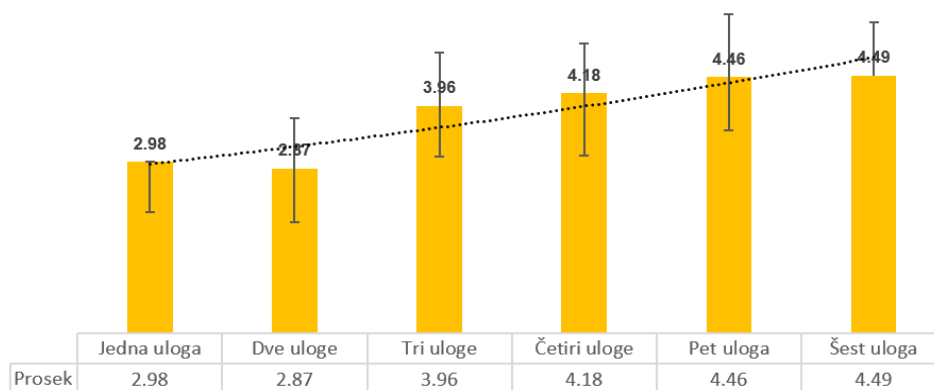
Zaposleni koji pripadaju višem nivou senioriteta, imaju više prosečne ocene za nivo poznavanja *Power BI* alata. Primenom jednofaktorske analize varijansi, zaključujemo da postoji značajna statistička razlika u odnosu na rang senioriteta u kompaniji. Direktori najčešće preuzimaju ulogu krajnjeg korisnika, alat koriste za donošenje strateških odluka i za kreiranje *ad-hoc* izveštaja, a retko preuzimaju ulogu u kreiranju modela i povezivanju podataka. Najviše uloga u korišćenju *Power BI* imaju osobe koje koriste alat duže od 5 godina, pripadaju seniorima ili imaju rukovodeću ulogu u timu. Na Slici 2 prikazane su prosečne vrednosti i standardne devijacije samovrednovanja znanja u odnosu na rang u organizaciji.



Slika 2: Prosečno znanje *Power BI* i odstupanje odgovora po nivou senioriteta

Izvor: Autor

Na osnovu obrade podataka primenom *ANOVA* analize, zaključujemo da postoji statistički značajna razlika u sposobnostima upotrebe *Power BI* kada se sagleda dužina korišćenja alata. Zaposleni koji imaju dodir sa *Power BI* duže od pet godina, pokazuju prosečnu ocenu 4.16, što je visok nivo poznavanja i korišćenja alata i obuhvata transformaciju, čišćenje, modeliranje, vizuelizaciju, skladištenje i analizu podataka uz primenu složenih formula i operacija. Ispitanici koji koriste *Power BI* kraće od šest meseci, najčešće preuzimaju ulogu isključivo krajnjeg korisnika za potrebe filtriranja i sortiranja već napravljenih izveštaja i vizuala, sa prosečnom ocenom znanja alata 2.44. Po pitanju načina sticanja znanja o alatu, 99 ispitanika izjavilo je da su samostalno učili *Power BI*, dok je samo 6 ispitanika imalo formalno obrazovanje iz ove oblasti koje nije bilo dovoljno već su nastavili sa samostalnim učenjem i sa dodatnim obukama. Formalnu obuku završilo je 27.9% ispitanika. Na osnovu analize podataka, ne postoji statistički značajna razlika u prosečnom znanju alata između osoba koje su završile obuku i 72.1% ispitanika koji nisu imali bilo kakav vid zvaničnog učenja alata. Više od 60% ispitanika izjasnilo se da bi želelo dodatnu obuku ili edukaciju iz *Power BI*. Sa sigurnošću od 99.99% možemo tvrditi da znanje o korišćenju *Power BI* alata raste preuzimanjem više uloga. Osobe koje imaju više od tri uloge u upotrebi alata, imaju prosečno znanje iznad ocene 4. Na Slici 3 prikazane su prosečne vrednosti samoprocene znanja i standardne devijacije po broju uloga koje imaju zaposleni prilikom upotrebe alata.



Slika 3: Prosečno znanje *Power BI* i odstupanje odgovora po broju uloga

Izvor: Autor

Na osnovu pregleda literature, identifikovane su ključne prednosti i nedostaci *Power BI* alata. Od ispitanika je traženo da označe minimum tri prednosti i minimum tri barijere u korišćenju, a imali su mogućnost dodavanja svojih komentara kako bi se identifikovale dodatne prednosti i nedostaci alata. Najveći broj ispitanika izjasnilo se da su vizuelizacija i filtriranje podataka, integracija podataka iz različitih izvora, kao i automatizacija obrade podataka tri glavne prednosti korišćenja *Power BI*. Prikupljanje, transformacija i učitavanje podataka, kao i sposobnost upravljanja velikom količinom podataka su prednosti koje su identifikovane od većine korisnika. Zaposleni su naglasili prednost lakoće korišćenja alata za osobe koje nisu po svojoj struci programeri. Ispitanici su se složili da je najveći nedostatak *Power BI* zavisnost od kvaliteta ulaznih podataka. Visoki troškovi licence za napredne verzije programa su drugi ocenjeni kriterijum po rang barijera alata. Korisnici naglašavaju da postoje ograničenja u funkcionalnostima alata kod velikih skupova podataka, kao i da su neophodne obuka i edukacija korisnika. Ispitanici ističu da postoji problem vezan za brz razvoj alata i dodavanje novih funkcija iako prvobitne funkcionalnosti nisu istražene i maksimalno iskorišćene od strane velikog broja korisnika. Smatraju da su godišnja i dvogodišnja ažuriranja dovoljna, a da mesečno dodavanje noviteta otežava samu primenu, posebno u *Desktop* verziji u kojoj je otežano praćenje promena. Korisnici stavljaju akcenat na problem ograničenih performansi kod izveštaja koji koriste centralizovane, *self-service* skupove podataka. Ispitanici veruju da ne postoji garancija isplativosti uloženi novčanih i vremenskih resursa u implementaciju alata i obuku zaposlenih.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu sistemskim pregledom literature definisane su determinante, glavne prednosti i inhibitori korišćenja *Power BI* alata, kao i osnovne uloge korisnika. Sprovedeno je empirijsko istraživanje o upotrebi alata na teritoriji Republike Srbije, kako bi se ocenile međuzavisnosti komponenti i utvrdio nivo znanja ispitanika u kontekstu

upotrebe alata. Analiza podataka pokazala je da postoji određeni nivo statistički značajnih razlika u stepenu poznavanja alata u zavisnosti od oblasti primene, nivoa senioriteta, dužine korišćenja alata, kao i od broja uloga koji korisnici preuzimaju prilikom upotrebe *Power BI*. Ograničenje rada odnosi se na korišćenje isključivo *WoS* baze naučnih radova za sistematski pregled literature. Baza radova je bila dovoljna da odgovori na postavljena istraživačka pitanja, ali je neophodno proširiti opseg radova objavljenih u drugim naučnim bazama za naredna istraživanja. Buduća istraživanja mogu se fokusirati na detaljnije razmatranje uloga korisnika, na način na koji zaposleni na različitim pozicijama, u različitim industrijama koriste *Power BI*, uzimajući u obzir razlike u iskustvu, potrebama i pristupu alatu. Uzorak se može prošiti van granica Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Harode, A., Ensafi, M., & Thabet, W. (2022). Linking BIM to Power BI and HoloLens 2 to support facility management: A case study approach. *Buildings*, 12(6), 852. <http://dx.doi.org/10.3390/buildings12060852>
- [2] Nabil, D. H., Rahman, M. H., Chowdhury, A. H., & Menezes, B. C. (2023). Managing supply chain performance using a real time Microsoft Power BI dashboard by action design research (ADR) method. *Cogent Business & Management*, 10(1), 2257924. <http://dx.doi.org/10.1080/23311916.2023.2257924>
- [3] Sanabia-Lizarraga, K. G., Carballo-Mendivil, B., Arellano-González, A., & Bueno-Solano, A. (2024). Business intelligence for agricultural foreign trade: Design and application of Power BI dashboard. *Sustainability*, 16(21), 9576. <http://dx.doi.org/10.3390/su16219576>
- [4] Sangeetha, R., Elantamilan, D., & Indrapandi, A. (2025). Analyzing data with different charts and visualizations in Power BI. *Metallurgical and Materials Engineering*, 31(1), 780–785. <https://doi.org/10.63278/mme.v31i1.1310>
- [5] Sengupta, A., & Aziz, F. (2024). Empowering agility: Unleashing performance potential with Power BI in IT project management. *Proceedings of the International Conference on Communication and Network Technologies (CICN)*. <https://doi.org/10.1109/CICN.2024.236>
- [6] Sharma, N., & Sarkar, D. (2022). Healthcare data analytics using Power BI. *International Journal of Software Innovation*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.4018/IJSI.293267>
- [7] Svarre, T., & Gaardboe, R. (2019). Characterizing business intelligence tasks, use and users in the workplace. *Journal of Information Systems Education*, 30(1), 47–58.
- [8] Element61. (2023). *Power BI governance: Defining roles and responsibilities in Power BI environments*. Preuzeto 20.9.2025. sa <https://www.element61.be/en/resource/power-bi-governance>
- [9] KnowledgeHut. (2023). *Power BI developer roles and responsibilities*. Preuzeto 20.9.2025. sa <https://www.knowledgehut.com/blog/business-intelligence-and-visualization/power-bi-developer-roles-and-responsibilities>

INFORMACIONI SISTEMI PREDUZEĆA

GENERISANJE POSLOVNE LOGIKE SOFTVERSKOG SISTEMA KORIŠĆENJEM SILAB GENERATORA

GENERATING BUSINESS LOGIC OF A SOFTWARE SYSTEM USING THE SILAB GENERATOR

Ana Korunović¹, Miloš Milić², Dušan Savić³, Siniša Vlajić⁴

^{1,2,3,4} Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu,

¹ana.korunovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0009-8874-6707

²milos.milic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-2521-7607

³dušan.savic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-1726-219X

⁴sinisa.vlajic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-3830-2170

Apstrakt: U radu je opisan SILAB generator, pomoću kojeg se generiše poslovna logika softverskog sistema. SILAB generator je razvijen sa ciljem da pomogne studentima prilikom izrade dokumentacije za prve dve faze razvoja softverskog sistema u okviru predmeta Projektovanje softvera, na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu. Primenom ovog alata, automatizovan je proces izrade prve dve faze uprošćene Larmanove metode razvoja softvera (faza prikupljanja korisničkih zahteva i faza analize). Cilj istraživanja je da se prikaže primena SILAB generatora, kao i da se objasne prednosti njegove upotrebe u odnosu na prethodni način izrade dokumentacije. U okviru rada objašnjena je upotreba ovog alata u radu sa studentima, uz poređenje kvaliteta seminarskih radova pre i nakon njegovog uvođenja. Utisci nastavnika pokazuju da je primena SILAB generatora smanjila broj sintaksnih i semantičkih grešaka pri definisanju poslovne logike softverskog sistema i omogućila nastavnicima da više vremena posvete razmatranju domena problema različitih tema seminarskih radova sa studentima.

Ključne reči: SILAB generator, automatizacija razvoja dokumentacije, projektovanje softvera.

Abstract: This paper presents the SILAB generator, a tool developed to support students in generating business logic documentation during the early stages of software system development. The generator is used in the Software Design course at the Faculty of Organizational Sciences, University of Belgrade. It automates the first two phases of the simplified Larman method (requirements gathering and analysis). The aim of the study is to demonstrate the application of the SILAB generator and highlight its advantages over the traditional, manual approach to documentation. The paper describes its use in student projects and compares the quality of seminar papers before and after its implementation. Teachers report that the tool significantly reduced syntactic and semantic errors in defining business logic and allowed for more time to be dedicated to discussing the problem domain with students.

Keywords: SILAB generator, documentation automation, software design.

1. UVOD

Razvoj softverskih sistema podrazumeva niz jasno definisanih faza, koje uključuju prikupljanje korisničkih zahteva, analizu, projektovanje, implementaciju, testiranje i održavanje (Vlajić, 2020; Hossain, 2023; Alazzawi, Yas & Rahmatullah, 2023; Acharya & Sahu, 2020). Navedene faze predstavljaju elemente životnog ciklusa razvoja softvera (*Software Development Life Cycle - SDLC*) i sastavni su deo različitih metoda razvoja softverskih sistema (Kumar & Bhatia, 2014; Munassar & Govardhan, 2010; Boehm, 1988). Najčešće korišćeni modeli razvoja softvera su model vodopada, spiralni model i interativno-inkrementalni model. Razvoj ovih modela doveo je do pojave agilnih metoda, poput, ekstremnog programiranja, skrum-a, jedinstvenog procesa razvoja softvera (*Unified Software Development Process*) i Larmanove metode razvoja softvera (Larman, 1997; Beck, 2000; Jacobson, Booch & Rumbaugh, 1999; Schwaber & Beedle, 2002; Zhang & Patel, 2011).

U okviru nastavnog procesa na predmetu *Projektovanje softvera*, koji se realizuje na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu, studenti razvijaju softversko rešenje primenom uprošćene Larmanove metode razvoja softvera (Vlajić, 2020). Primenom ove metode, studenti tokom semestra kontinuirano razvijaju softver, prolazeći kroz sve faze životnog ciklusa razvoja softvera. Razvoj softverskog rešenja i izrada dokumentacije koja prati taj proces predstavlja obavezan deo ispita iz pomenutog predmeta. U okviru dodatnih termina na početku semestra, organizuje se rad sa studentima kako bi im nastavnici pomogli u izradi prve dve faze seminarskog rada i ukazali na greške u dokumentaciji. Tokom višegodišnjeg iskustva u radu sa studentima, uočeno je da se u prvim fazama razvoja softvera (faze prikupljanja korisničkih zahteva i analize) dešavaju različite greške, koje mogu uticati na ispravnost narednih faza. Studenti su često pravili sintaksne i semantičke greške prilikom definisanja slučajeva korišćenja i strukture softverskog sistema (konceptualni i relacioni model). Ispravljanje ovih grešaka oduzimalo je dosta vremena tokom konsultacija, tako da nastavnici nisu mogli da se u dovoljnoj meri posvete razmatranju domena problema različitih tema seminarskih radova sa studentima. U cilju rešavanja uočenih nedostataka u nastavi na predmetu *Projektovanje softvera* razvijen je *SILAB generator*.

SILAB generator je alat koji generiše poslovnu logiku softverskog sistema i omogućava studentima da kroz jasno definisane korake generišu dokumentaciju za prve dve faze uprošćene Larmanove metode razvoja softvera. Alat je razvijen u okruženju *Microsoft Access-a*, korišćenjem programskog jezika *Visual Basic*. U radu je opisana primena SILAB generatora, kao i prednosti koje su uočene njegovom primenom. Primenom generatora primenjuje se strategija razvoja softvera zasnovana na modelu, što će biti detaljnije objašnjeno u nastavku rada. Cilj istraživanja jeste da se prikaže primena SILAB generatora u nastavnom procesu i da se ukaže na prednosti automatizacije procesa izrade dokumentacije za poslovnu logiku softverskog sistema.

U drugom poglavlju ovog rada objašnjena je poslovna logika softverskog sistema. Treće poglavlje sadrži opisan SILAB generator, dok je u četvrtom poglavlju objašnjena njegova primena. U petom poglavlju objašnjene se prednosti primene SILAB generatora i predlozi za nadogradnju alata.

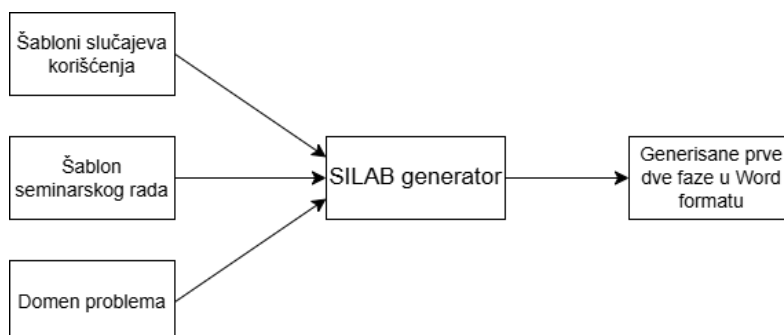
2. POSLOVNA LOGIKA SOFTVERSKOG SISTEMA

Poslovna logika predstavlja osnovu softverskog sistema, jer definiše njegove koncepte, odnose između koncepata, operacije (funkcionalnosti) sistema i ograničenja pod kojima se mogu izvršavati te operacije. Poslovna logika nastaje kao rezultat faze analize uprošćene Larmanove metode razvoja softvera (Vlajić, 2020). Poslovnu logiku čine logička struktura i ponašanje softverskog sistema. Ponašanje softverskog sistema se opisuje preko dijagrama sekvenci i sistemskih operacija, dok se struktura definiše preko konceptualnog i relacionog modela (Vlajić, 2020). Konceptualni model definiše koncepte sistema i njihove međusobne odnose, dok sekvencni dijagrami i sistemske operacije definišu na koji način entiteti sistema međusobno sarađuju da bi ispunili korisničke zahteve, odnosno zahtevane funkcionalnosti sistema. Poslovna logika se kreira na osnovu verbalnog opisa i liste slučajeva korišćenja, koji se definišu u fazi prikupljanja korisničkih zahteva. Struktura i ponašanje softverskog sistema predstavljaju osnovu za naredne faze razvoja softvera (projektovanje, implementacija i testiranje).

3. SILAB GENERATOR

SILAB generator je razvijen sa ciljem da studentima pomogne u izradi dokumentacije za prve dve faze razvoja softverskog sistema primenom uprošćene Larmanove metode razvoja softvera. Primenom generatora, proces izrade dokumentacije za faze prikupljanja korisničkih zahteva i analize je automatizovan, a semantičke i sintaksne greške, koje su studenti često pravili, su se smanjile. SILAB generator je implementiran u Microsoft Access razvojnom okruženju, korišćenjem programskog jezika Visual Basic (VBA). Trenutna verzija alata je verzija 2.7 i ona je korišćena u radu sa studentima tokom 2024/25 školske godine.

Koristeći SILAB generator, studenti unose informacije o softverskom sistemu, dok se kao rezultat dobija dokumentacija u Word formatu, koja sadrži detaljno opisanu poslovnu logiku. Na Slici 1. prikazani su ulazi u SILAB generator i rezultat koji izlazi iz njega.

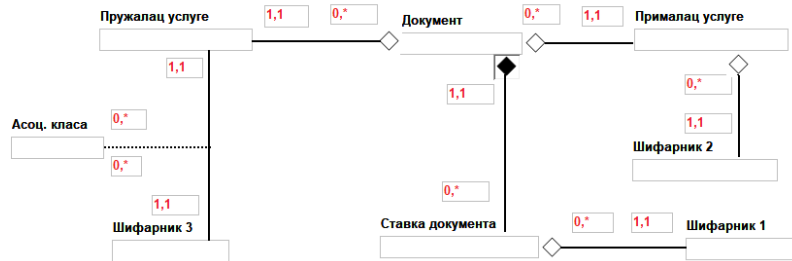


Slika 1: Ulazi i izlaz iz SILAB generatora

Ulazni podaci u SILAB generator čine šabloni slučajeva korišćenja, šablon seminarskog rada i specifikacija domena problema. Uloga šablona jeste da obezbedi generisanje konzistentne i tehnički ispravne dokumentacije prve dve faze seminarskog rada.

Šablon slučajeva korišćenja je Word dokument koji sadrži osnovne funkcionalnosti sistema (*kreiraj, pretraži, promeni, obriši, ubaci i prijavi*). Za svaki od slučajeva korišćenja definisani su sledeći elementi: *naziv, aktori, učesnici, preduslovi, osnovni i alternativni scenariji*. Šablon sadrži generičke (tekst koji nije specifičan za domen problema) i specifične (tekst specifičan za domen problema; obojen crvenom bojom) delove teksta. Specifični delovi slučajeva korišćenja zamenjuju se konceptima iz domenskog modela. Na ovaj način, za svaku funkcionalnost generiše se sintaksno i semantički ispravan slučaj korišćenja. *Šablon seminarskog rada* definiše strukturu seminarskog rada koji sadrži: *naslovnu stranu, sadržaj, uvod, poglavlja za sve faze uprošćene Larmanove metode razvoja softvera, zaključak i literaturu*. Osnovna ideja ovog šablona jeste da obezbedi standardizovanu i formatiranu strukturu dokumenta, koju će generator popuniti podacima koji su specifični za domen problema.

Podaci koji su potrebni za popunjavanje prethodno navedeni šablona su (i) osnovne informacije o studentu i seminarskom radu (*naziv teme, ime i prezime mentora, ime i prezime studenta, broj indeksa i akademska godina*) i (ii) podaci koji se odnose na domen problema. Osnovne informacije o studentu i seminarskom radu se koriste za automatsko generisanje naslovne strane seminarskog rada. Informacije koje opisuju domen problema se koriste za generisanje poslovne logike softverskog sistema. Osnovni ulaz SILAB generatora je *metamodel* (studenti biraju jedan od tri metamodela: KMT1, KMT2 ili KMT3). Metamodeli su šabloni koji studentima predlažu strukturu konceptualnog modela. Metamodeli sadrže unapred definisane metaklase (*primalac usluge, pružalac usluge, dokument, stavka dokumenta, šifarnici i asocijativna klasa*) i njihove međusobne veze, definisane preko kardinalnosti preslikavanja. Na Slici 2. prikazan je konceptualni model tip 1 (KMT1).



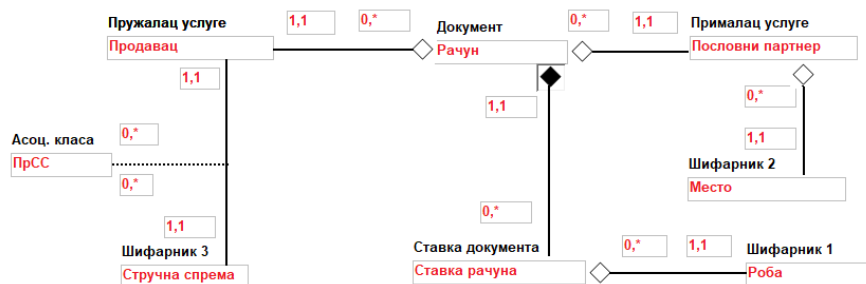
Slika 2: Metamodel KMT1

Student izabrani metamodel popunjava konkretnim konceptima (domenskim klasama) domena problema. Za svaki koncept se definišu njegove osnovne funkcionalnosti (*kreiraj, obriši, pretraži, prijavi, promeni i ubaci*), za koje generator kreira slučajeve korišćenja.

Izlaz iz SILAB generatora je formatiran Word dokument koji sadrži detaljnu dokumentaciju poslovne logike softverskog sistema (prve dve faze dokumentacije). Važno je napomenuti da SILAB generator ne pruža implementaciju poslovne logike korišćenjem određene implementacione tehnologije, već je ograničen na faze prikupljanja korisničkih zahteva i analize. Word dokument sadrži kompletnu strukturu seminarског рада (*naslovna strana, uvod, poglavlja koja se odnose na faze uprošćene Larmanove metode razvoja softvera, zaključak i literatura*), međutim, generator popunjava samo ona poglavlja koja se odnose na prve dve faze razvoja softvera (*verbalni opis, slučajevi korišćenja, sistemske operacije, ugovori o sistemskim operacijama, konceptualni model, relacioni model i tabela sa strukturnim i vrednosnim ograničenjima*).

4. STUDIJSKI PRIMER – PRIMER KORIŠĆENJA SILAB GENERATORA

Studijski primer prikazuje rad sa SILAB generatorom za domen problema *prodaja robe*. Prvi korak u procesu generisanja dokumentacije je izbor tipa konceptualnog modela i popunjavanje njegovih elemenata. Na Slici 3. prikazan je KMT1 koji je popunjen konkretnim klasama domenskog modela.



Slika 3: KMT1 za domen problema prodaja robe

Nakon odabira i popunjavanja metamodela, putem glavne ekranske forme *NaslovnaSadržaj* (Slika 4.) unose se osnovni podaci o seminarском radu (*tema, broj indeksa, godina upisa, ime i prezime mentora i studenta*) i definišu funkcionalnosti (*kreiraj, pretraži, promeni, ubaci, prijavi i obriši*) za svaki koncept iz konceptualnog modela.

Slika 4: Ekranska forma NaslovnaSadržaj

SILAB generator za svaku definisanu funkcionalnost traži šablon slučaja korišćenja i zamenjuje specifične (crvene) delove teksta sa konceptima domenskog modela. Na Slici 5. prikazan je primer šablona slučaja korišćenja – *Kreiraj* koji je povezan sa konceptom *poslovni partner*.

СК4- Креирај пословни партнер

Назив СК

Креирај пословни партнер

Актери СК

Продавац

Учесници СК

Продавац, кориснички интерфејс (клијентски програм) и систем (серверски програм)

Предуслови: Кориснички интерфејс (клијентски програм) и систем (серверски програм) су покренути. Продавац је пријављен под својом шифром. Систем приказује форму за рад са . Учитања је пушта места.

Основни сценарио СК:

1. Продавац позива систем да креира пословног партнера. (АПСО)
2. Систем креира пословног партнера. (СО)
3. Систем приказује продавцу пословног партнера и поруку: "Систем је креирао пословног партнера". (ИА)
4. Продавац уноси податке о пословном партнеру. (АПУСО)
5. Продавац контролише да ли је коректно унео податке о пословном партнеру. (АНСО)
6. Продавац позива систем да запамти податке о пословном партнеру. (АПСО)
7. Систем памти податке о пословном партнеру. (СО)
8. Систем приказује продавцу пословног партнера и поруку: "Систем је запамтио пословног партнера." (ИА)

Алтернативна сценарија:

- 3.1 Уколико систем не може да креира пословног партнера он приказује продавцу поруку: "Систем не може да креира пословног партнера". Прекида се извршење сценарија. (ИА)
- 8.1 Уколико систем не може да запамти податке о пословном партнеру он приказује продавцу поруку: "Систем не може да запамти пословног партнера". (ИА)

Слика 5: Случај коришћења Креирај

Nakon što se u generator unesu svi potrebni podaci, generiše se dokumentacija koja sadrži opisanu poslovnu logiku u Word formatu. Dokument (seminarski rad) sadrži: (I) naslovnu stranu sa nazivom teme, godinom, podacima o studentu i mentoru, (II) sadržaj, (III) uvod, (IV) poglavlja prikupljanje korisničkih zahteva, analiza, projektovanje, implementacija i testiranje, (V) zaključak i (VI) literaturu. Poglavlja uvod, zaključak, literatura, projektovanje, implementacija i testiranje su nepotpuna (prazna) i studenti moraju da ih sami napišu. Poglavlje *Prikupljanje korisničkih zahteva* sadrži definisan verbalni opis domena problema, tabelu sa konceptima i listom funkcionalnosti za svaki koncept, kao i sve slučajeve korišćenja (funkcionalnosti). Svaki slučaj korišćenja se generiše iz odgovarajućeg šablona (*Kreiraj*, *Pretraga*, *Promeni* i slično).

Poglavlje *Analiza* se popunjava sa podacima koji se izvode iz slučajeva korišćenja. U poglavlju je data tabela sa potpisima metoda svih sistemskih operacija, ugovori za sistemske operacije, konceptualni i relacioni model, kao i tabele za svaki koncept gde se definišu strukturna i vrednosna ograničenja. U tabeli vrednosnih i strukturnih ograničenja definisana su samo strukturna ograničenja, dok student mora sam da doda atribute konceptata, prosta i složena vrednosna ograničenja. Takođe, student u poglavlju analize treba da doda sekvenčne dijagrame slučajeva korišćenja i da dopuni konceptualni i relacioni model sa atributima konceptata. Na Slici 6. prikazan je generisan relacioni model za KMT1 za domen problema prodaja robe.

1. **Prodavac** (idProdavac, ...)
2. **Roba** (idRoba, ...)
3. **Mesto** (idMesto, ...)
4. **StrSprema** (idStrucnaSprema, ...)
5. **PoslPartner** (idPoslovniPartner, ..., idMesto)
6. **Racun** (idRacun, ..., idProdavac, idPoslovniPartner)
7. **StavkaRacuna** (idRacun, rb, ..., idRoba)
8. **PrSS** (idProdavac, idStrucnaSprema, ...)

Slika 6: Relacioni model

5. ZAKLJUČAK

Primena SILAB generatora omogućava automatizaciju prve dve faze uprošćene Larmanove metode razvoja softvera, što kao posledicu ima smanjenje sintaksnih i semantičkih grešaka u seminarskim radovima. Koristeći generator studenti primenjuju strategiju razvoja softvera zasnovanu na modelu, jer je prvi korak u razvoju izbor metamodela i povezivanje metaklasa sa konkretnim konceptima. Uvođenje SILAB generatora u nastavni proces omogućilo je generisanje velikog broja seminarskih radova koji imaju uniformnu strukturu, ali se razlikuju u domenu problema koji rešavaju. Prednost njegove upotrebe jeste i jednostavna izmena seminarskog rada. Na primer, ukoliko student želi da izmeni nazive klasa ili neki drugi ulazni podatak, to može lako uraditi promenom ulaznih podataka u generatoru i ponovnim generisanjem seminarskog rada.

U nastavku istraživanja planirano je proširenje funkcionalnosti SILAB generatora tako da se automatizuju i ostale faze seminarskog rada (projektovanje, implementacija i testiranje), pri čemu bi se generisao veći deo seminarskih radova studenata.

LITERATURA

- [1] Vlajić, S. (2020). *Projektovanje softvera (skripta – radni materijal)*. Beograd. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/303858135_Projektovanje_softvera_-_skripta
- [2] Hossain, M. I. (2023). Software development life cycle: Importance and phases. *International Journal of Computer Applications*, 182(36), 1–6. <https://doi.org/10.5120/ijca2023922134>
- [3] Alazzawi, A., Yas, Q., & Rahmatullah, B. (2023). A comprehensive review of software development life cycle methodologies: Pros, cons, and future directions. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 4(4), 173–190. <https://doi.org/10.52866/ijcsm.2023.04.04.014>
- [4] Acharya, B., & Sahu, P. K. (2020). *Software Development Life Cycle models: A review paper*. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, 11(12), 169–176.
- [5] Kumar, G., & Bhatia, P. K. (2014, February). Comparative analysis of software engineering models from traditional to modern methodologies. In *Proceedings of the IEEE 4th International Conference on Advanced Computing & Communication Technologies (ACCT)* (pp. 189–196). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ACCT.2014.73>
- [6] Munassar, N. M. A., & Govardhan, A. (2010). A comparison between five models of software engineering. *International Journal of Computer Science Issues*, 7(5), 94–101.

- [7] Boehm, B. W. (1988). A spiral model of software development and enhancement. *Computer*, 21(5), 61–72.
- [8] Larman, C. (1997). Applying UML and patterns. Prentice Hall PTR.
- [9] Beck, K. (2000). Extreme programming explained. Addison-Wesley.
- [10] Schwaber, K., & Beedle, M. (2002). Agile software development with SCRUM. Pearson.
- [11] Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (1999). The unified software development process. Addison-Wesley.
- [12] Zhang, Y., & Patel, S. (2011). Agile model-driven development in practice. *IEEE Software*, 28(2), 84–91. <https://doi.org/10.1109/MS.2010.85>

GENERISANJE DOKUMENTACIJE POSLOVNE LOGIKE U HTML FORMATU KORIŠĆENJEM SILAB GENERATORA

GENERATING DOCUMENTATION FOR THE BUSINESS LOGIC IN HTML FORMAT USING THE SILAB GENERATOR

Sonja Vukojičić¹, Ana Korunović², Miloš Milić³, Siniša Vlajić⁴

^{1,2,3,4} Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu,

¹sv20243805@student.fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0007-8380-6227

²ana.korunovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0009-8874-6707

³milos.milic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-2521-7607

⁴sinisa.vlajic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-3830-2170

Apstrakt: U ovom radu predstavljeno je generisanje dokumentacije softverskog sistema iz SILAB generatora na osnovu predefinisanih HTML šablona. Objašnjena je opšta struktura i princip rada SILAB generatora, pri čemu su opisane njegove ključne komponente i krajnji izlaz iz generatora. Cilj istraživanja je bio usmeren na rešavanje uočenih problema vezano za verziju 2.7 SILAB generatora, koja je u tu svrhu koristila Microsoft Word šablonske datoteke. U skladu sa tim, bilo je neophodno izmeniti postojeće i definisati dodatne procedure za novu verziju 2.7.1 SILAB generatora. Kao rezultat navedenih izmena, uspešno je generisan HTML dokument koji sadrži poslovnu logiku softverskog sistema, uz očuvanje prvobitnog izgleda i strukture generisane dokumentacije. Na kraju rada izvršena je analiza verzije 2.7 u odnosu na verziju 2.7.1 SILAB generatora i istaknute su prednosti verzije 2.7.1 u kontekstu poboljšane efikasnosti, fleksibilnosti i korisničkog iskustva.

Ključne reči: SILAB generator, poslovna logika softverskog sistema, HTML.

Abstract: This paper presents the generation of software documentation from the SILAB generator based on predefined HTML templates. The general structure and operating principle of the SILAB generator have been explained, describing its key components and the final output from the generator. The aim of the research was to solve identified problems related to version 2.7 of the SILAB generator, which used Microsoft Word template files for this purpose. Accordingly, it was necessary to modify the existing procedures and define additional ones for the new version 2.7.1 of the SILAB generator. As a result of these changes, an HTML document containing the business logic of the software system was successfully generated, maintaining the original appearance and structure of the generated documentation. At the end of the paper, an analysis comparing version 2.7 to version 2.7.1 of the SILAB generator was conducted, emphasizing the advantages of version 2.7.1 in terms of enhanced efficiency, flexibility, and user experience.

Keywords: SILAB generator, business logic of a software system, HTML.

1. UVOD

Softversko inženjerstvo predstavlja primenu sistemskog, disciplinovanog i merljivog pristupa razvoju, radu i održavanju softvera (ISO/IEC/IEEE, 2017). Ovi ciljevi se postižu primenom modela razvoja softvera, koji pružaju strukturiran pristup i smernice za efikasan i efektivan proces razvoja softverskih rešenja. U okviru ispitnih obaveza na predmetu *Projektovanje softvera* na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu, studenti izrađuju seminarski rad koji podrazumeva razvoj softverskog rešenja primenom uprošćene Larmanove metode razvoja softvera. Ova metoda zasniva se na iterativno-inkrementalnom modelu, u kom razvoj (životni ciklus) softverskog sistema obuhvata sledeće faze: prikupljanje zahteva od korisnika, analizu, projektovanje, implementaciju i testiranje (Vlajić, 2020).

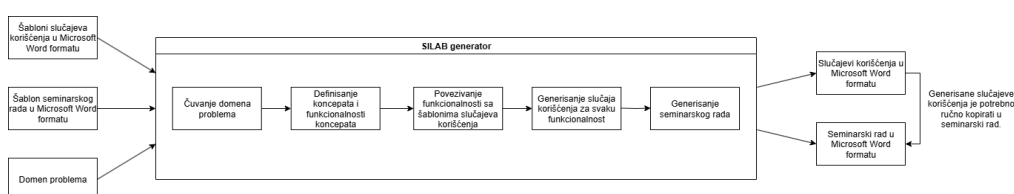
U cilju automatizacije izrade dokumentacije poslovne logike za prve dve faze uprošćene Larmanove metode razvoja softvera, prof. dr Siniša Vlajić je razvio SILAB generator. U pitanju je alat koji na osnovu predefinisane strukture seminarskog rada studentima omogućava generisanje dela dokumentacije za konkretan domen problema. Značaj validne dokumentacije koja opisuje strukturu i način korišćenja softverskog sistema ogleda se u činjenici da se pomoću nje postiže upotrebljivost, jedan od zahteva koje softverski sistem mora da zadovolji (Vlajić, 2020). U trenutnoj verziji 2.7 SILAB generatora, ulaz u generator i izlaz iz njega su Microsoft Word datoteke sa izvesnim ograničenjima koja su se odrazila kako na razvoj generatora, tako i na njegovo korišćenje. Cilj ovog rada je da prikaže proces kreiranja nove verzije 2.7.1 SILAB generatora, čiji je izlaz dokumentacija poslovne logike softverskog sistema u HTML formatu. Opisane su sve izmene, sa fokusom na implementaciju korišćenjem VBA programskog jezika i analizu prednosti novog pristupa u odnosu na prethodni.

Rad je organizovan u pet poglavlja. Nakon uvodnog dela rada, sledi analiza trenutne verzije 2.7 SILAB generatora. U trećem poglavlju predstavljena je nova verzija 2.7.1 SILAB generatora koja podržava HTML, dok je u četvrtom poglavlju izvršena komparativna analiza verzija 2.7 i 2.7.1. Peto poglavlje sadrži zaključke rada i predloge budućih istraživanja.

2. ANALIZA SILAB GENERATORA VERZIJA 2.7

SILAB generator verzija 2.7 (Slika 1) je alat koji generiše dokumentaciju poslovne logike softverskog sistema. Implementiran je u vidu Microsoft Access datoteke koja sadrži tabele, upite i forme, i za čiji rad su neophodne Microsoft Word šablonske datoteke. Ulaz u SILAB generator je domen problema koji se definiše popunjavanjem formi u okviru generatora. Forme omogućavaju jednostavan unos, izmenu i prikaz podataka. U tabelama se čuvaju stanja domena problema, a upitima se izdvajaju potrebni podaci iz tabela.

Na početku je neophodno izabrati tip konceptualnog modela, koji predstavlja metamodel preko koga se može opisati više konkretnih modela. Nakon čuvanja domena problema u tabelama, definisanja koncepata i funkcionalnosti koncepata preko odgovarajućih formi, ispunjeni su svi preduslovi za generisanje slučajeva korišćenja (Vlajić, 2024). Povezivanje unetih vrednosti sa šablonima vrši se pomoću procedura napisanih u programskom jeziku VBA (*Visual Basic for Applications*). Procedure se nalaze „ispod“ formi kojima su pridružene. Skup procedura generiše izlaz iz SILAB generatora – poslovnu logiku softverskog sistema u Microsoft Word formatu, odnosno seminarski rad u koji je potrebno ručno kopirati prethodno generisane slučajeve korišćenja.



Slika 1: Elementi SILAB generatora verzija 2.7

U eksternim Microsoft Word datotekama definisani su šabloni slučajeva korišćenja i šablon dokumentacije poslovne logike softverskog sistema (šablon seminarskog rada). Oni sadrže generičke (nepromenljive) i specifične delove teksta, predstavljene preko *Text Form Field* polja koja se popunjavaju konceptima domena problema.

Primenom SILAB generatora automatizovan je proces izrade dokumentacije poslovne logike softverskog sistema, koja se odnosi na prve dve faze uprošćene Larmanove metode razvoja softvera. Prisutne su brojne funkcionalnosti koje su kroz jasno definisane korake omogućile izradu svih elemenata dokumentacije – od verbalnog opisa i slučajeva korišćenja, preko sistemskih operacija, konceptualnog (domenskog) i relacionog modela, do strukturnih i vrednosnih ograničenja.

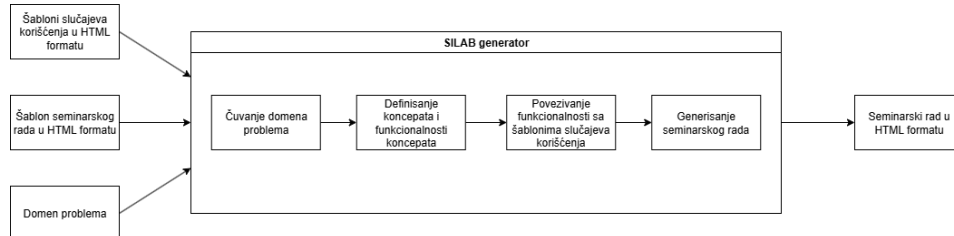
Navedeni alat ima sledeća ograničenja:

- nekompatibilnost različitih verzija Microsoft Word-a i Microsoft Access-a;
- ograničen broj karaktera u poljima za upisivanje vrednosti u šablonskim datotekama;
- crtanje konceptualnih (domenskih) modela i generisanje vrednosti u polja;
- pojedinačno generisanje slučajeva korišćenja, koje je na kraju potrebno dodati u dokumentaciju seminarskog rada.

3. KREIRANJE SILAB GENERATORA VERZIJA 2.7.1

U cilju rešavanja prethodno opisanih problema kreirana je nova verzija 2.7.1 SILAB generatora (Slika 2), koja podržava HTML format šablonskih datoteka. Nakon pokretanja programa, na osnovu šablona i unetih podataka o domenu problema generiše se novi

HTML dokument koji sadrži objedinjenu dokumentaciju poslovne logike softverskog sistema, odnosno seminarski rad sa svim slučajevima korišćenja.



Slika 2: Elementi SILAB generatora verzija 2.7.1

Šablon dokumentacije poslovne logike softverskog sistema i šabloni slučajeva korišćenja sada su predefinisane HTML datoteke. Na Slici 3 prikazan je primer šablonske datoteke slučaja korišćenja u HTML formatu za funkcionalnost *Kreiraj*.

{{NazivSK}}

Назив СК
{{K1}}

Актори СК
{{K2}}

Учесници СК
{{K4}}, кориснички интерфејс (клијентски програм) и систем (серверски програм)

Предуслови: Кориснички интерфејс (клијентски програм) и систем (серверски програм) су покренути. {{K4}} је пријављен под својом шифром. Систем приказује форму за рад са {{K5}}. {{Liste}}

Основни сценарио СК:

1. {{K16}} позива систем да креира {{K17}}. (АПСО)
2. Систем креира {{K18}}. (СО)
3. Систем приказује {{K19}} {{K20}} и поруку: "Систем је креирао {{K21}}". (ИА)
4. {{K22}} уноси податке о {{K23}}. (АПУСО)
5. {{K24}} контролише да ли је коректно унео податке о {{K25}}. (АНСО)
6. {{K26}} позива систем да запамти податке о {{K27}}. (АПСО)
7. Систем памти податке о {{K28}}. (СО)
8. Систем приказује {{K29}} {{K30}} и поруку: "Систем је запамтио {{K31}}". (ИА)

Алтернативна сценарија:

- 3.1 Уколико систем не може да креира {{K41}} он приказује {{K42}} поруку: "Систем не може да креира {{K43}}". Прекида се извршење сценарија. (ИА)
- 8.1 Уколико систем не може да запамти податке о {{K44}} он приказује {{K45}} поруку: "Систем не може да запамти {{K46}}". (ИА)

Slika 3: Primer šablona slučaja korišćenja u HTML formatu

Promenljivi delovi šablona predstavljeni su u formatu {{NazivPolja}} i unutar generatora se popunjavaju konkretnim vrednostima na sledeći način:

HTMLSablon = Replace(HTMLSablon, "{" & NazivPolja & "}", Vrednost)

Dijagrami koji predstavljaju konceptualne (domenske) modele kreirani su korišćenjem veb alata *draw.io* i sačuvani kao HTML datoteke, a potom integrisani u šablon seminarskog rada. Time je omogućena njihova izmena na prethodno opisani način.

Kako bi se prevazišao problem pojedinačnog generisanja slučajeva korišćenja, implementirana je funkcija *KreirajSveSK()*. Promenljiva *rs* predstavlja kopiju *Recordset* objekta forme *SK*, odnosno skup podataka prikazanih na formi (Microsoft, 2022c). Na osnovu unete putanje do šablona slučajeva korišćenja i izabrane funkcionalnosti, učitava se odgovarajući šablon. *Bookmark* svojstvo koje jedinstveno identifikuje svaki slog na formi se postavlja na trenutni slog u *Recordset*-u (Microsoft, 2022b). Zatim se vrši preslikavanje unetih vrednosti u polja šablona i nakon dodavanja slučaja korišćenja u promenljivu *SviSK* prelazi se na sledeći slog. Ovaj kôd se izvršava sve dok kursor ne dođe do kraja *Recordset*-a. Na kraju, rezultat koji funkcija vraća je vrednost promenljive *SviSK*.

Public Function KreirajSveSK()

Dim rs As DAO.Recordset

Dim SviSK As String

Set rs = Me.RecordsetClone

rs.MoveFirst

Do Until rs.EOF

PutanjaDoHTMLSablona = rs!PutanjaDoSablona & "\" & rs!NazivSablona & ".html"

HTMLSablon = učitajSablon(PutanjaDoHTMLSablona)

Me.Bookmark = rs.Bookmark

Preslikaj

SviSK = SviSK & HTMLSablon

rs.MoveNext

Loop

rs.Close

Set rs = Nothing

KreirajSveSK = SviSK

End Function

U poslednjem koraku, prilikom generisanja seminarskog rada, poziva se ova funkcija i njen rezultat se upisuje u poglavlje seminarskog rada predviđeno za slučajeve korišćenja.

4. KOMPARATIVNA ANALIZA VERZIJA 2.7 I 2.7.1 SILAB GENERATORA

Osnovna razlika trenutne verzije 2.7 SILAB generatora u poređenju sa novom verzijom 2.7.1 odnosi se na tip datoteka koje predstavljaju ulaz u generator i izlaz iz njega. Izgled i

struktura šablona i generisane dokumentacije poslovne logike softverskog sistema su ostali nepromenjeni, ali su izvršene izmene programskog koda koji je prilagođen HTML formatu. U novoj verziji 2.7.1 SILAB generatora poboljšana je efikasnost programa. Za razliku od nove verzije, trenutna verzija 2.7 sadrži dodatni korak koji se odnosi na generisanje pojedinačnih slučajeva korišćenja. U skladu sa tim, postoje dva izlaza iz generatora – slučajevi korišćenja i seminarski rad u Microsoft Word formatu. U novoj verziji generatora izostavljen je ovaj korak i izlaz predstavlja samo jedna datoteka – seminarski rad u HTML formatu. Na ovaj način je poboljšano i korisničko iskustvo, jer je smanjen broj koraka prilikom korišćenja generatora.

Generisanje vrednosti u polja je znatno brže i jednostavnije kada su u pitanju HTML šabloni. Kako su oni obične tekstualne datoteke, dovoljne su samo osnovne funkcije za rad sa istim u VBA. Nasuprot tome, upisivanje vrednosti u Microsoft Word šablone zahteva korišćenje *Word.Application* objekta, što znači da VBA komunicira sa Word programom koji mora da se pokrene i obradi komande (Microsoft, 2022a).

Kada je reč o fleksibilnosti, HTML ima prednost u odnosu na Microsoft Word format iz više aspekata. Prilikom generisanja iz VBA vrši se direktna manipulacija nad sadržajem HTML datoteke – sve izmene se svode na običan String, pa je kôd manjeg obima. Osim toga, više ne postoji problem kompatibilnosti sa verzijom Microsoft Access-a, jer je HTML u potpunosti nezavisan i univerzalan. To se odnosi i na mogućnost prikaza generisane dokumentacije u veb pregledačima na različitim platformama, bez potrebe za Microsoft Word-om ili drugim kompatibilnim programima.

Tabela 1: Komparativna analiza verzija 2.7 i 2.7.1 SILAB generatora

	SILAB generator 2.7	SILAB generator 2.7.1
Šabloni	Microsoft Word datoteke	HTML datoteke
Izlaz	Slučajevi korišćenja i seminarski rad u Microsoft Word formatu	Seminarski rad u HTML formatu
Generisanje vrednosti u polja	Korišćenje <i>Word.Application</i> objekta	Osnovne funkcije za rad sa datotekama u VBA
Efikasnost	Pojedinačno se generišu slučajevi korišćenja	Generiše se samo seminarski rad
Korisničko iskustvo	Slučajeve korišćenja je potrebno ručno kopirati u seminarski rad	Manji broj koraka prilikom korišćenja generatora
Fleksibilnost	Neophodan Microsoft Word ili kompatibilan program	Univerzalan i nezavisan format generisane dokumentacije

5. ZAKLJUČAK

Nova verzija 2.7.1 SILAB generatora omogućava generisanje dokumentacije poslovne logike softverskog sistema u HTML formatu. Razvijeni alat je generički i može se primeniti na različite domene problema, što je bio slučaj i sa verzijom 2.7 SILAB generatora. Implementacija ovog rešenja zasniva se na prelasku šablonskih datoteka iz Microsoft

Word formata u HTML, uz odgovarajuće izmene programskog koda. Novi pristup značajno unapređuje efikasnost SILAB generatora i korisničko iskustvo, jer je omogućeno brže i jednostavnije generisanje izlaza. Takođe, HTML kao univerzalan i nezavisan format pruža veću fleksibilnost generisane dokumentacije.

Važno je napomenuti da novi pristup opisan u ovom radu predstavlja potencijalni pravac daljeg razvoja SILAB generatora. U nastavku istraživanja planirano je uvođenje dodatnih funkcionalnosti SILAB generatora, sa ciljem da se automatizuju neki delovi preostalih faza seminarskog rada (projektovanje, implementacija i testiranje).

LITERATURA

- [1] International Organization for Standardization, International Electrotechnical Commission, & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2017). *ISO/IEC/IEEE 24765:2017 Systems and software engineering – Vocabulary*. <https://www.iso.org/standard/71952.html>
- [2] Microsoft. (2022a, 22. januar). *Communicating with Other Applications*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/office/vba/word/concepts/customizing-word/communicating-with-other-applications>
- [3] Microsoft. (2022b, 22. januar). *Form.Bookmark property (Access)*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/office/vba/api/access.form.bookmark>
- [4] Microsoft. (2022c, 30. mart). *Form.Recordset property (Access)*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/office/vba/api/access.form.recordset>
- [5] Vlajić, S. (2020). *Projektovanje softvera (skripta – radni materijal)*. Beograd. https://www.researchgate.net/publication/303858135_Projektovanje_softvera_-_skripta
- [6] Vlajić, S. (2024, 8. oktobar). *Procedura za korišćenje SILAB generatora* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=YrnQMsyEpCU>

**ZAŠTITA LIČNIH PODATAKA PACIJENATA U ZDRAVSTVENIM
USTANOVAMA: TRENUTNO STANJE I PERSPEKTIVE
UNAPREĐENJA**
**PROTECTION OF PATIENT PERSONAL DATA IN HEALTHCARE
INSTITUTIONS: CURRENT STATUS AND PROSPECTS FOR
IMPROVEMENT**

**Teodora Stamenković¹, Marija Bogićević Sretenović², Bojan Jovanović³,
Petar Ilić⁴**

^{1,2,3,4} Fakultet Organizacionih Nauka, Univerzitet u Beogradu

¹ts20243012@student.fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0000-8534-2410

²marija.bogicevic.sretenovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-5711-0361

³bojan.jovanovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0001-2228-9373

⁴petar.ilic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0000-1668-1291

Apstrakt: Tema rada je zaštita ličnih podataka pacijenata u zdravstvenim informacionim sistemima i izazovi sajber bezbednosti u Republici Srbiji. Deo rada posvećen je Integrisanom zdravstvenom informacionom sistemu (IZIS), kao i njegovim prednostima i slabostima. Takođe je analiziran i standard ISO 27001, kao efikasan model za identifikaciju prepreka u implementaciji informacionog sistema. Veliki značaj imaju studije slučaja sajber napada na zdravstvene ustanove, uključujući ransomware i phishing, koje pokazuju ozbiljne posledice po kontinuitet rada, bezbednost pacijenata i kredibilitet institucija. Pored tehničkih faktora, istaknuta je uloga ljudskog faktora, jer nedovoljna obuka osoblja i nepoštovanje bezbednosnih procedura mogu ugroziti bezbednost i najnaprednijih sistema. Razmatrani su nedostaci i mogućnosti za poboljšanje sistema.

Cljučne reči: zaštita ličnih podataka, zdravstveni informacioni sistemi, sajber bezbednost, sajber napadi, poverenje pacijenata, zdravstveni radnici

Abstract: The topic of the paper is the protection of personal data of patients in health information systems and the challenges of cyber security in the Republic of Serbia. Part of the paper is dedicated to the Integrated Health Information System (IHIS), as well as its strengths and weaknesses. The ISO 27001 standard was also analyzed, as an effective model for identifying obstacles in the implementation of the information system. Of great importance are case studies of cyberattacks on healthcare institutions, including ransomware and phishing, which show serious consequences for business continuity, patient safety and institutional credibility. In addition to technical factors, the role of the human factor is emphasized, because insufficient training of personnel and non-compliance with security procedures can jeopardize the security of even the most advanced systems. Disadvantages and opportunities for system improvement were discussed.

Keywords: *personal data protection, healthcare information systems, cybersecurity, cyberattacks, patient trust, healthcare professionals*

1. UVOD

Dostupnost i preciznost podataka predstavljaju ključnu ulogu u procesu lečenja pacijenata (Protić, 2013). Zdravstvene ustanove koriste informacione tehnologije, da bi obezbedile razmenu i čuvanje podataka, ali to ostavlja prostor za mnoge bezbednosne rizike. Digitalizacija zdravstvenih usluga je dovela do masovne primene Integrisanog zdravstvenog informacionog sistema (IZIS) u Republici Srbiji i do povećane ranjivosti usled sajber pretnji.

Lični podaci pacijenata predstavljaju posebno osetljive informacije koje, ukoliko budu kompromitovane, ne ugrožavaju samo privatnost, već mogu imati direktne posledice po zdravlje i društveni status pojedinca (Blagojević, 2018). Sajber napadi na zdravstvene ustanove, poput *ransomware* incidenata, pokazali su da neadekvatna zaštita može dovesti do prekida rada bolnica, finansijskih gubitaka i narušavanja poverenja pacijenata (CERT-EU, 2023), istraživanje (CERT-RS, 2023).

Cilj ovog rada jeste da se prikaže trenutno stanje zaštite ličnih podataka u zdravstvenim ustanovama Republike Srbije, identifikuju ključni nedostaci postojećih sistema i analiziraju savremeni izazovi sajber bezbednosti. Rad daje predlog mogućih pravaca unapređenja zaštite, uz poseban naglasak na tehničke, organizacione i ljudske faktore.

2. ZNAČAJ ZDRAVSTVENIH USTANOVA

Zdravstvene ustanove imaju ključnu ulogu u sistemu zaštite kritične infrastrukture, jer su prva linija odgovora u slučaju velikih nesreća, terorističkih napada, epidemija ili prirodnih katastrofa (Blagojević, 2018). Da bi zdravstvene ustanove mogle da zbrinu veliki broj pacijenata, moraju da poseduju efikasni informaciono-komunikacioni sistem. Savremena medicina podrazumeva obradu i skladištenje ogromnih količina podataka. Bez razvijenih informacionih tehnologija, ovakav obim podataka ne bi bilo moguće bezbedno obraditi i sačuvati. Zbog toga je neophodna primena standarda koji omogućavaju razmenu, upoređivanje i zaštitu podataka unutar i između zdravstvenih sistema (Škero & Ateljević, 2015).

U zdravstvenim ustanovama posebno je važna zaštita ličnih podataka pacijenata. Medicinska dokumentacija sadrži podatke koji, ako budu zloupotrebljeni, ne narušavaju samo privatnost pacijenta, već mogu imati direktne posledice po njegovo zdravlje. Zbog toga je istraživanje usmereno na standarde koji regulišu zaštitu zdravstvenih podataka. Neovlašćeni pristup i objavljivanje osetljivih informacija smatraju se kršenjem privatnosti

i poverljivosti i to bi moglo dovesti do problema od javnog značaja, kao što je diskriminacija (Kostić, 2007).

Lični podaci su veoma osetljivi i poverljivi. Od velike je važnosti način prikupljanja tih podataka kao i adekvatno IT rešenje za njihovu zaštitu. S obzirom na to da je stupila na snagu Opšta uredba o zaštiti podataka o ličnosti (GDPR), ova IT rešenja moraju se uskladiti sa određenim standardima koje GDPR podrazumeva (Regulation (EU), 2016).

3. PRETNJE I SLABOSTI

Bezbednosne pretnje informaciono-komunikacionim sistemima zdravstva predstavljaju jedan od ključnih izazova savremenog društva (Milosavljević, 2010). Informaciona bezbednost podrazumeva zaštitu poverljivosti, integriteta i dostupnosti podataka od neovlašćenog pristupa, promene ili uništenja uz primenu kontrolnih mehanizama koji treba da budu unapred određeni, ugrađeni, nadgledani, proveravani i poboljšavani u realnom vremenu (Vuletić, 2016).

Napadi na računarske sisteme mogu biti unutrašnji, realizovani od strane napadača unutar sistema – insajdera koji imaju mogućnost pristupa resursima, ali ih koriste na način na koji nisu ovlašćeni, ili spoljašnji, koje sprovode napadači izvan sistema (Mandić, Putnik, & Milošević, 2018). Pored toga, napadi se mogu podeliti na aktivne – pokušaj da se promene sistemski resursi ili utiče na njihove operacije, i pasivne – pokušaj da se neovlašćeno pristupi podacima u sistemu, bez uticaja na sistemске resurse, kao što je prisluškivanje ili preuzimanje podataka (Mandić, Putnik, & Milošević, 2018).

Vrste napada su: *DDoS* (Distribuirani napad uskraćivanjem usluge - *Distributed Denial of Service*), *Phishing* (Prevara ciljanjem na lične podatke), *Botnet* (Mreža kompromitovanih računara), *Spam* (Neželjena elektronska pošta), *Social Engineering* (Socijalni inženjering/manipulacija korisnikom), *Sniffing* (Prisluškivanje mrežnog saobraćaja), *Spoofing* (Lažno predstavljanje, npr. Lažiranje IP adrese) i *Malware* (Zlonamerni softver). *DDoS* napadi koriste veliki broj računara zaraženih crvima ili trojancima da realizuju jednovremeni napad na ciljani sistem za veoma kratko vreme.

Ljudski faktor dodatno komplikuje situaciju. Bez obzira na nivo tehničke opremljenosti, ako zaposleni ne poštuju bezbednosne protokole, celokupna zaštita sistema može biti dovedena u pitanje. Nepažnja u upravljanju lozinkama, korišćenje uređaja na nepropisan način ili nedovoljno poznavanje protokola mogu ugroziti zdravstveni sistem.

Deo problema predstavljaju pravne i regulatorne norme. Iako, mnoge zemlje imaju razvijene zakone o zaštiti ličnih podataka, njihova primena u praksi često nije efikasna. Nedostatak stručnog kadra dovodi do neslaganja između zakonskih obaveza i zaštite koju pacijenti dobijaju. Dok pojedine institucije uvode savremene tehnologije i protokole,

druge ostaju sa zastarelom infrastrukturom zbog nedovoljnih investicija u samu infrastrukturu (Nedić, 2015).

4. STANDARD ISO 27001

ISO 27001 predstavlja međunarodni standard, koji definiše zahteve za uspostavljanje, implementaciju, održavanje i kontinuirano unapređenje sistema menadžmenta bezbednošću informacija (ISMS). Primena ovog standarda omogućava organizacijama da prepoznaju rizike o bezbednosti informacija, da ih kontrolišu i da obezbede poverljivost, integritet i dostupnost podataka. U zdravstvenim ustanovama, gde su informacije posebno osetljive, ISO 27001 doprinosi izgradnji poverenja pacijenata i jačanju sigurnosti sistema (ISO/IEC, 2022).

Akcent je na identifikaciji i proceni rizika, planiranje mera zaštite, kao i kontinuirani nadzor i unapređenje sistema. Na taj način se obezbeđuje da zaštita informacija nije jednokratna aktivnost, već stalni proces unapređenja (ISO/IEC, 2022); (FIRST.org, 2022).

Implementacija ISO 27001 standarda u zdravstvenim ustanovama donosi brojne koristi: (ISO/IEC, 2022)

- povećava nivo bezbednosti osetljivih podataka,
- smanjuje rizik od sajber napada,
- jača poverenje pacijenata i zaposlenih,
- obezbeđuje usklađenost sa zakonskim regulativama,
- olakšava saradnju sa domaćim i međunarodnim partnerima.

Da bi se ovi globalni standardi efikasno primenili, neophodno je razmotriti specifičnosti domaćeg sistema, pre svega Integrisanog zdravstvenog informacionog sistema (IZIS), koji predstavlja centar za upravljanje podacima u Republici Srbiji.

Standard ISO 27001 pruža esencijalni okvir za Sistem menadžmenta bezbednošću informacija (ISMS) u zdravstvu. Njegova primena direktno podržava Integrisani zdravstveni informacioni sistem (IZIS) i osigurava usklađenost sa Zakonom o zaštiti podataka o ličnosti i GDPR-om.

Pored toga, ključan je za adresiranje uočenih nedostataka, pomažući ZU da smanje rizik od sajber napada poput *ransomware*-a i *phishing*-a, kao i da ublaže ljudski faktor i reše tehničke slabosti. U skladu sa mogućnostima unapređenja, ISO 27001 omogućava sigurnu implementaciju Elektronskog zdravstvenog kartona (EZK) i zalaže se za kontinuiranu edukaciju osoblja, što jača otpornost i poverenje pacijenata.

5. ZDRAVSTVENI INFORMACIONI SISTEMI U PRAKSI

IZIS je centralni sistem za čuvanje i obradu medicinskih i administrativnih podataka o pacijentima i u njemu se čuvaju i obrađuju svi medicinski i zdravstveni podaci o pacijentima, zdravstvenim radnicima i saradnicima, zdravstvenim ustanovama, zdravstvenim intervencijama i uslugama izvršenim u ZU, elektronskim uputima i elektronskim receptima, zakazivanju za specijalističke preglede, dijagnostičke procedure i hirurške intervencije (Opačić, 2018).

IZIS obuhvata više segmenata, uključujući zdravstveno-statistički sistem, informacioni sistem organizacija zdravstvenog osiguranja, kao i informacione sisteme zdravstvenih ustanova, privatnih praksi i drugih pravnih lica. Na ovaj način sistem omogućava integrisano upravljanje podacima, olakšava planiranje zdravstvene zaštite i podržava kreiranje i sprovođenje politika u oblasti zdravstva, istraživanja i razvoja ljudskih resursa, kao i finansijskih i administrativnih aspekata zdravstvenog sistema. Centralna uloga IZIS-a je obezbeđenje temelja za donošenje odluka.

Prema Zakonu o zaštiti podataka o ličnosti (Zakon o zaštiti podataka o ličnosti, 2018), zdravstvene ustanove kao pravna lica i njihovi informacioni sistemi podležu strogim pravilima zaštite podataka. Zakon reguliše uslove prikupljanja i obrade podataka o ličnosti, prava lica čiji se podaci prikupljaju, evidenciju podataka, način iznošenja podataka iz Republike Srbije, kao i nadzor nad sprovođenjem propisanih mera (Zakon o pravima pacijenata, 2019).

Primenom propisanih mera i organizacionog regulisanja u skladu sa Zakonom o zaštiti podataka o ličnosti i Uredbom o zaštiti IKS-a (informaciono-komunikacionog sistema) od posebnog značaja, zdravstvene ustanove mogu obezbediti visok nivo poverljivosti, integriteta i dostupnosti podataka. Istovremeno, ova praksa omogućava da sistemi budu fleksibilni i prilagodljivi budućim potrebama, što je od suštinskog značaja za kontinuitet rada u uslovima vanrednih situacija i kriznih scenarija. U skladu sa principima standarda ISO 27001, IZIS mora da obezbedi upravljanje rizicima i kontrolu pristupa u svim fazama obrade podataka, čime se garantuje poverljivost i integritet informacija o pacijentima.

Ipak, složenost ovako centralizovanog i integrisanog sistema nosi sa sobom slabosti i rizike koji su uočeni u praksi, a koji su detaljnije analizirani u sledećem poglavlju.

6. UOČENI NEDOSTACI

Postoji veliki rizik od zloupotrebe ličnih podataka pacijenata, podaci mogu dospeti u ruke neovlašćenih lica i mogu biti upotrebljeni za ucenu, diskriminaciju ili narušavanje privatnosti pacijenata. Podaci moraju biti zaštićeni i ograničeni na one koji imaju dozvoljen pristup, a s druge strane, moraju biti dovoljno dostupni kako bi se omogućilo adekvatno lečenje pacijenata.

Nedostaci uključuju tehničke slabosti, nedostatak enkripcije, neadekvatnu autentifikaciju i zastarele ili neažurirane sisteme. Posledice napada su ozbiljne i uključuju narušavanje privatnosti, obustavu zdravstvenih usluga, psihološke i finansijske posledice, kao i gubitak poverenja javnosti.

Ransomware napadi često dovode do prekida rada bolnica, finansijskih gubitaka, narušavanja ugleda i ugrožavanja bezbednosti pacijenata (Blagojević, 2018). Napadnute bolnice u Velikoj Britaniji morale su da vrate pacijente kućama i da otkažu sve zakazane preglede, jer je *ransomware* onеспособio čitav računarski sistem državnog zdravstvenog sistema (CERT-EU, 2023). Neki od napada su i: Slučaj FZO RS (Fond zdravstvenog osiguranja Republike Srpske) (RTRS, 2024) koji naglašava značaj preventivnih mera i brzog odgovora, dok slučaj Vastaamo (Bolnica u Finskoj) (Ghanbari & Koskinen, 2024), ilustruje potencijalnu katastrofalnu posledicu neadekvatne bezbednosti i neadekvatnog nadzora.

Osnovni izazov jeste kako održati ravnotežu između dostupnosti podataka za medicinske svrhe i potrebe da se oni zaštite od neovlašćenog pristupa i zloupotrebe. Kada jednom procure zdravstveni podaci se ne mogu promeniti ili poništiti. Uočeni nedostaci u praksi ukazuju na potrebu za doslednijom primenom zahteva iz standarda ISO 27001, posebno u pogledu procene rizika, upravljanja incidentima i redovne revizije bezbednosnih politika u zdravstvenim ustanovama.

Pacijenti često nemaju pristup sopstvenoj medicinskoj dokumentaciji i to predstavlja dodatni problem, ukoliko se sumnja na grešku lekara u toku lečenja. Identifikacija ovih nedostataka i rizika predstavlja osnovu za definisanje konkretnih mehanizama i pravaca unapređenja, to je tema sledećeg poglavlja.

7. MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA

Pod mehanizmom zaštite informacionih sistema podrazumeva se niz organizacionih i tehnoloških mera, koje se primenjuju u cilju smanjenja rizika i otklanjanja potencijalnih uzroka rizika i opasnosti.

Zdravstveni informacioni sistemi obuhvataju i elektronske zdravstvene kartone (EZK), sisteme za zakazivanje, laboratorijske i dijagnostičke baze podataka, kao i administrativne i finansijske platforme (Opačić, 2018). Svi ovi segmenti moraju biti integrisani na način koji omogućava siguran i kontrolisan pristup, praćenje aktivnosti i automatsku detekciju potencijalnih bezbednosnih incidenata. U Republici Srbiji se već implementiraju različiti modeli elektronskog zdravstvenog kartona, pri čemu je neophodno usaglašavanje tehničkih standarda i minimalnog sadržaja svakog kartona. EZK omogućava veću efikasnost i smanjenje troškova, kao i unapređenje odnosa između pacijenta i zdravstvenog radnika. Primena elektronskih sistema kao što je *e-Health* omogućava potpunu digitalizaciju procesa – od prijema pacijenta do izdavanja recepta –

uz istovremeno praćenje rada osoblja i kontrolu od strane RFZO (Republički fond za zdravstveno osiguranje). Aplikacija funkcioniše putem centralizovane baze podataka i omogućava unos, pretragu i izveštavanje kroz jednostavan korisnički interfejs.

Kontinuirana edukacija i svest svih zaposlenih, kao i jasno definisane procedure i odgovornosti, predstavljaju temelje na kojima počiva celokupna fizičko-tehnička zaštita u zdravstvenim ustanovama. Primena ISO 27001 standarda predstavlja osnov za unapređenje postojećih mera zaštite, jer podstiče razvoj integrisanog pristupa informacionoj bezbednosti i kontinuirano poboljšanje procedura kroz obuku osoblja i praćenje performansi sistema.

Ovim se nastoji da se poboljša otpornost zdravstvenih informacionih sistema na sajber pretnje i da pacijenti steknu veće poverenje u zdravstvene ustanove.

8. ZAKLJUČAK

Dalji pravci istraživanja treba da budu usmereni na sveobuhvatno unapređenje sistema zaštite. Jedan od ključnih pravaca jeste istraživanje uticaja nedovoljne obuke osoblja i nepoštovanja bezbednosnih procedura na ugrožavanje sigurnosti informacionih sistema. Drugi važan pravac istraživanja je postizanje ravnoteže između neophodne dostupnosti osetljivih medicinskih podataka za lečenje i njihove zaštite od neovlašćenog pristupa i zloupotrebe. Treći pravac istraživanja odnosi se na otpornost zdravstvenih sistema i zaštitu od sajber napada, sa ciljem definisanja mehanizama za povećanje otpornosti zdravstvenih informacionih sistema. Četvrti pravac istraživanja je usklađivanje IT rešenja u zdravstvu Srbije sa GDPR-om, procena efikasnosti postojećih zakona i predlaganje rešenja za nedostatak stručnog kadra za njihovu primenu. Peti pravac istraživanja je analiza uticaja bolje zaštite podataka na poverenje pacijenata i kako se može poboljšati pristup sopstvenoj medicinskoj dokumentaciji.

LITERATURA

- [1] Blagojević, M. (2018). *Ransomware i zdravstveni informacioni sistemi*. IT bezbednost u praksi.
- [2] CERT-EU. (2023). *Cyber Threat Landscape for Health Sector*. Preuzeto 22. septembra 2025. godine, sa <https://cert.europa.eu>
- [3] CERT-RS – Nacionalni centar za prevenciju bezbednosnih rizika u IKT sistemima Republike Srbije. (2023). *Smernice za zaštitu ličnih podataka i odbranu od sajber napada u zdravstvenim ustanovama*. Preuzeto 22. septembra 2025. godine sa <https://www.cert.rs>
- [4] FIRST.org. (2022). *Best Practices for Incident Response Teams (CERTs)*. Preuzeto 22. septembra 2025. godine sa <https://www.first.org>
- [5] Ghanbari, H., & Koskinen, K. (2024). *When data breach hits a psychotherapy clinic: The Vastaamo case*. *SAGE Business Cases*. <https://journals.sagepub.com>

- [6] ISO/IEC. (2022). *ISO/IEC 27001:2022 – Information security management systems – Requirements*. Geneva: International Organization for Standardization.
- [7] Jakovljević, S., & Gačić, D. (2012). *Kritična infrastruktura i nacionalna bezbednost*. Beograd: Fakultet bezbednosti.
- [8] Klarić, D. (2008). *Zaštita računarskih sistema od DoS i DDoS napada*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu.
- [9] Kostić, V. (2007). *Medicinska informatika*. Beograd: Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [10] Mandić, G., Putnik, N., & Milošević, M. (2018). *Zaštita podataka i socijalni inženjering*. Univerzitet u Beogradu, Fakultet bezbednosti.
- [11] Milosavljević, B. (2010). *Informaciona bezbednost u praksi*. Beograd: Računarski fakultet.
- [12] Nedić, S. (2015). *Sajber bezbednost kao deo nacionalne bezbednosti*. Beograd: Fakultet bezbednosti.
- [13] Opačić, M. (2018). *Informacioni sistemi u zdravstvu*. Beograd: Fakultet bezbednosti, Univerzitet u Beogradu.
- [14] Protić, J. (2013). *Osnove informacionih tehnologija*. Beograd: Elektrotehnički fakultet.
- [15] Radio-televizija Republike Srpske (RTRS). (2024, 5. januar). *Šeranić: Od četvrtka postepeno puštanje IZIS-a u rad*. Preuzeto 14. oktobra 2025. godine sa <https://www.rtrs.tv/vijesti/vijest.php?id=539349>
- [16] Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council. (2016, April 27). *General Data Protection Regulation (GDPR)*. *Official Journal of the European Union*.
- [17] Vuletić, D. (2016). *Informaciona bezbednost – izazovi i perspektive*. Beograd: Vojna akademija.
- [18] Zakon o pravima pacijenata. („Službeni glasnik RS“, br. 45/2013-19, 25/2019-3 dr. zakon).
- [19] Zakon o zaštiti podataka o ličnosti. („Službeni glasnik RS“, br. 87/2018).
- [20] Škero, V., & Ateljević, S. (2015). *Informaciona bezbednost i kritična infrastruktura*. Beograd: Institut za bezbednost.

GUARDRAIL MEHANIZMI U EDUKATIVNIM PLATFORMAMA ZA PROGRAMIRANJE ZASNOVANIM NA VELIKIM JEZIČKIM MODELIMA

GUARDRAIL MECHANISMS IN LLM-BASED EDUCATIONAL PLATFORMS FOR PROGRAMMING

Filip Stamenković¹, Jelica Stanojević², Bojan Jovanović³, Marija
Bogićević Sretenović⁴

^{1,2,3,4} Univerzitet u Beogradu-Fakultet organizacionih nauka,

¹filip.stamenkovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0008-4575-5892

²jelica.stanojevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-0570-0167

³bojan.jovanovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0001-2228-9373

⁴marija.bogicevic.sretenovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-5711-0361

Apstrakt: Veliki jezički modeli nude mogućnosti za personalizovanu podršku u obrazovanju programera, ali njihova upotreba nosi i značajne rizike, uključujući narušavanje akademskog integriteta, prekomerno oslanjanje na alate veštačke inteligencije i generisanje netačnih informacija. Ovaj rad analizira guardrail mehanizme zaštite koji se koriste u edukativnim platformama za programiranje kako bi se ublažili ovi rizici. Kroz pregled skorijih studija, rad identifikuje i kategorizuje različite pristupe, uključujući prompt inženjering, verifikaciju izlaza, Scaffolding mehanizme, kontrolu formata i restrikciju interakcije. Glavni nalaz je da se ovi mehanizmi retko koriste izolovano i da platforme obično kombinuju više mehanizama. Zaključak rada je da su mehanizmi zaštite ključni za transformaciju velikih jezičkih modela iz alata za davanje odgovora u pametne tutorske sisteme koji podstiču kritičko mišljenje i samostalno rešavanje problema, čime se obezbeđuje njihova bezbedna i etička primena u obrazovnom kontekstu.

Ključne reči: veliki jezički modeli u edukaciji, programiranje, guardrail mehanizmi zaštite.

Abstract: Large language models offer potential for personalized support in programming education, but their use also carries significant risks, including threats to academic integrity, extended AI tools dependency, and the generation of inaccurate information. This research synthesizes and analyzes the guardrail mechanisms employed in LLM-based educational programming platforms to mitigate these risks. Through a review of recent studies, the paper identifies and categorizes various approaches, including prompt engineering, output verification, scaffolding, format control, and interaction restrictions. A key finding is that these mechanisms are rarely used in isolation and that platforms usually combine multiple mechanisms. The paper concludes that guardrails are essential for transforming LLMs from answer-providing tools into intelligent tutoring systems that foster critical thinking and independent problem-solving, ensuring their safe and ethical application in education.

Keywords: large language models in education, programming, guardrail mechanisms.

1. UVOD

Veliki jezički modeli (eng. *Large Language Models*) sve više dobijaju na značaju u obrazovanju iz oblasti računarstva (Raihan et al., 2025). Alati poput *Real-Time Style Feedback (RTSF)* sistema pružaju studentima neposredne smernice za unapređenje kodiranja (Woodrow et al., 2024), dok sistemi poput *MoodleBot*-a funkcionišu kao konverzacioni asistenti za podršku nastavnom sadržaju u visokom obrazovanju (Neumann et al., 2025). Ove tehnologije nude podršku kada je potrebna, dopunjujući tradicionalne nastavne metode i obezbeđujući kontinuiranu i personalizovanu pomoć studentima.

Ipak, njihovo korišćenje otvara i ozbiljne izazove. Preterano oslanjanje na velike jezičke modele može obeshrabriti studente da razvijaju sopstvene veštine rešavanja problema. (Kazemitabaar et al., 2024). Pored toga, veliki jezički modeli nose rizike po akademski integritet (Lyu et al., 2024) i mogu generisati netačne ili izmišljene odgovore koji se zovu halucinacije (Neumann et al., 2025). Kako bi se obezbedila sigurna i etička primena, istraživači razvijaju različite *guardrail* mehanizme zaštite (Dong et al., 2024).

Ovaj rad pruža pregled trenutnog stanja *guardrail* zaštitnih mehanizama i razmatra na koji način su oni osmišljeni i implementirani u edukativnim platformama zasnovanim na velikim jezičkim modelima, kao i koje izazove prevazilaze.

2. TEORIJSKI OKVIR

Jasan teorijski okvir je neophodan za analizu *guardrail* mehanizama u edukativnim platformama zasnovanim na velikim jezičkim modelima. To podrazumeva razjašnjavanje uloge velikih jezičkih modela u procesu učenja, definisanje samih *guardrail* mehanizama i objašnjenje njihove važnosti. Na toj osnovi moguće je dalje razmatrati kako su različiti pristupi *guardrail* mehanizmima razvijeni i primenjeni u praksi prilikom učenja programiranja.

2.1. Uloga velikih jezičkih modela u učenju programiranja

Alati zasnovani na velikim jezičkim modelima sve češće se koriste u obrazovanju iz oblasti programiranja, gde služe kao podrška studentima tokom procesa učenja. Oni mogu davati povratne informacije o stilu i izgledu koda (Woodrow et al., 2024), pomagati u razumevanju i objašnjenju koda (Kazemitabaar et al., 2024) i objašnjavati greške i nuditi sugestije za poboljšanje rešenja (Liffiton et al., 2023). Ovi alati dopunjuju tradicionalne metode učenja i omogućavaju napredak uz kontinuiranu povratnu informaciju.

2.2. *Guardrail* zaštitni mehanizmi

Guardrail zaštitni mehanizmi predstavljaju posrednika koji filtrira i kontroliše interakciju između korisnika i velikog jezičkog modela. Dong et al. (2024) definišu *guardrail* zaštitne

mehanizme kao algoritme koji nadgledaju ulazne i izlazne podatke kako bi odlučili da li su potrebne dodatne akcije za smanjenje rizika. Bui (2025) ih opisuje kao funkcionalnosti koje ograničavaju generisanje izlaza, naglašavajući njihovu ulogu u kontroli sadržaja.

Razlozi za njihovu implementaciju nisu samo tehnički, već i pedagoški. Cilj je da se platforme oblikuju tako da usmeravaju studente ka rešenju, a ne da ga neposredno daju, čime se podstiče razvoj samostalnih veština rešavanja problema (Bui, 2025; Kazemitabaar et al., 2024; Liffiton et al., 2023). Istraživanja pokazuju da studenti često više cene podršku i navođenje do ispravnog odgovora od gotovih rešenja, jer im to omogućava efikasnije učenje (Denny et al., 2024). Na taj način, veliki jezički modeli se transformišu iz alata za davanje odgovora u edukativne asistente koji podstiču kritičko razmišljanje i razumevanje (Lyu et al., 2024).

3. STUDIJE SLUČAJA

Da bismo bolje razumeli kako se *guardrail* mehanizmi primenjuju u praksi, u ovom poglavlju se daje pregled odabranih studija slučaja edukativnih platformi zasnovanih na velikim jezičkim modelima. U nastavku je u Tabeli 1 prikazan rezime platformi iz analiziranih radova, sa naglaskom na korišćene velike jezičke modele i primenjene *guardrail* mehanizme.

Tabela 1: Rezime analiziranih platformi

Platforma	LLM	Guardrail mehanizmi
AI-Tutor (Frankford et al., 2024)	GPT-3.5-turbo	Restrikcija interakcije, prompt inženjering
CodeAid (Kazemitabaar et al., 2024)	GPT-3.5-turbo	<i>Scaffolding</i> , prompt inženjering
CodeHelp (Liffiton et al., 2023)	GPT-3.5-turbo	Verifikacija izlaza, restrikcija interakcije, instruktivna ograničenja, prompt inženjering
RAGMan (Ma et al., 2024)	OpenAI model	Verifikacija izlaza
MoodleBot (Neumann et al., 2025)	GPT-4	Prompt inženjering
Real-Time Style Feedback (RTSF) Tool (Woodrow et al., 2024)	GPT-3.5-turbo	Kontrola izlaznog formata, pretprocesiranje ulaza, ograničavanje učestalosti zahteva
61A Bot (Zamfirescu-Pereira et al., 2025)	GPT-4	Restrikcija interakcije, prompt inženjering

Analiza platformi prikazanih u Tabeli 1 otkriva primenu različitih *guardrail* mehanizama koji se mogu objasniti na sledeći način.

Prompt inženjering (eng. *Prompt Engineering*) koristi se da bi se modelu unapred odredila uloga tutora, a ne generatora rešenja. *AI-Tutor* (Frankford et al., 2024) i *MoodleBot* (Neumann et al., 2025) koriste promptove koji definišu ponašanje modela u skladu sa nastavnim ciljevima. *CodeHelp* (Liffiton et al., 2023) koristi specijalizovane promptove za davanje smernica umesto rešenja, traženje dopuna nepotpunog ulaza i za odgovaranje isključivo na relevantna pitanja. *CodeAid* (Kazemitabaar et al., 2024) primenjuje *few-shot* pristup sa jasnim primerima ulaza i očekivanih izlaza, dok se *61A Bot* (Zamfirescu-Pereira et al., 2025) oslanja na prompt koji je osmišljen da podstakne model da proveri koliko dobro studenti razumeju svoj kod i pruži samo nagoveštaje, a ne rešenja.

Verifikacija izlaza (eng. *Output Verification*) služi kao konačni filter za uklanjanje neželjenih elemenata iz odgovora. Kada *CodeHelp* (Liffiton et al., 2023) detektuje kod u generisanom odgovoru, automatski ga ponovo šalje modelu sa zahtevom za uklanjanje spornog koda. Slično, *RAGMan* (Ma et al., 2024) primenjuje ovaj mehanizam kako bi garantovao da konačni izlaz bude potpuno bez programskog koda.

Scaffolding je mehanizam koji pruža pomoć u učenju bez generisanja gotovog koda, podstičući samostalno rešavanje problema. *CodeAid* (Kazemitabaar et al., 2024) koristi pseudokod i interaktivne anotacije kao oblik *scaffolding* podrške, omogućavajući studentima da samostalno reše problem uz odgovarajuće smernice.

Kontrola izlaznog formata (eng. *Output Format Control*) nameće strogo definisanu strukturu odgovora, čime se smanjuje rizik od generisanja nepredviđenog sadržaja. *RTSF* alat (Woodrow et al., 2024) primenjuje ovaj pristup kroz korišćenje *JSON* šeme, obezbeđujući dosledan format svih povratnih informacija.

Restrikcija interakcije (eng. *Interaction Restriction*) ograničava na koji način korisnik može da komunicira sa platformom. *AI-Tutor* sistem (Frankford et al., 2024) ne dozvoljava kontinuirani razgovor kako bi se sprečilo generisanje rešenja i zavisnost studenta od sistema. Sistem *61A Bot* (Zamfirescu-Pereira et al., 2025) koristi *one-shot* pristup, gde se odgovor daje bez dalje otvorene diskusije, kako bi se smanjile halucinacije. *CodeHelp* (Liffiton et al., 2023) odbija ulaze ako su u pitanju komande ili nerelevantna pitanja.

Instruktivna ograničenja (eng. *Instructional Constraints*) omogućavaju instruktorima i nastavnicima da unapred definišu pojmove ili funkcije koje se ne smeju pominjati, čime se obezbeđuje usklađenost sa nastavnim planom (Liffiton et al., 2023).

Preprocesiranje ulaza (eng. *Input Preprocessing*) poboljšava kvalitet interakcije putem unapred obrade korisničkih upita. *RTSF* alat (Woodrow et al., 2024) pre slanja upita modelu mapira promenljive i linije koda, obezbeđujući preciznije sugestije prilagođene specifičnom kontekstu.

Ograničavanje učestalosti zahteva (eng. *Rate Limiting*) ograničava broj zahteva koji je moguće poslati modelu u određenom vremenu. *RTSF* alat (Woodrow et al., 2024) koristi mehanizam da spreči čestu upotrebu alata, podstičući studente da razmisle o dobijenim povratnim informacijama pre nego što traže nove.

4. ANALIZA I DISKUSIJA

Pregled izabranih edukativnih platformi zasnovanih na velikim jezičkim pokazuje da se koristi niz *guardrail* mehanizama, od kojih je svaki osmišljen da ublaži specifične rizike, a da pritom očuva pedagoške koristi od primene veštačke inteligencije. Analizom ovih mehanizama moguće je razlikovati tri kategorije:

- **Mehanizmi koji kontrolišu ulaz**, poput pretprocesiranja ulaza i instruktivnih ograničenja, obrađuju upite pre nego što stignu do modela, uklanjajući problematične elemente i obezbeđujući usklađenost sa nastavnim sadržajem. Na taj način sprečava se generisanje neželjenih ili neprimerenih izlaza.
- **Mehanizmi koji oblikuju interakciju između korisnika i modela**, poput prompt inženjeringa koji je najčešće primenjivan i koristi se za usmeravanje modela. Restrikcija interakcije, kao još jedan primer, ograničava prirodu dijaloga, sprečavajući otvoreni razgovor koji bi mogao dovesti do prekomernog oslanjanja na model ili otkrivanja rešenja. *Scaffolding* mehanizam aktivno smišlja kako da pruži pomoć korisniku u procesu učenja. Ograničavanje učestalosti zahteva primorava studente da detaljnije analiziraju povratne informacije.
- **Mehanizmi koji proveravaju izlaz modela**, poput verifikacije izlaza koja deluje kao filter za neželjene sadržaje i rešenja koja bi mogla da prođu kroz druge slojeve zaštite i kontrole formata izlaza koja obezbeđuje određenu strukturu odgovora, umesto slobodno generisanog teksta.

Analizirane platforme pokazuju da se *guardrail* mehanizmi retko koriste izolovano. Platforme često kombinuju više slojeva zaštite (na ulazu, u interakciji i na izlazu), čime se smanjuje verovatnoća da do korisnika stigne problematičan sadržaj.

Opisani *guardrail* mehanizmi u edukativnim platformama zasnovanim na velikim jezičkim modelima pokušavaju da prevaziđu nekoliko ključnih izazova. Pokušavaju da zaštite akademski integritet sprečavanjem davanja direktnih rešenja i smanjuju preterano oslanjanje studenata na platformu, čime podstiču razvoj samostalnih veština rešavanja problema. Pored toga, ublažavaju rizike od netačnih ili izmišljenih odgovora (halucinacija) i nebezbednih interakcija kroz verifikaciju i kontrolisanu komunikaciju. Konačno, *guardrail* mehanizmi obezbeđuju da povratne informacije budu konzistentne i usklađene sa nastavnim planom, sprečavajući konfuziju studenata koja bi mogla nastati usled sugestija koje su previše napredne ili van teme. Zajednički posmatrano, ovi mehanizmi

podržavaju i pedagoške ciljeve i sigurnu, pouzdanu primenu okruženja za učenje zasnovano na alatima veštačke inteligencije.

5. ZAKLJUČAK

Integracija velikih jezičkih modela u obrazovanje programera otvara značajne mogućnosti za pružanje personalizovane podrške studentima (Denny et al., 2024). Međutim, ostvarenje tog potencijala zavisi od odgovorne implementacije ovih tehnologija (Ma et al., 2024; Zamfirescu-Pereira et al., 2025). *Guardrail* mehanizmi osiguravaju da platforme zasnovane na velikim jezičkim modelima funkcionišu kao edukativna podrška i okviri za učenje, a ne kao jednostavni generatori gotovih rešenja (Kazemitabaar et al., 2024; Liffiton et al., 2023; Ma et al., 2024; Zamfirescu-Pereira et al., 2025).

Ovaj rad prikazuje trenutno stanje *guardrail* mehanizama i kroz više studija slučaja otkriva da se u praksi gotovo uvek kombinuju. Korišćenjem tehnika poput prompt inženjeringa, restrikcije interakcije i verifikacije izlaza, razvijaju se sistemi koji prioritet daju pedagoškim ciljevima, razvijanju kritičkog mišljenja, samostalnom rešavanju problema i dubljem razumevanju.

Pravci budućih istraživanja uključuju primenu *guardrail* mehanizama kako u različitim obrazovnim, tako i u neobrazovnim sistemima. Budući radovi trebalo bi da se fokusiraju na praktičnu implementaciju i evaluaciju identifikovanih mehanizama, kako bi se dodatno utvrdila njihova korisnost i pouzdanost u različitim primenama.

Glavni nalaz je da je najčešća metoda bila uključivanje više *guardrail* zaštitnih mehanizama u iskustvo učenja, stvarajući višeslojnu odbranu protiv zloupotrebe i prekomernog oslanjanja na veštačku inteligenciju.

LITERATURA

- [1] Bui, D. M. (2025). Learning with AI: A Systematic Review of Novice Programmer Use of Large Language Model-based Coding Assistants, Benefits, Downsides, and Challenges [Bachelor's thesis]. Aalto University, School of Science.
- [2] Denny, P., MacNeil, S., Savelka, J., Porter, L., & Luxton-Reilly, A. (2024). Desirable Characteristics for AI Teaching Assistants in Programming Education. *Proceedings of the 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1*, 408–414. <https://doi.org/10.1145/3649217.3653574>
- [3] Frankford, E., Sauerwein, C., Bassner, P., Krusche, S., & Breu, R. (2024). AI-Tutoring in Software Engineering Education. *Proceedings of the 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training*, 309–319. <https://doi.org/10.1145/3639474.3640061>
- [4] Kazemitabaar, M., Ye, R., Wang, X., Henley, A. Z., Denny, P., Craig, M., & Grossman, T. (2024). CodeAid: Evaluating a Classroom Deployment of an LLM-based Programming Assistant that

- Balances Student and Educator Needs. Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–20. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642773>
- [5] Liffiton, M., Sheese, B. E., Savelka, J., & Denny, P. (2023). CodeHelp: Using Large Language Models with Guardrails for Scalable Support in Programming Classes. Proceedings of the 23rd Koli Calling International Conference on Computing Education Research, 1–11. <https://doi.org/10.1145/3631802.3631830>
 - [6] Lyu, W., Wang, Y., Chung, T. (Rachel), Sun, Y., & Zhang, Y. (2024). Evaluating the Effectiveness of LLMs in Introductory Computer Science Education: A Semester-Long Field Study. Proceedings of the Eleventh ACM Conference on Learning @ Scale, 63–74. <https://doi.org/10.1145/3657604.3662036>
 - [7] Ma, I., Krone-Martins, A., & Videira Lopes, C. (2024). Integrating AI Tutors in a Programming Course. Proceedings of the 2024 on ACM Virtual Global Computing Education Conference V. 1, 130–136. <https://doi.org/10.1145/3649165.3690094>
 - [8] Neumann, A. T., Yin, Y., Sowe, S., Decker, S., & Jarke, M. (2025). An LLM-Driven Chatbot in Higher Education for Databases and Information Systems. IEEE Transactions on Education, 68(1), 103–116. <https://doi.org/10.1109/TE.2024.3467912>
 - [9] Raihan, N., Siddiq, M. L., Santos, J. C. S., & Zampieri, M. (2025). Large Language Models in Computer Science Education: A Systematic Literature Review. Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1, 938–944. <https://doi.org/10.1145/3641554.3701863>
 - [10] Woodrow, J., Malik, A., & Piech, C. (2024). AI Teaches the Art of Elegant Coding: Timely, Fair, and Helpful Style Feedback in a Global Course. Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1, 1442–1448. <https://doi.org/10.1145/3626252.3630773>
 - [11] Zamfirescu-Pereira, J. D., Qi, L., Hartmann, B., DeNero, J., & Norouzi, N. (2025). 61A Bot Report: AI Assistants in CS1 Save Students Homework Time and Reduce Demands on Staff. (Now What?). Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1, 1309–1315. <https://doi.org/10.1145/3641554.3701864>

ANALIZA PROCESA AKREDITACIJE NA FAKULTETU ORGANIZACIONIH NAUKA ANALYSIS OF THE ACCREDITATION PROCESS AT THE FACULTY OF ORGANIZATIONAL SCIENCES

Ana Korunović¹, Miloš Milić², Ilija Antović³, Siniša Vlajić⁴

^{1,2,3,4} Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu,

¹ana.korunovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0009-8874-6707

²milos.milic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-2521-7607

³ilija.antovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-2673-6628

⁴sinisa.vlajic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-3830-2170

Apstrakt: Akreditacija visokoškolskih ustanova i njihovih studijskih programa predstavlja način da se obezbedi kvalitet visokog obrazovanja. U radu je opisan i analiziran proces akreditacije na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu tokom 2019-2022. godine, sa posebnim osvrtom na dopunu dokumentacije. Analizu ovog procesa je izvršio koordinator procesa dopune dokumentacije, prof. dr Siniša Vlajić. Osnovni problemi koji su identifikovani su nedostatak kontrole verzija dokumenata, kratki rokovi i nedostatak samovrednovanja. U radu su navedeni i postupci koji su praćeni kako bi ishod procesa akreditacije bio pozitivan (dobre prakse), kao što su centralizovano upravljanje, precizan plan i visoka posvećenost kolektiva. Doprinos ovog rada ogleda se u mogućnosti da naše kolege u narednim procesima iskoriste naša iskustva i dobre prakse, kako bi proces akreditacije bio uspešniji.

Ključne reči: Akreditacija, kvalitet obrazovanja, visokoškolska ustanova.

Abstract: Accreditation of higher education institutions and their study programs is an important way to ensure the quality of education. This paper presents and analyzes the accreditation cycle at the Faculty of Organizational Sciences, University of Belgrade, during the period 2019–2022, with a special focus on the process of updating documentation. The analysis, carried out by the coordinator of the process, Prof. Dr. Siniša Vlajić, highlighted key problems such as the lack of version control of documents, very short deadlines and incomplete self-evaluation. At the same time, several good practices were identified, including centralized management, structured planning and strong commitment of the faculty staff. The value of this study is in sharing lessons learned and good practices that can help other colleagues make future accreditation processes more efficient and successful.

Keywords: Accreditation, quality of education, higher education institution.

1. UVOD

Akreditacija je proces provere kvaliteta visokoškolskih ustanova i njenih studijskih programa. U Republici Srbiji od 2018. godine, telo zaduženo za sprovođenje procesa akreditacije je Nacionalno akreditaciono telo (NAT) (Nacionalno akreditaciono telo, 2025). NAT je ustanovljen Zakonom o visokom obrazovanju iz 2017. godine, kao nezavisno telo sa ciljem da ispuni međunarodne standarde za akreditaciju i proveru kvaliteta visokoškolskih ustanova (Nacionalno akreditaciono telo, 2025). Rezultat procesa akreditacije treba da bude unapređenje kvaliteta obrazovnog procesa visokoškolske ustanove, pri čemu visokoškolska ustanova treba da ispuni sve standarde nadležnih institucija.

Predmet ovog rada jeste opis i analiza procesa akreditacije na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu, sa posebnim osvrtom na akreditacioni proces koji se odvijao u periodu od 2019. godine do 2022. godine. Analiza procesa akreditacije je predstavljena iz ugla koordinatora procesa, Prof. dr. Siniše Vlajića. U radu su predstavljene uočene faze procesa, kao i izazovi i dobre prakse koje su proizašle iz ovog ciklusa akreditacije. Cilj rada jeste da opisana iskustva iz ciklusa akreditacije 2019-2022 budu pomoć za buduće procese akreditacije na Fakultetu organizacionih nauka, ali i na drugim visokoškolskim ustanovama u Republici Srbiji.

U drugom poglavlju opisan je postupak akreditacije u Republici Srbiji. U trećem poglavlju objašnjen je proces akreditacije iz perspektive Fakulteta organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu. Četvrto poglavlje sadži opisane izazove i primere dobre prakse iz ugla kordinatora akreditacionog procesa za ciklus 2019–2022 na Fakultetu organizacionih nauka, dok peto poglavlje sadrži zaključna razmatranja i preporuke za unapređenje budućih akreditacionih ciklusa.

2. PROCES AKREDITACIJE U REPUBLICI SRBIJI

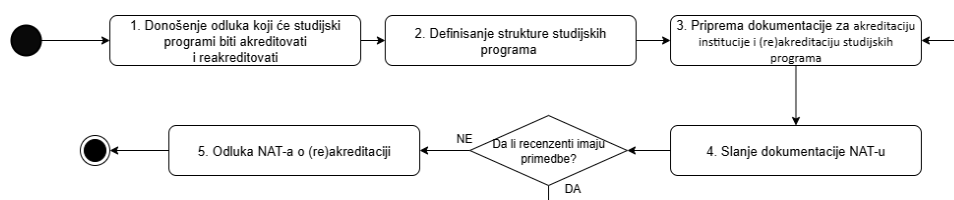
Uspešno završenim procesom akreditacije visokoškolska ustanova dobija sertifikat kojim se potvrđuje da ona zadovoljava propisane standarde u pogledu kvaliteta obrazovanja (Stefanović & Kuzmančev Stanojević, 2020). U literaturi se ističe da se ispunjenje akreditacionih standarda smatra minimalnim zahtevom za obezbeđenje kvaliteta u visokom obrazovanju (Stefanović & Kuzmančev Stanojević, 2020; Turanjanin & Marčetić, 2019). Razlikuju se dve vrste akreditacije: početna akreditacija ustanova koje su tek osnovane i ponovna akreditacija već akreditovanih ustanova. Standardi kvaliteta i postupak za akreditaciju visokoškolskih ustanova u Srbiji definisani su u pravilniku koji donosi Nacionalni savet, u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju (Nacionalno akreditaciono telo, 2019). Svaka visokoškolska ustanova treba da ispuni definisane standarde kako bi bila akreditovana (Nacionalno akreditaciono telo, 2019; Stefanović & Kuzmančev Stanojević, 2020). Standardima se određuju nastavni planovi i programi, upis

studenata, kompetentnost nastavnika, javnost rada i drugo (Nacionalno akreditaciono telo, 2019).

Proces akreditacije u Srbiji započinje podnošenjem zahteva i dokumentacije NAT-u. Priprema dokumentacije zahteva veliko angažovanje i posvećenost visokoškolske ustanove, te ovaj korak predstavlja najvažniji deo celog procesa iz ugla visokoškolske ustanove. Značajan deo dokumentacije predstavlja izveštaj o samovrednovanju, koji je rezultat ocene sopstvenog rada institucije (Ruso, 2011). Postupak samovrednovanja visokoškolska ustanova treba da sprovede najmanje dva puta u toku jednog akreditacionog perioda (Nacionalni savet za visoko obrazovanje, 2024). Nakon prijave za akreditaciju, imenuju se potkomisija i recenzentska komisija koje analiziraju priloženu dokumentaciju i posećuju visokoškolsku ustanovu radi provere njihovog rada. Na osnovu izveštaja potkomisije i recenzenata, Komisija za akreditaciju i proveru kvaliteta donosi odluku o akreditaciji. Na osnovu odluke, ustanova može dobiti uverenje o akreditaciji, rešenje kojim se odbija zahtev za akreditaciju ili upozorenje da ispravi uočene nedostatke (Nacionalno akreditaciono telo, 2019).

3. PRIMER SPROVOĐENJA PROCESA AKREDITACIJE NA FAKULTETU ORGANIZACIONIH NAUKA (2019-2022)

U nastavku rada biće opisan proces akreditacije koji se odvijao na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu u periodu od 2019. do 2022. godine. U okviru ovog procesa identifikovane su tri konceptualne aktivnosti koje su se odvijale na Fakultetu: donošenje odluka koji će studijski programi biti akreditovani i reakreditovani u tekućem ciklusu akreditacije, definisanje strukture studijskih programa i priprema dokumentacije za akreditaciju institucije i akreditaciju i reakreditaciju studijskih programa (Vlajić, 2022). Na Slici 1. prikazan je dijagram aktivnosti procesa akreditacije na Fakultetu organizacionih nauka.



Slika 1: Proces akreditacije na Fakultetu organizacionih nauka

3.1. Donošenje odluke koji će studijski programi biti akreditovani i reakreditovani

U prvom koraku neophodno je bilo definisati koji će programi biti predmet akreditacije i reakreditacije. Kako bi se donela ova odluka, na Fakultetu organizacionih nauka prošireni stručni kolegijum Fakulteta (koga čini rukovodstvo Fakulteta, šefovi katedri i predsednici Veća studijskih programa i stručna lica za određene oblasti) razmatrao je predloge

katedri o akreditaciji i reakreditaciji studijskih programa na svim nivoima studija. Prošireni stručni kolegijum je doneo odluku koji će se studijski programi biti akreditovati i reakreditovati i koji će se principi koristiti tokom procesa akreditacije. Nakon toga prošireni stručni kolegijum je poslao dopis Većima na svim nivoima studija da pripreme predloge struktura studijskih programa koji će se akreditovati i reakreditovati. Veća studijskih programa na svim nivoima studija (osnovne akademske studije - OAS, master akademske studije - MAS i doktorske akademske studije - DAS) uputila su nadležnim komisijama i katedrama zahteve da obrazuju tela koja će pripremiti predloge struktura odgovarajućih studijskih programa.

3.2. Definisanje struktura studijskih programa

Naredni korak u procesu akreditacije iz ugla Fakulteta bilo je definisanje struktura studijskih programa na osnovnim, master i doktorskim studijama. Komisije za osnovne akademske studije (Komisija za studijski program Menadžment i organizacija - OAS-MiO i Komisija za studijski program Informacioni sistemi - OAS-ISiT) su do prve polovine 2020. godine utvrdile predloge strukture studijskih programa. Ovaj proces je bio izuzetno složen i zahtevan, jer su se programi značajno menjali u odnosu na prethodni ciklus akreditacije. Ipak, Komisije OAS-MiO i OAS-ISiT su uspešno obavile svoj zadatak i utvrdile predloge struktura (Vlajić, 2022).

U pogledu master studija, katedre koje su nosioci programa formirale su posebna tela za pripremu predloga struktura master studijskih programa. Kada je reč o doktorskim studijama, katedre nosioci studijskih programa doktorskih studija (DAS-OiA - Optimizacija i analitika, DAS-SiiEP - Softversko inženjerstvo i elektronsko poslovanje, DAS-ISiT - Informacioni sistemi i tehnologije) obrazovale su tela zadužena za utvrđivanja predloga struktura studijskih programa. Predlog strukture programa DAS-MiO (Menadžment i organizacija) izrađen je u koordinaciji sa Većem DAS i Proširenim stručnim kolegijumom.

Predlozi struktura studijskih programa osnovnih, master i doktorskih studija su prosleđeni Većima OAS, MAS i DAS, koja su pripremila predloge odluka o strukturama studijskih programa i iste prosledila do Proširenog stručnog kolegijuma. Nakon što su Veća na svim nivoima studija prosledila sve predloge odluka o strukturama studijskih programa do proširenog stručnog kolegijuma, prošireni Kolegijum je jednoglasno usvojio sve predloge odluka. Nakon toga, predlozi odluka su prosleđeni do Nastavno-naučnog veća, koje je sredinom 2020. godine donelo odluke o strukturama svih studijskih programa na svim nivoima studija koji će biti akreditovani i reakreditovani. Nastavno-naučno veće je prosledilo te odluke o strukturama svih studijskih programa do Veća grupacije tehničko-tehnoloških nauka, koje je nakon razmatranja naših predloga iste usvojio i poslao do Senata Univerziteta koji je doneo odluku da svi predloženi studijski programi uđu u proces akreditacije/reakreditacije.

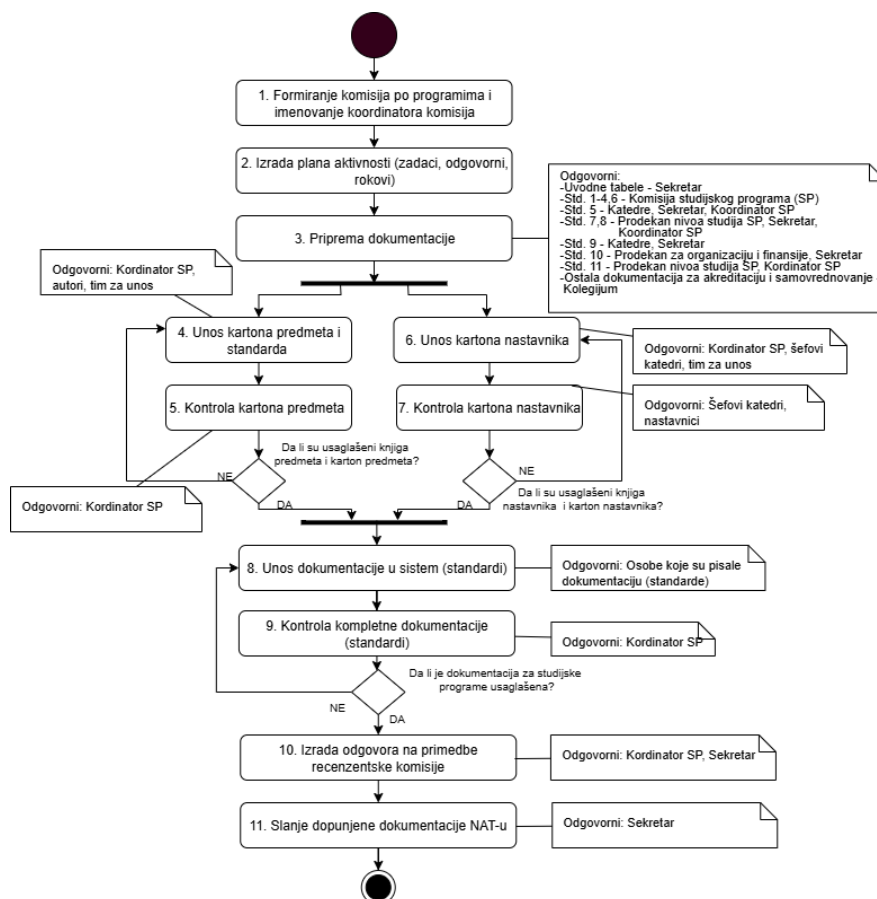
3.3. Priprema i dopuna dokumentacije za akreditaciju institucije i akreditaciju/reakreditaciju studijskih programa

U periodu od sredine do kraja 2020. godine sprovedeno je pisanje dokumentacije za akreditaciju institucije i (re)akreditaciju svih studijskih programa. Odgovornost za izvršavanje ove aktivnosti bila je podeljena po nivoima studija. Za osnovne studije zaduženi su bili Veće OAS i komisije OAS-MiO i OAS-ISiT, za master studije Veće MAS, a za doktorske studije Veće DAS. Pripremljena dokumentacija je potom poslata NAT-u, a kao odgovor od strane recenzenata je stiglo da je neophodno ispraviti i poboljšati sve studijske programe. Treba napomenuti da je pisanje dokumentacije otežavala i situacija sa pandemijom COVID-19, što je uticalo na ispunjenje rokova i normalno obavljanje poslova (Vlajić, 2022).

3.3.1. Dopuna dokumentacije

Marta 2021. godine, NAT je uputio zahtev za dopunu dokumentacije za tri studijska programa (OAS-MiO, MAS-OiMK - Organizacija i menadžment konsalting i MAS-MLJR - Menadžment ljudskih resursa), sa rokom za ispravku od 15 dana. S obzirom na veoma kratak vremenski period bilo je neophodno brzo organizovati proces koji je obuhvatao dve konceptualne aktivnosti: pisanje dokumentacije i unos dokumentacije u softverski sistem. Najpre su bile formirane komisije za svaki studijski program čija dokumentacija je trebala biti dopunjena. Svaka komisija je imala svog kordinatora Komisije, pri čemu, ukoliko je studijski program imao više modula, pored kordinatora Komisije određeni su i kordinatori modula studijskog programa. Priprema dokumentacije bila je podeljena prema standardima NAT-a, pri čemu su za svaki standard definisane osobe koje su odgovorne za njihovu izradu (Slika 2.). Standardi za akreditaciju studijskih programa prvog i drugog stepena visokog obrazovanja su: 1)Struktura studijskog programa, 2)Svrha studijskog programa, 3)Ciljevi studijskog programa, 4)Kompetencije diplomiranih studenata, 5)Kurikulum, 6)Kvalitet, savremenost i međunarodna usaglašenost studijskog programa, 7)Upis studenata, 8)Ocenjivanje i napredovanje studenata, 9)Nastavno osoblje, 10)Organizaciona i materijalna sredstva i 11)Kontrola kvaliteta (Nacionalno akreditaciono telo, 2019).

Nakon završenog pisanja dokumentacije, neophodno je bilo uneti dokumentaciju u softverski sistem (unos standarda, kartona predmeta i kartona nastavnika), a potom i izvršiti kontrolu tog unosa. Ukoliko nije postojala usaglašenost između unetih podataka i generisanih knjiga predmeta i nastavnika vršene su ispravke i ponovni unos podataka. Na samom kraju, NAT-u je poslata pripremljena dokumentacija zajedno sa odgovorima na primedbe recenzenata. Na Slici 2. prikazan je dijagram aktivnosti koji sadrži aktivnosti koje su se izvršavale u procesu dopune dokumentacije, kao i učesnike koji su bili odgovorni za svaku aktivnost.



Slika 2: Dijagram aktivnosti procesa dopune dokumentacije za proces akreditacije na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu

4. EVALUACIJA I PRIMERI DOBRE PRAKSE

U ovom poglavlju navedeni su problemi sa kojima su se učesnici procesa akreditacije na Fakultetu organizacionih nauka suočili, kao i primeri dobre prakse. Evaluaciju je sproveo prof. dr Siniša Vlajić koji je bio koordinatorski procesa dopune dokumentacije u toku opisanog akreditacionog ciklusa (Vlajić, 2022). Nepovoljna situacija je bila i u pogledu eksternih činioca, jer je u periodu dopune dokumentacije bila pandemija virusa COVID-19. Tokom definisanja strukture studijskih programa OAS nije postojala jasna i precizna kontrola verzija dokumenata, što je otežavalo učesnicima da u svakom trenutku imaju uvid u najnovije verzije dokumenata. Rešenje ovog problema bi bilo definisanje procedure za praćenje ovog dela procesa i verzija dokumenata, kako bi se obezbedila veća transparentnost. Takođe, prilikom definisanja strukture studijskih programa, u

sastav Komisija za studijske programe često nisu bili prisutni predstavnici katedra sa najviše stručnog iskustva, zbog čega su bile potrebne dodatne konsultacije sa katedrama.

Prof. Vlajić je tokom pripreme prve verzije dokumentacije za akreditaciju i reakreditaciju svih studijskih programa identifikovao niz problema na koje treba obratiti pažnju u budućim ciklusima (Vlajić, 2022). Najpre, nakon unosa dokumentacije u sistem nije sprovedena interna kontrola pre slanja NAT-u. Takođe, institucionalno samovrednovanje je bilo zastarelo, jer je za sve programe poslato samovrednovanje iz perioda 2015. do 2018. godine umesto od 2017. do 2020. godine, dok samovrednovanja studijskih programa nisu bila urađena na adekvatan način. Pored toga, dokumentacija generisana iz sistema sadržala je veliki broj neispravnih linkova, što je otežavalo rad recenzenta, a u kartonima predmeta i nastavnika nalazile su se pravopisne greške. Ovi nedostaci doveli su do toga da svi programi u prvoj iteraciji budu loše ocenjeni i vraćeni na doradu, ali istovremeno predstavljaju važnu lekciju za naredne procese akreditacije.

Jedan od uočenih problema tokom procesa dopune dokumentacije se odnosio na nemogućnost recenzenta da pročitaju poslate dokumente. Uzrok ovog problema su bili neispravni linkovi, pa je zbog toga traženo od NAT-a da svaki put kada oni pošalju dokumentaciju recenzentima, da i Fakultetu pošalju link ka toj dokumentaciji, kako bi mogla da se izvrši dodatna kontrola dostupnosti dokumenata koja je poslata recenzentima. Veliki izazov je bio ispoštovati rok za dostavljanje dopune dokumentacije na primedbe recenzenta za sve studijske programe (period od 15 dana), pa je iz tog razloga NAT-u poslat zahtev da se rok produži, koji je bio odobren. Značajan doprinos pozitivnom ishodu ovog procesa imaju članova kolektiva, koji su bili izuzetno posvećeni, radili su van radnog vremena i njihova međusobna komunikacija se odvijala bez poteškoća. Proces dopune dokumentacije je vođen kroz centralno upravljačko telo koje je upravljalo svim procesima i aktivnostima koje su pratile proces pisanja dokumentacije i kontrole unosa podataka u sistem. Na samom kraju, učesnici procesa su obavestavali koordinatore procesa o svojim aktivnostima i izvršenim zadacima, što je omogućilo jednostavnije upravljanje i vođenje procesa.

5. ZAKLJUČAK

Akreditacija visokoškolske ustanove i njenih studijskih programa predstavlja važan mehanizam obezbeđivanja kvaliteta visokog obrazovanja. Na primeru procesa akreditacije 2019-2022 na Fakultetu organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu, može se zaključiti da je proces akreditacije složen proces i da zahteva angažovanost svih učesnika (nastavnici, stručne službe i rukovodstvo Fakulteta). Identifikovane su tri aktivnosti u procesu akreditacije iz ugla Fakulteta: donošenje odluka o programima koji će biti akreditovani, definisanje strukture studijskih programa i priprema dokumentacije za akreditaciju i reakreditaciju.

Tokom ovog procesa uočeni su problemi i izazovi sa kojima su se učesnici suočavali, kao što su: nedostatak kontrole verzija dokumenata za akreditaciju, kratak rok za dopunu dokumentacije i nedostatak pravovremenog samovrednovanja. Aktivnosti koje su uvedene kako bi se prevazišli uočeni problemi su: centralizovano upravljanje, postojanje jasnog i preciznog plana aktivnosti, posvećenost i angažovanost svih učesnika u procesu. Na osnovu iskustva opisanog u ovom radu može se zaključiti da akreditacioni proces treba da bude kontrolisan, transparentan, jasno definisan i da uključuje nastavni kadar koji je iskusan u obavljanju istih ili sličnih poslova.

LITERATURA

- [1] Nacionalno akreditaciono telo. (2025). O NAT-u. Preuzeto 2. septembra 2025, sa <https://www.nat.rs/o-nat-u/>
- [2] Stefanović, M., & Kuzmančev Stanojević, S. (2020). *Analiza normi i praksi akreditacije visokoškolskih ustanova i studijskih programa u Republici Srbiji*. Beograd: Mreža akademske solidarnosti i angažovanosti (MASA). Preuzeto sa <https://akademska-masa.org/analiza-normi-i-praksi-procesa-akreditacije-visokoskolskih-ustanova-i-studijskih-programa-u-republici-srbiji-autorke-marije-stefanovic/>
- [3] Turanjanin, D., & Marčetić, M. (2019). Revizija standarda za akreditaciju visokoškolskih ustanova. *Vojno delo*, 71(7), 481–497. <https://doi.org/10.5937/vojdelo1907481T>
- [4] Nacionalno akreditaciono telo. (2019). *Pravilnik o standardima i postupku za akreditaciju visokoškolskih ustanova*. Preuzeto 3. septembra 2025, sa https://www.nat.rs/wp-content/uploads/2019/02/01-PRAVILNIK-AKRED.-USTANOVE-2019_final-1-1.docx
- [5] Ruso, J. (2011). Samovrednovanje visokoškolskih ustanova [Self-evaluation of higher education institutions]. U *SPIN'11: VIII skup privrednika i naučnika – Operacioni menadžment u funkciji održivog ekonomskog rasta i razvoja Srbije 2011–2020: Zbornik radova* (str. 403–410). Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
- [6] Nacionalni savet za visoko obrazovanje. (2024). *Pravilnik o standardima i postupku za samovrednovanje i ocenjivanje kvaliteta visokoškolskih ustanova i studijskih programa* (Službeni glasnik RS, br. 78/2024). Preuzeto 3. septembra 2025, sa <https://www.nat.rs/wp-content/uploads/2024/10/Pravilnik-o-standardima-i-postupku-za-samovrednovanje-i-ocenjivanje-kvaliteta.pdf>
- [7] Lazić, M. (2007). Akreditacija u visokom obrazovanju [*Accreditation in higher education*]. U Festival kvaliteta 2007 – 34. Nacionalna konferencija o kvalitetu. Kragujevac: Asocijacija za kvalitet i standardizaciju Srbije.
- [8] Nacionalno akreditaciono telo. (2019). *Pravilnik o standardima za akreditaciju studijskih programa* [Dokument]. Nacionalno akreditaciono telo. https://www.nat.rs/wp-content/uploads/2019/02/03-PRAVILNIK-STUD.-PROGRAMI-2019_final-3.docx
- [9] Vlajić, S. (2022). *Analiza procesa akreditacije na FON-u (2019-2022)* [Interni dokument]. Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.

PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U POSLOVANJU

ZERO-SHOT SISTEMI PREPORUKE SA VEKTORSKOM PRETRAGOM

ZERO-SHOT RECOMMENDATION SYSTEMS WITH VECTOR SEARCH

Miloš Milićević¹, Danica Ivković², Jovan Todorović³, Andrija Petrović⁴

^{1,2,3,4} Factory World Wide doo,

¹milos.milicevic@factoryww.com, ORCID: 0009-0005-6957-6555

²danica.ivkovic@factoryww.com, ORCID: 0009-0000-1802-7656

³jovan.todorovic@factoryww.com

⁴andrija.petrovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-4516-495X

Apstrakt: U ovom radu predstavljen je razvoj zero-shot sistema za preporuke zasnovanog na vektorskim reprezentacijama teksta i otvorenim embedding modelima dostupnim u cloud i on-premise okruženju. Sistem koristi konverzacije korisnika sa četbotom i mehanizme kratkoročne i dugoročne memorije radi izdvajanja tematskih oblasti od interesovanja, koje se zatim povezuju sa opisima stavki u vektorskoj bazi. Evaluacija je sprovedena na tri domena – preporuka događaja, filmova i knjiga – uz korišćenje standardnih metrika MAP i NDCG. Rezultati pokazuju visoku tačnost i konzistentne performanse, pri čemu modeli iz porodice text-embedding-3 postižu najbolje rezultate. Dobijeni nalazi potvrđuju da predloženi pristup omogućava efikasnu personalizaciju sadržaja i pruža potencijal za primenu u različitim scenarijima preporuka, posebno kada istorijski podaci o korisničkim preferencama prema proizvodima nisu dostupni.

Ključne reči: preporučivački sistemi, zero-shot učenje, embeddings, vektorske baze, personalizacija

Abstract: This paper presents the development of a zero-shot recommendation system based on text embeddings and open-source models available both in cloud and on-premise environments. The system leverages user–chatbot conversations and short- and long-term memory mechanisms to extract user interest topics, which are then matched with item descriptions stored in a vector database. Evaluation was conducted across three domains—event recommendations, movies, and books—using standard MAP and NDCG metrics. Results demonstrate high accuracy and consistent performance, with the text-embedding-3 family achieving the best results overall. These findings confirm that the proposed approach enables effective content personalization and offers strong potential for real-world applications, especially in scenarios where historical user data is unavailable.

Keywords: recommender systems, zero-shot learning, embeddings, vector databases, personalization

1. UVOD

Sistemi za preporuke danas predstavljaju sastavni deo digitalnih servisa – od e-trgovine i multimedijalnih platformi, do obrazovnih i informacionih sistema. Njihova uloga je da korisnicima ponude sadržaj koji je relevantan, personalizovan i vremenski usklađen, čime se značajno poboljšava korisničko iskustvo i povećava poslovna vrednost (Zhang et al., 2019). Tradicionalne tehnike, poput kolaborativnog filtriranja ili metoda filtriranja zasnovanog na sadržaju, pokazale su dobre rezultate u okruženjima sa bogatim podacima o korisničkim preferencijama prema proizvodima. Međutim, u situacijama kada takvi podaci nisu dostupni, javljaju se ozbiljna ograničenja, što otvara prostor za zero-shot pristupe.

Zero-shot sistemi za preporuke oslanjaju se na sposobnost modela da generalizuju znanje stečeno tokom obuke i primene ga na nove, prethodno neviđene domene ili zadatke (Wang et al., 2022). U praksi, to znači da preporuke mogu da se generišu i kada nema istorijskih podataka o preferencijama korisnika, već isključivo na osnovu implicitnih signala poput konverzacija, interesovanja ili konteksta. Ovakav pristup posebno dobija na značaju sa razvojem velikih jezičkih modela (LLM) i sistema za vektorsko predstavljanje teksta (embeddings), koji omogućavaju semantički bogatu reprezentaciju informacija (Reimers & Gurevych, 2019).

Razvoj otvorenih i komercijalnih embedding modela, dostupnih kroz cloud servise ili on-premise modele, omogućio je široku primenu vektorskih pretraga u okviru sistema za preporučivanje (Bianchi et al., 2023). Kombinovanjem takvih modela sa memorijskim mehanizmima (kratkoročna i dugoročna memorija u okviru četbot interfejsa) moguće je iz korisnikovih razgovora izdvojiti tematske celine (topic extraction) i povezati ih sa opisima stavki (proizvoda) u vektorskoj bazi. Na taj način kreira se sistem sposoban da u realnom vremenu prepozna korisnička interesovanja i ponudi relevantne predloge.

Evaluacija ovakvih sistema obično se vrši korišćenjem standardnih informaciono-retrival metrika, kao što su Mean Average Precision (MAP) i Normalized Discounted Cumulative Gain (NDCG), koje omogućavaju merenje kvaliteta rangiranih preporuka (Liu et al., 2023). Primena navedenih metrika pruža objektivnu osnovu za poređenje različitih modela i omogućava identifikovanje prednosti i ograničenja u zavisnosti od tipa podataka i domena.

Cilj ovog rada jeste da prikaže razvoj i eksperimentalnu evaluaciju zero-shot sistema preporuke zasnovanog na dostupnim embedding modelima otvorenog i komercijalnog tipa. Sistem je testiran na tri različita domena – događaji sa sajmovi, filmovi i knjige – kako bi se obezbedila robusnost i proverila performansi u različitim kontekstima. Dobijeni rezultati pokazuju da predloženi pristup daje visoku tačnost i konzistentne performanse, što ukazuje na njegov potencijal za primenu u realnim scenarijima preporuka.

2. PREGLED LITERATURE

Sistemi za preporuke su tokom poslednje dve decenije prošli put od tradicionalnih pristupa, poput kolaborativnog filtriranja i metoda zasnovanih na sadržaju, do savremenih rešenja koja uključuju duboko učenje i velike jezičke modele (Zhang, Yao, Sun, & Tay, 2019). Tradicionalni sistemi pokazuju dobre rezultate u bogatim okruženjima sa podacima, ali se njihova primena otežava kada istorijski podaci nisu dostupni. Ovaj izazov otvara prostor za *zero-shot* preporuke, gde se od modela očekuje da generalizuju na nove domene bez dodatne obuke (Wang, Zhang, Hou, Xie, & Guo, 2022).

Osnovu *zero-shot* pristupa čine kvalitetne semantičke ugradnje koje omogućavaju predstavljanje korisničkih interesa i stavki u zajedničkom vektorskom prostoru. Kontrastivno učenje dodatno poboljšava ove reprezentacije, obezbeđujući bolju prenosivost između domena (Bianchi, Kiseleva, & Collins, 2023). Noviji radovi ističu značaj ugradnji koje kombinuju tekstualne i multimodalne informacije, što olakšava prepoznavanje latentnih interesa korisnika (D'Asaro, Ferracane, & Tandon, 2024).

Veliki jezički modeli pokazali su snažne *zero-shot* sposobnosti u zadacima rangiranja i preporuka. Eksperimenti pokazuju da LLM-ovi mogu funkcionisati kao preporučivači i bez istorijskih podataka, naročito u scenarijima gde se koristi promptovanje i povezivanje sa eksternim vektorskim bazama (Hou et al., 2023). Ipak, identifikovana su ograničenja poput pristrasnosti prema popularnim stavkama i problema sa latencijom (Liu, Li, & Liu, 2023).

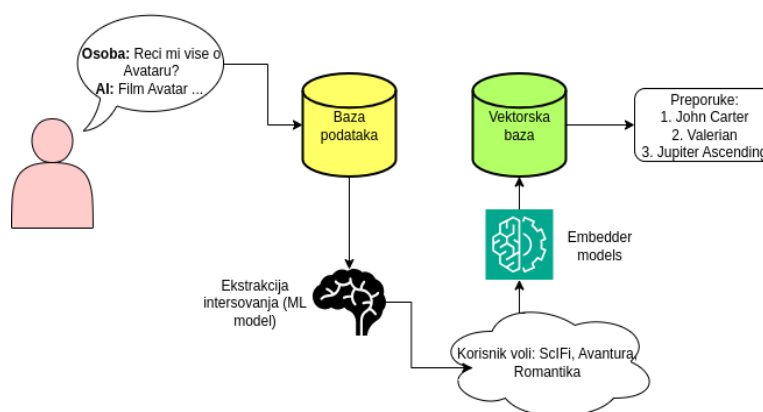
Pored eksplicitnih korisničkih signala, sve veći značaj imaju konverzacije sa četbotovima kao izvor implicitnih preferencija. Istraživanja pokazuju da se iz dijaloga mogu izdvojiti trajne teme koje predstavljaju osnovu za personalizovane preporuke (Alshawkani et al., 2025). Ovaj pristup posebno je značajan u *zero-shot* kontekstu jer omogućava adaptaciju sistema i u odsustvu prethodne istorije interakcija. Evaluacija preporuka najčešće se vrši uz pomoć metrika kao što su MAP i NDCG, koje mere tačnost i kvalitet rangiranih lista. Međutim, istaknuto je da pristrasnosti u anotacijama mogu dovesti do potcenjivanja performansi sistema, pa se preporučuje korišćenje višestrukih metrika i jasnih definicija relevantnosti (Johannesson, 2025).

Predloženi rad se uklapa u navedeni okvir, jer kombinuje izdvajanje tema iz konverzacija sa vektorskom pretragom i poredi više *embedding* modela u tri domena (knjige, filmovi i događaji). Time se doprinosi literaturi o praktičnoj primeni *zero-shot* sistema za preporučivanje u realnim scenarijima.

3. METODOLOGIJA

Predloženi sistem razvijen je kao *zero-shot* okvir koji povezuje konverzacione podatke korisnika sa vektorskom pretragom stavki u bazi podataka. Ključna ideja metodologije

jeste da se bez istorijskih podataka o korisniku može doći do personalizovanih preporuka kroz izdvajanje tematskih oblasti iz dijaloga i njihovo mapiranje u zajednički semantički prostor. Na slici 1. prikazana je metodologija rada sistema.



Slika 1. Metodologija rada sistema za zero-shot preporučivanje

Arhitektura sistema sastoji se od četiri osnovne faze. Najpre se prikupljaju korisničke konverzacije sa četbotom, koje se skladište u dva vida memorije – kratkoročna memorija sadrži trenutne interakcije, dok dugoročna memorija obuhvata istoriju razgovora. U narednom koraku nad ovim konverzacionim podacima primenjuju se metode za izdvajanje tema (interesovanja), pri čemu se koriste veliki jezički modeli i algoritmi za ekstrakciju ključnih pojmova. Dobijeni skup tematskih oblasti predstavlja eksplicitni prikaz interesovanja korisnika.

Treća faza obuhvata vektorsku pretragu. Izvučene teme se transformišu u semantičke vektore korišćenjem različitih *embedding* modela. U eksperimentima su korišćeni modeli Qwen/Qwen3-Embedding-4B i Qwen/Qwen3-Embedding-0.6B kao otvoreni sistemi, zatim text-embedding-ada-002 kao prethodna generacija OpenAI modela, kao i noviji modeli text-embedding-3-small i text-embedding-3-large. Ovi modeli su birani zbog dostupnosti u oblaku ili mogućnosti *on-premise* primene, čime se obezbeđuje fleksibilnost implementacije. Dobijeni vektori poređeni su sa vektorskim reprezentacijama opisa stavki u bazi (knjiga, filmova i događaja), a sličnost je računata korišćenjem kosinusne distance.

U završnoj fazi generišu se preporuke na osnovu najbližih semantičkih podudaranja između korisničkih tema i opisa stavki. Relevantna preporuka definisana je kriterijumom da se makar jedna tema korisnika poklapa sa temom iz opisa stavke, što je prag koji omogućava realističnu evaluaciju u konverzacionim scenarijima.

Evaluacija sistema sprovedena je na tri domena – događaji sa sajmovi, filmovi i knjige – kako bi se proverila robusnost predloženog rešenja. Performanse su merene standardnim informaciono-retrival metrikama MAP (Mean Average Precision) i NDCG (Normalized Discounted Cumulative Gain), izračunatim za različite nivoe preporuka (@1, @2 i @5). MAP je korišćen kao mera prosečne preciznosti preporuka u listi, dok NDCG dodatno vrednuje položaj relevantnih stavki i penalizuje one koje se nalaze na nižim pozicijama.

Na ovaj način definisana metodologija omogućila je uporedivu evaluaciju svih odabranih embedding modela i identifikovanje njihove efikasnosti u zadatku *zero-shot* preporuka.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Evaluacija sistema sprovedena je na tri domena – knjige, filmovi i događaji – uz upotrebu metrika MAP i NDCG. Rezultati eksperimenata na svim skupovima podataka prikazani su u tabeli 1. Dobijeni rezultati potvrđuju da se predloženi *zero-shot* pristup pokazuje efikasnim u različitim kontekstima, uz uočljive razlike između modela.

U domenu **knjiga**, najbolja tačnost postignuta je korišćenjem modela *text-embedding-3-large* (MAP@1 = 0.9600, NDCG@2 = 0.9852), dok je *text-embedding-3-small* ostvario slične performanse (MAP@1 = 0.9550). Model *Qwen/Qwen3-Embedding-4B* pokazao je slabije rezultate u odnosu na nove generacije, dok je *text-embedding-ada-002* zadržao solidan nivo performansi, ali ispod najnovijih modela. Ovo ukazuje da su noviji modeli optimizovani za zadatke semantičke pretrage i preporuka.

Kod **filmova** su razlike izraženije. Najbolje rezultate dao je model *text-embedding-3-large* (MAP@1 = 0.8775, NDCG@2 = 0.9248), dok je *text-embedding-3-small* ostvario stabilne performanse, naročito na višim vrednostima MAP@5 i NDCG@5. Qwen modeli pokazali su niže vrednosti, što može ukazivati na ograničenja u prenosivosti na multimedijalne opise. Rezultati potvrđuju da preporuka u filmskom domenu predstavlja zahtevniji zadatak zbog raznovrsnijih i subjektivnijih deskriptora sadržaja.

U domenu **događaja** primećeni su najviši rezultati u svim eksperimentima. Modeli *text-embedding-3-small* i *text-embedding-3-large* ostvarili su gotovo savršene performanse (MAP@1 = 1.0000, NDCG@2 = 1.0000), dok su i *text-embedding-ada-002* i *Qwen/Qwen3-Embedding-0.6B* pokazali izuzetno visoku tačnost. Ovi rezultati mogu se objasniti homogenijom prirodom opisa događaja, gde su topici jasnije definisani i lakše mapirani u semantički prostor.

Generalno, može se zaključiti da:

1. Porodica *text-embedding-3* pokazuje najbolje performanse i konzistentnost u svim domenima.

2. Stariji model *text-embedding-ada-002* i dalje postiže visoku tačnost, ali zaostaje za novijim rešenjima.
3. Qwen modeli imaju potencijal, naročito u domenskim primenama, ali za sada ne dostižu rezultate novih OpenAI embedding sistema.

Diskusija pokazuje da se predloženi sistem uspešno prilagođava različitim tipovima sadržaja, a posebno je efikasan u slučajevima gde opisi stavki sadrže jasno izražene tematske oblasti. Ovo potvrđuje vrednost *zero-shot* pristupa za scenarije bez istorijskih podataka, dok poređenje modela naglašava značaj izbora kvalitetnih embedding reprezentacija.

Tabela 1. Rezultati eksperimenta na skupovima podataka - događaji, filmovi i knjige

Model	MAP@1	MAP@2	MAP@5	NDCG@2	NDCG@5
Događaji					
Qwen/Qwen3-Embedding-0.6B	0.9475	0.9675	0.9314	0.9727	0.9436
text-embedding-3-small	1	1	0.9814	1	0.9821
text-embedding-ada-002	0.9975	0.9988	0.9828	0.9991	0.9823
text-embedding-3-large	1	1	0.9889	1	0.9881
Filmovi					
Qwen/Qwen3-Embedding-4B	0.8475	0.8888	0.8632	0.8996	0.886
text-embedding-3-small	0.855	0.915	0.9037	0.9307	0.923
text-embedding-ada-002	0.82	0.8612	0.8449	0.8721	0.8689
text-embedding-3-large	0.8775	0.915	0.9027	0.9248	0.9235
Knjige					
Qwen/Qwen3-Embedding-4B	0.89	0.9425	0.8883	0.9562	0.9187
text-embedding-3-small	0.955	0.97	0.9291	0.9739	0.9398
text-embedding-ada-002	0.9175	0.9487	0.9433	0.9569	0.9652
text-embedding-3-large	0.96	0.98	0.9607	0.9852	0.9674

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je *zero-shot* sistem za preporuke zasnovan na izdvajanju tematskih oblasti iz korisničkih konverzacija i vektorskoj pretrazi opisa stavki. Prikazana metodologija kombinuje memorijske mehanizme, *embedding* modele i semantičku

pretragu kako bi omogućila personalizovane preporuke i u scenarijima u kojima istorijski podaci o korisnicima nisu dostupni.

Rezultati evaluacije na tri domena – knjige, filmovi i događaji – pokazali su da predloženi sistem dostiže visoku tačnost i konzistentne performanse. Posebno se ističe porodica *text-embedding-3* modela, koja je ostvarila najbolje rezultate u svim eksperimentima, dok su stariji modeli poput *text-embedding-ada-002* i otvoreni Qwen modeli pokazali solidne performanse, ali su ostali ispod nivoa najnovijih rešenja. Analiza rezultata ukazuje da je sistem posebno efikasan u domenima gde su teme jasno definisane, kao što su događaji, dok su domeni sa većim stepenom subjektivnosti, poput filmova, izazovniji. Glavni doprinos rada ogleda se u demonstraciji mogućnosti da se konverzionici podaci pretvore u kvalitetne preporuke kroz *zero-shot* pristup, čime se smanjuje potreba za obimnim istorijskim skupovima podataka. Dodatno, poređenje različitih embedding modela pruža praktične uvide u njihov kvalitet i robusnost, što može biti od značaja za buduće implementacije u realnim sistemima. Buduća istraživanja mogla bi se usmeriti na:

- Integraciju naprednih reranking tehnika sa velikim jezičkim modelima radi dalje optimizacije rezultata;
- Proširivanje sistema multimodalnim podacima (slike, zvuk);
- Istraživanje načina da se smanji pristrasnost u preporukama putem diversifikacije rezultata;
- Uvođenje ponderisanja korisničkih tema kako bi se razlikovale one koje korisnik preferira u većoj meri od onih koje su manje značajne.

Predloženi sistem predstavlja korak ka univerzalnim i fleksibilnim preporukama koje koriste bogatstvo konverzionih signala i snagu savremenih embedding modela, čime se potvrđuje potencijal *zero-shot* pristupa za široku praktičnu primenu.

LITERATURA

- [1] Bianchi, F., Kiseleva, J., & Collins, E. (2023). Contrastive learning for zero-shot recommendation. *ACM Transactions on Information Systems*, 41(4), 1–28. <https://doi.org/10.1145/3571724>
- [2] Liu, Y., Li, H., & Liu, Q. (2023). Evaluating recommender systems: Benchmarks and metrics. *Information Retrieval Journal*, 26(2), 145–170. <https://doi.org/10.1007/s10791-022-09405-4>
- [3] Reimers, N., & Gurevych, I. (2019). Sentence-BERT: Sentence embeddings using Siamese BERT-networks. *Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 3982–3992. <https://doi.org/10.18653/v1/D19-1410>
- [4] Wang, H., Zhang, F., Hou, M., Xie, X., & Guo, M. (2022). Zero-shot learning for recommender systems. *ACM Computing Surveys*, 54(9), 1–34. <https://doi.org/10.1145/3465400>
- [5] Alshawkani, K., Al-Garadi, M. A., Al-Ayyoub, M., & Jararweh, Y. (2025). Intelligent chatbot dialogue breakdown: Solutions and challenges. *Knowledge-Based Systems*, 294, 111630. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2024.111630>

- [6] D'Asaro, F., Ferracane, E., & Tandon, N. (2024). Zero-shot content-based cross-modal recommendation: A survey. *Expert Systems with Applications*, 242, 122740. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122740>
- [7] Hou, Y., Wu, Y., Pan, S., Wang, L., & Yin, H. (2023). Large language models are zero-shot rankers for recommendation. *arXiv preprint arXiv:2305.08845*.
- [8] Johannesson, E. (2025). Evaluating re-ranking methods in LLM search (Master's thesis). Lund University.
- [9] Zhang, S., Yao, L., Sun, A., & Tay, Y. (2019). Deep learning based recommender system: A survey and new perspectives. *ACM Computing Surveys*, 52(1), 1–38. <https://doi.org/10.1145/3285029>

PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U POSLOVANJU SA OSVRTOM NA LANCE SNABDEVANJA I LOGISTIKU

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BUSINESS WITH A FOCUS ON SUPPLY CHAINS AND LOGISTICS

Bojan Djurić

Ekonomski fakultet u Subotici, Univerzitet u Novom Sadu,
bojan.djuric@student.ef.uns.ac.rs, ORCID: 0009-0005-4882-5276

Apstrakt: U ovom radu se analizom relevantne literature istražuje primena veštačke inteligencije (AI) u savremenom poslovanju, sa posebnim naglaskom na lance snabdevanja i logistiku. Analizom literature iz perioda 2023–2025 identifikovani su ključni trendovi u upotrebi AI alata, uključujući prediktivnu analitiku, optimizaciju transportnih ruta, upravljanje zalihama i održivost poslovanja. Rezultati istraživanja ukazuju na to da primena AI doprinosi povećanju efikasnosti i produktivnosti, smanjenju troškova i grešaka, kao i unapređenju korisničkog iskustva. Posebna pažnja posvećena je izazovima implementacije, kao što su visoki troškovi, nedostatak stručnog kadra, etičke dileme i regulatorni okvir, naročito EU AI Act. Rad doprinosi razumevanju savremenih trendova i ukazuje na to da je uloga AI u lancima snabdevanja i logistici neizbežna, ali da zahteva pažljivo planiranje, postepenu implementaciju i integraciju sa drugim tehnologijama. Time se otvara put ka otpornijim, agilnijim i održivijim poslovnim procesima.

Ključne reči: Veštačka inteligencija, poslovanje, lanci snabdevanja, logistika, produktivnost, efikasnost

Abstract: This paper, through the analysis of relevant literature, explores the application of artificial intelligence (AI) in modern business, with a particular focus on supply chains and logistics. By examining literature from the period 2023–2025, key trends in the use of AI tools have been identified, including predictive analytics, transport route optimization, inventory management, and business sustainability. The findings indicate that AI implementation contributes to increased efficiency and productivity, reduced costs and errors, as well as improved customer experience. Special attention is given to the challenges of implementation, such as high costs, lack of skilled personnel, ethical dilemmas, and the regulatory framework, particularly the EU AI Act. The paper contributes to understanding contemporary trends and highlights that the role of AI in supply chains and logistics is inevitable, but requires careful planning, gradual implementation, and integration with other technologies. This opens the path toward more resilient, agile, and sustainable business processes.

Keywords: Artificial intelligence, business, supply chains, logistics, productivity, efficiency

1. UVOD

Današnje poslovno okruženje obiluje brzim tehnološkim promenama, globalizacijom i rastućim zahtevima za održivošću, u takvim uslovima veštačka inteligencija (AI) postaje jedan od ključnih pokretača konkurentske prednosti u poslovanju. Poseban značaj njene primene uočava se u lancima snabdevanja i logistici, koji predstavljaju osnovu globalne trgovine i ekonomskog razvoja. „Široko usvajanje AI tehnika u istraživanjima zatvorenih lanaca snabdevanja (CLSC) pripisuje se sposobnosti AI da identifikuje obrasce i pruži primenljive uvide korišćenjem velike količine podataka prikupljenih iz različitih faza životnog ciklusa proizvoda“ (Bhattacharya et al., 2024, p. 2)

Digitalizacija procesa u logistici i njen razvoj, kao i konstantno unapređivanje AI-podržanih alata pokazuje da ova tehnologija više nije samo tehničko, već i strateško pitanje. Automatizacija procesa, prediktivna analitika i inteligentna koordinacija aktera u lancu snabdevanja menjaju načine na koje se planira, odlučuje i ostvaruje poslovna saradnja. Cilj ovog rada je da pregledom relevantne literature bliže prikaže savremene trendove u upotrebi AI u lancima snabdevanja i logistici, identifikujući neke od koristi i ograničenja, te pruži pregled budućih pravaca istraživanja i njihovog uticaja na menadžere.

2. METODOLOGIJA

Metodološki, rad se zasniva na sistematskom pregledu literature (Xiao & Watson, 2019) u relevantnim naučnim bazama podataka, i izvlačenjem zaključaka iz navedenog pregleda. Pretraga je sprovedena tokom avgusta i septembra 2025. godine. Fokus pretraga je bio na dve baze Scopus-u i Web of Science (WoS), koristeći ključne reči *“artificial intelligence”*, *“supply chain”*, *“logistics”* i *“business”*. U okviru inicijalne pretrage, identifikovano je ukupno 87 radova u Scopus-u i 92 rada u WoS-u, što pokazuje porast naučnog interesovanja za temu integracije veštačke inteligencije u poslovne procese i logistiku.

Osnovni kriterijumi u selekciji korišćeni su: (1) godina objavljivanja – uzeti su radovi iz perioda 2023–2025, (2) indeksiranost u Scopus-u ili WoS-u, (3) relevantnost za temu veštačke inteligencije u lancima snabdevanja i logistici, i (4) dostupnost celog teksta. Na osnovu navedenih kriterijuma, odabrano je 22. najrelevantnijih radova koji su analizirani u daljem radu.

Metodološki okvir rada je teorijsko–preglednog karaktera, pri čemu se fokus stavlja na identifikaciju savremenih trendova, najvažnijih koristi, izazova i budućih istraživačkih pravaca u vezi sa upotrebom AI u lancima snabdevanja i logistici. Ovakav pristup omogućava sagledavanje različitih viđenja ove materije i omogućava dobru pripremu za dalju razradu.

3. REZULTATI PREGLEDA LITERATURE (2023–2025)

Dosadašnja istraživanja ukazuju da je primena veštačke inteligencije u logistici i lancima snabdevanja u stalnom porastu, posebno kroz digitalizaciju procesa i integraciju različitih tehnologija (Ariful et al., n.d.; Perano et al., 2023). Studije naglašavaju značaj AI u zatvorenim petljama lanca snabdevanja, gde algoritmi pomažu u ponovnom korišćenju i reciklaži resursa, čime se ostvaruje kružna ekonomija (Bhattacharya et al., 2024). Pored toga, autori ističu da upotreba RFID tehnologije u kombinaciji sa AI modelima omogućava detaljnu dekompoziciju i analizu podataka duž celog lanca snabdevanja. Ovakav pristup pruža veću transparentnost i poboljšava donošenje odluka u realnom vremenu (Zhang & Li, 2023). Slični rezultati dobijeni su i u studijama koje povezuju big data analitiku sa veštačkom inteligencijom, gde se naglašava da zajedničko procesiranje velikih količina podataka dovodi do smanjenja grešaka u prognozama i povećanja pouzdanosti u planiranju (Zeng & Yi, 2023).

Sve veći broj autora povezuje primenu AI sa konceptom održivih lanaca snabdevanja, pri čemu se pokazuje da digitalni alati doprinose smanjenju negativnog ekološkog uticaja, optimizaciji ruta i većoj energetske efikasnosti (Gallo et al., 2023). Ovaj trend je posebno izražen u industrijama koje balansiraju između ekonomskih performansi i ekološke odgovornosti. U literaturi se ističe i značaj digitalizacije i "unphysicalization" – ili koncepta Pretvaranja fizičkog u digitalno, gde AI ima ključnu ulogu u kreiranju apstraktnih modela lanca snabdevanja koji nisu vezani za fizičke entitete, već za podatke i njihove međusobne interakcije. Takav pristup omogućava kompanijama da brže testiraju i uvode inovativne procese (Perano et al., 2023). Na sistematičnijem nivou, sprovedene su i studije koje analiziraju integraciju AI sa drugim naprednim tehnologijama, uključujući IoT, blockchain i digitalne blizance, čime se dobija sinergijski efekat i unapređuju performanse proizvodnih i logističkih sistema (Varriale et al., 2025).

Ova istraživanja potvrđuju da uloga veštačke inteligencije prevazilazi izolovanu primenu i da se njena puna vrednost vidi tek kada se poveže sa ostalim tehnologijama, kreirajući nove mogućnosti za efikasnije i otpornije lance snabdevanja. U poslednje tri godine objavljen je značajan broj radova koji analiziraju uticaj veštačke inteligencije (AI) na lance snabdevanja i logistiku. Pregledom literature identifikovane su četiri dominantne tematske celine: prediktivna analitika, optimizacija ruta i procesa, upravljanje zalihama i održivost, te integracija AI sa drugim tehnologijama.

3.1. Prediktivna analitika i prognoziranje potražnje

Prediktivna analitika predstavlja najčešću i najrazvijeniju primenu AI u lancima snabdevanja. (Bhattacharya et al., 2024,) ističu da neuronske mreže i algoritmi učenja pojačanjem značajno unapređuju tačnost prognoza potražnje u zatvorenim lancima snabdevanja. „Precizne prognoze mogu imati ključnu ulogu u optimizaciji proizvodnih rasporeda i rokova isporuke, što zauzvrat pomaže u smanjenju otpada, nestašica i

prekomerne proizvodnje, dok istovremeno unapređuje sposobnost upravljanja rizicima“ (Sayyad et al., 2024, p. 2)

3.2. Optimizacija ruta i logističkih procesa

AI tehnologije su ključne za smanjenje troškova transporta, skraćanje vremena isporuke i unapređenje korisničkog iskustva. „Veštačka inteligencija može optimizovati različite zadatke. Ona može generisati optimalne sekvence za složene operacije, poboljšavajući ukupnu efikasnost u različitim primenama – od preuzimanja i postavljanja, do paletizacije i opsluživanja mašina“ (Rainer et al., 2025, p. 11)

3.3. Upravljanje zalihama i održivost

Upravljanje zalihama predstavlja jedno od ključnih područja u kojem veštačka inteligencija (AI) donosi konkretne koristi za kompanije. Posebno se ističe njen potencijal da poveže efikasnost poslovanja sa ciljevima održivosti, smanjujući otpad i unapređujući planiranje resursa. „XGBoost metoda pokazuje najbolje performanse u smislu tačnosti i vremena obrade, omogućavajući preduzećima da minimizuju višak zaliha ili nestašice i istovremeno poboljšaju strategije prodaje i održivost lanca snabdevanja“ (Tang et al., 2023, p.1). Kalkha i autori (Kalkha et al., 2023), posebno naglašavaju važnost pametne logistike u e-trgovini, u kojoj AI zajedno sa IoT-om i cloud rešenjima smanjuje neefikasnosti.

3.4. Integracija AI sa drugim tehnologijama

Razvoj digitalne transformacije pokazuje da veštačka inteligencija (AI) postiže najveće efekte kada se kombinuje sa drugim naprednim tehnologijama. Ova integracija otvara put ka stvaranju pametnih, transparentnih i održivih lanaca snabdevanja koji mogu da odgovore na kompleksne globalne izazove. Varriale, Cammarano i Caputo (Varriale et al., 2025) naglašavaju da kombinacija AI, blockchain-a i IoT-a stvara „pametne lance snabdevanja“ sposobne da povećaju transparentnost i otpornost. „Integracija naprednih robotskih sistema sa AI, mašinskim učenjem i Internetom stvari omogućava robotima da obavljaju složene zadatke, prilagođavaju se dinamičnim okruženjima i komuniciraju sa drugim sistemima u realnom vremenu“ (Rainer et al., 2025, p. 2). „Kombinacija AI i blockchain tehnologija postaje opšti trend, jer njihovo spajanje može efikasno poboljšati bezbednost i validnost podataka u lancima snabdevanja“ (Wang & Yu, 2023, p. 1)

3.5. Sumarni nalazi pregleda

Analizirana literature ukazuje na pomak od izolovanih aplikacija ka integrisanim, multidimenzionalnim rešenjima. Prednosti uključuju veću efikasnost, preciznije predviđanje i održivost, dok izazovi obuhvataju visoke troškove implementacije, manjak stručnih kadrova i nove regulatorne zahteve. Ovi nalazi postavljaju osnov za diskusiju o

implikacijama AI u skladu sa evropskim regulatornim okvirom (Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament .), što će biti razmotreno u narednom poglavlju.

4. DISKUSIJA/ANALIZA

Rezultati pokazuju da veštačka inteligencija menja način na koji se logistika i lanci snabdevanja organizuju, pri čemu različiti autori naglašavaju različite aspekte njenog uticaja. Na primer, u literaturi se sve više govori o tome kako AI unapređuje saradnju u poslovnoj logistici, omogućavajući kompanijama da kroz kolaborativne modele poboljšaju koordinaciju sa partnerima i smanje neefikasnosti (Rainer et al., 2025). Isti autori u srodnim istraživanjima ističu da se naglašava i uloga robotike u oblikovanju digitalne logistike i menadžmenta lanaca snabdevanja, gde se AI koristi za automatizaciju skladišta, poboljšanje transportnih ruta i integraciju različitih sistema.

Značajni pomaci primećeni su u oblasti pametnog planiranja i raspoređivanja u logistici pomoću algoritama baziranih na AI-u. Istraživanja pokazuju da algoritmi za inteligentno zakazivanje dronova i drugih inovativnih rešenja doprinose bržem i efikasnijem izvršavanju logističkih zadataka (Banjar et al., 2023). U poljoprivredno-prehrambenom lancu snabdevanja, IoT senzori povezani sa AI modelima već omogućavaju praćenje kvaliteta proizvoda u realnom vremenu, što značajno utiče na smanjenje gubitaka i poboljšanje kvaliteta usluge (Haider et al., 2024).

Pored toga, značajan doprinos dolazi i od istraživanja koja pokazuju da AI chatbot alati u malim i srednjim preduzećima mogu značajno unaprediti vidljivost i održivost lanaca snabdevanja. Chatbot sistemi doprinose transparentnijem praćenju procesa i poboljšavaju komunikaciju sa kupcima i dobavljačima (Panigrahi et al., 2023). Kada je reč o e-trgovini, studije potvrđuju da AI i pametna logistika omogućavaju bolju predikciju potražnje, smanjenje kašnjenja i optimizaciju ruta, čime se povećava konkurentska prednost kompanija u ovom sektoru (Kalkha et al., 2023). Slično tome, istraživanja o integraciji blockchain tehnologije sa AI ukazuju da ovakvi sistemi doprinose većoj bezbednosti i transparentnosti u logističkim lancima, smanjujući rizik i povećavajući poverenje među učesnicima.

Sveukupno, diskusija potvrđuje da različite grane industrije koriste AI na različite načine, ali zajednički imenitelj ostaje povećanje efikasnosti, smanjenje troškova i unapređenje održivosti. Pregled literature ukazuje da primena veštačke inteligencije (AI) u lancima snabdevanja i logistici prelazi iz faze teorijskih modela u široku praksu. Studije potvrđuju da AI ima tri ključne uloge: predikciju, optimizaciju i koordinaciju.

Prvo, u oblasti predikcije, AI značajno doprinosi smanjenju rizika od nestašica i viškova kroz unapređene modela prognoze. Sun, Yang i Li (Yang et al., 2025), smatraju da AI zasnovani prediktivni modeli omogućavaju preciznije planiranje zaliha i fleksibilniji odgovor na promene u potražnji. Drugo, optimizacija procesa kroz algoritme mašinskog

učjenja omogućava merljive koristi u transportu i distribuciji. Danach, El Dirani i Rkein (Danach et al., 2024) ističu da primena AI u upravljanju rutama vodi ka skraćenju vremena isporuke i smanjenju potrošnje goriva. Treće, koordinacija među akterima u lancu snabdevanja sve više zavisi od AI. (Rainer et al., 2025, p. 88), Richey i Chowdhury primećuju da kombinacija AI i robotike kreira nove oblike saradnje između proizvođača, distributera i krajnjih korisnika. Paul i saradnici (Paul et al., 2025, p. 11), dopunjuju ovu perspektivu naglašavajući da „AI postaje kolaborativni facilitator koji povezuje različite učesnike u lancu snabdevanja kroz donošenje odluka zasnovanih na podacima“.

Pored koristi, identifikovani su i izazovi. Troškovi implementacije, složenost integracije i manjak kadrova sa hibridnim veštinama predstavljaju prepreke za kompanije koje žele da pređu iz pilot faze u skalirane projekte. Dodatnu dimenziju donosi regulativa EU AI Act, usvojen 2024. godine i sa punom primenom od avgusta 2025 (Office of the European Union L- & Luxembourg, n.d.), uvodi obavezu transparentnosti, upravljanja rizicima i kontrole visokorizičnih sistema, uključujući i general-purpose AI modele koji se koriste u lancima snabdevanja (European Commission, 2025). To znači da kompanije više ne mogu posmatrati AI isključivo kroz prizmu efikasnosti, već moraju razvijati strategije za objašnjivost algoritama, zaštitu podataka i etičku primenu tehnologija. Analiza ukazuje da će uspešna primena AI u budućnosti zavisiti od sposobnosti organizacija da uravnoteže koristi i rizike, integrišu AI sa drugim tehnologijama (IoT, blockchain, robotika) i prilagode se sve strožim regulatornim okvirima. U tom smislu, AI nije samo tehnički alat već i strateški resurs koji zahteva promišljeno upravljanje.

5. BUDUĆI PRAVCI ISTRAŽIVANJA

U literaturi se naglašava potreba za daljim razvojem modela koji povezuju veštačku inteligenciju sa strategijama upravljanja rizicima u lancima snabdevanja. Istraživanja pokazuju da se AI može koristiti za predviđanje i ublažavanje rizika u složenim ekonomskim okruženjima, posebno u kombinaciji sa naprednim planovima za upravljanje lancem snabdevanja (Aljabhan, 2023). Pojedini autori ističu da je važno razvijati i alate koji povezuju AI sa digitalizacijom i “unphysicalization” konceptima, jer to omogućava testiranje inovacija u virtuelnim okruženjima pre njihove implementacije u realne sisteme (Perano et al., 2023). Ovaj pristup može biti posebno koristan za brže prilagođavanje globalnim tržišnim promenama. Takođe, radovi ukazuju na značaj primene AI u prehrambenoj industriji, gde algoritmi mogu doprineti boljoj kontroli kvaliteta, efikasnijem praćenju i održivijim praksama, što otvara prostor za šire istraživanje u drugim sektorima (Yang et al., 2025). Analiza literature pokazuje da su postojeće primene veštačke inteligencije (AI) u lancima snabdevanja i logistici ostvarile značajne rezultate, ali istovremeno otvaraju i nova istraživačka pitanja.

Pre svega, buduća istraživanja treba da se fokusiraju na integraciju AI sa drugim tehnologijama, kao što su Internet stvari (IoT), blockchain i robotika. Rainer, Richey i Chowdhury (Rainer et al., 2025, p.14) naglašavaju da „kombinacija AI i robotike

transformiše digitalnu logistiku i omogućava veću otpornost i fleksibilnost sistema“. Rastuća važnost održive logistike i cirkularne ekonomije postavlja AI kao ključni alat za smanjenje ekološkog otiska. Pessot i saradnici (Pessot et al., 2023) govore da tehnologije Industrije 4.0, uključujući AI, pomažu lancima snabdevanja da se prilagode megatrendovima kroz održivost i digitalnu integraciju. Slično, Mozumder i saradnici (Ariful et al., 2024) naglašavaju da AI aplikacije u digitalnom freight forwarding-u smanjuju neefikasnosti i poboljšavaju održivost međunarodne logistike. Poseban istraživački izazov predstavlja primena regulative poput EU AI Act-a, koji od avgusta 2025. uvodi strože obaveze za visokorizične i general-purpose AI sisteme. Evropska komisija (2025) ističe da sistemi veštačke inteligencije moraju biti transparentni, objašnjivi i etički utemeljeni kada se koriste u kritičnim poslovnim procesima (Regulation (EU) 2024/1689). Ovo otvara prostor za interdisciplinarnu studiju koje će povezati tehničke, pravne i menadžerske aspekte implementacije.

Konačno, očekuje se razvoj novih menadžerskih modela u kojima AI neće služiti samo za automatizaciju zadataka, već i kao partner u donošenju strateških odluka. Paul i saradnici (2025) naglašavaju da saradnja čoveka i mašine postaje nova norma u globalnim mrežama snabdevanja (Paul et al., 2025)

6. ZAKLJUČAK

Sumirajući nalaze, može se zaključiti da je primena veštačke inteligencije u lancima snabdevanja i logistici višedimenzionalna i da obuhvata kako ekonomske tako i ekološke aspekte. Dosadašnja istraživanja potvrđuju da AI doprinosi efikasnijem korišćenju resursa i smanjenju negativnog uticaja na životnu sredinu, što je u skladu sa globalnim zahtevima za održivost (Gallo et al., 2023). Sve je jasnije da budući razvoj neće zavisiti samo od pojedinačnih AI rešenja, već od njihove integracije sa drugim naprednim tehnologijama (IoT, blockchain, big data, digital twin), što otvara nova pitanja i mogućnosti za istraživače i praktičare (Varriale et al., 2025). U e-trgovini i pametnoj logistici, AI se već koristi za unapređenje planiranja, predikcije i kontrole kvaliteta, a dalji razvoj ovih oblasti mogao bi značajno uticati na konkurentnost i održivost poslovanja (Kalkha et al., 2023).

Primena veštačke inteligencije u lancima snabdevanja i logistici više nije pitanje izbora, već nužnost za organizacije koje žele da ostanu konkurentne u globalnom poslovnom okruženju. Analizirana literatura iz perioda 2023–2025 pokazuje da su najveći doprinosi AI u ovom domenu povezani sa prediktivnom analitikom, optimizacijom ruta, unapređenjem upravljanja zalihama i podsticanjem održivosti. Kako zaključuju Kalkha i Autori (Kalkha et al., 2023) AI u kombinaciji sa IoT-om i cloud rešenjima omogućava pametnu logistiku koja smanjuje operativne neefikasnosti i povećava fleksibilnost isporuka. Dobijeni rezultati potvrđuju da AI omogućava značajno povećanje efikasnosti, smanjenje troškova i brže donošenje odluka zasnovanih na podacima. Međutim, pored koristi, identifikovani su i ozbiljni izazovi – od nedostatka kvalifikovanog kadra i visokih troškova implementacije, do etičkih dilema i regulatornih ograničenja koje sada dodatno

pooštrava EU AI Act (posebno nakon pune primene u avgustu 2025). Uspješna implementacija AI zahteva balans između inovacija i odgovornosti, kao i postepeno uvođenje tehnologija koje obezbeđuju stabilnost poslovanja.

Zaključak ovog rada jeste da je uloga AI u savremenim lancima snabdevanja neizbežna i transformativna. Njena vrednost ne ogleda se samo u automatizaciji procesa, već i u kreiranju otpornijih, agilnijih i održivijih poslovnih sistema. Sve navedeno će imati velike uticaje na modele poslovanja i usklađivanje sa novim regulatornim okvirima. Na taj način, AI će postati ključni pokretač inovacija i dugoročne konkurentske prednosti u logistici i lancima snabdevanja.

LITERATURA

- [1] Aljabhan, B. (2023). Economic strategic plans with supply chain risk management (SCRM) for organizational growth and development. *Alexandria Engineering Journal*, 79, 411–426. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.08.020>
- [2] Ariful, M., Mozumder, I., Sumon, R. I., Khan, Z., Muhammad, S., Uddin, I., Khan, M. O., & Kim, H. C. (n.d.). *AI-based logistics system overview and a workflow for digital freight forwarding in logistics*.
- [3] Banjar, A., Jemmali, M., Melhim, L. K. B., Boulila, W., Ladhari, T., & Sarhan, A. Y. (2023). Intelligent Scheduling Algorithms for the Enhancement of Drone-Based Innovative Logistic Supply Chain Systems. *IEEE Access*, 11, 102418–102429. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3315694>
- [4] Bhattacharya, S., Govindan, K., Ghosh Dastidar, S., & Sharma, P. (2024). Applications of artificial intelligence in closed-loop supply chains: Systematic literature review and future research agenda. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103455>
- [5] Danach, K., Dirani, A. El, & Rkein, H. (2024). Revolutionizing Supply Chain Management With AI: A Path to Efficiency and Sustainability. *IEEE Access*, 12, 188245–188255. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3474531>
- [6] Gallo, H., Khadem, A., & Alzubi, A. (2023). The Relationship between Big Data Analytic-Artificial Intelligence and Environmental Performance: A Moderated Mediated Model of Green Supply Chain Collaboration (GSCC) and Top Management Commitment (TMC). *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/4980895>
- [7] Haider, A., Kazmi, R., Alam, T., Bashir, R. N., Nobanee, H., Khan, A. R., & Aqsa. (2024). IoT-Enabled Firmness Grades of Tomato in Cold Supply Chain Using Fusion of Whale Optimization Algorithm and Extreme Learning Machine. *IEEE Access*, 12, 52744–52758. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3379327>
- [8] Kalkha, H., Khiat, A., Bahnasse, A., & Ouajji, H. (2023). The Rising Trends of Smart E-Commerce Logistics. *IEEE Access*, 11, 33839–33857. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3252566>
- [9] Office of the European Union L-, P., & Luxembourg, L. (n.d.). *Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives*

- 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act)Text with EEA relevance. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>
- [10] Panigrahi, R. R., Shrivastava, A. K., Qureshi, K. M., Mewada, B. G., Alghamdi, S. Y., Almakayeel, N., Almuflih, A. S., & Qureshi, M. R. N. (2023). AI Chatbot Adoption in SMEs for Sustainable Manufacturing Supply Chain Performance: A Mediatonal Research in an Emerging Country. *Sustainability (Switzerland)*, 15(18). <https://doi.org/10.3390/su151813743>
 - [11] Paul, T., Islam, N., Rakshit, S., Mondal, S., & Jeyaraj, A. (2025). The Impact of Artificial Intelligence (AI)-Enabled Collaborative Approach: Achieving Sustainable Supply Chain Performance. *Journal of Business Logistics*, 46(4). <https://doi.org/10.1111/jbl.70030>
 - [12] Perano, M., Cammarano, A., Varriale, V., Del Regno, C., Michelino, F., & Caputo, M. (2023). Embracing supply chain digitalization and unphysicalization to enhance supply chain performance: a conceptual framework. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 53(5–6), 628–659. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2022-0201>
 - [13] Pessot, E., Zangiacomì, A., Marchiori, I., & Fornasiero, R. (2023). Empowering supply chains with Industry 4.0 technologies to face megatrends. *Journal of Business Logistics*, 44(4), 609–640. <https://doi.org/10.1111/jbl.12360>
 - [14] Rainer, R. K., Richey, R. G., & Chowdhury, S. (2025). How Robotics is Shaping Digital Logistics and Supply Chain Management: An Ongoing Call for Research. *Journal of Business Logistics*, 46(1). <https://doi.org/10.1111/jbl.70005>
 - [15] Sayyad, J. K., Attarde, K., & Saadoui, N. (2024). Optimizing e-Commerce Supply Chains with Categorical Boosting: A Predictive Modeling Framework. *IEEE Access*, 12, 134549–134567. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3447756>
 - [16] Tang, Y. M., Chau, K. Y., Lau, Y. Y., & Zheng, Z. (2023). Data-Intensive Inventory Forecasting with Artificial Intelligence Models for Cross-Border E-Commerce Service Automation. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/app13053051>
 - [17] Varriale, V., Cammarano, A., Michelino, F., & Caputo, M. (2025). Critical analysis of the impact of artificial intelligence integration with cutting-edge technologies for production systems. In *Journal of Intelligent Manufacturing* (Vol. 36, Issue 1, pp. 61–93). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10845-023-02244-8>
 - [18] Wang, D., & Yu, A. (2023). Supply Chain resources and economic Security Based on Artificial Intelligence and Blockchain Multi-Channel Technology. *International Journal of Information Technologies and Systems Approach*, 16(3). <https://doi.org/10.4018/IJITSA.322385>
 - [19] Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. In *Journal of Planning Education and Research* (Vol. 39, Issue 1, pp. 93–112). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>
 - [20] Yang, H., Jiao, W., Zouyi, L., Diao, H., & Xia, S. (2025). Artificial intelligence in the food industry: innovations and applications. In *Discover Artificial Intelligence* (Vol. 5, Issue 1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s44163-025-00296-8>
 - [21] Zeng, X., & Yi, J. (2023). Analysis of the Impact of Big Data and Artificial Intelligence Technology on Supply Chain Management. *Symmetry*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/sym15091801>
 - [22] Zhang, H., & Li, Z. (2023). RFID supply chain data deconstruction method based on artificial intelligence technology. *Open Computer Science*, 13(1). <https://doi.org/10.1515/comp-2022-0265>

EXPLORING MATURITY IN INFORMATION SYSTEMS AND IMPACT OF AI

Marija Đukić¹, Aleksandra Sretenović², Slađan Babarogić³

^{1,2,3} University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences,

¹marija.djukic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-1136-4278

²aleksandra.sretenovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0000-3120-1487

³sladjan.babarogic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-3635-4671

Abstract: Information systems (IS) support both the strategic objectives and operational processes of organizations. Maturity models have emerged as valuable tools to help organizations assess their current state and guide their progress toward higher maturity levels. This study conducts a systematic literature review to examine whether common structural components can be identified across maturity models in the IS domain. Sixteen maturity models developed for specific applications are analyzed, revealing recurring elements such as design approaches, assessment methods, and common dimensions. In addition, the impact of artificial intelligence on maturity is explored, highlighting its potential to accelerate progression across maturity stages while also introducing new challenges.

Keywords: information system, artificial intelligence, maturity model, literature review

Apstrakt: Informacioni sistemi (IS) podržavaju strateške ciljeve i operativne procese organizacija. Modeli zrelosti su se pojavili kao vredni alati koji pomažu organizacijama da procene svoje trenutno stanje i usmere napredak ka višim nivoima zrelosti. Ovaj rad sprovodi pregled literature kako bi ispitaio da li se zajedničke strukturne komponente mogu identifikovati svim modelima zrelosti u oblasti informacionih sistema. Analizirano je šesnaest modela zrelosti razvijenih za specifične primene, otkrivajući elemente koji se ponavljaju kao što su pristupi dizajnu, metode ocene zrelosti i zajedničke dimenzije. Pored toga, istražuje se uticaj veštačke inteligencije na zrelost, ističući njen potencijal da ubrza napredak kroz faze zrelosti, istovremeno uvodeći nove izazove.

Ključne reči: informacioni sistem, veštačka inteligencija, model zrelosti, pregled literature

1. INTRODUCTION

Information systems (IS) are one of the most relevant components of the modern business environment, shaping how organizations operate, compete, and deliver value. They enable organizations to collect, process, and share data in an integrated and timely manner, thereby creating significant opportunities for improving organizational performance (Al-Mamary et al., 2014). Information systems are typically designed to support activities within each functional area, and their quality directly affects operational efficiency and overall business outcomes (Almazán et al., 2017). As organizations strive to keep pace with an increasingly dynamic business landscape, they seek approaches to assess their current capabilities and identify opportunities for

improvement. Maturity models (MMs) have emerged as widely used instruments positioning an organization along the path to target state of maturity, typically defining a series of maturity levels through which an organization or process advances. The descriptive elements of each level often serve as guidelines for achieving higher stages of maturity. During a maturity assessment, a snapshot of the organization is created based on predefined criteria, providing a basis for improvement initiatives (Becker et al., 2009). The Capability Maturity Model (CMM) has been particularly influential, shaping the design and development of numerous maturity models within IS research. The emergence of artificial intelligence (AI) marks a significant transformation in the IS landscape, automating decision-making, enabling real-time analytics, and driving new forms of value creation. This technological shift also has important implications for maturity model research, as it both challenges the assumptions of existing models and presents opportunities to enhance them. On one hand, AI may disrupt traditional maturity pathways by accelerating progression through maturity stages and introducing entirely new dimensions of maturity that were previously absent. On the other hand, AI can actively support the development and application of maturity models through advanced analytics, adaptive assessments, and data-driven benchmarking.

The objective of this paper is to explore existing maturity models within the IS domain to determine whether common structure can be identified. For this purpose, a systematic literature review (SLR) was conducted to retrieve the largest possible range of relevant articles. Additionally, the study examines how emerging technologies, such as artificial intelligence, influence the progression of maturity paths. To address this objective, the paper investigates the following research questions:

RQ1: Can common structural components, such as dimensions, maturity levels, and model typologies, be identified across maturity models in the IS domain?

RQ2: Do emerging technologies reshape the established maturity paths of IS maturity models?

This paper is organized as follows: Section 2 provides a review of related work in the field, while Section 3 details the research methodology. Section 4 presents the research results, followed by Section 5, which provides an in-depth discussion with recommendations for future research, and Section 6 concludes the paper.

2. RELATED WORK

Information systems are critical for organizational performance, supporting strategic objectives and operational processes. Systematic literature reviews have been used to examine IS maturity models, providing insights into their structure and application. Selected review articles are presented in Table 1. The selection of these articles was based on their analysis of maturity models. Each article includes extensive coverage of digital libraries and presents detailed findings with clear and transparent reporting.

Table 1: Excerpts from literature reviews on maturity models

Paper	Scope	Sources	Time frame
(Becker et al., 2010)	research on maturity models; retrospection on previous and potential future research (20 articles)	ACM DL, AIS eLibrary, Emerald, ScienceDirect IEEE Xplore, ProQuest, Springer Link, Wiley	1994 – 2009
(Lasrado et al., 2015)	generic structure for MM, vocabulary and theoretical considerations in IS research (34 articles)	ACM Digital Library, AIS eLibrary, IEEE explore, Springer Link	1999 – 2014
(Mettler & Ballester, 2021)	methodological weaknesses of MM research, suggestions to improve design principles (129 articles)	Web of Science, AIS eLibrary	No limitations
(Poepelbuss et al., 2011)	research perspectives of MM; theoretical, publication, and practitioners (76 articles)	ACM DL, AIS eLibrary, ProQuest, EBSCOhost, Wiley, ScienceDirect	1996 – 2010

Examining the published literature reviews highlights the significance of maturity models while simultaneously revealing opportunities for additional insights by further reviewing the published research. Furthermore, particular attention is given to AI as a relatively novel and transformative technology with the potential to reshape maturity research. To ensure coverage of all relevant studies, the review includes an extensive set of digital libraries and is supplemented by backward citation searches.

3. RESEARCH METHODOLOGY

This study adopts the systematic literature review methodology proposed by Kitchenham (2007). The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines were used to improve the review process reporting. The search process began with the identification of relevant keywords and formulation of search strings. The term “information systems maturity model” was considered essential for retrieving relevant studies. The titles of publications were searched, as applying these terms to abstracts or full-text searches led to many irrelevant results. An example of a search string is as follows:

TITLE ((information system OR "IS") AND (maturit* OR capabilit* OR capacit* OR competenc* OR readiness) AND (model OR framework OR level OR assessment OR evaluation OR analysis OR measure*))

The search strategy included ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus, ScienceDirect, and Web of Science as main databases, while Springer Link and AIS eLibrary served as supplementary sources. Certain databases, such as Google Scholar, were excluded due to their inclusion of non-peer-reviewed material. The search was conducted between September 2, 2025, and September 22, 2025. In total, 254 articles were initially retrieved

and imported into the Mendeley reference management system. In Stage 1 of screening process, article relevance to the review's focus was assessed based on the title. After the first exclusion, 58 articles remained for further consideration. In Stage 2, abstracts were analyzed, which led to the selection of 29 articles for full-text review. To capture additional relevant studies not identified in the initial search, backward snowballing was applied. Following the full-text review, a final set of 16 articles was included in the study. A set of inclusion (IC) and exclusion criteria (EC) was defined and applied in the screening process. Articles were included if they (IC1) proposed a model or framework for assessing maturity within the IS domain and (IC2) were published in academic outlets, specifically peer-reviewed journals or conference proceedings. Conversely, studies were excluded if they (EC1) focused on readiness assessment or only applied an existing model for maturity evaluation, (EC2) were not peer-reviewed or represented earlier versions of subsequently published papers, or (EC3) were not written in English. No restrictions were applied regarding the year of publication.

4. RESULTS

The final set of papers included in the review proposed models tailored to specific domains, such as healthcare, education, and the public sector, as well as for specific purposes including strategic planning and interoperability. This diversity provided a basis for examining whether a common structure of IS maturity models could be identified, thereby addressing RQ1. The complete list of reviewed papers is provided in Appendix 1. To ensure consistency and adherence to the same evaluation criteria, a predefined schema was used for data extraction from all papers included in the SLR. The analysis reveals some common characteristics in the design of IS maturity models (Table 2). Three papers addressed readiness assessment, which is conducted prior to the start of maturity process, while maturity evaluation positions the organization along a progressive maturity path (Ariansyah et al., 2025).

Table 2: Summary of SLR findings

Category	Value	Explanation
Research method	analytical	SLR findings used as the basis for model development, some studies complemented this approach with expert insights, typically gathered through interviews with domain specialists, to validate or refine the model
Design approach	bottom-up	assessment items are first identified during the design phase and subsequently maturity levels
Purpose of use	descriptive	model explains the current state of an organization's processes or capabilities, generally does not provide guidance on how to transition to higher levels of maturity
Design typology	structured model	hierarchical structure with formalized stages, where maturity levels reflect a progressive path
Assessment method	quantitative	models produce maturity scores that determine the organization's placement within a defined maturity level
Levels		number ranges from 3 to 9, five levels most common

The analysis also revealed a set of common dimensions across the maturity models, reflected in recurring assessment items (Table 3). These dimensions indicate similar foundations despite variations in model design or application.

Table 3: Common dimensions identified in MMs

Category proposed by model	Dimensions included in model
technological	infrastructure, system quality, information quality
organizational	organizational structure, size, culture, strategy and strategic alignment
human resources	people, communication, skills

5. DISCUSSION

This review identified a relatively small set of maturity models, with 16 papers included in the final analysis. Although number of models may constrain the generalizability of the findings, the diversity of application domains confirms the broad relevance of IS maturity models. Despite variations, the analysis revealed structural similarities across the models. Common dimensions, along with hierarchical design featuring formalized stages, suggest that IS maturity models often rely on shared foundations. At the same time, it is important to consider the influence of emerging technologies, particularly AI, on IS maturity models. Traditional maturity models typically emphasize linear progression, whereas AI has the potential to accelerate advancement through maturity stages. Low levels of AI adoption are generally associated with early maturity stages, yet frameworks that explicitly integrate AI into existing maturity models are still underdeveloped.

According to Nozari et al. (2024), the dimensions of IS maturity models most influenced by AI include infrastructure, data, and people. AI often requires advanced computing resources, thereby accelerating the need for robust technical foundations and changing expectations for technological capability. Equally critical is the reliance on high-quality data, which increases the importance of data availability, quality, governance, and integration within maturity assessments. From a human resources perspective, organizations must invest in employee training and skill development to enable effective AI integration into existing processes. This also includes evaluating how employees and AI systems complement one another in decision-making and task execution. In addition, AI raises governance-related considerations, including responsible use, data privacy, and regulatory compliance, all of which can reshape how governance is measured in maturity models. Beyond established dimensions, AI may necessitate the introduction of new ones, such as AI adoption, to assess the extent to which the technology is integrated across the organization, and AI governance, to capture both the evolving capabilities and risks associated with AI. On other hand, influence of AI on maturity is not uniform across dimensions. In some cases, it may accelerate maturity progression, for example, by rapidly advancing technological capabilities or improving process efficiency through automation. However, this growth can create imbalances. Other dimensions, such as

ethical governance, employee readiness, organizational culture, change management, may struggle to keep pace.

As part of future work, this research will be extended to include maturity models beyond the IS domain. The larger set of MMs will enable the generalizability of the findings. In addition, the impact of AI can be empirically validated by comparing organizations with high versus organizations with low levels of AI adoption, to see how maturity trajectories differ.

6. CONCLUSION

Information systems support operational efficiency and overall business performance. As organizations seek to adapt to an increasingly dynamic business environment, maturity models provide a structured approach to assessing current capabilities and identifying opportunities for improvement. Therefore, we conducted this SLR to gain knowledge from publications on this topic. In response to first research question, the findings indicate that maturity models in the IS domain share several characteristics, in terms of design approach, typology, and assessment methods. Across models, recurring dimensions include infrastructure, organizational structure, culture, strategy, people, and skills, suggesting the presence of shared foundations. In response to the second research question, AI has the potential to reshape established maturity paths, with infrastructure, data, and people being the most affected dimensions. Although studies included in this SLR do not explicitly confirm that AI accelerates progression through maturity stages, they indicate its growing influence on the factors underlying organizational maturity. Consequently, the actual impact of AI on maturity progression remains to be empirically validated. However, while AI may expedite advancement in certain areas, it may also negatively impact others, underscoring the need for careful analysis of its effects.

REFERENCES

- [1] Al-Mamary, Y. H., Shamsuddin, A., & Aziati, N. (2014). The role of different types of information systems in business organizations: A review. *International Journal of Research*, 1(7), 333-339.
- [2] Almazán, D. A., Tovar, Y. S., & Quintero, J. M. M. (2017). Influence of information systems on organizational results. *Contaduría y Administración*, 62(2), 321-338.
- [3] Ariansyah, K., Setiawan, A. B., Hikmaturokhman, A., Ardison, A., & Walujo, D. (2025). Big data readiness in the public sector: an assessment model and insights from Indonesian local governments. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 16(2), 252-278.
- [4] Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing maturity models for IT management: A procedure model and its application. *Business & information systems engineering*, 1, 213-222.
- [5] Becker, J., Niehaves, B., Poeppelbuss, J., & Simons, A. (2010). Maturity models in IS research.
- [6] Kitchenham, B. A. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in soft ware engineering. Version 2.3. Keele University and University of Durham. EBSE technical report.

- [7] Lasrado, L. A., Vatrappu, R., & Andersen, K. N. (2015). Maturity models development in is research: a literature review.
- [8] Mettler, T., & Ballester, O. (2021, December). Maturity Models in Information Systems: A Review and Extension of Existing Guidelines. In ICIS.
- [9] Nozari, H., Movahed, A. B., & Movahed, A. B. (2024). The AloE Revolution: Redefining Organizational Maturity in a Hyper-Connected World. *Applied Innovations in Industrial Management*, 4(1), 10-17.
- [10] Poeppelbuss, J., Niehaves, B., Simons, A., & Becker, J. (2011). Maturity models in information systems research: literature search and analysis. *Communications of the Association for Information Systems*, 29(1), 27.

Appendix

- Alshawhi, M., & Salleh, H. (2013). IT/IS readiness maturity model. In *Cases on Performance Measurement and Productivity Improvement: Technology Integration and Maturity* (pp. 23-37). IGI Global.
- Carvalho, J. V., Rocha, Á., van de Wetering, R., & Abreu, A. (2019). A Maturity model for hospital information systems. *Journal of Business Research*, 94, 388-399.
- de Almeida Teixeira Filho, J. G., & de Moura, H. P. (2011, July). MMPE-SI/TI (Gov)-Model to assess the maturity level of the IS/IT strategic planning of Brazilian governmental organizations. In *2011 Proceedings of PICMET'11: Technology Management in the Energy Smart World (PICMET)* (pp. 1-10). IEEE.
- Hassan, M. N., & Deraman, A. (2020, July). Pilot Study of ICT Compliance Index Model to Measure the Readiness of Information System (IS) at Public Sector in Malaysia. In *Science and Information Conference* (pp. 609-628). Springer International Publishing.
- Hongfa, K., Jiahui, C., Yanan, K., & Xi, Q. (2020, August). System Maturity Assessment Model Based on Uncertainty Measurement Method of Information Systems. In *2020 Chinese Control And Decision Conference (CCDC)* (pp. 4673-4677). IEEE.
- JADDA, S., Nawfal, A. C. H. A., & BARKA, H. (2021, June). Toward an assessment model of the impact of ICT Strategic Alignment Maturity and Information Systems Success on innovation and performance. In *2021 International Conference on Digital Age & Technological Advances for Sustainable Development (ICDATA)* (pp. 162-169). IEEE.
- Jelonek, D. (2018, December). Self-Assessment of the Maturity of Management Information Systems-Business Alignment. In *Proceedings of the 6th International Conference on Information Technology: IoT and Smart City* (pp. 235-239).
- Kurdi, R., Taleb-Bendiab, A., Randles, M., & Taylor, M. (2011, December). E-Government information systems and cloud computing (Readiness and analysis). In *2011 Developments in E-systems Engineering* (pp. 404-409). IEEE.
- Ma, Y., Sun, C., & Liang, L. (2022, February). Maturity model of hospital information system based on AHP and TOPSIS. In *2022 International Conference on Computer Technologies (ICCTech)* (pp. 33-37). IEEE.
- Matrane, O., Talea, A., Okar, C., & Talea, M. (2015). Towards a new maturity model for information system. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, 12(3), 268.
- Pereira, R. H., de Carvalho, J. V., & Rocha, Á. (2023). Architecture of a maturity model for information systems in higher education institutions: multiple case study for dimensions identification. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 29(4), 526-541.
- Pita, Z., Cheong, F., & Corbitt, B. (2013). A maturity model of strategic information systems planning (SISP): An empirical evaluation using the analytic network process. In *Competition,*

- Strategy, and Modern Enterprise Information Systems (pp. 277-302). IGI Global Scientific Publishing.
- Proença, D., & Borbinha, J. (2018, June). Information security management systems-a maturity model based on ISO/IEC 27001. In International Conference on Business Information Systems (pp. 102-114). Springer International Publishing.
- Suh, H., Chung, S., & Choi, J. (2017). An empirical analysis of a maturity model to assess information system success: A firm-level perspective. *Behaviour & information technology*, 36(8), 792-808.
- Shimaponda-Nawa, M., Nwaila, G. T., Zhang, S. E., & Bourdeau, J. E. (2023). A framework for measuring the maturity of real-time information management systems (RTIMS) in the mining industry. *The Extractive Industries and Society*, 16, 101368.
- Van Staden, S. T. E. F. A. N. U. S., & Mbale, J. A. M. E. S. O. N. (2012). The Information Systems Interoperability Maturity Model (ISIMM): towards standardizing technical interoperability and assessment within government. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business*, 4(5), 36.

KONCEPTUALNI OKVIR ZA PROŠIRENJE APLIKACIJE QUANTA MODULOM ZA GENERISANJE APSTRAKATA

A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR ENHANCING THE QUANTA APPLICATION WITH AN ABSTRACT GENERATION MODULE

Milica Bačić¹, Dragica Ljubisavljević², Siniša Vlajić³

^{1,2,3}Fakultet organizacionih nauka,

¹milica.bacic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0002-7647-933X

²dragica.ljubisavljevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0009-6802-5080

³sinisa.vlajic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-3830-2170

Apstrakt: U ovom radu definiše se konceptualni okvir za proširenje veb aplikacije QuanTA modulom za automatsko generisanje apstrakata. Kontekst problema postavljen je analizom automatskog sumiranja teksta sa fokusom na apstraktivne metode i Transformer arhitekturu. Dat je i pregled najčešće korišćenih modela za sumiranje. Kao rešenje za obradu naučnih radova, odabran je model LongT5 (Long Text-To-Text Transfer Transformer). Korišćene metode su dalje razrađene opisom integracije novog modula sa postojećim Django backend-om i predlogom korisničkog interfejsa nove stranice, implementirane u Reactu. Time je definisan kompletan sistem za sumiranje. Za evaluaciju kvaliteta apstrakta, definisan je plan koji kombinuje standardne metrike (faktualna tačnost i stručna relevantnost) sa ljudskom evaluacijom.

Cljučne reči: NLP, Automatsko sumiranje teksta, LongT5, apstrakt.

Abstract: This paper defines a conceptual framework for extending the QuanTA web application with a module for automatic abstract generation. The problem context is established through an analysis of automatic text summarization, with a focus on abstractive methods and Transformer architecture. An overview of the most commonly used summarization models is provided. As a solution for processing scientific papers, the LongT5 (Long Text-To-Text Transfer Transformer) model was selected. The applied methods are further elaborated through the description of the integration of the new module with the existing Django backend and the proposed user interface of the new page, implemented in React. In this way, a complete summarization system is defined. For the evaluation of abstract quality, a plan is defined that combines standard metrics (factual accuracy and domain relevance) with human evaluation.

Keywords: NLP, Automatic text summarization, LongT5, abstract.

1. UVOD

U današnjem svetu, količina tekstualnih podataka eksponencijalno raste. Ovi podaci dolaze iz različitih izvora, uključujući novinske članke, društvene mreže, literarne radove, naučne radove, kao i tekstove generisane pomoću velikih jezičkih modela (Large Language Models - LLM). Ovakav obim informacija nameće izazov efikasnog pronalaženja, razumevanja i sumiranja ključnih informacija.

Procesiranje prirodnog jezika (Natural Language Processing - NLP) predstavlja jednu od najbrže rastućih grana veštačke inteligencije (AI), sa širokom primenom u različitim domenima. NLP podrazumeva automatsku obradu i razumevanje prirodnog (ljudskog) jezika pomoću računarskih algoritama, koristeći metode mašinskog učenja i dubokog učenja (Chowdhary, 2020). U okviru NLP-a, *automatsko sumiranje teksta (Text Summarization)* postalo je izuzetno popularna oblast istraživanja (El-Kassas et al., 2021). Naučni radovi su u tom smislu jedinstveni, jer po pravilu sadrže obavezan sažetak u vidu apstrakta na početku dokumenta, koji sumira ključne informacije o kontekstu, ciljevima istraživanja, korišćenim metodama, najvažnijim rezultatima i širim implikacijama rada (Drury et al., 2023).

QuanTA (Ljubisavljević & Devedžić, 2024) je veb aplikacija namenjena kvantitativnoj analizi teksta, koja korisnicima omogućava dodavanje tekstova putem lokalnog otpremanja, generisanja pomoću ChatGPT-a ili kopiranja iz privremene memorije. Aplikacija podržava različite oblike analize tekstualnih podataka, uključujući tokenizaciju, označavanje vrsta reči, generisanje tabele frekvencija, izračunavanje entropije i Šenonove jednakosti, kao i vizuelizaciju rezultata. Cilj ovog rada je *definisanje konceptualnog okvira za proširenje aplikacije QuanTA modulom za automatsko generisanje apstrakata*. Ovo proširenje ima za cilj da kvantitativnoj analizi doda snažnu komponentu kvalitativne, sumarne sinteze, koristeći napredne LLM tehnike za obradu dugih naučnih dokumenata.

U narednom poglavlju ovog rada data je definicija sumiranja teksta, kao i vrste sumiranja koje postoje. Ukazano je na najčešće modele koji se koriste za sumiranje, kao i na specifičnosti koje razlikuju svaki od njih. Poglavlje 3 bavi se predlogom modela koji će biti korišćen u integraciji i kreiranju novog modula, kao i predlogom korisničkog interfejsa aplikacije. Nakon izvršene integracije naredni korak biće evaluacija samog modula, kao i rezultata koji su dobijeni njegovim korišćenjem. U okviru poglavlja 4 prikazuju se postojeće metrike koje se koriste za evaluaciju, ali se i daje predlog da se uz standardne metrike koje se koriste izvrši i ljudska evaluacija, jer prenos informacija sam po sebi značajan je u vremenu velikog protoka informacija.

2. AUTOMATSKO SUMIRANJE TEKSTA

2.1. Definicija i vrste sumiranja

Automatsko sumiranje teksta definiše se kao računarski proces kondenzovanja teksta uz zadržavanje svih relevantnih informacija, čime se pomaže u obradi sve većeg i teže upravljivog obima podataka (Torres-Moreno, 2014). U poređenju sa ručnim sumiranjem, automatski pristupi omogućavaju značajnu uštedu vremena i resursa, posebno u obradi velikih skupova dokumenata, zahvaljujući primeni veštačke inteligencije i NLP tehnika.

U zavisnosti od načina na koji se sažetak formira, automatsko sumiranje se deli na dve glavne vrste: *ekstraktivno sumiranje (extractive summarization)* i *apstraktivno sumiranje (abstractive summarization)*.

Cilj ekstraktivnih pristupa je izdvajanje najvažnijih rečenica direktno iz izvornog dokumenta, koje se zatim spajaju u sažetak. Različiti algoritmi rangiraju i ekstrahuju rečenice na osnovu tri glavne grupe tehnika: statističkih, zasnovanih na grafovima i semantičkih. Najveći nedostatak ekstraktivnih pristupa je nedostatak čitljivosti i koherentnosti generisanog sažetka, jer se pri spajanju izvučenih rečenica ne uzimaju u obzir gramatička ili sintaksička pravila (Giarelis et al., 2023).

Potreba za apstraktivnim pristupima proizašla je upravo iz glavnog nedostatka ekstraktivnih metoda, sa ciljem generisanja fluidnog i koherentnog sažetka. Za razliku od ekstraktivnog sumiranja, apstraktivni modeli generišu nove fraze i rečenice na način sličan ljudskom parafraziranju, zahtevajući više kontekstualnih informacija o ulaznom tekstu. Dok su raniji modeli bili zasnovani na grafovima, pravilima i semantičkom modelovanju, noviji apstraktivni pristupi grade se na modelima dubokog učenja, poput (Guo et al., 2021), koja omogućava postizanje najsavremenijih performansi u zadacima generisanja teksta (Giarelis et al., 2023).

2.2. Najčešće korišćeni modeli

Razvoj Transformer arhitekture, koju su predstavili Vaswani i saradnici (2017), omogućio je pojavu modela koji su postali standard u zadatku apstraktivnog sumiranja teksta. Modeli bazirani na Transformeru tretiraju sumiranje kao zadatak konverzije teksta u tekst (text-to-text), a najbolji rezultati postižu se nakon fino podešenog (fine-tuning) pretreniranih modela na specifične skupove podataka. U nastavku su opisani neki od najznačajnijih među njima.

T5 (Text-To-Text Transfer Transformer) je Google-ov model koji je sve NLP zadatke objedinjuje u jedan format: unos teksta i izlaz teksta (Raffel et al., 2020). Na primer, za sumiranje mu se daje tekst sa prefiksom: "summarize: [tekst]". Međutim, standardni T5 model je u većini implementacija ograničen na obradu do 512 tokena ulaznog teksta.

Model BART (Bidirectional Auto-Regressive Transformers) funkcioniše kao autoenkoder za uklanjanje šuma (denoising autoencoder), učeći da poveže oštećeni tekst sa njegovim originalnim oblikom (Lewis et al., 2020). BART se pokazao kao robustan model za generativne zadatke, uključujući apstraktivno sumiranje, i standardno obrađuje do 1024 tokena.

PEGASUS (Pretraining with Extracted Gap-Sentences) je razvijen ciljano za apstraktivno sumiranje (Zhang, J., et al., 2020). Njegova ključna inovacija leži u pretreningu jer, za razliku od T5 i BART-a, PEGASUS maskira cele ključne rečenice umesto kraćih segmenata. Ovaj pristup ga čini posebno efikasnim za razumevanje suštine dokumenta i generisanje koherentnih sažetaka, a standardno obrađuje do 1024 tokena.

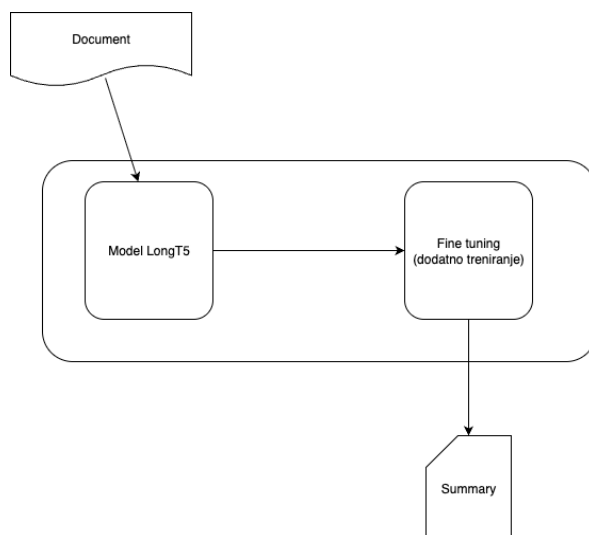
LongT5 (Long Text-To-Text Transfer Transformer) je rešenje za problem ograničenog broja tokena kod standardnih Transformer modela (Guo et al., 2021). On koristi efikasnije mehanizme pažnje koji drastično smanjuju računarsku složenost obrade dugih tekstova. Konkretno, LongT5 omogućava korišćenje dva različita mehanizma: *Lokalne pažnje (Local Attention)* i *Prolazne globalne pažnje (Transient-Global Attention)*, pri čemu ovi mehanizmi retke pažnje (attention sparsity patterns) modelu omogućavaju efikasnu obradu dugih tekstova, do 16.384 tokena.

3. KONCEPTUALNI OKVIR MODULA ZA GENERISANJE APSTRAKATA

3.1. Odabir modela

Odabir modela za generisanje apstrakata uslovljen je činjenicom da standardni Transformer modeli (sa ograničenjem do 512 ili 1024 tokena) uglavnom ne mogu obraditi celokupne naučne radove. Dužina naučnog rada se razlikuje po disciplinama, ali merenja na nekim korpusima, poput PubMed Central, pokazuju da prosečna dužina tela teksta iznosi 2.378 tokena (uz veliku standardnu devijaciju od 1.604 tokena), čime se jasno demonstrira neophodnost dužeg konteksta (Zhang et al., 2022). Zbog toga je odabran model LongT5, koji podržava ulazni niz do 16.384 tokena. Da bi se model specijalizovao za specifičan zadatak, biće sprovedeno fino podešavanje (fine-tuning) na korpusu naučnih radova. Na Slici 1 prikazan je proces generisanja apstrakta, od ulaznog teksta naučnog rada, kroz model LongT5 i fazu finog podešavanja, do izlaznog apstrakta.

Ipak, zbog visokih računarskih zahteva koje nosi potpuno fino podešavanje, u istraživanju nije planirano potpuno fino podešavanje svih parametara modela LongT5. Umesto toga, koristi se tehnika Low-Rank Adaptation (LoRA), kojom se svi originalni parametri modela zamrzavaju, dok se treniraju samo dodatni niskorangirani adapteri unutar ključnih *attention* slojeva. Ovaj pristup značajno smanjuje broj treniranih parametara i potrebu za resursima, uz minimalan gubitak performansi, čime se postiže efikasno prilagođavanje modela specifičnostima zadatka sumiranja naučnih radova. (Hu et al., 2022)



Slika 1: Model generisanja apstrakta

3.2. Skup podataka

Za potrebe istraživanja korišćen je javno dostupan skup naučnih radova sa platforme arXiv.org (Cornell University, 2024), koja predstavlja jednu od najobimnijih digitalnih biblioteka otvorenog pristupa za naučne publikacije iz oblasti računarskih nauka. Istraživanje je fokusirano na radove iz oblasti Artificial Intelligence (AI) i Computation and Language (CL), koje sadrže ukupno 995, odnosno 521 rad. Za formiranje korpusa odabrani su radovi čija ukupna dužina ne prelazi 16.000 tokena, što je u skladu sa ulaznim ograničenjima modela LongT5 korišćenog u eksperimentima.

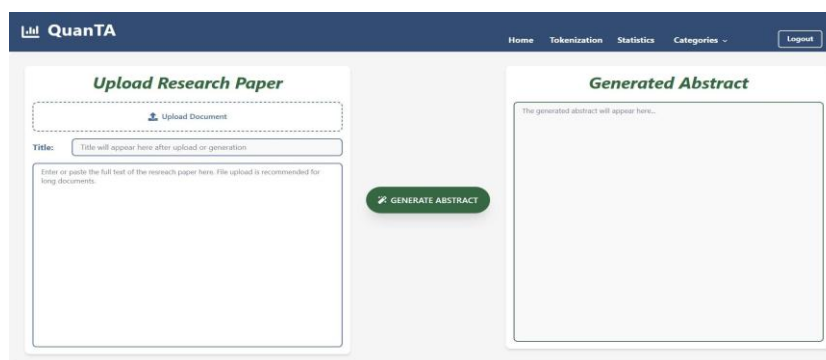
Proces pretprocesiranja obuhvatao je uklanjanje elemenata koji nisu relevantni za generisanje sažetaka, uključujući zaglavlja i podnožja stranica (*header, footer*), fusnote, reference i već postojeće apstrakte originalnih radova. Tako očišćen korpus podeljen je na tri podskupa: trening (80%), validacioni (10%) i test (10%), što omogućava kontrolisanu evaluaciju modela tokom procesa finog podešavanja.

3.3. Integracija sa postojećm Django projektom

Backend QuanTA aplikacije implementiran je u Django frameworku. Modul za generisanje apstrakata dizajniran je kao zasebna, dekoplovana mikroservisna komponenta unutar ove infrastrukture. Postojeći Django projekat bi komunicirao sa modulom za sumiranje koristeći standardni REST API, prosleđujući mu tekst za obradu i primajući natrag generisani sažetak. Na ovaj način obezbeđuje se skalabilnost i stabilnost sistema.

3.4. Predlog korisničkog interfejsa

Korisnički interfejs QuanTA aplikacije implementiran je pomoću React biblioteke. Nova stranica, koja će omogućavati generisanje apstrakata, biće dizajnirana da omogući intuitivan unos ili upload teksta. Nakon unosa, korisnici će moći da pokrenu generisanje i pregledaju dobijene rezultate na istoj stranici. Predlog korisničkog interfejsa prikazan je na Slici 2.



Slika 2: Predlog korisničkog interfejsa za modul sumiranja teksta

4. EVALUACIJA KVALITETA APSTRAKATA

4.1. Evaluacione metrike

Evaluacija modela za automatsko sumiranje naučnih radova zahteva metrike koje prevazilaze površinsko poređenje tekstova i omogućavaju procenu faktualne tačnosti i stručne relevantnosti generisanih sažetaka. Cilj evaluacije u ovom istraživanju nije samo da se utvrdi sličnost između generisanog i referentnog apstrakta, već i da se proceni da li model ispravno interpretira i prenosi ključne informacije o cilju, metodologiji i rezultatima rada.

4.1.1. Faktualna tačnost

Za procenu faktualne tačnosti biće korišćen **QAFactEval**, jer omogućava sistematsku i automatsku proveru usklađenosti činjenica između generisanog sažetka i izvornog naučnog rada. Ovaj pristup kombinuje model za generisanje pitanja (Question Generation, QG) i model za odgovaranje na pitanja (Question Answering, QA). Na osnovu rečenica iz sažetka, QAFactEval prvo generiše skup pitanja koja obuhvataju ključne tvrdnje, a zatim proverava da li se odgovori na ta pitanja mogu pronaći u originalnom

tekstu. Procenat poklapanja tačnih odgovora predstavlja meru faktualne tačnosti. Ova metoda je izabrana jer pruža granularnu evaluaciju na nivou informacija, ne zavisi od površinskog preklapanja reči, i može se direktno primeniti na generisane apstrakte modela LongT5, čime se obezbeđuje objektivna procena kvaliteta. (Fabbri et al., 2022)

4.1.2. Stručna relevantnost

Pored faktualne tačnosti, u evaluaciji će se ispitivati i stručna relevantnost generisanih sažetaka, odnosno u kojoj meri model uspešno identifikuje i prenosi ključne delove naučnog rada kao što su kontekst i cilj istraživanja, primenjena metodologija i glavni rezultati i zaključci. Procena stručne relevantnosti može se sprovedi automatski korišćenjem semantičkih reprezentacija koje mere poklapanje značenja između sažetka i izvornog teksta ili ručno kroz ekspertsku validaciju po sekcijama rada. Za ovu evaluaciju primeniće se prompt engineering pristup, kojim se postojeći model koristi za generisanje ciljano definisanih pitanja ili kratkih upita na osnovu očekivanih istraživačkih segmenata (npr. „Koji je cilj rada?“, „Koje metode su korišćene?“, „Koji su glavni rezultati?“). Odgovori modela se zatim porede sa sadržajem generisanog apstrakta, čime se meri da li su ključni elementi naučnog rada adekvatno pokriveni. Ovaj pristup je odabran jer omogućava automatsku, sadržinski orijentisanu evaluaciju bez potrebe za dodatnim modelima.

4.2. Ljudska evaluacija

Pored automatske procene, biće sprovedena i ljudska evaluacija sa ciljem da se dobiju kvalitativni uvidi u to kako korisnici iz akademskog okruženja percipiraju kvalitet generisanih sažetaka. Evaluaciju će sprovoditi učesnici različitih nivoa stručnosti: diplomci, master i doktorski studenti, kao i istraživači iz relevantnih naučnih oblasti. Svakom ispitaniku biće dodeljen skup generisanih apstrakata zajedno sa originalnim naučnim radovima i standardizovanom formom za ocenjivanje. Evaluacija će biti strukturisana po sekcijama rada, pri čemu će se proveravati koliko je sažetak uspešno obuhvatio kontekst i cilj istraživanja, korišćene metode, te glavne rezultate i zaključke. Kvalitet sažetaka ocenjivaće se prema četiri dimenzije: koherentnosti (logička povezanost i struktura teksta), informativnosti (stepen pokrivenosti ključnih informacija), faktualnoj tačnosti (usklađenost sa originalnim radom) i čitljivosti (jezička jasnoća i stil). Svaka dimenzija biće ocenjena na Likertovoj skali od 1 do 5, gde veća vrednost označava viši kvalitet. (Likert, 1932) Na osnovu rezultata dobijenih iz ovih upitnika, biće izvučene prosečne vrednosti za svaku grupu ispitanika, kao i za svaku kategoriju koja je ocenjivana. Proces će biti sproveden anonimno radi smanjenja pristrasnosti.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je definisao konceptualni okvir za proširenje QuanTA aplikacije modulom za automatsko generisanje apstrakata. Na početku rada, predstavljene su glavne vrste

sumiranja, ekstraktivno i apstraktivno, kao i značaj i pregled popularnih modela zasnovanih na Transformer arhitekturi (T5, BART, PEGASUS).

S obzirom na to da je prosečna dužina naučnih radova veća od kapaciteta standardnih modela, za rešenje je odabran LongT5. Ovaj model podržava obradu dugih sekvenci (do 16.384 tokena), što omogućava sumiranje kompletnih dokumenata. U okviru konceptualnog rešenja nije planirano potpuno fino podešavanje svih parametara modela, već upotreba adaptera LoRA radi efikasnijeg prilagođavanja uz manju potrošnju resursa. Takođe, definisan je skup podataka sa platforme arXiv.org

Konceptualni okvir je dopunjen opisom integracije sa postojećim Django backendom i predlogom korisničkog interfejsa nove stranice, implementirane u Reactu. Za procenu kvaliteta apstrakata definisan je plan evaluacije koji obuhvata standardne metrike (faktualnu tačnost i stručnu relevantnost) kao i ljudsku evaluaciju.

U okviru budućeg rada planirano je proširenje u više pravaca. Pre svega, predviđeno je poređenje LongT5 modela sa novijim modelima kao što su LLaMA, Qwen, Phi i Mistral, sa ciljem da se analiziraju njihove performanse, sposobnost obrade dužih sekvenci i mogućnosti primene u domenu generisanja apstrakata. Dodatno, planirano je istraživanje pristupa koji omogućavaju generisanje apstrakata kroz više iteracija u situacijama kada ulazni tekst premašuje maksimalnu dužinu koju model može da obradi. Sa tehničke strane, dalji razvoj obuhvatiće detaljnije projektovanje arhitekture sistema koja bi omogućila efikasno rukovanje većim modelima i istovremenim korisničkim zahtevima. U tom okviru, planirano je istraživanje različitih mehanizama izvršavanja, kao što su batch-serving, job queue, GPU sharing, model sharding i asinhroni rad, što bi omogućilo proveru performansi i skalabilnosti u realnim uslovima.

LITERATURA

- [1] Chowdhary, K. (2020). Natural language processing. In *Fundamentals of artificial intelligence* (pp. 603–649).
- [2] Cornell University. (2024). *arXiv.org e-Print archive*. <https://arxiv.org>
- [3] Drury, A., Pape, E., Dowling, M., Miguel, S., Fernández-Ortega, P., Papadopoulou, C., & Kotronoulas, G. (2023, April). How to write a comprehensive and informative research abstract. *Seminars in Oncology Nursing*, 39(2), 151395.
- [4] El-Kassas, W. S., Salama, C. R., Rafea, A. A., & Mohamed, H. K. (2021). Automatic text summarization: A comprehensive survey. *Expert Systems with Applications*, 165, 113679.
- [5] Fabbri, A. R., Wu, C.-S., Liu, W., & Xiong, C. (2022). QAFactEval: Improved QA-Based Factual Consistency Evaluation for Summarization. *arXiv preprint arXiv:2112.08542*. <https://arxiv.org/abs/2112.08542>
- [6] Giarelis, N., Mastrokostas, C., & Karacapilidis, N. (2023). Abstractive vs. extractive summarization: An experimental review. *Applied Sciences*, 13(13), 7620.
- [7] Guo, M., Ainslie, J., Uthus, D., Ontañón, S., Ni, J., Sung, Y. H., & Yang, Y. (2021). LongT5: Efficient text-to-text transformer for long sequences. *arXiv preprint arXiv:2112.07916*. <https://arxiv.org/abs/2112.07916>

-
- [8] Hu, E. J., Shen, Y., Wallis, P., Allen-Zhu, Z., Li, Y., Wang, L., Wang, S., & Chen, W. (2022). *LoRA: Low-rank adaptation of large language models*. *arXiv preprint arXiv:2106.09685*. <https://arxiv.org/abs/2106.09685>
- [9] Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. *Archives of Psychology*, 22(140), 1–55.
- [10] Lewis, M., Liu, Y., Goyal, N., Ghazvininejad, M., Mohamed, A., Levy, O., Stoyanov, V., & Zettlemoyer, L. (2020). BART: Denoising sequence-to-sequence pre-training for natural language generation, translation, and comprehension. In *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 7871–7880). Association for Computational Linguistics.
- [11] Ljubisavljević, D., & Devedžić, V. (2024). Designing a web application for text analysis. In *Universal threats in expert applications and solutions* (pp. 101–110). Springer Nature.
- [12] Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., Zhou, Y., Li, W., & Liu, P. J. (2020). Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. *Journal of Machine Learning Research*, 21(140), 1–67.
- [13] Zhang, C., Kholodov, D., Fang, F., Sun, S., & Lu, Z. (2022). Towards a unified search: Improving PubMed retrieval with full text. *Journal of Biomedical Informatics*, 134, 104211.
- [14] Zhang, J., Zhao, Y., Saleh, M., & Liu, P. (2020). PEGASUS: Pre-training with extracted gap-sentences for abstractive summarization. In *Proceedings of the 37th International Conference on Machine Learning* (pp. 11328–11339). PMLR.

UPRAVLJANJE INOVACIJAMA

PRIMENA KANO MODELA U RAZVOJU INOVATIVNOG REŠENJA

THE KANO MODEL APPLICATION IN INNOVATIVE SOLUTION DEVELOPMENT

Radul Milutinović¹, Teodora Živanović², Biljana Stošić³

^{1,2,3}Fakultet organizacionih nauka,

¹radul.milutinovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-1700-8191

²zivanovigteodora0509@gmail.com, ORCID: 0009-0001-1779-9352

³biljana.stosic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-5114-0917

Apstrakt: Projektovanje i razvoj novih proizvoda i usluga zauzima centralnu ulogu u transformisanju ideja u konkretna rešenja usklađena sa potrebama tržišta. U cilju obezbeđenja efikasnosti procesa, primenjuju se različiti modeli i metode koji omogućavaju strukturirano donošenje odluka, smanjenje rizika i integraciju korisničkih zahteva u proces razvoja. U radu je predstavljen teorijski prikaz Kano modela, koji obezbeđuje metodološki okvir za klasifikaciju atributa proizvoda ili usluga prema njihovom uticaju na zadovoljstvo korisnika. Kano model svrstava attribute u pet kategorija: osnovne, jednodimenzionalne, atraktivne, neutralne i negativne, čime omogućava preciznije definisanje razvojnih prioriteta i usmeravanje resursa na karakteristike koje najviše utiču na korisnika i konkurentnost proizvoda/usluge. U radu je prikazana i praktična primena Kano modela na primeru inovativnog softverskog rešenja.

Ključne reči: Razvoj novog proizvoda, zadovoljstvo korisnika, Kano model

Abstract: The design and development of new products and services play a central role in transforming ideas into concrete solutions aligned with market needs. To ensure the process's efficiency, various models and methods are employed to support structured decision-making, risk reduction, and to integrate user requirements into the development process. This paper presents a theoretical overview of the Kano model, which provides a methodological framework for classifying product or service attributes based on their impact on customer satisfaction. The Kano model classifies attributes into five categories: must-be, performance, attractive, indifferent and reverse, thereby enabling a more precise definition of development priorities and resource allocation towards characteristics that most affect the customers and the competitiveness of the product/service. Additionally, the paper illustrates the practical application of the Kano model through a case study of an innovative software solution.

Keywords: product development, customer satisfaction, Kano model

1. UVOD

U savremenom društvu inovacije predstavljaju ključni pokretač ekonomskog i društvenog razvoja. Stalni tehnološki napredak, promenljivi tržišni uslovi i rastuća očekivanja korisnika stvaraju potrebu za rešenjima koja istovremeno odgovaraju na osnovne zahteve i donose dodatnu vrednost. Razvoj novih proizvoda i usluga stoga zahteva integrisani pristup koji povezuje razumevanje potreba korisnika, praćenje trendova i primenu različitih metoda za njihovo sistematsko strukturiranje (Stošić & Milutinović, 2025; van den Ende, 2021). Posebno važan segment ovog procesa jeste prepoznavanje višeslojnih očekivanja korisnika. Dok osnovne funkcionalnosti obezbeđuju ispunjenje minimalnih zahteva, dodatne i atraktivne karakteristike doprinose povećanom zadovoljstvu i dugoročnoj lojalnosti korisnika. Zbog toga je od suštinskog značaja korišćenje metoda koji omogućavaju diferencijaciju i prioritizaciju zahteva korisnika u procesu projektovanja. Kano model, kao metodološki okvir, omogućava klasifikaciju i bolje razumevanje različitih tipova zahteva – od osnovnih i očekivanih, preko jednodimenzionalnih, do atraktivnih karakteristika. Njegova primena pruža osnovu za donošenje odluka koje obezbeđuju balans između zadovoljstva korisnika i efektivnosti procesa razvoja.

Cilj ovog rada je da prikaže doprinos Kano modela sistematičnom projektovanju inovativnih rešenja, kroz teorijski pregled i primer njegove primene. U prvom delu rada dat je teorijski okvir koji objašnjava osnovne postavke i kategorije Kano modela, dok je u drugom delu prikazan primer njegove primene u razvoju inovativnog softverskog rešenja.

2. PROJEKTOVANJE I RAZVOJ NOVOG PROIZVODA/USLUGE

Proizvod se danas posmatra ne samo kroz materijalnu formu, već i kroz vrednosti koje prenosi korisniku. On obuhvata vidljive karakteristike, poput dizajna, funkcionalnosti i kvaliteta, ali i nevidljive dimenzije – brend, emocije, dodatne usluge i celokupno korisničko iskustvo. Slično tome, i usluga se definiše kroz skup performansi i doživljaja koje pruža korisniku, često bez fizičkog oblika, ali sa naglašenom komponentom interakcije i poverenja (Crawford & Di Benedetto, 2020; Stošić & Milutinović, 2025). U savremenom menadžmentu proizvodi i usluge se sve češće posmatraju zajedno, u okviru integrisanih sistema proizvod-usluga, čime se korisnicima nudi sveobuhvatna vrednost (Mihailović et al., 2025).

U literaturi se mogu pronaći različiti modeli razvoja novog proizvoda koji ukazuju na složenost ovog procesa. Utterback je među prvima definisao faze inovacionog procesa – generisanje ideja, rešavanje problema, implementaciju i difuziju. Cooper (2017) je razvio model faza-kapija koji podrazumeva strukturisan proces sa jasno definisanim fazama i tačkama odlučivanja, a kasnije je prilagođavan kroz hibridne, agilne, lean i otvorene pristupe. Savremeni modeli dodatno naglašavaju agilnost i saradnju sa korisnicima, pa se razvoj sve češće posmatra kao iterativan i kolaborativan proces. Bez obzira na pristup,

razvoj novih rešenja ostaje interdisciplinarna aktivnost, pri čemu ključnu ulogu imaju marketing, projektovanje i proizvodnja (Ulrich et al., 2020). Marketing identifikuje potrebe i tržišne prilike, projektovanje oblikuje rešenja u skladu sa zahtevima korisnika, dok proizvodnja obezbeđuje njihovu realizaciju, čime se obezbeđuje tržišna relevantnost, tehnička izvodljivost i operativna održivost.

Projektovanje proizvoda zauzima posebno mesto u razvoju novog proizvoda ili usluge jer predstavlja fazu u kojoj se ideje pretvaraju u konkretne koncepte, funkcionalnosti i specifikacije. Ova faza obuhvata izbor karakteristika proizvoda ili usluge, oblikovanje korisničkog iskustva i definisanje procesa isporuke uz integrisanje tehničkih, estetskih i poslovnih aspekata (Milutinović et al., 2025; Trott, 2021). U okviru fazi projektovanja mogu se primeniti različite metode i tehnike koje podstiču kreativnost i generisanje novih ideja, ali i njihovo usmeravanje ka stvarnim potrebama korisnika. Posebno su značajne metode orijentisanje na korisnika, kao što su *QFD*, *Design Thinking* i Kano model, koje omogućavaju da se kreativne ideje dosledno usklade sa očekivanjima i iskustvima krajnjih korisnika.

3. OSNOVE KANO MODELA

Kano model predstavlja metodološki okvir za analizu i ocenjivanje stepena ispunjenosti zahteva i očekivanja korisnika (Matzler & Hinterhuber, 1998). Razvio ga je japanski profesor Noriaki Kano sa ciljem efikasnijeg određivanja prioriteta budućih razvojnih prioriteta i usmeravanja inovacionih aktivnosti. Model bazira na pretpostavci da različite karakteristike proizvoda ili usluge doprinose zadovoljstvu korisnika različitim intenzitetom. Na ovaj način razvojni timovi razlikuju osnovne zahteve od onih koji donose dodatnu vrednost i obezbeđuju konkurentsku prednost na tržištu (Chen, 2024).

Dvodimenzionalni (Kano) model omogućava kategorizaciju atributa proizvoda ili usluge prema njihovom uticaju na zadovoljstvo korisnika. Ovakav pristup obezbeđuje bolje razumevanje relacija između *performansi proizvoda* (npr. stepena implementacije, funkcionalnost, kvaliteta) i *nivoa zadovoljstva korisnika*. Na osnovu relacije dve dimenzije mogu se izdvojiti ključne performanse dizajna proizvoda ili usluge, i to, tri osnovne i dve sporedne kategorije atributa (Kano, 2001; Tontini, 2007):

1. Osnovni (O) – atributi koje korisnici očekuju i koji se podrazumevaju; kada su implementirani korisnici ostaju neutralni, a kada nisu, dolazi do velikog nezadovoljstva.
2. Jednodimenzionalni (J) – atributi koje korisnici imaju u vidu kada prave izbor i procenjuju opcije; što je stepen implementacije viši, to je viši stepen zadovoljstva korisnika, i obrnuto.
3. Atraktivni (A) – atributi koji predstavljaju inovacije koje se uvode kod proizvoda ili usluge i mogu se smatrati jedinstvenim prodajnim ponudama; kada su implementirani izazivaju osećaj oduševljenja, ali ne izazivaju nikakvo nezadovoljstvo kada nisu.

4. Neutralni (N) – atributi koje većina korisnika smatra irelevantnim, te da ne utiču na percepciju proizvoda ili usluga.
5. Negativni (Neg) – atributi koje je poželjno isključiti jer izazivaju nezadovoljstvo da su prisutni, a zadovoljstvo kada ih nema.

Ključne prednosti klasifikacije atributa primenom Kano modela su jasne i, pre svega, ogledaju se u boljem razumevanju korisničkih zahteva i identifikaciji atributa koji najviše utiču na zadovoljstvo. Metod, takođe, olakšava donošenje odluka u situacijama gde je potreban kompromis i prilagođavanje rešenja različitim segmentima korisnika. Posebnu vrednost ima u prepoznavanju atraktivnih atributa koje obezbeđuju diferencijaciju na tržištu i konkurentsku prednost. Takođe, ovaj metod se može kombinovati i sa drugim metodama, pre svega QFD metodom gde može da posluži kao osnova za identifikaciju zahteva korisnika. Danas se ovaj model široko primenjuje u različitim industrijama – od proizvodnje i potrošačke elektronike, preko automobilske i softverske industrije, do zdravstvenih usluga i turizma – gde pomaže organizacijama da bolje razumeju korisnike i oblikuju konkurentna rešenja (Matzler & Hinterhuber, 1998; Zhang et al., 2023).

4. METODOLOGIJA ZA EVALUACIJU ATRIBUTA PRIMENOM KANO MODELA

U ovom poglavlju prikazan je metodološki postupak primene Kano modela u istraživanju. Proces se sprovodi kroz jasno definisane faze koje obuhvataju prikupljanje podataka, izradu upitnika, obradu odgovora i njihovu klasifikaciju u odgovarajuće kategorije. Sledeći opisani koraci omogućavaju sistematično sprovođenje analize i dobijanje pouzdanih rezultata (Matzler & Hinterhuber, 1998):

1. *Identifikacija zahteva* – prikupljanje potencijalnih zahteva korisnika kroz istraživanje tržišta, fokus grupe ili interne predloge.
2. *Formulacija Kano upitnika* – za svaki atribut definišu se dva pitanja: jedno funkcionalno, kojim se ispituje reakcija korisnika ako je određena karakteristika prisutna, i jedno disfunkcionalno, kojim se ispituje reakcija korisnika ako ta karakteristika nije prisutna.
3. *Klasifikacija atributa* – analiza odgovora i svrstavanje svake karakteristike u jednu od pet kategorija. Kombinovanjem odgovora na funkcionalno i disfunkcionalno pitanje određuje se kojoj kategoriji pripada atribut (Tabela 1).
4. *Prioritizacija i interpretacija* – određivanje strateških prioriteta. Nakon što su atributi svrstani u kategorije, vrši se interpretacija rezultata u odnosu na razvoj proizvoda/usluge. Pored diskretne klasifikacije, dodatno se koristi koeficijent zadovoljstva korisnika (*SI* i *DI*) i njihov grafički prikaz na *SI–DI* dijagramu. Na taj način ne samo da se utvrđuje tip atributa, već i intenzitet njegovog uticaja na zadovoljstvo i nezadovoljstvo. Kombinovanjem ova dva pristupa omogućava se preciznija prioritizacija: atraktivni atributi sa visokim *SI* vrednostima postaju glavni diferencijatori, dok atributi sa izraženim *DI* vrednostima zahtevaju stabilnu implementaciju kako bi se izbeglo nezadovoljstvo korisnika (Berger et al., 1993).

Tabela 1: Kano tabela za evaluaciju zahteva

		Disfunkcionalno pitanje				
		Sviđa mi se	Očekujem	Ravnodušan/na sam	Mogu to da prihvatim	Ne sviđa mi se
Funkcionalno pitanje	Sviđa mi se	U	A	A	A	J
	Očekujem	Neg	U	N	N	O
	Ravnodušan/na sam	Neg	N	N	N	O
	Mogu to da prihvatim	Neg	N	N	U	O
	Ne sviđa mi se	Neg	Neg	Neg	Neg	U

5. STUDIJA SLUČAJA

U okviru rada prikazana je studija slučaja u kojoj se, primenom Kano modela, identifikuju i klasifikuju zahtevi korisnika u vezi sa razvojem inovativnog softverskog rešenja namenjenog hortikulturnim aktivnostima, koje istovremeno može doprineti unapređenju mentalnog zdravlja korisnika.

Identifikacija zahteva korisnika sprovedena je kombinovanjem analiza konkurentskih i srodnih softverskih rešenja, uz korišćenje uvida dobijenih kroz razgovore sa domenskim ekspertima. Na taj način formirana je početna lista od deset atributa: (1) *prilagodljivi planovi uzgoja*, (2) *podsetnici i obaveštenja*, (3) *obrazovni sadržaj*, (4) *praćenje napretka*, (5) *zajednica i podrška*, (6) *integracija sa društvenim mrežama*, (7) *smernice za mentalno zdravlje*, (8) *interaktivni vodič*, (9) *personalizovani sadržaj* i (10) *statistika o mentalnom zdravlju*. Na osnovu identifikovanih atributa kreiran je Kano upitnik, koji za svaki atribut obuhvata dva pitanja – funkcionalno („Kako biste se osećali ako je ova karakteristika prisutna?“) i disfunkcionalno („Kako biste se osećali ako ova karakteristika nije prisutna?“). Ispitanici su odgovarali odabirom jedne od pet ponuđenih opcija: *sviđa mi se*, *očekujem*, *ravnodušan sam*, *mogu to da prihvatim* i *ne sviđa mi se*. U istraživanju je učestvovao ukupno 61 ispitanik, pri čemu su odgovori pet ispitanika, zbog neadekvatnosti za dalju obradu, izostavljeni iz analize.

Nakon prikupljanja odgovora sprovedena je evaluacija i klasifikacija atributa u odgovarajuće kategorije koje su definisane modelom, uz dodavanje kategorije U (upitno), kojom se označavaju slučajevi mogućeg nerazumevanja ili nepravilno formulisano pitanje (Tabela 1). Rezultati su prikazani u zbirnoj tabeli (Tabela 2), koja pokazuje raspodelu atributa po kategorijama, kao i vrednosti *koeficijenta zadovoljstva korisnika* (CS).

Rezultati Kano analize ukazuju na to da većina atributa aplikacije pripada kategoriji atraktivnih (A). Ovo sugeriše da korisnici ne doživljavaju navedene funkcionalnosti kao osnovne, već ih prepoznaju kao dodatnu vrednost koja doprinosi povećanom zadovoljstvu prilikom korišćenja aplikacije. Konkretno, atributi poput *podsetnika i*

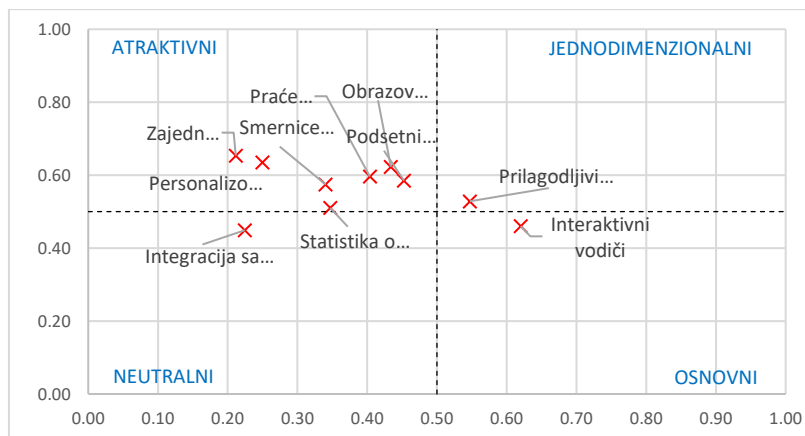
obaveštenja, obrazovnih sadržaja, praćenja napretka, zajednice i podrške, smernica za mentalno zdravlje i personalizovanog sadržaja, pokazuju visoke vrednosti indeksa zadovoljstva (*SI*), uz istovremeno niske negativne vrednosti indeksa nezadovoljstva (*DI*). To znači da njihovo prisustvo značajno povećava zadovoljstvo korisnika, dok njihovo odsustvo ne izaziva ozbiljno nezadovoljstvo. Ovakve karakteristike predstavljaju ključne pokretače diferencijacije i konkurentske prednosti proizvoda.

Tabela 2: Tabela rezultata

Atributi	A	J	O	N	Neg	U	Kategorija	CS	
								$SI = \frac{A+J}{A+J+O+N}$	$DI = (-1) \frac{J+O}{A+J+O+N}$
1	11	17	12	13	1	2	J	0.53	-0.55
2	18	13	11	11	0	3	A	0.58	-0.45
3	19	14	9	11	0	8	A	0.62	-0.43
4	19	12	9	12	0	4	A	0.60	-0.40
5	25	9	2	16	0	4	A	0.65	-0.21
6	13	9	2	25	2	5	N	0.45	-0.22
7	18	9	7	13	1	8	A	0.57	-0.34
8	7	16	15	12	2	4	J	0.46	-0.62
9	24	9	4	15	1	3	A	0.63	-0.25
10	15	10	7	17	2	5	N	0.51	-0.35

Pored toga, određeni atributi - *prilagodljivi planovi uzgoja* i *interaktivni vodiči* - svrstani su u kategoriju jednodimenzionalnih (J). Za njih postoji proporcionalan odnos između prisustva i zadovoljstva korisnika, tj. što su kvalitetnije implementirani, to je zadovoljstvo veće, dok njihov izostanak izaziva nezadovoljstvo. Od ovih atributa se očekuje da vremenom mogu postati deo standardnih očekivanja korisnika.

Sa druge strane, *integracija sa društvenim mrežama* i *statistika o mentalnom zdravlju* prepoznati su kao neutralni (N). Njihovo prisustvo ili odsustvo nema značajan uticaj na zadovoljstvo, što ukazuje na to da ne bi trebalo da budu prioritet u budućem razvoju aplikacije, iako mogu imati dopunski (sekundarni) značaj za pojedine ciljne segmente. U dobijenim rezultatima nema atributa klasifikovanih kao obavezni (O), iako su takve karakteristike tipično prisutne u većini proizvoda i usluga. Njihovo odsustvo u ovom istraživanju se može objasniti specifičnošću konteksta, te da korisnici još uvek nemaju jasno formirana minimalna očekivanja za ovakav tip inovativnog rešenja. Dodatno, metodološki razlog može biti u vezi sa formulacijom upitnika.



Slika 1: SI-DI dijagram

Dodatni uvid pruža analiza SI-DI dijagrama. Dok Kano model omogućuje diskretno svrstavanje atributa u kategorije, dijagram pokazuje intenzitet njihovog uticaja. Zbog toga je moguće da određeni atributi na osnovu SI i DI vrednosti zauzmu položaj u kvadrantu različitom od diskretne kategorije. Na primer, *interaktivni vodiči* prema Kano tabeli pripadaju jednodimenzionalnim atributima, dok se na SI-DI dijagramu pozicioniraju u kvadrantu obaveznih atributa, jer vrednost DI ukazuje da njihovo odsustvo izaziva izraženo nezadovoljstvo, dok SI ostaje nizak (Slika 1). Ova diskrepanca ne predstavlja grešku, već potvrđuje da se Kano klasifikacija i SI-DI analiza dopunjuju – prva pokazuje tip očekivanja, a druga intenzitet uticaja.

Sveukupna Kano analiza pokazuje da aplikacija ima značajan potencijal za povećanje zadovoljstva korisnika kroz implementaciju atraktivnih funkcionalnosti koje donose dodatnu, inovativnu vrednost. Ipak, za dalji razvoj proizvoda preporučuje se sistematska identifikacija i osnovnih i očekivanih zahteva, čime bi se obezbedila stabilnost korisničkog iskustva, povećala pouzdanost rešenja i osigurala dugoročna održivost aplikacije.

6. ZAKLJUČAK

Primena Kano modela u projektovanju softverskih aplikacija pokazala se kao koristan pristup za identifikaciju i diferenciranje atributa prema njihovom uticaju na zadovoljstvo korisnika. Njime se olakšava razvojnem timu da efikasno rasporedi resurse i usmeri razvoj na attribute koji imaju najveći uticaj na zadovoljstvo korisnika i tržišnu konkurentnost. Rezultati Kano analize predstavljaju dragocen ulaz za kreiranje putokaza proizvoda, jer ukazuju na to kako se prioriteti transformišu i koje attribute je potrebno razvijati u budućim fazama. Na taj način organizacija obezbeđuje kontinuirano prilagođavanje tržištu i dugoročnu konkurentsku prednost.

Rezultati studije slučaja pokazuju da većina funkcionalnosti aplikacije za hortikulturne aktivnosti pripada kategoriji atraktivnih (A), što ukazuje na njihov potencijal kao izvora dodatne vrednosti i konkurentske prednosti. *Prilagodljivi planovi uzgoja* i *interaktivni vodiči* identifikovani su kao jednodimenzionalni (J), dok su *integracija sa društvenim mrežama* i *statistika o mentalnom zdravlju* svrstane u neutralne (N). Posebno je značajno da među analiziranim zahtevima nije identifikovan nijedan obavezni (O) atribut, što potvrđuje da korisnici još uvek nemaju jasno formirana minimalna očekivanja za ovu vrstu rešenja.

Pravci budućih istraživanja odnose se na proširivanje i raznovrsnost uzorka, kao i na praćenje promena u percepciji atributa tokom vremena. Kao ograničenje može se istaći struktura uzorka, što može uticati na mogućnost generalizacije rezultata.

LITERATURA

- [1] Berger, C., Blauth, R., Boger, D., Bolster, C., Burchill, G., DuMouchel, W., Pouliot, F., Richter, R., Rubinoff, A., Shen, D., Timko, M., & Walden, D. (1993). Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality. *Center for Quality of Management Journal*, 2(4), 3–36.
- [2] Chen, C.-W. (2024). Using the kano quality model to evaluate the functions of automotive smart head-up displays. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 103, 103617. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2024.103617>
- [3] Cooper, R. G. (2017). *Winning at new products: Creating value through innovation*. Basic books.
- [4] Crawford, M., & Di Benedetto, A. (2020). *New Products Management* (12th ed.).
- [5] Kano, N. (2001). Life Cycle and Creation of Attractive Quality. *4th International QMOD Quality Management and Organizational Development Conference*.
- [6] Matzler, K., & Hinterhuber, H. H. (1998). How to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment. *Technovation*, 18(1), 25–38.
- [7] Mihailović, J., Stošić, B., & Milutinović, R. (2025). A product-service system as a responsible innovation. *Journal of Responsible Innovation*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/23299460.2025.2519899>
- [8] Milutinović, R., Stošić, B., Đorđević Milutinović, L., & Makajić-Nikolić, D. (2025). Efficient Decision-Making in Early Stages of Innovation: A QFD-Based Approach for Quality and Cost Optimization. *EMJ - Engineering Management Journal*. <https://doi.org/10.1080/10429247.2025.2519343>
- [9] Stošić, B., & Milutinović, R. (2025). *Upravljanje inovacijama i inovacionim projektima* (2nd ed.). Fakultet organizacionih nauka.
- [10] Tontini, G. (2007). Integrating the Kano Model and QFD for Designing New Products. *Total Quality Management & Business Excellence*, 18(6), 599–612. <https://doi.org/10.1080/14783360701349351>
- [11] Trott, P. (2021). *Innovation Management and New Product Development* (7th Edition). Pearson Education Limited.
- [12] Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. (2020). *Product Design and Development Seventh Edition* (7th Ed). McGraw-Hill Education.
- [13] Van den Ende, J. (2021). *Innovation Management*. RED GLOBE PRESS.
- [14] Zhang, X., Yi, Z., Xie, M., Gao, Y., & Wang, Y. (2023). Exploring customer perception and satisfaction on the functions of parking application software. *Transportation Planning and Technology*, 46(7), 929–950. <https://doi.org/10.1080/03081060.2023.2242841>

PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE I GDPR U SAVREMENOM POSLOVANJU

THE APPLICATION OF AI AND GDPR IN MODERN BUSINESS

Mirjana Dejanović,

Fakultet za projektni i inovacioni menadžment Prof. dr Petar Jovanović,
mrmirjanadejanovic@mail.com, ORCID: 0000-0003-3369-331X

Apstrakt: Ovaj rad se fokusira na pravne i etičke izazove primene veštačke inteligencije (AI) u poslovanju i svakodnevnom životu u Srbiji, sa posebnim osvrtom na usklađenost srpskog „Zakona o zaštiti podataka o ličnosti“ ("Sl. glasnik RS", br. 87/2018) sa „Opštom uredbom o zaštiti podataka o ličnosti poznatom kao GDPR (General Data Protection Regulation). U radu se ističe neophodnost veće usklađenosti našeg zakonodavstva sa EU regulativom i GDPR-om kada je u pitanju veštačka inteligencija (AI). Primena AI nije adekvatno regulisana i rizici povezani sa implementacijom AI povezani su sa rizicima kršenja privatnosti i algoritamske pristrasnosti. Primena AI u biznisu i svakodnevnom životu nije dovoljno transparentna pogotovo kada je u pitanju automatizovano donošenje odluka. U radu se analiziraju važeći srpski propisi, potenciraju nedostaci u odnosu na evropski EU AI akt i GDPR, i daju preporuke za etičku i pravno regulisanu implementaciju AI. Poseban akcenat stavljen je na koncept privatnost po dizajnu (privacy by design). Fokus je na transparentnoj i objašnjivoj veštačkoj inteligenciji i većoj ulozi službenika za zaštitu podataka o ličnosti radi odgovornog korišćenja podataka. Definisane pravila i odgovornosti etičke upotrebe AI podstiče poslovne inovacije, uz istovremenu brigu o zaštiti ljudskih prava i podataka o ličnosti.

Cljučne reči: Veštačka inteligencija, GDPR, upravljanje veštačkom inteligencijom (AI), zaštita podataka i ličnosti, Srbija

Abstract: This article is focused on legal and ethical challenges of implementation of AI in business and everyday life in Serbia with particularly attention on harmonisation of Serbian „Law on personal data protection“ ("Sl. glasnik RS", br. 87/2018) with the General Data Protection Regulation, known as GDPR. Article points out necessity of better harmonisation of our laws with EU regulation and GDPR when we speak about AI. Application of AI is not regulated properly and there is a risk which is connected with their implementation regarding risk of violating the law and algorithm bias. Implementation of AI in business and everyday life is not transparent enough especially when we speak about automatized decisions. In article are analysed current Serbian legislation emphasizes the lack in accordance with EU AI Act and GDPR and gives recommendations for ethical and legal regulation of AI implementation. Special accent is given on concept of privacy by design. Fokus is on transparent and explainable AI and greater role of data protection officers (DPO) for more responsible use of personal data. Defining the principles and responsibilities of ethical use of AI encourages business

innovations with simultaneous concern for the protection of human rights and personal data.

Keywords: Artificial Intelligence, GDPR, AI management, Data Protection, Serbia

1. UVOD

Veštačka inteligencija (AI) je napravila revoluciju u modernom poslovanju i postala sila koja transformiše tradicionalni način poslovanja. Njena upotreba je omogućila optimizaciju procesa, kvalitetniju analizu podataka kroz prediktivnu analitiku, automatizaciju repetitivnih poslova i znatno kvalitetniji odnos sa korisnicima kroz personalizovane korisničke usluge. Njenu primenu ne treba da shvatimo kao pretnju već kao prednost obzirom da njena primena u biznisu povećava konkurentnost, omogućava lakše i brže donošenje odluka i samim tim omogućava znatno veću operativnu efikasnost. Iako primena AI povećava produktivnost i efikasnost postavljaju se brojna pitanja vezano za njenu etičku i pravno regulisanu upotrebu, naročito u vezi sa prikupljanjem i obradom ličnih podataka. Glavni cilj ovog rada je da naglasi važnost pravne regulacije primene AI Srbiji koju je nemoguće uraditi bez usaglašavanja našeg zakona sa GDPR-om i EU AI Aktom. Predlog je da se pored harmonizacije sa ovim zakonima donese poseban "Zakon o veštačkoj inteligenciji". Kontradiktornost između nacionalnog zakonodavstva i međunarodnih zakona direktno ugrožava pravnu sigurnost pojedinaca i kompanija što automatski ozbiljno dovodi u pitanje njenu etičku primenu. Ukoliko se ova pitanja ne reše postoje ozbiljni rizici koji mogu izrokovati ne samo ugrožavanje osnovnih ljudskih prava već i reputaciju preduzeća koja posluju u Srbiji. Usklađivanje sa EU AI aktom o veštačkoj inteligenciji je neophodno za uspostavljanje sveobuhvatnog okvira za etičku, transparentnu i odgovornu primenu AI u Srbiji. Oblasti koje se tiču posebno visokorizičnih podataka i automatizovanog donošenja odluka zahtevaju pravno regulisanje i striktan nadzor i timski rad zaposlenih stručnjaka iz različitih oblasti uz obaveznu saradnju sa službenicima za zaštitu podataka o ličnosti.

Glavni ciljevi ovog rada su:

1. Identifikovati glavne regulatorne izazove upotrebe AI u poslovanju.
2. Uporediti i harmonizovati zakone o zaštiti podataka u Srbiji sa GDPR-om i EU AI aktom.
3. Pružiti jasne i praktične savete za odgovornu, etičku i transparentnu primenu AI i upravljanje veštačkom inteligencijom koje je usklađeno sa zakonom.

Ključno je poštovanje etičkih principa kao što su transparentnost, odgovornost, pravičnost, inkluzija i kontinuirana procena rizika (Vlada Republike Srbije, 2023). Cilj je da se analizira trenutna upotreba AI u poslovanju, definiše bolji pravni okvir i načini kako bi zakoni bolje pratili konstantan i brz razvoj tehnologije, uz istovremenu zaštitu podataka o ličnosti. U radu su pored poređenja srpskih i EU zakona o zaštiti podataka o ličnosti dati i konkretni primeri kompanija koje poštuju ili su kršile GDPR pravila primenjujući AI u svom poslovanju. Takođe, obavljene su i konsultacije sa stručnjacima za zaštitu podataka

o ličnosti koje su bile jako dragocene za potvrdu nalaza i formulisanje jasnih i praktičnih preporuka za odgovornu upotrebu AI u poslovanju na etički i društveno odgovoran način.

2. TEORIJSKI OKVIR

U svojoj knjizi “Veštačka inteligencija-savremeni pristup”, Stuart Russell i Peter Norvig navode brojne prednosti ali i mane primene AI. Kao primer dobre prakse navode situacije kada AI menja čoveka u obavljanju opasnih poslova dok sa druge strane navode i potencijalne opasnosti od njene loše upotrebe i pristrasnosti u donošenju odluka na osnovu rezultata koje generišu AI modeli, što može uzrokovati nejednakosti, gubitke radnih mesta i dr. Zato primena AI zahteva strogo poštovanje etičkih principa i ozbiljan multidisciplinarni pristup. Obzirom da su opšti etički principi često nejasni i teško merljivi neophodna je interdisciplinarna međunarodna saradnja u regulaciji AI, obzirom da postoji velika opasnost od njene zloupotrebe (Russell & Norvig, 2021).

Primena AI donosi brojne koristi na ličnom i poslovnom planu kao što su povećanje produktivnosti i veća efikasnost u obavljanju repetitivnih zadataka, bolja analiza tržišta i ponašanja potrošača, kao i pružanje personalizovanih usluga kupcima. Veštačka inteligencija iako ima brojne prednosti uzrokuje direktne etičke, pravne i socijalne probleme, posebno kada je reč o privatnosti, pravednosti i odgovornosti. Zato je veoma važno da kompanije koje u svom poslovanju koriste AI primenjuju kontrolne procedure koje su zasnovane na poštovanju sledećih principa:

1. Transparentnosti: obezbeđivanje da su procesi donošenja odluka AI razumljivi.
2. Odgovornosti: jasno utvrđivanje ko je odgovoran za rezultate AI.
3. Pravičnosti i odsustva diskriminacije u odlučivanju: sprečavanje pristrasnosti u automatizovanim odlukama.
4. Zaštita podataka: usklađenost sa zakonima o privatnosti, naročito sa GDPR-om (Regulation (EU) 2016/679, 2016).

GDPR postavlja ključne standarde za zakonitu i pravičnu obradu ličnih podataka. Drugim rečima on je stub i osnova za etičku primenu AI obzirom da strogo definiše način prikupljanja i korišćenja podataka, ograničava obradu podataka isključivo na informacije koje su neophodne i ograničava korišćenje tih podataka isključivo u svrhe za koje je data izričita saglasnost. Dakle, GDPR je osnova za regulaciju primene AI, ali poznavanje ove senzitivne oblasti zahteva visok nivo stručnosti, tehničkih znanja i poseban način organizovanja sa ciljem sigurne zaštite podataka. Suština GDPR-a je da zaštiti prava pojedinaca i omogući da oni upravljaju svojim podacima. To obavezuje rukovaoce ličnim i poverljivim informacijama da preuzmu punu odgovornost za njihovu bezbednu i zakonitu upotrebu.

Sistemi AI mogu otežati kompanijama da se pridržavaju ovih pravila, naročito u oblastima automatizovanog donošenja odluka, profilisanja pojedinaca ili situacije kada se podaci dele van granica tj. kada imamo situaciju prekograničnog deljenja podataka (Evropski

odbor za zaštitu podataka, 2024). U Srbiji, važeći Zakon o zaštiti podataka o ličnosti (2018) delimično je usklađen sa GDPR-om, ali postoje značajne praznine, na primer u pogledu kontrole odluka AI, procene rizika i odgovornosti za nadzor i upotrebu AI. Ove praznine otežavaju poslovnim subjektima pravnu sigurnost i predstavljaju velike izazove za etičku i odgovornu primenu AI (Petrović, 2022). EU AI Act uvodi sistem kategorizacije AI tehnologija prema nivou rizika. Za visokorizične sisteme, kao što su oni koji se koriste u zapošljavanju ili donošenju odluka o pojedincima, postavljaju se jasna pravila uključujući transparentnost, ljudsku kontrolu, procenu rizika i snažan respekt prema osnovnim pravima ljudi.

Strategija za razvoj veštačke inteligencije u Republici Srbiji za period od 2025. do 2030. godine jasno pokazuje nameru da prati EU kroz podsticanje bezbedne i odgovorne upotrebe AI. Takođe, potencira se neophodnost pravne harmonizacije tj. usklađivanja domaćih zakona sa međunarodnim propisima, što je takođe jako veliki izazov (Vlada Srbije, 2025). Ova strategija se oslanja na ranije inicijative, kao što je formiranje "Nacionalne platforme za razvoj AI" u okviru Državnog data centra, podržava istraživanja u ovoj oblasti i pruža ključnu infrastrukturu za AI projekte. Finansiranje se obavlja uz pomoć Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija, putem "Fonda za nauku" i "Fonda za inovacije". Umesto da se fokusira na kazne usled zloupotreba u strategiji se naglašava značaj prevencije. Primer je uvođenje AI u školske programe kako bi se pomoglo mladima da na što bolji način iskoriste prednosti njene primene i bolje razumeju tehnologiju kako bi je odgovorno koristili (UNDP Srbija, 2023). Srbija je jako posvećena rešavanju pitanja odgovorne primene AI i njenom usklađivanju sa globalnim svetskim trendovima što je bitna osnova i čvrst temelj budućeg zakona o AI koji mora biti usklađen sa EU zakonodavstvom i globalnim međunarodnim standardima (Gecić Law, 2023).

Cilj je etičke i pravno regulisane primene AI je izgradnja zdravog ekosistema koji povezuje škole, naučne institucije, naučnike i istraživače, preduzeća i državu u svrhu daljeg ekonomskog i tehnološkog napretka. Zato je neophodna harmonizacija srpskih propisa sa Evropskim aktom o AI i sa GDPR-om kako bi se stvorio jedinstven pravni okvir koji osigurava bezbednost, transparentnost i poštovanje ljudskih prava u prilikom primene AI. Kako se tehnologija brzo razvija, važno je i da pravna nauka uporedo prati razvoj AI, što podrazumeva otvorene razgovore, konstantnu multidisciplinarnu saradnju različitih eksperata i redovno ažuriranje pravila da bi se AI koristila na pravičan i odgovoran način (Zakon o zaštiti podataka o ličnosti, 2018; Regulation (EU) 2016/679, 2016).

3. VEŠTAČKA INTELIGENCIJA U MODERNOM POSLOVANJU

Veštačka inteligencija (AI) igra sve važniju ulogu u savremenom svetu i pomaže kompanijama da unaprede svoje poslovanje. Neke od brojnih primena su: analiza podataka i predviđanje trendova, pružanje korisničke podrške putem chatbotova, ciljano reklamiranje, podrška ljudskim resursima pri zapošljavanju i ocenjivanju zaposlenih i mnoge druge. Veštačka inteligencija donosi brojne koristi društvu kroz unapređenje

zdravstva, zaštite životne sredine, obrazovanja ali istovremeno nosi ozbiljne etičke izazove, poput rizika od pristrasnost u odlučivanju, narušavanja privatnosti, gubitka radnih mesta i zloupotrebe, naročito u oblasti autonomnog oružja. Zato je neophodno da razvoj i primena AI budu vođeni jasnim etičkim principima, transparentnošću, međunarodnom regulativom i multidisciplinarnom saradnjom, kako bi se maksimizirale koristi, a minimizirale štete, kako bi AI postao pravičan, siguran i odgovoran alat za društvo. AI upravlja velikim količinama ličnih i osetljivih informacija, što postavlja ozbiljno pitanje zaštite podataka. Postoji opasnost da AI pojača postojeće pristrasnosti, obzirom da AI uči na osnovu podataka koje obezbeđuje čovek. Ukoliko su podaci kojima smo nahranili AI model lične prirode: o polu, rasi, nacionalnoj, verskoj ili etničkoj pripadnosti, onda se postavlja pitanje da li smo osmislili pravičan, transparentan i etički AI model koji će donositi nepristrasne odluke i izbeći predrasude. Ako o ovim elementima nismo vodili računa prilikom izgradnje AI modela onda može čak doći i do pojačanja predrasuda u kasnijim fazama odlučivanja. To može uzrokovati donošenje totalno drugačijih i diskriminišućih odluka o važnim pitanjima koji se tiču života i rada ljudi kao što su: odluke o zapošljavanju, zdravstvenoj zaštiti, kreditiranju i drugo. (Russell & Norvig, 2021).

Veštačka inteligencija funkcioniše tako što prikuplja i analizira velike količine podataka koje uključuju i brojne lične, i delikatne informacije. Nekada se ovi podaci mogu iskoristiti sa dobrom namerom kao što je na primer evidencija iz zdravstvenog kartona koja omogućava AI da identifikuje određene podatke i donese tačne prognoze i odluke, kao što je na primer potreba da žene nakon odođenog broja godina obave mamografski pregled sa ciljem pravovremene dijagnostike i prevencije kancera dojke. Upotreba AI na ovom primeru je važna, daje analitičke podatke i omogućava rešavanje brojnih zadataka. Ali šta raditi ukoliko neko zbog nekontrolisnog pristupa zloupotrebi vaše podatke ili ih koristi bez vašeg pristanka u neke druge svrhe, na primer? Tu imamo GDPR, ali šta ako tu zloupotrebu nije izazvao čovek već model AI?

Istraživanju pod nazivom „Veza između korišćenja veštačke inteligencije u radu i zapošljavanju i zaštite privatnih podataka u Republici Srbiji“ posebno ukazuje se na velike rizike po privatnost, opasnost nepravednog tretmana i potrebu za čvrstim pravnim i etičkim smernicama koje se moraju poštovati prilikom korišćenja AI (Petrović, 2022). Kako bi se ova pitanja regulisala, Republika Srbija je donela "Etičke smernice za razvoj, primenu i korišćenje pouzdane i odgovorne veštačke inteligencije". Suština ovih etičkih smernica je potenciranje ključnih vrednosti odgovorne primene AI kao što su pravičnost, odgovornost, otvorenost i inkluzivnost. Ove smernice podstiču firme da jasno beleže način na koji AI funkcioniše, i da redovno proveravaju da li se AI koristi pravedno i transparentno, što predstavlja ključni korak u sticanju i očuvanju poverenja javnosti u korišćenje AI tehnologije (Vlada Republike Srbije, 2023).

Živimo u vremenu u kome se u globalnom okruženju kompanije suočavaju sa velikom količinom podataka i njihovom analizom, što baca glavni akcenat na primenu AI koja nije samo tehnološki alat, već ključni akter kod definisanja poslovne strategije. Ukoliko AI koristimo odgovorno ona može biti sredstvo za donošenje kvalitetnijih strateških odluka

i pomoći timovima da svoje vreme koriste kvalitetnije, kreativnije, da timovi budu efikasniji, a sve to uz poštovanje jakih etičkih standarda (European Leadership, 2025). Sve je veći broj kompanija koje formiraju timove sastavljene od ljudi i AI (Human-AI Teams - HAIT). U ovim timovima AI radi zajedno sa ljudima, analizira veliku količinu podataka i obavlja ponavljajuće zadatke, daje predikcije i preporuke za unapređenje biznisa. Ovakav timski rad povećava efikasnost a pritom važni ljudski kvaliteti kao što su kreativnost, poverenje i odgovornost više dobijaju na značaju i daju mogućnost ljudima da svoje vreme koriste za kreativniji, i mnogo kvalitetniji rad (Buha, Lečić & Dejanović, 2025). Dakle, sve je do ljudi i njihovih odluka kako će koristiti AI, da li za dobre ili loše namene? Upravo je to razlog neophodnosti multidisciplinarnog pristupa i pravne regulacije primene AI zato što ne smemo dozvoliti zloupotrebu tehnologije i njenu primenu u neetičke svrhe. Osim toga, ne možemo etičke principe posmatrati kao dobrovoljno opredeljenje već kao obavezu koja je zakonom definisana. Kada se pravilno primeni AI može značajno unaprediti svakodnevni život i rad ljudi. Ona može učiniti da organizacije rade bolje, da firme postanu profitabilnije, a da se pri tome istovremeno štite ljudska prava, moralne i etičke vrednosti jednog društva.

4. IZAZOVI USKLAĐIVANJA AI SA GDPR-OM

Korišćenje veštačke inteligencije u skladu sa opštom uredbom o zaštiti podataka (GDPR) I nedavno donetim EU AI aktom predstavlja veliki izazov. Jedan od glavnih problema je činjenica da mnogi AI sistemi mogu da funkcionišu autonomno kao „crne kutije“, što znači da samostalno donose odluke na načine koji nisu lako razumljivi ili objašnjivi. Na primer ljudima može biti nejasno kako se i u koju svrhu koriste njihovi lični podaci, kako se čuvaju, da li se i kako brišu. Ostaje nejasno kako korisnici mogu da ostvare svoja prava poput ispravke ili brisanja podataka koje koriste AI modeli. Postavlja se pitanje da li su ljudi uvek upoznati sa informacijom kako AI koristi njihove podatke obzirom da ljudi ostavljaju svoj digitalni trag korišćenjem AI alata. Da li tu ima mogućnosti za slučajnu ili namernu zloupotrebu i da li je zaštita ličnih podataka realno moguća ili je samo mit? Takođe, postoje određena ograničenja u vezi sa načinom korišćenja ličnih podataka za obuku AI sistema što otežava poštovanje ključnih GDPR principa kao što su pravičnost, transparentnost i minimizacija podataka. Kada se AI koristi za automatsko donošenje odluka ili profilisanje, javljaju se ozbiljne zabrinutosti o tome da li su ljudi zaista dali pristanak za korišćenje njihovih ličnih podataka. Dakle, postoje ozbiljne zabrinutosti i sumnje u pogledu informisanosti korisnika, da li se AI i nove tehnologije koriste na etički način? Dodatni problem su i međunarodni transferi podataka, naročito kada se AI usluge pružaju izvan granica EU. U takvim situacijama imamo problem pravne regulacije korišćenja AI što naglašava potrebu za novim tehničkim rešenjima i snažnim pravnim merama koje će osigurati odgovorno i zakonito korišćenje AI. Različite legislative i nadležnosti komplikuju globalnu pravnu regulaciju te primena AI kao i kod GDPR-a zahteva donošenje globalnog AI akta. Kada govorimo o zaštiti podataka i etičnoj primeni AI niže su date kompanije koje predstavljaju primer dobre prakse u svakodnevnom poslovanju:

1. Amazon je uveo AI alate koji ubrzavaju klasifikaciju i pronalaženje podataka o korisnicima, poboljšavajući efikasnost usluge uz poštovanje GDPR-a (DigitalDefynd, 2025).
2. IBM koristi platformu OpenPages ne samo radi poštovanja regulatornih zahteva, već sa ciljem veće transparentnosti i izgradi poverenja korisnika (IBM, 2025).
3. PROS koristi Unified Compliance Framework Connector za kvalitetniji monitoring rizicima sa ciljem unapređenje zaštite podataka (Onspring, 2025).

Kada organizacije ne poštuju ove propise, posledice mogu biti ozbiljne ne samo u pogledu donošenja određenih zakonskih posledica usled kršenja zakona već mogu biti i javne te ozbiljno ugroziti reputaciju kompanije. Sledeći slučajevi to jasno pokazuju:

1. Clearview AI je novčano kažnjena sa 30,5 miliona evra od strane holandskih vlasti zbog prikupljanja podataka za prepoznavanje lica bez izričitog pristanka korisnika (European Data Protection Board, 2024).
2. OpenAI iz Italije je kažnjen 15 miliona evra zbog loše zaštite podataka svojih korisnika generativnim AI aplikacijama koje je kreirao (Reuters, 2024).
3. Luka Inc., kompanija iza chatbota Replika, kažnjena je sa 5 miliona evra zbog kršenja vezanih za prikupljanje i obradu podataka svojih korisnika (European Data Protection Board, 2025).

Pored zakonodavne regulacije i etičkih smernica, kao što je već nekoliko puta navedeno, neophodna je medjusobna saradnja eksperata iz različitih oblasti i proaktivna uloga kompanija iz različitih grana biznisa. Ukoliko kompanije same preuzmu inicijativu i prilikom izgradnje modela AI u startu vode računa o osnovnim etičkim principima kao što su transparentnost, objašnjivost, pravičnost i informisanost o načinu kako AI model radi, to će omogućiti svim akterima ove primene da jasno steknu uvid u korišćenje podataka i odluka koje AI odnosi. Zato je važno da se u isto vreme prilikom izgradnje AI modela angažuje službenik za zaštitu podataka o ličnosti koji će nadgledati i osigurati usklađenost sa GDPR-om.

5. PREPORUKE ZA USKLAĐENU PRIMENU AI U POSLOVANJU

Pristup koji kombinuje tehnologiju, etiku, pravnu regulativu i nadzor službenika za zaštitu podataka o ličnosti, može predstavljati model za odgovorno korišćenje AI u današnjem savremenom svetu. Nedavna istraživanja i regulatorne smernice naglašavaju neophodnost integracije principa usmerenih na privatnost u primeni AI kako bi se obezbedila usklađenost sa GDPR-om i etička upotreba. Organizacije bi stoga trebalo da primene sledeće strategije:

1. Privatnost po dizajnu i podrazumevanoj vrednosti: To podrazumeva da principe privatnosti odmah ugradimo u arhitekturu AI od samog početka što je istovremeno i jedan vrlo proaktivan pristup u regulaciji AI kako bi se minimizirali pravni rizici i povećalo poverenje korisnika (Drata, 2024; TechGDPR, 2025).

2. Objašnjiva i etička AI: podrazumeva da se primenjuje AI na transparentan i jednostavn način koji će korisnicima omogućiti da razumeju algoritamske odluke. Etički dizajn ima zadatak da smanji pristrasnost i poveća odgovornost u donošenju odluka (Nisevic, 2024; Computer Society, 2024).
3. Obuka zaposlenih i korisnika: Organizovati edukaciju o pravima u zaštiti podataka, politikama korišćenja AI i njenim etičkim aspektima. Obrazovanje je veoma značajno u cilju boljeg razumevanja suštine i načina primene AI tehnologija sa ciljem odgovornog korišćenja u organizaciji (KPMG, 2024; Privacy Culture, 2024; RSI Security, 2025).
4. Saradnja sa pravnim timovima i službenicima za zaštitu podataka: Uključiti službenike za zaštitu podataka i pravne stručnjake tokom razvoja AI sistema kako bi se sprovodile procene uticaja na zaštitu podataka (DPIA), pratila usklađenost i upravljalo pravnim i etičkim rizicima (Thoropass, 2024; TechGDPR, 2025).
5. Procena rizika i nadzor: Implementirati kontinuirano praćenje, reviziju i evaluaciju rizika kod AI sistema, naročito kod aplikacija visokog rizika, kako bi se obezbedilo usklađivanje sa GDPR-om i novim propisima poput EU AI Akta (European Data Protection Board, 2024; Nisevic, 2024).

Privatnost po dizajnu (Privacy by Design – PbD) znači ugradnju privatnosti u tehnologiju i poslovanje od samog početka. Umesto da biramo između privatnosti i bezbednosti, PbD omogućava da podaci i privatnost budu zaštićeni u startu. Ovaj pristup se koristi sa tehnologijama poput biometrije i RFID-a, kada se koriste radio talasi za automatsko prepoznavanje i praćenje predmeta ili ljudi. Koncept privatnost po dizajnu se zasniva na davanju kontrole pojedincima i podrazumeva skupljanje samo nužnih informacija bez previše ulaženja u detalje, uz jasno naglašavanje odgovornosti organizacija. Ovaj princip prikupljanja i obrade podataka je otvoren i transparentan, jača poverenje, poštuje pravila i omogućava kompanijama koje se bave obradom i analizom ličnih podataka, da rade i razvijaju se na društveno odgovoran način. U ovom procesu je ključna edukacija zaposlenih na svim nivoima o osetljivosti u rukovanju podacima, koja mora biti transparentna i odgovorna (Cavoukian, 2009). Zajedno, ove akcije stvaraju stabilnu osnovu za odgovornu i usklađenu upotrebu veštačke inteligencije koja ne zanemaruje inovacije u odnosu na etičke i pravne zahteve.

6. ZAKLJUČAK

Odgovorna i etička primena AI u svaodnevnom životu na mikro i makro planu donosi mnoge prednosti, kao što su pružanje personalizovanih usluga, veću efikasnost i lakše donošenje odluka. Međutim, ona donosi i izazove u vezi sa zaštitom podataka o ličnosti, transparentnošću i pouzdanošću algoritama, automatizaciji u donošenju odluka i kontroli podataka. Obezbeđivanje potpune usklađenosti sa GDPR-om i EU AI Aktom je ključno za smanjenje pravnih i etičkih rizika, ali to nikako nije dovoljno. Dok Zakon o zaštiti podataka o ličnosti Srbije postavlja temelje za zaštitu privatnosti, postoje brojne praznine u regulisanju visokorizičnih AI sistema u pogledu transparentnosti, obaveznih procena rizika koje zahtevaju pre svega ljudski nadzor. Takođe, ostaje pitanje prekograničnog

prenosa podataka i načina njegove kontrole. Dakle, neophodna je globalna međunarodna pravna regulativa ovog pitanja a ne samo regulacija na lokalnom i regionalnom nivou. Ključni izazovi uključuju:

1. AI modeli „crne kutije“, koji otežavaju objašnjenje načina donošenja odluka.
2. Automatsko profilisanje i donošenje odluka koje mogu ugroziti prava pojedinaca bez adekvatnog pristanka ili nadzora.
3. Međunarodne transfere podataka.

Efikasno rešavanje ovih izazova zahteva hitne zakonodavne i institucionalne reforme koje podrazumevaju:

1. Usklađivanje nacionalnog zakonodavstva sa GDPR-om i EU regulativama poput EU AI akta.
2. Ugradnju principa privatnosti po dizajnu, objašnjive AI i snažnih etičkih standarda.
3. Obrazovanje i obuku zaposlenih i korisnika o AI.
4. Saradnju sa službenicima za zaštitu podataka o ličnosti i timovima pravnika prilikom same izgradnje i razvoja modela AI.

Preduzeća mogu u potpunosti iskoristiti tehnološke inovacije uz odgovornu, transparentnu i etičku promenu AI koja je zasnovana na poštovanju GDPR-a, EU AI akta i ostalih relevantnih zakona. Tako se istovremeno štite prava i interesi pojedinaca, ali i šire zajednice. Neophodno je odgovorno pristupiti regulaciji primene AI kako bi se stvorila pouzdana osnova za sticanje i jačanje poverenja javnosti u pogledu načina njene pravične implementacije. Ukoliko ove akcije izostanu postoji opasnost da se produbi jaz i stvori još veće nepoverenje u njenu primenu. Upotreba AI mora poštovati principe održivosti kako bi se stvorilo okruženje u kome pojedinci i kompanije mogu da kreiraju nove inovativne modele koji štite prava ljudi i vode računa o zaštiti podataka o ličnosti.

LITERATURA

- [1] Buha, V., Lečić, R., & Dejanović, M. (2025). Human and artificial intelligence in team work. In XL International Conference INFOTECH 2025 Proceedings (pp. 69–72). Faculty of Project and Innovation Management. <https://infotech.org.rs/proceedings2025>
- [2] Computer Society. (2024). Operationalizing explainable artificial intelligence in the EU regulatory ecosystem. IEEE. <https://www.computer.org/csdl/magazine/ex/2024/04/10489989/1VQbt6wpGWk>
- [3] Cavoukian, A. (2019). Privacy by design: The 7 foundational principles. Information and Privacy Commissioner of Ontario. <https://www.ipc.on.ca/wp-content/uploads/Resources/7foundationalprinciples.pdf>
- [4] CNIL. (2025). Data protection impact assessment (DPIA) guide for high-risk AI applications. <https://www.cnil.fr/en/dpia-high-risk-ai>
- [5] Drata. (2024). Privacy by design is crucial to the future of AI. <https://drata.com/blog/defining-privacy-design>
- [6] DigitalDefynd. (2025). How Amazon integrates AI tools for GDPR compliance. Retrieved September 26, 2025, from <https://www.digitaldefynd.com/article/amazon-ai-gdpr>

- [7] European Data Protection Board. (2024). Guidelines on AI and data protection. https://edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines_en
- [8] European Data Protection Board. (2025). Enforcement report on AI systems and GDPR compliance. https://edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/enforcement-reports_en
- [9] European Leadership. (2025, September 25). AI as a force multiplier: How AI augments human leadership. LinkedIn. <https://lnkd.in/eedgBAcC>
- [10] Gecić Law. (2025, September 26). Navigating AI governance: The EU AI Act and Serbia's strategic alignment. <https://www.geciclaw.com/naAlgating-ai-governance-the-eu-ai-act-and-serbias-strategic-alignment/>
- [11] Government of Serbia. (2025, January 10). Serbia adopts strategy for the development of artificial intelligence for the period 2025–2030. <https://ai.gov.rs/vest/en/1296/serbia-adopts-strategy-for-the-development-of-artificial-intelligence-for-the-period-20252030.php>
- [12] Government of the Republic of Serbia. (2023). Ethical guidelines for the development, application, and use of trustworthy and responsible artificial intelligence. Official Gazette of the Republic of Serbia.
- [13] IBM. (2025). IBM OpenPages: AI governance and GDPR compliance. <https://www.ibm.com/products/openpages>
- [14] KPMG. (2024). The role of data privacy in AI governance. <https://kpmg.com/nl/en/blogs/home/posts/2024/09/the-role-of-data-privacy-in-ai-governance.html>
- [15] Nisevic, M. (2024). Can the AI Act and the GDPR go out for a date? SSRN. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5056022
- [16] Onspring. (2025). Unified Compliance Framework Connector for GDPR compliance. <https://onspring.com/blog/unified-compliance-framework-connector>
- [17] Petrović, Z. (2022). Odnos primene veštačke inteligencije u oblasti rada i zapošljavanja i zaštite podataka o ličnosti u Republici Srbiji. Centar za istraživanje javnih politika. <https://publicpolicy.rs/publikacije/0bcfafa3945529cd1bef050a58f3737d126a8663.pdf>
- [18] Privacy Culture. (2024). The role of the DPO in AI governance within the UK and EU. <https://www.privacyculture.com/news-article/42/the-role-of-the-dpo-in-ai-governance>
- [19] Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation).
- [20] Reuters. (2024). Italy fines OpenAI €15 million for GDPR violation. <https://www.reuters.com/legal/italy-fines-openai-2024>
- [21] Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach (4th ed.). Pearson.
- [22] RSI Security. (2025). Understanding GDPR compliance and the role of a Data Protection Officer (DPO). <https://blog.rsisecurity.com/understanding-gdpr-compliance-and-the-role-of-a-data-protection-officer-dpo/>
- [23] TechGDPR. (2025). The future of responsible AI: The essential role of a Data Officer. <https://techgdpr.com/blog/the-future-of-responsible-ai-the-essential-role-of-a-data-officer/>
- [24] Thoropass. (2024, July 1). The role of a Data Protection Officer in GDPR compliance—a complete guide. Thoropass. <https://thoropass.com/blog/compliance/data-protection-officer/>
- [25] UNDP Serbia. (2025, May 8). Artificial intelligence has the potential to accelerate human development. United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/serbia/news/artificial-intelligence-has-potential-accelerate-human-development>
- [26] Zakon o zaštiti podataka o ličnosti, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 87/2018

**EKOLOŠKI
MENADŽMENT I
ZELENA TRANZICIJA**

BOW-TIE PRISTUP U PROCENI RIZIKA OD POPLAVA I IZGRADNJI OTPORNOSTI

BOW-TIE APPROACH IN FLOOD RISK ASSESSMENT AND RESILIENCE-BUILDING

Jelena Andreja Radaković¹, Dragana Makajić-Nikolić², Nataša Petrović³

^{1,2,3} Univerzitet u Beogradu – Fakultet organizacionih nauka,

¹jelenaandreja.radakovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-8771-8215

²dragana.makajic-nikolic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-0790-6791

³natasa.petrovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-9576-7102

Apstrakt: U radu je predstavljen Bow-Tie pristup u proceni rizika od poplava i jačanju otpornosti zajednice na poplave. Na levoj strani Bow-Tie dijagrama, mapirani su inicijalni hazardi i uzročno-posledični putevi korišćenjem Analize stabla neispravnosti čime su obuhvaćeni meteorološki, hidrološki, infrastrukturni i društveno-organizacioni uzroci poplava. Na desnoj strani dijagrama su prikazane strukturalne preventivne mere i mitigacione barijere korišćenjem Analize stabla događaja, obuhvatajući pripravnost, rano upozorenje, hitan odgovor i oporavak. Na ovaj način Bow-Tie metoda omogućava razvoj akcionih planova za jačanje otpornosti protiv poplava tako što transparentno povezuje tehničke nalaze sa politikama koje su usklađene sa Sendai okvirom za smanjenje rizika od katastrofa 2015-2030 i ciljevima održivog razvoja.

Ključne reči: Bow-tie metoda, Analiza stabla neispravnosti, Analiza stabla događaja, rizik od poplava.

Abstract: The paper presents the Bow-Tie approach to flood risk assessment and strengthening community resilience to floods. On the left side of the Bowtie diagram, initial risks and causal pathways are mapped using Fault Tree Analysis, encompassing meteorological, hydrological, infrastructural, and socio-organizational causes of floods. On the right side of the diagram, structural preventive measures and mitigation barriers are shown using Event Tree Analysis, including preparedness, early warning, emergency response, and recovery. In this way, the Bow-Tie method enables the development of action plans to strengthen flood resilience by transparently linking technical findings with policies aligned with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 and the Sustainable Development Goals.

Keywords: Bow-tie method, Analiza stabla neispravnosti, Analiza stabla događaja, flood risk.

1. UVOD

Hazard je fizički događaj ili proces koji ima potencijal da nanese štetu. Oni se karakterišu brzinom, prostorom, trajanjem i verovatnoćom pojave (Reisinger et al., 2020). Hazardi, čiji je uzročnik voda, utiču na nastanak katastrofa čije posledice se ogledaju kako u ljudskim žrtvama, ugrožavanju javnog zdravlja i ljudskog blagostanja, tako i razaranju infrastrukture i velikim ekonomskim gubicima (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) & United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), 2020). Poplave, prouzrokovane ovim hazardima, zbog svojih posledica zauzimaju treće mesto među prirodnim katastrofama sa najtežim posledicama. Povećanje rizika od poplava širom sveta, a koje će se nastaviti u budućnosti, prouzrokovano je porastom populacije, degradacijom ekosistema i klimatskim promenama, uzrocima koji zajedno dovode do povećanja frekvencije i jačine oluja, intenziteta ekstremnih padavina i porasta nivoa mora (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2007). U Sendai okviru za smanjenje rizika od katastrofa (*Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*) prioritet se daje razumevanju rizika, ulaganju u otpornost zajednica i povećanju pripremljenosti za efektivni odgovor na katastrofe i oporavak od katastrofa (United Nations Office for Disaster Risk Reduction [UNDRR], 2015; UNDRR, 2020). Tradicionalne studije procene rizika od poplava često se fokusiraju samo na frekvenciju i jačinu hazarda. U realnim situacijama rizik nastaje usled povezanih hazarda, kao što su ekstremni vremenski i hidrološki uslovi, stanje infrastrukture i način reagovanja stanovništva i institucija u ovim situacijama, a koji svi funkcionišu u uslovima neizvesnosti. Nedavne procene rizika od poplava pokazuju rastuće složene i kaskadne rizike za sisteme (posebno urbane) kao posledice ekstremnih padavina i oluja nastalih usled dejstva klimatskih promena, te stoga naglašavaju potrebu za alatima koji mogu da pojednostave tumačenja zavisnosti ovih događaja, rangiraju prioritete i daju transparentne mogućnosti za donošenje odluka (IPCC, 2022).

Bow-tie pristup omogućava da se ova problematika prevaziđe tako što povezuje Analizu stabla neispravnosti (*Fault Tree Analysis – FTA*) koja prikazuje uzroke koji dovode do neželjenog/vršnog događaja odnosno poplave, sa Analizom stabla događaja (*Event Tree Analysis – ETA*) koja prikazuje barijere koje se aktiviraju nakon poplave, u jednu vizuelizaciju putem dijagrama koji je orijentisan na donošenje odluka. Prvobitno je ova metoda bila popularizovana u visoko rizičnim industrijama, dok se sada može posmatrati kao generalni vodič za bezbednost, jer Bow-Tie dijagram omogućava da se struktuiranju pretnje, barijere i posledice na jasan način koji omogućava donosiocima odluka transparentan alat za odlučivanje (Rail Safety and Standards Board [RSSB], n.d.; UK Government, 2018).

2. BOW-TIE METODA

Bow-Tie metoda se koristi za procenu rizika i kao alat za upravljanje rizikom tako što vizuelno predstavlja odnose između hazarda, njihovih uzroka, potencijalnih posledica i

kontrola. Ova metoda predstavlja kvalitativnu analizu koja obuhvata tehnike upravljačkih sistema i koristi se u slučajevima kada kvantitativni pristup nije moguć. Prednost ove metode i njena primenljivost se ogledaju u jednostavnom i lakom razumevanju dijagrama koji predstavlja kombinaciju uzroka (FTA) i posledica (ETA) (Goyal, 2025). Metoda je nazvana po leptir mašini na koju podseća oblik dijagrama. Svi *Bow-tie* dijagrami se sastoje od četiri osnovna elementa: leve strane, desne strane, centra (čvora) i barijera. Centar se uobičajeno odnosi na *vršni događaj*, *kritični događaj* ili *centralni događaj*. Na levoj strani dijagrama se nalaze *uzroci* ili *pretnje* koje dovode do vršnog događaja. Na desnoj strani su *posledice* ili *uticaji* koji nastaju usled vršnog događaja, u centru je vršni događaj, a u dijagramu su i *barijere*. Barijere su *preventivne* (leva strana) i *mitigacione* (desna strana). U dijagram mogu da se dodaju i *faktori eskalacije* – mogućnost da barijere ne funkcionišu adekvatno. Opšti *Bow-tie* dijagram sa preventivnim i mitigacionim barijerama prikazan je na Slici 1, na kojoj se nalazi i element *hazard* koji predstavlja izvor potencijalne štete odnosno opasnosti koja može da dovede do neželjenih izlaza ako se izgubi kontrola.



Slika 1: Opšti *Bow-tie* dijagram sa preventivnim i mitigacionim barijerama

Izvor: Batalini de Macedo et al., 2025

3. PRIMENA *BOW-TIE* METODE U ANALIZI RIZIKA I OTPORNOSTI NA URBANE POPLAVE: STUDIJA SLUČAJA

Opšte je prihvaćeno da *Bow-tie* pristup može da se primeni u metodi procene rizika, s obzirom da njegov dijagram ne samo da prikazuje preventivne i mitigacione barijere kao i njihove interakcije, već takođe služi kao korisni alat za donošenje odluka zasnovanih na informacijama o riziku jer pruža vizuelizovane i rangirane rizike s ciljem olakšavanja implementacije strategija bezbednosti i otpornosti (Analouei et al., 2020). Imajući ovo u vidu, autori Batalini de Macedo i ostali (2025) su implementirali *Bow-tie* metodologiju da bi procenili faktore rizika povezane sa poplavama u urbanim oblastima, te identifikovali potencijalne aktivnosti u upravljanju rizikom radi prevencije i mitigacije rizika. Radi razvoja *Bow-tie* dijagrama definisali su paralelu pretnje i posledica sa komponentama

rizika, kao i paralelu barijera sa komponentama otpornosti za hazard „jaka oluja“ i vršni događaj „urbane poplave“ (Tabela 1 i Tabela 2).

Tabela 1: Paralela pretnji i posledica sa komponentama rizika za hazard „jaka oluja“ i vršni događaj „urbane poplave“

Pretnje i posledice	Opis	Komponenta rizika
Pretnja	• Klimatske promene • Niska infiltracija zemljišta (povećano formiranje površinskog oticaja) • Zauzimanje poplavnih ravni/neregularna (nekontrolisana) izgradnja u poplavnim područjima • Nedovoljno (zanemareno) održavanje sistema za odvodnjavanje • Nepostojanje urbanog sistema odvodnjavanja/nedovoljno dimenzionisani sistem • Loš /neadekvatan sistem sakupljanja otpada	Hazard Hazard Ranjivost Izloženost Izloženost Ranjivost
Posledice	• Osobe bez skloništa/na otvorenom • Povrede ili smrtni ishodi • Štete urbane infrastrukture • Klizište • Prelivanje sistema odvodnjavanja • Prelivanje kanalizacionog sistema/otpadnih voda • Kontaminacija gradskih reka • Širenje bolesti	Izloženost Izloženost Izloženost Hazard Ranjivost i hazard Ranjivost i hazard Ranjivost i hazard Ranjivost i hazard

Izvor: Batalini de Macedo et al. (2025)

Tabela 2: Paralela barijera sa komponentama otpornosti za hazard „jaka oluja“ i vršni događaj „urbane poplave“

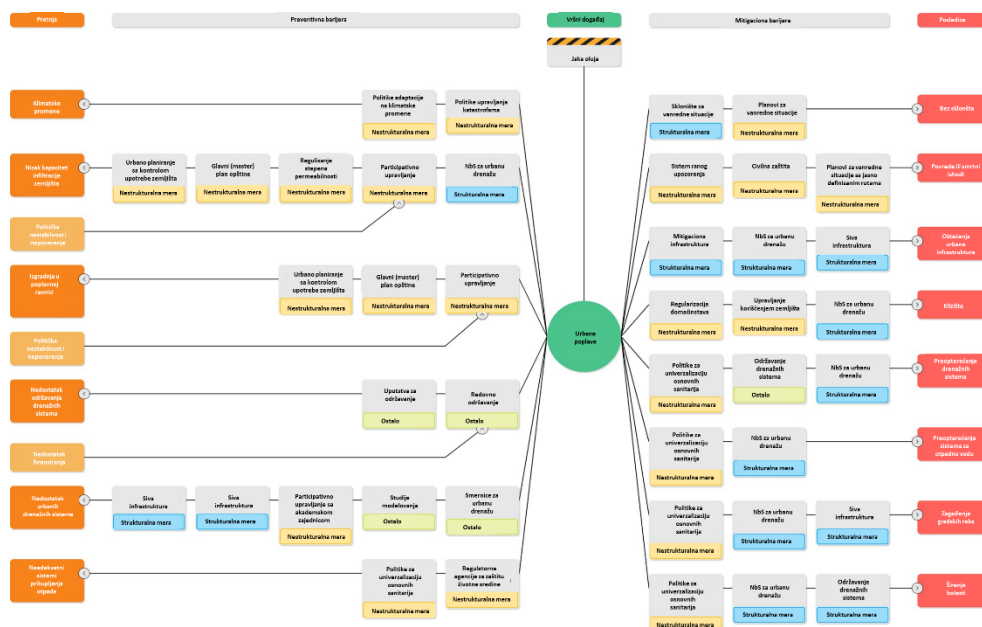
Barijera	Opis	Vrsta	Komponenta otpornosti
Civilna zaštita	Nestrukturalna mera	Mitigaciona	Kapacitet za suočavanje
Politike prilagođavanja klimatskim promenama	Nestrukturalna mera	Preventivna	Adaptivni i transformacioni kapacitet

Politike u oblasti katastrofa	Nestrukturalna mera	Preventivna	Adaptivni kapacitet
Sistem ranog upozorenja	Nestrukturalna mera	Mitigaciona	Kapacitet za suočavanje
Planovi za vanredne situacije	Nestrukturalna mera	Mitigaciona	Kapacitet za suočavanje
Planovi za vanredne situacije sa jasno definisanim rutama	Nestrukturalna mera	Mitigaciona	Kapacitet za suočavanje
Sklonište za vanredne situacije	Strukturalna mera	Mitigaciona	Kapacitet za suočavanje
Regulatorne agencije za zaštitu životne	Nestrukturalna mera	Preventivna	Transformacioni kapacitet
Redovno održavanje	Ostalo	Preventivna	Adaptivni kapacitet
Siva infrastruktura	Strukturalna mera	Preventivna i mitigaciona	Adaptivni kapacitet
Regularizacija domaćinstava	Nestrukturalna mera	Mitigaciona	Adaptivni kapacitet
Upravljanje korišćenjem zemljišta	Nestrukturalna mera	Mitigaciona	Adaptivni kapacitet
Smernice za održavanje	Ostalo	Preventivna	Adaptivni kapacitet
Održavanje drenažnih sistema	Ostalo/Strukturalna mera	Mitigaciona	Kapacitet za suočavanje i adaptivni kapacitet
Mitigaciona infrastruktura	Strukturalna mera	Mitigaciona	Kapacitet za suočavanje i adaptivni kapacitet

Studije modelovanja	Ostalo	Preventivna	Adaptivni kapacitet
Glavni (master) plan opštine	Nestrukturalna mera	Preventivna	Adaptivni i transformacioni kapacitet
Rešenja zasnovana na prirodi (<i>Nature-based solutions</i> – NbS) za urbanu drenažu	Strukturalna mera	Preventivna i mitigaciona	Kapacitet za suočavanje i adaptivni kapacitet
Participativno upravljanje	Nestrukturalna mera	Preventivna	Transformacioni kapacitet
Participativno upravljanje sa akademskom zajednicom	Nestrukturalna mera	Preventivna	Transformacioni kapacitet
Regulisanje stepena permeabilnosti	Nestrukturalna mera	Preventivna	Adaptivni kapacitet
Politike za univerzalizaciju osnovnih sanitarija	Nestrukturalna mera	Preventivna i mitigaciona	Adaptivni i transformacioni kapacitet
Smernice za urbanu drenažu	Ostalo	Preventivna	Adaptivni kapacitet
Urbanističko planiranje uz kontrolu namene zemljišta	Nestrukturalna mera	Preventivna	Adaptivni i transformacioni kapacitet

Izvor: Batalini de Macedo et al. (2025)

Konstruisan *Bow-tie* dijagram za hazard „jaka oluja“ i vršni događaj „urbane poplave“ prikazan je na Slici 2. Dijagram omogućava vizuelizaciju celog vršnog događaja „urbane poplave“, a ne samo uvid u fizičke komponente hazarda i izloženosti rizicima, već se posebno fokusira na komponente ranjivosti, kako društvene tako i one koje se odnose na kapacitete (političke, društvene i institucionalne, a koji su potrebni za upravljanje rizikom) te tako poboljšava i otpornost. Ovo se direktno prevodi u prva dva akciona prioriteta predstavljena u Sendai okviru (UNDRR, 2015): prioritet 1 – razumevanje rizika od katastrofa i prioritet 2 – jačanje upravljanja rizikom od katastrofa radi njegovog upravljanja.



Slika 2: Bow-tie dijagram za hazard „jaka oluja“ i vršni događaj „urbane poplave“

Izvor: Batalini de Macedo et al., 2025

4. ZAKLJUČAK

U radu je prikazano na osnovu studije slučaja kako *Bow-tie* pristup povezuje uzroke (FTA) sa preventivnim i mitigacionim barijerama (ETA), nudeći transparentnu osnovu i okvir za donošenje odluka u procenu rizika od poplava i izgradnji otpornosti. Dobijeni rezultati, u skladu sa nalazima autora Batalini de Macedo i ostali (2025), mogu da se direktno prevedu u uputstva za lokane uprave u borbi protiv poplava, usklađena sa Sendai okvirom i monitoringom ciljeva održivog razvoja.

Ono što se svakako može zaključiti je da *Bow-tie* metoda predstavlja koristan i dobar vizuelni okvir za kvalitativno mapiranje uzroka, posledica i preventivnih i mitigacionih barijera u slučaju poplava. Ograničenja se odnose na sigurnosne barijere (Labib, 2021), kao i na činjenicu da ovaj pristup ne obezbeđuje kvantitativnu analizu niti rangiranje u smislu sekvenci sigurnosnih barijera kojima nisu dodeljene težine te je na taj način onemogućena njihova prioritizacija (da Silva et al., 2024).

LITERATURA

- [13] Analouei, R., Taheriyoun, M., & Safavi, H. R. (2020). Risk assessment of an industrial wastewater treatment and reclamation plant using the bow-tie method. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(1), 33. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7995-x>

- [14] Batalini de Macedo, M., Fava, M. C., da Silva, L. B. L., & Alencar, M. H. (2025). *A comprehensive risk and resilience analysis of urban flood disasters chain based on Bowtie diagram and Sendai Framework*. Integrating nature-based solutions into urban flood risk and resilience analysis: A bowtie and sendai framework approach. *Environmental Science & Policy*, 172, 104208. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2025.104208>
- [15] Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), & United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2020). *The human cost of disasters: An overview of the last 20 years (2000–2019)*. UNDRR. <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>
- [16] da Silva, L. B. L., Jones, D., Alencar, M. H., de Almeida, A. T., & Labib, A. (2024). Multidimensional prioritization of flood mitigation barriers based on resilience and bowtie modelling. In *ESREL 2024: European Safety and Reliability Conference, Collection of Extended Abstracts (Part 2)* (pp. 61–62). Jagiellonian University, Cracow, Poland.
- [17] Goyal, J. (2025, January 31). *Visualizing Risk: Bowtie Method for Enhanced Safety and Risk Assessment*. AsInt, Inc. <https://asint.net/visualizing-risk-bowtie-method-for-enhanced-safety-and-risk-assessment/>
- [18] Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- [19] Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. (2022). *Summary for policymakers*. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf
- [20] Labib, A. (2021). Towards a new approach for managing pandemics: Hybrid resilience and bowtie modelling. *Safety Science*, 139, 105274. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105274>
- [21] Rail Safety and Standards Board – RSSB. (n.d.). *Bowtie hub*. <https://www.rssb.co.uk/safety-and-health/guidance-and-good-practice/bowties>
- [22] Reisinger, A., Howden, M., Vera, C., Garschagen, M., Hurlbert, M., Kreibiehl, S., Mach, K. J., Mintenbeck, K., O'Neill, B., Pathak, M., Pedace, R., Pörtner, H.-O., Poloczanska, E., Rojas Corradi, M., Sillmann, J., Van Aalst, M., Viner, D., Jones, R., & Bureau members, authors, and Technical Support Units of the Working Groups of the sixth assessment cycle. (2020). *The concept of risk in the IPCC Sixth Assessment Report*. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/01/The-concept-of-risk-in-the-IPCC-Sixth-Assessment-Report.pdf>
- [23] UK Government. (2018, June 26). *BowTie: A visual tool to keep an overview of risk management practices*. <https://www.gov.uk/government/news/bowtie-a-visual-tool-to-keep-an-overview-of-risk-management-practices>
- [24] United Nations Office for Disaster Risk Reduction – UNDRR. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. UNDRR. <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- [25] United Nations Office for Disaster Risk Reduction – UNDRR. (2020, October 13). *The human cost of disasters: An overview of the last 20 years (2000–2019)*. <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>

KLIMATSKE PROMENE I ODRŽIVI EKOLOŠKI MENADŽMENT

CLIMATE CHANGE AND SUSTAINABLE ECOLOGICAL
MANAGEMENTUroš Drobnjaković¹, Marko Ćirović²^{1,2} Univerzitet u Beogradu-Fakultet organizacionih nauka,¹urosdrob@yahoo.com, ORCID: 0009-0000-9665-2502²marko.cirovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-5073-3902

Apstrakt: Klimatske promene predstavljaju jedan od vodećih problema u društvu 21. veka. Uticaj klimatskih promena je višestruk i pogađa sve delove ekosistema narušavajući tako više milenijumski balans koji postoji u prirodi. Ljudska vrsta predstavlja jedan od glavnih akceleratora klimatskih promena. Međutim, ključ rešenja ovog problema nalazi se upravo u onom koji je problem i stvorio: u čoveku. Konkretno, u znanju i svesti o mogućim posledicama za buduća pokolenja. Takva znanja su sublimirana u održivom ekološkom menadžmentu. Održivi ekološki menadžment, kao deo održivog razvoja, ima za cilj zaštitu i unapređenje životne sredine kroz specifičan spoj ekologije, politike, planiranja i društvenog razvoja. Kroz ovaj rad, biće prikazan značaj i uticaj održivog ekološkog menadžmenta u oblasti klimatskih promena, kao i osvrt na njegov potencijalni značaj u budućnosti kroz studiju slučaja.

Ključne reči: zaštita životne sredine, klimatske promene, ekološki menadžment, globalno zagrevanje

Abstract: Climate change represents one of the leading problems in 21st-century society. Its impact is multifaceted, affecting all parts of the ecosystem and thereby disrupting the millennia-old balance that exists in nature. The human species is one of the main accelerators of climate change. However, the key to solving this problem lies precisely with the very agent that created it: humans. Specifically, it lies in knowledge and awareness of the potential consequences for future generations. Such knowledge is embodied in sustainable environmental management. Sustainable environmental management, as part of sustainable development, aims to protect and improve the environment through a specific combination of ecology, policy, planning, and social development. This paper will present the importance and impact of sustainable environmental management in the context of climate change, as well as consider its potential significance for the future through a case study.

Keywords: environmental protection, climate change, environmental management, global warming

1.UVOD

Dugo se smatralo da ljudska aktivnost ne utiče značajno na klimatske promene, sve do devedestih godina prošlog veka kada su naučnici počeli da ističu globalni karakter ekoloških problema (Bornmann et al., 2022; Petrović, 2016). Današnje društvo, suočeno je sa velikim problemima koje predstavljaju direktnu posledicu viševjekovnog zagađivanja životne sredine putem emisije otrovnih gasova koje čovek koristi u industriji. Klimatske promene predstavljaju direktnu pretnju opstanku vrsta i očuvanju integriteta ekosistema širom zemaljske kugle (Hulme, 2005). Nagli porast stanovništva tokom 20. veka, neprestano smanjivanje raspoloživih prirodnih resursa i životnog prostora, upozoravaju današnjeg čoveka da mora doći do korenite promene u njegovom odnosu prema prirodi. Klimatske promene predstavljaju i veliku opasnost po zdravlje čoveka, što se najviše oseća među siromašnom populacijom u zemljama sa niskim i srednjim prihodima (Scheelbeek et al., 2021).

Kao jedan od glavnih odgovora na ovakva dešavanja javlja se održivi ekološki menadžment. Prema Programu Ujedinjenih nacija za životnu sredinu (United Nations Environmental Programme, u daljem tekstu UNEP), održivi ekološki menadžment ima za cilj da uskladi ljudske potrebe za dugoročnim zdravljem kroz odgovorno korišćenje prirodnih resursa, da bi oni bili dostupni i budućim generacijama. U održivi ekološki menadžment moraju biti uključeni svi koji su zainteresovani za proces planiranja i primenu adaptivnih strategija upravljanja radi očuvanja osnovnih funkcija ekosistema, uz minimalnu degradaciju istog (Patterson, 2024).

2. KLIMATSKE PROMENE

„Klimatske promene su najozbiljniji problem sa kojim se danas suočavamo: čak ozbiljniji od pretnje terorizmom“ (King, 2004). Klimatske promene predstavljaju dugoročnu promenu globalne prosečne temperature i vremenskih uslova na Zemlji (Masson-Delmotte et al., 2018). Klimatske promene mogu biti rezultat nekih prirodnih ili unutrašnjih procesa, spoljašnjih faktora ili ljudskih uticaja (Change, 2022).

Okvirna konvencija Ujedinjenih nacija o klimatskim promenama (UNFCCC) definiše klimatske promene kao *„promenu klime koja se direktno ili indirektno pripisuje ljudskoj aktivnosti; koja menja sastav globalne atmosfere, a koja je pored prirodne klimatske varijabilnosti primećena tokom uporedivih vremenskih perioda“*. UNFCCC na taj način razlikuje klimatske promene čiji je uzrok ljudska aktivnost i klimatske promene koje su rezultat prirodnih promena (Poloczanska et al., 2022). Upravo je iz tih razloga oformljen Međuvladin panel o klimatskim promenama (Intergovernmental Panel on Climate Change, u daljem tekstu IPCC), međuvladino telo UN koje ima za cilj da proceni rizik od klimatskih promena koje su uzrokovane ljudskom aktivnošću.

Naučnici smatraju da je globalno zagrevanje, ništa drugo do „efekat staklene bašte“, odnosno, da se radi o zagrevanju koje nastaje kada atmosfera zadržava toplotu koja zrači sa Zemlje prema svemiru. Oko 90% ove toplote apsorbuju gasovi sa efektom staklene bašte, usporavajući napuštanje toplote sa Zemljine površine. Četiri glavna gasa koja doprinose efektu staklene bašte su: ugljen-dioksid (CO_2), metan, azotni oksid i hloroflukarobni (CFC). Stalni porast emisija gasova staklene bašte usled ljudskih aktivnosti glavni je pokretač klimatskih promena, dok su sagorevanje fosilnih goriva i industrijske aktivnosti uzročnici povećanja nivoa CO_2 za skoro 50% od 1750. godine. Koncentracija metana i azotnih oksida takođe je povećana (Shivanna, 2022). Tako da se trenutno, globalno zagrevanje ne može pripisati određenim promenama u Sunčevom zračenju. Shodno tome zaključuje se da je glavni uzrok povećanja globalnog zagrevanja upravo čovek.

IPCC na osnovu svojih godišnjih izveštaja, procenjuje se da su ljudske aktivnosti uzrokovale porast globalne prosečne temperature od približno 1.0°C u odnosu na period pre industrijske revolucije, sa opsegom od 0.8°C do 1.2°C . Veruje se da će globalno zagrevanje dostići porast od 1.5°C između 2030. i 2052. godine ako globalna prosečna temperatura nastavi da raste trenutnom brzinom. Procenjuje se da ukoliko u narednim decenijama dođe do globalnog zagrevanja od 2°C , posledice bi mogle biti trajne; i nepovratno uticati na biodiverzitet (Ruane, 2024). Iz tih razloga, javlja se potreba da čovek u potpunosti transformiše svoj uticaj na klimatske promene.

3. EKOLOŠKI MENADŽMENT I ODRŽIVI EKOLOŠKI MENADŽMENT

Jedan od najvažnijih pristupa u očuvanju i poboljšanju životne sredine jeste ekološki menadžment. Ekološki menadžment predstavlja sveobuhvatan pristup zaštiti i očuvanju životne sredine (Barrow, 2006). On obuhvata strategije usmerene ka zaštiti prirodnih resursa, smanjenju zagađenja, očuvanju ekosistema i podsticanju održivog razvoja. Ovo uključuje kreiranje politika, praćenje kvaliteta životne sredine, sprovođenje mera zaštite i edukacije javnosti o ekološkim ciljevima (Barrow, 2006). Dakle može se reći da je ekološki menadžment skup svih ljudskih aktivnosti koji mogu imati uticaj na životnu sredinu.

Iako su naizgled slični, pojmovi ekološki menadžment i održivi ekološki menadžment nisu identični. Ekološki menadžment predstavlja svojevrstan okvir za ublažavanje i minimiziranje uticaja ljudskih aktivnosti na životnu sredinu, pri čemu je fokus na poštovanju propisa i prevenciji zagađenja. Sa druge strane, održivi ekološki menadžment predstavlja širi pojam, koji prevazilazi samo upravljanje životnom sredinom i aktivno radi na unapređenju i zaštiti zdravlja i ekosistema. Održivi ekološki menadžment nudi poboljšanje i održavanje životne sredine za buduće generacije kroz zaštitu biodiverziteta, obnovu ekosistema i ekonomiju. Ekološki menadžment se fokusira na upravljanje životnom sredinom, dok se održivi ekološki menadžment fokusira na njegovo negovanje radi dugoročne održivosti (UNEP, 2025).

Održivi ekološki menadžment ili menadžment ekosistema, predstavlja jednu vrstu humanističkog (holističkog) pristupa koji je usmeren na očuvanje i obnavljanju ekosistema, uz istovremeno balansiranje sa ekološkim, ekonomskim i društvenim potrebama. Ovakav pristup ključan je za adaptaciju na klimatske promene i obezbeđivanje i održavanje čiste vode, plodnog zemljišta i očuvanja biodiverziteta (UNEP, 2025). Brojne globalne ekonomije u fokus su stavile održivi ekološki menadžment i smanjenje posledica globalnog zagrevanja (Li et al., 2023).

4. STUDIJA SLUČAJA: KLIMATKSE PROMENE I ODRŽIVI EKOLOŠKI MENADŽMENT

U okviru ove studije slučaja biće analizirani primeri održivog ekološkog menadžmenta i njegovog značaja u tri različite ekosistemske oblasti: baseni, okeani i močvare. Sve tri vrste ekosistema su od krucijalnog značaja za opstanak čovečanstva i ključan faktor za klimatske promene.

4.1 Amazon i basen Konga

Više od 400 miliona hektara tropskih šuma koristi se za proizvodnju drveta, što čini više od polovine preostalog globalnog šumskog fonda (Brandt, Nolte, & Agrawal, 2016). Amazon i basen Konga predstavljaju najveće tropske šume sveta. One su bogate biodiverzitetom i smatraju se ključnim za regulaciju klime (Lorenzo & González, 2019). Međutim, deforestacija, infrastrukturni razvoj, poljoprivreda i rudarenje ugrožavaju otpornost ovih ekosistema i njihov kapacitet da ublaže klimatske promene (Lorenzo & González, 2019). Održivi ekološki menadžment u ovim regionima podrazumeva integrisane pristupe koji povezuju očuvanje biodiverziteta, smanjenje emisije otrovnih gasova i unapređenje života lokalnih zajednica.

4.2 Okeani

Okeani apsorbuju preko 90% toplote i trećinu emisija CO₂ nastalih globalnim zagrevanjem. To dovodi do zagrevanja, povećavanja kiselosti okeana, smanjenja kiseonika i gubitka biodiverziteta, kao i do porasta nivoa mora (Frazão Santos et al., 2024). Strategije za obnovu morskih ekosistema pokazuju da je oporavak moguć do 2050. godine ukoliko se primene zaštitni i restaurativni programi (Duarte et al., 2020; Leadley et al., 2022).

Održivi ekološki menadžment okeana podrazumeva integrisan pristup koji povezuje ribolov, morski transport, energetiku i turizam, kao i uključivanje lokalnih zajednica u donošenje odluka. Programi poput Sustainable Ocean Plans imaju za cilj upravljanje nacionalnim vodama na održivi način, kroz zaštitu ekosistema, smanjenje emisija CO₂,

održivi ribolov i balansiranje između privrednih i ekoloških ciljeva (Frazão Santos et al., 2024).

Takav pristup ne štiti samo ekosistemski kapital, već doprinosi i globalnim ciljevima smanjenja emisije CO₂ i ograničavanju porasta temperature. Ovo čini održivi ekološki menadžment okeana ključnim za buduću održivu ekonomiju (Frazão Santos et al., 2024).

4.3 Močvare

Urbanizacija predstavlja značajnu pretnju vlažnim staništima u blizini velikih gradova (Čonić & Čirović, 2023). Močvare pružaju vodu, hranu, energiju, skladište CO₂ i ublažavaju klimatske promene, a njihov broj je od 1970. do danas smanjen za čak 35%. To dovodi do ugrožavanja resursa i lokalnih zajednica (UNDP, 2025).

Održivi ekološki menadžment močvara podrazumeva upravljanje resursima, diversifikaciju prihoda i primenu obnovljivih izvora energije, uključujući projekte poput prečišćavanja vode, pčelarstva i obnovu mangrova. Aktivno uključivanje lokalnog stanovništva i edukacija, ključni su za dugoročnu otpornost i smanjenje negativnih uticaja na prirodu. Takve inicijative pokazuju da močvare predstavljaju vitalni deo strategije održivog ekološkog menadžmenta i borbe protiv klimatskih promena (UNDP, 2025).

5. ZAKLJUČAK

Analiza različitih ekosistema - šumskih basena, okeana i močvara, pokazuje da klimatske promene predstavljaju ozbiljnu pretnju globalnoj stabilnosti ekosistema, biodiverzitetu i ljudskim zajednicama. Nagli porast temperature, povećane emisije gasova staklene bašte i degradacija prirodnih staništa povećavaju rizik od trajnih ekoloških i socijalnih posledica. Takve posledice uključuju gubitak vrsta, smanjenje resursa i ugrožavanje egzistencije lokalnih zajednica.

U tom kontekstu, održivi ekološki menadžment se nameće kao efikasno rešenje jer omogućava integrisan i holistički pristup očuvanju i obnovi ekosistema, balansirajući ekološke, ekonomske i socijalne potrebe (UNEP, 2025).

U tropskim šumama Amazona i basena Konga, on doprinosi očuvanju biodiverziteta, smanjenju emisija gasova i uključivanju lokalnih zajednica, čime se jača otpornost ekosistema i njihova uloga kao globalnih klimatskih stabilizatora. Slično, u okeanima, integrisani pristupi koji povezuju ribolov, transport, energetiku i turizam, uz lokalno učešće, omogućavaju očuvanje ekosistema, smanjenje emisija CO₂ i postizanje globalnih klimatskih ciljeva. U močvarama, održivi ekološki menadžment se sprovodi kroz obnovljive izvore energije, upravljanjem prirodnim resursima i edukacijom lokalnog stanovništva, čime se obezbeđuje dugoročna otpornost i ublažavanje negativnih efekata klimatskih promena.

Sve ove primere povezuje činjenica da održivi ekološki menadžment nije samo strategija očuvanja životne sredine, već i ključni instrument u borbi protiv klimarskih promena. Njegova primena omogućava smanjenje emisija, očuvanje biodiverziteta, obnovu degradiranih staništa i jačanje otpornosti ljudskih i prirodnih sistema. Time se dokazuje da održivi ekološki menadžment predstavlja jedno od najefikasnijih rešenja za postizanje dugoročne održivosti, kako ekološke, tako i društveno-ekonomske i da postavlja temelje za buduću klimatski otpornu i održivu ekonomiju.

LITERATURA

- [1] Barrow, C. (2006). Environmental management for sustainable development. Routledge.
- [2] Bornmann, L., Haunschild, R., Boyack, K., Marx, W., & Minx, J. C. (2022). How relevant is climate change research for climate change policy? An empirical analysis based on Overton data. *PLOS ONE*, 17(9), e0274693. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274693>
- [3] Brandt, J. S., Nolte, C., & Agrawal, A. (2016). Deforestation and timber production in Congo after implementation of sustainable forest management policy. *Land Use Policy*, 52, 213–225. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.12.016>
- [4] Change, C. (2022). Mitigating Climate Change. *Working Group III contribution to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Intergovernmental Panel On Climate Change. Geneva, Switzerland.
- [5] Čonić, I., & Čirović, M. (2023). Vlažna staništa Ada Huje i mogućnosti njihove ekološke revitalizacije. „XIV Skup privrednika i naučnika, Digitalni i zeleni razvoj privrede“, 6–7. novembar, 2023, Beograd, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, 169–176.
- [6] Duarte, C. M., Agusti, S., Barbier, E., Britten, G. L., Castilla, J. C., Gattuso, J. P., ... & Worm, B. (2020). Rebuilding marine life. *Nature*, 580(7801), 39-51. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2146-7>
- [7] Frazão Santos, C., Agardy, T., Crowder, L. B., Day, J. C., Pinsky, M. L., Himes-Cornell, A., ... & Gissi, E. (2024). Key components of sustainable climate-smart ocean planning. *Ocean Sustainability*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1259-6>
- [8] Hulme, P. E. (2005). Adapting to climate change: Is there scope for ecological management in the face of a global threat? *Journal of Applied Ecology*, 42(5), 784–794. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01082.x>
- [9] King, D. A. (2004). Climate change science: Adapt, mitigate, or ignore? *Science*, 303, 176–177. <https://doi.org/10.1126/science.1094329>
- [10] Leadley, P., Gonzalez, A., Obura, D., Krug, C. B., Londoño-Murcia, M. C., Millette, K. L., ... & Xu, J. (2022). Achieving global biodiversity goals by 2050 requires urgent and integrated actions. *One earth*, 5(6), 597-603. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.05.009>
- [11] Li, M., Badeeb, R. A., Dogan, E., Gu, X., & Zhang, H. (2023). Ecological footprints and sustainable environmental management: A critical view of China's economy. *Journal of Environmental Management*, 347, 116924. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118994>
- [12] Lorenzo, C., & González, J. H. (2019). *The Global Environment Facility and Latin American Countries*. In *Latin America in Times of Global Environmental Change* (pp. 1-14). Cham: Springer International Publishing.
- [13] Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., ... & Waterfield, T. (2018). Global warming of 1.5 C. *An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas*

- emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.* Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland.
- [14] Milena, B. (2025). *Climate change direct and indirect impacts on biodiversity in the Congo Basin: a multi-dimensional approach*. Sapienza University of Rome.
 - [15] Patterson, N. (2024). *What is environmental sustainability? Goals with examples*. Southern New Hampshire University.
 - [16] Petrović, N. (2016). *Ekološki menadžment*. Univerzitet u Baogradu. Fakultet organizacionih nauka.
 - [17] Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., & Rama, B. (Eds.). (2022). Annex II: Glossary (u *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*). Cambridge University Press.
 - [18] Ruane, A. C. (2024). *Synthesis report of the IPCC sixth assessment report (AR6)*. Intergovernmental Panel On Climate Change. Geneva, Switzerland.
 - [19] Scheelbeek, P. F. D., Dangour, A. D., Jarmul, S., Turner, G., Sietsma, A. J., Minx, J. C., Callaghan, M., Ajibade, I., Austin, S. E., & Biesbroek, R. (2021). The effects on public health of climate change adaptation responses: A systematic review of evidence from low- and middle-income countries. *Environmental Research Letters*, 16(7), 073001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac092c>
 - [20] Shivanna, K. R. (2022). Climate change and its impact on biodiversity and human welfare. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 88(2), 160–171. <https://doi.org/10.1007/s43538-022-00073-6>
 - [21] United Nations Development Programme. (2025). *Safeguarding wetlands: A natural solution for climate action and peacebuilding*. Preuzeto 2. septembra 2025, <https://www.undp.org/stories/safeguarding-wetlands>
 - [22] United Nations Environment Programme. (UNEP) (2025). Ecosystem management. UNEP. Preuzeto 2. septembra 2025, sa <https://www.unep.org/topics/nature-action/conservation-sustainable-use-nature/ecosystem-management>

OBUKA I EDUKACIJA ZAPOSLENIH ZA SPROVOĐENJE EKOLOŠKIH POSLOVNIH PRAKSI

TRAINING AND EDUCATION OF EMPLOYEES FOR THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL BUSINESS PRACTICES

Nikola Đorđević¹, Marko Ćirović²

^{1,2} Univerzitet u Beogradu Fakultet organizacionih nauka,

¹nd20243481@student.fon.bg.ac.rs

²marko.cirovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-5073-3902

Apstrakt: Održivo poslovanje postaje sve važniji zahtev savremenih organizacija, koje nastoje da usklade ekonomske ciljeve sa očuvanjem prirodnih resursa i društvenom odgovornošću. U tom kontekstu, obuka i edukacija zaposlenih imaju presudnu ulogu, jer omogućavaju razvoj znanja, veština i stavova koji podstiču primenu ekološki odgovornih praksi u svakodnevnom radu. Rad analizira značaj obuke i edukacije zaposlenih za održavanje ekološke poslovne prakse, sa posebnim naglaskom na zelenu obuku kao deo koncepta Green HRM. Kroz pregled relevantnih istraživanja prikazano je kako obuka utiče na ponašanje zaposlenih, njihovu motivaciju i spremnost da usvajaju održive navike, ali i na jačanje konkurentnosti i imidža organizacije. Rezultati pokazuju da je zelena obuka najefikasnija kada je povezana sa širim organizacionim ciljevima i kulturom, jer tada prelazi granice klasičnog profesionalnog razvoja i postaje strateški instrument za dugoročan razvoj i očuvanje životne sredine.

Ključne reči: obuka zaposlenih, edukacija zaposlenih, zelena obuka, Green HRM, održiva poslovna praksa, organizaciona kultura

Abstract: Sustainable business has become an increasingly important requirement for modern organizations that seek to balance economic goals with the preservation of natural resources and social responsibility. In this context, employee training and education play a crucial role, as they enable the development of knowledge, skills, and attitudes that encourage the application of environmentally responsible practices in everyday work. This paper analyzes the importance of training and education of employees for maintaining environmental business practices, with a special focus on green training as part of the Green HRM concept. Through a review of relevant studies, the paper highlights how training influences employee behavior, motivation, and willingness to adopt sustainable habits, as well as its contribution to strengthening organizational competitiveness and image. The results show that green training is most effective when it is aligned with broader organizational goals and culture, as it then transcends traditional professional development and becomes a strategic instrument for long-term growth and environmental protection.

Keywords: *employee training, employee education, green training, Green HRM, sustainable business practice, organizational culture*

1. UVOD

Savremeno poslovno okruženje suočava se sa brojnim izazovima koji proističu iz ekoloških promena, društvenih očekivanja i novih regulativa u oblasti zaštite životne sredine. Organizacije se sve više nalaze pred zahtevom da pored ekonomske efikasnosti razvijaju i održive prakse, kako bi obezbedile dugoročan razvoj i društvenu odgovornost. U tom procesu ključnu ulogu imaju zaposleni, jer upravo oni kroz svakodnevne aktivnosti mogu direktno uticati na smanjenje ekološkog otiska i unapređenje poslovanja. Zato obuka i edukacija zaposlenih postaju nezaobilazni instrumenti koji povezuju poslovne ciljeve sa ekološkim vrednostima. Zelena obuka, kao deo koncepta održivog upravljanja ljudskim resursima, ne podrazumeva samo sticanje tehničkih znanja, već i razvijanje svesti i motivacije zaposlenih da aktivno doprinesu održivosti organizacije. Cilj ovog preglednog rada je da pokaže kroz primere dobre prakse i pregled literature, koliko su obuka i edukacija zaposlenih važni za razvijanje ekološke poslovne prakse i na koji način ovakvi programi utiču na ponašanje zaposlenih i jačanje konkurentnosti preduzeća. Posebno se stavlja akcenat na zelenu obuku u okviru koncepta *Green HRM*-a, jer ona ne doprinosi samo usvajanju novih znanja, već i oblikovanju organizacione kulture koja podstiče održivost. Autori definišu „*green training*“ kao sistematski proces razvoja znanja, veština i svesti zaposlenih o održivim praksama s ciljem da se unapredi ekološki učinak organizacije i podrže šire strategije održivosti. „Zelena obuka ima za cilj da opremi zaposlene neophodnim ekološkim znanjem i veštinama kako bi mogli da obavljaju svoje poslove na način koji doprinosi ostvarivanju ciljeva održivosti preduzeća.“ (Barakat et al., 2023, str. 2). Barakat i saradnici takođe ističu da zelena obuka nije samo ekološka inicijativa, već i **izvor održive konkurentne prednosti** i da zelena obuka treba biti integrisana u politike upravljanja ljudskim resursima odnosno kako bi se motivisalo ponašanje usmereno ka održivosti i dugoročno unapredile organizacione performanse (Barakat et al., 2023).

2. POJAM I DEFINICIJA OBUKE

Obuka predstavlja organizovan i planski proces putem kojeg zaposleni stiču specifična znanja, veštine i ponašanja neophodna za uspešno obavljanje radnih zadataka. Za razliku od obrazovanja, koje ima širi značaj i usmereno je na razvoj ličnosti i opšte korisnih znanja, obuka se fokusira na konkretne potrebe preduzeća i osposobljavanje zaposlenih za radna mesta. Njena osnovna svrha je da unapredi individualne kompetencije zaposlenih i da direktno doprinese ostvarivanju ciljeva organizacije (Lubis & Andirani, 2024). Proces obuke ima za cilj trajne promene u ponašanju zaposlenih, povećanje radne efikasnosti i prilagođavanje zahtevima radnog mesta. Može se primenjivati i na klijente ili kupce, po istim principima kao i kod zaposlenih, čime organizacije dodatno jačaju svoju konkurentnost i odnos sa tržištem (Vaughn, 2005). U savremenom poslovnom okruženju

obuka sve više koristi digitalne tehnologije i e-learning platforme, koje pružaju fleksibilnost i mogućnost prilagođavanja individualnim potrebama zaposlenih (Kumpikaite et al., 2008).

2.1 Ciljevi obuke

Ciljevi obuke usmereni su ka unapređenju individualnih sposobnosti i jačanju organizacionih kapaciteta. Osnovni zadaci obuke uključuju razvijanje veština i sposobnosti zaposlenih, pružanje informacija o preduzeću i njegovom poslovanju, kao i stvaranje pozitivnog odnosa zaposlenih prema organizaciji. Tako, obuka predstavlja važan instrument prilagođavanja preduzeća promenljivim uslovima poslovanja i očuvanja konkurentnosti (Vujić, 2000). Takođe, obuka ima za cilj da podigne svest zaposlenih o poslovnim ciljevima, omogući bolje razumevanje organizacionih politika i podstakne njihovu motivaciju. Zbog toga, periodični programi dodatnog obrazovanja i usavršavanja imaju važnu ulogu, jer osiguravaju da zaposleni ostanu usklađeni sa savremenim tehnikama rada, novim tehnologijama i inovativnim pristupima poslovanju (Renwick, Redman, & Maguire, 2013).

2.2 Faze obuke

Prema Spatioti i saradnicima (2022) proces obuke obuhvata pet osnovnih faze, To su pet faza poznatog ADDIE modela koji se koristi u planiranju i realizaciji programa obuke.

U kontekstu upravljanja ljudskim resursima, ove faze znače:

- Analiza (*Analysis*) – identifikacija potreba za obukom, analiza postojećih kompetencija i nedostataka.
- Dizajn (*Design*) – planiranje ciljeva obuke, sadržaja, metoda i alata.
- Razvoj (*Development*) – izrada konkretnih materijala, programa i resursa za obuku.
- Sprovođenje (*Implementation*) – realizacija same obuke (treninga) u organizaciji.
- Evaluacija (*Evaluation*) – procena efekata i uspešnosti obuke, kao i njenog uticaja na učesnike i organizacione ciljeve.

Dakle polazi se od identifikacije potreba za obukom. Ta faza zasniva se na analizi postojećih kompetencija zaposlenih u odnosu na zahteve radnih mesta. Ključne analize uključuju organizacionu analizu (resursi, strategije, troškovi i kvalitet usluga), analizu posla (određivanje potrebnih veština) i analizu osobe (procena individualnih sposobnosti i praznina u znanju). Time se izbegava uključivanje svih zaposlenih u obuke, što donosi značajnu uštedu i efikasnije korišćenje resursa. Dalje faze obuke obuhvataju dizajn programa, razvoj, sprovođenje i evaluaciju. Na primer, Lingham i saradnici (2006) razvili su višefazni model evaluacije obuka kroz sesije usmerene na liderstvo, uz kontinuirano praćenje i povratne informacije učesnika. Proces evaluacije omogućava da se sadržaj obuke prilagođava kako organizacionim ciljevima, tako i potrebama učesnika, a uključuje

i ispitivanje praktične primene stečenih znanja. Na taj način, obuka se shvata kao dinamičan proces koji se stalno usavršava u skladu sa zahtevima radnog okruženja.

2.3 Planiranje obuke

Planiranje obuke predstavlja strateški proces usklađivanja potreba zaposlenih sa ciljevima organizacije. Polazi se od analize potreba za obukom, na osnovu koje se definišu opšti ciljevi (koji se odnose na organizaciju u celini) i posebni ciljevi (koji se odnose na učesnike). Sadržaj obuke mora biti prilagođen različitim kompetencijama – od tehničkih do interpersonalnih i strateških, dok izbor metoda zavisi od tipa posla, strukture učesnika i dostupnih resursa (Spatioti, Kazanidis, & Pange, 2022). Proces planiranja obuke uključuje i razradu metoda evaluacije, kako bi se pratilo šta su polaznici naučili i u kojoj meri primenjuju nova znanja na radnom mestu. Rae (1997) ističe da pored klasičnih treninga, planiranje obuke sve češće uključuje mentorstvo, praktičan rad na radnom mestu i online programe, koji zajedno čine celovitiji i fleksibilniji razvojni okvir. Takvo planiranje postaje strateško ulaganje koje doprinosi rastu konkurentnosti i dugoročnoj održivosti organizacije.

2.4 Metode obuke kadrova

Metode obuke predstavljaju bitan deo celokupnog procesa, jer njihov pravilan izbor direktno utiče na uspeh programa. Vaughn (2005) klasifikuje obuku prema sadržaju na: činjeničnu (fokus na podatke i informacije), proceduralnu (fokus na zadatke i korake), i konceptualnu (fokus na razloge i objašnjenja). U praksi, obuka se obično sprovodi na tri nivoa: orijentacija (upoznavanje sa osnovnim informacijama i pravilima organizacije), obuka za veštine (sticanje konkretnih kompetencija potrebnih za obavljanje posla) i razvoj (priprema za lični i profesionalni napredak). Takva podela omogućava da obuka odgovori na različite potrebe – od inicijalne adaptacije novih zaposlenih do strateškog razvoja budućih lidera (Noe, 2020; Dessler, 2023).

2.5 Obuka i edukacija zaposlenih za održavanje ekološke poslovne prakse

Obuka zaposlenih danas sve više uključuje teme koje prevazilaze klasične radne zadatke. Pored stručnih znanja, sve veći značaj ima razvijanje svesti o održivom poslovanju i odgovornosti prema prirodnom okruženju. Organizacije koje žele da ostanu konkurentne podstiču zaposlene da usvoje principe racionalnog korišćenja resursa, smanjenja otpada i efikasnijeg upravljanja energijom. Takva edukacija ne samo da doprinosi boljem poslovanju, već i izgradnji pozitivnog imidža i usklađivanju sa propisima koji sve češće naglašavaju ekološku komponentu poslovanja (Noe, 2020). Obuka u ovoj oblasti može biti organizovana na različite načine – kroz praktične radionice, online kurseve, interne projekte i treninge usmerene na zelene inicijative. Kroz ovakve programe zaposleni ne stiču samo korisna znanja, već i razvijaju odgovornost da ih primenjuju u svakodnevnom radu. Time se održivost ne posmatra kao zaseban cilj, već kao deo uobičajene poslovne prakse (UNESCO, 2012; EC, 2020).

Pored formalnih treninga, veliku ulogu imaju i neformalni oblici učenja, kao što su interne kampanje, zajedničke akcije i razmena iskustava. Zaposleni lakše prihvataju ekološke navike kada vide da ih kolege sprovode u praksi i kada su rezultati odmah vidljivi u radnom okruženju. Na taj način se ekološka praksa ne svodi na teoriju, već postaje deo svakodnevnice u organizaciji (Micić & Arsić, 2024). Posebna vrednost obuke u ovoj oblasti ogleda se u njenom širem društvenom značaju. Kada zaposleni usvoje održive navike, oni ih prenose i u privatni život, čime se pozitivni efekti šire i na zajednicu. Na taj način obuka dobija višestruku vrednost – podiže konkurentnost organizacije, ali i doprinosi ostvarivanju ciljeva održivog razvoja i jačanju društvene odgovornosti (UN Agenda 2030, 2015; UNEP, 2019).

2.6 Zelena obuka kao deo održivog upravljanja ljudskim resursima

Sve više organizacija danas uvodi tzv. „zelenu obuku“, ona podrazumeva sistematsko osposobljavanje zaposlenih za sprovođenje ekološki odgovornih praksi, kao i razvijanje njihovih veština u oblasti upravljanja otpadom, energetske efikasnosti i očuvanja prirodnih resursa. Istraživanja pokazuju da kompanije koje sprovode zelenu obuku imaju zaposlene motivisanije da učestvuju u inicijativama održivosti i spremnije da svojim idejama doprinesu smanjenju ekološkog otiska. Studije pokazuju da upravo ovakvi programi jačaju motivaciju zaposlenih i podstiču ih da aktivno predlažu rešenja za smanjenje ekološkog otiska svojih organizacija (Pham et al., 2020; Sun et al., 2024).

Zelena obuka ima i širi značaj jer povezuje individualne navike zaposlenih sa strateškim ciljevima firme. Kada se uklapi u politiku ljudskih resursa, ona postaje deo organizacione kulture – načina na koji se posao obavlja i vrednosti koje se neguju. Na taj način obuka prevazilazi granice običnog profesionalnog razvoja i postaje sredstvo kojim preduzeće gradi dugoročnu ravnotežu između ekonomskih rezultata i odgovornosti prema životnoj sredini (Haque et al., 2024; Li et al., 2025).

2.7 Zelena obuka i Green HRM

Upravljanje ljudskim resursima poslednjih godina sve više uključuje i tzv. *Green HRM*, a upravo u tom okviru razvija se i ideja zelene obuke. Njena suština nije samo u tome da zaposleni nauče kako da smanje potrošnju energije ili otpada, već da postanu svesni koliko njihova svakodnevna ponašanja utiču na prirodu i poslovanje. Istraživanja pokazuju da zaposleni koji prolaze kroz ovakve programe postaju otvoreniji za promene, racionalnije koriste resurse i češće predlažu nova rešenja koja unapređuju održivost (Pham et al., 2020; Sun et al., 2024). Ono što zelenu obuku čini posebno važnom jeste činjenica da se najbolje rezultate postižu kada je povezana sa vrednostima i kulturom same organizacije. Haque i saradnici (2024) ističu da su efekti veći ako se podstiče razmena znanja i timski rad, dok Li i kolege (2025) naglašavaju značaj tzv. „zelene psihološke klime“ – osećaja zaposlenih da njihovi naponi imaju smisla i da su usklađeni sa

ciljevima firme. Na taj način, zelena obuka prestaje da bude samo dodatni program i prerasta u deo identiteta organizacije, čime podržava i njen dugoročni razvoj.

3. PRIMERI DOBRIH PRAKSI

Jedno od značajnijih istraživanja sprovedi su Pham i saradnici, gde je ispitivan uticaj ekološki orijentisanih treninga na učinak zaposlenih i njihovu spremnost da primenjuju održive prakse na radnom mestu. Autori su sprovedi kvantitativnu analizu u organizacijama koje su uvele programe „zelenih“ obuka, a rezultati su pokazali da takvi programi ne samo da povećavaju svest zaposlenih o zaštiti životne sredine, već i utiču na stvarne promene u ponašanju – od racionalnije potrošnje resursa do predlaganja inovativnih rešenja za smanjenje ekološkog otiska (Pham et al., 2020). Moradeke i kolege sprovedi su istraživanje u Nigeriji, fokusirano na praksu obuke i razvoja zaposlenih u prehrambenoj industriji. Kroz kombinaciju anketnih upitnika i intervju sa zaposlenima ispitivali su koliko sistematska ekološka obuka doprinosi održivom poslovanju. Rezultati su pokazali da su zaposleni u kompanijama koje ulažu u ovakav vid treninga daleko posvećeniji ekološkim inicijativama, a uloga menadžmenta istaknuta je kao ključna za uspešnu implementaciju „zelenih“ programa (Moradeke et al., 2021). Montesdeoca-Calderón i saradnici sprovedi su istraživanje u sektoru ugostiteljstva, analizirajući restorane u odnosu na nivo obuke zaposlenih o održivim praksama i smanjenju otpada od hrane. Rezultati su pokazali da restorani koji ulažu u ovu vrstu edukacije postižu bolje rezultate u inovacijama usluga i jačanju vrednosti brenda. Trening zaposlenih time postaje most između održivih politika i iskustva gostiju, jer se kroz usvajanje zelenih praksi istovremeno unapređuju i kvalitet usluge i imidž organizacije (Montesdeoca-Calderón et al., 2024). Sun i saradnici (2024) ispitivali su kako zelena obuka utiče na zeleni učinak zaposlenih u rudarskom sektoru, uz posredničku ulogu organizacione zelene kulture. Oni su koristili kvantitativne metode — ankete na više nivoa i statističku analizu — i otkrili da direktan efekat obuke na ponašanje zaposlenih nije uvek snažan, ali da kada organizacija neguje zelenu kulturu (vrijednosti, norme, podršku menadžmenta), tada obuka ima znatno jači uticaj. To znači da sama edukacija nije dovoljna — mora je pratiti odgovarajući kontekst u organizaciji da bi se postigli željeni efekti (Sun et al., 2024).

Analizirana istraživanja pokazuju da obuka i edukacija zaposlenih imaju ključnu ulogu u razvoju održivih poslovnih praksi. Pham i saradnici (2020) utvrdili su da ovakvi treninzi direktno utiču na promenu radnih navika i ponašanja zaposlenih, dok su Moradeke i kolege (2021) naglasili da bez jasne podrške menadžmenta efekti obuke ostaju ograničeni. Montesdeoca-Calderón i saradnici (2024) ističu posebno iskustvo ugostiteljskog sektora, gde obuka ne samo da smanjuje otpad, već podstiče inovativnost i jača vrednost brenda. Sun i saradnici (2024) dodaju da obuka sama po sebi nije dovoljna ukoliko u organizaciji ne postoji kultura koja podstiče održivost. Zajednički zaključak ovih istraživanja jeste da obuka i edukacija zaposlenih moraju biti planski usmerene i povezane sa širim ciljevima organizacije. Samo kombinacijom stručnog znanja, motivacije zaposlenih i podrške menadžmenta moguće je postići trajne rezultate. Ekološka

edukacija zaposlenih se zato ne može posmatrati kao jednokratna inicijativa, već kao dugoročan proces koji zahteva stalno ulaganje, prilagođavanje specifičnostima delatnosti i razvoj organizacione kulture koja neguje održivo ponašanje na svim nivoima.

4.ZAKLJUČAK

Obuka i edukacija zaposlenih predstavljaju jedan od najvažnijih instrumenata za razvoj ekološki održive poslovne prakse. Njihov značaj ogleda se ne samo u sticanju novih znanja i veština, već i u oblikovanju stavova i vrednosti zaposlenih prema životnoj sredini. Kada se programi obuke uklapaju u šire ciljeve organizacije i podržavaju kulturu održivosti, oni doprinose dugoročnom uspehu i jačanju konkurentnosti preduzeća. Zelena obuka, kao deo koncepta *Green HRM*-a, potvrđuje da edukacija zaposlenih može biti ključni pokretač promena koje prelaze granice radnog mesta i imaju širi društveni značaj. Istraživanja pokazuju da obuka i edukacija zaposlenih imaju presudan uticaj na razvoj održivih poslovnih praksi i promenu radnih navika. Njihova efikasnost zavisi od podrške menadžmenta i spremnosti organizacije da uključi održivost u svoje strategije. Posebno se ističe da obuka može doprineti inovativnosti i jačanju brenda, ali i stvaranju kulture koja podstiče odgovorno ponašanje zaposlenih. Zaključak je da ekološka edukacija nije jednokratna aktivnost, već dugoročan proces koji donosi koristi i organizaciji i društvu.

LITERATURA

- [1] Barakat, B., Milhem, M., Naji, G. M. A., Alzoraiki, M., Muda, H. B., Ateeq, A., & Abro, Z. (2023). Assessing the impact of green training on sustainable business advantage: Exploring the mediating role of green supply chain practices. *Sustainability*, 15(19), 14144. <https://doi.org/10.3390/su151914144>.
- [2] Dessler, G. (2023). *Human Resource Management* (17th ed.). Pearson.
- [3] European Commission (2020). The European Green Deal. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_24_1391
- [4] Haque, M. A., Islam, M. A., & Soh, S. (2024). Green HRM practices and green work engagement: The roles of green knowledge sharing and green group cohesion. *Global Business and Organizational Excellence*, 44(1), 16-31. <https://doi.org/10.1002/joe.22266>.
- [5] Koehler, M. J., & Mishra, P. (2014). *Introducing tpck. In Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*. Routledge.
- [6] Kumpikaite, V., & Čiarniene, R. (2008). New training technologies and their use in training and development activities: Survey evidence from Lithuania. *Journal of Business Economics and Management*, 9(2), 155-159. <https://doi.org/10.3846/1611-1699.2008.9.155-159>.
- [7] Li, C., Abredu, P., Kwasi Sampene, A., & Oteng Agyeman, F. (2025). Does Green Human Resource Management Stimulate Employees' Green Behavior Through a Green Psychological Climate?. *SAGE Open*, 15(1), 21582440241279274. <https://doi.org/10.1177/21582440241279274>.
- [8] Lingham, T., Richley, B., & Rezania, D. (2006). An evaluation system for training programs: a case study using a four-phase approach. *Career development international*, 11(4), 334-351. <https://doi.org/10.1108/13620430610672540>.

- [9] Lubis, N. S., & Andirani, T. (2024). Basic Concepts of Human Resources Development Through Education and Training. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 8(3), 1733-1737. <https://doi.org/10.58258/jisip.v8i3.7122>.
- [10] Micić, R., & Arsić, Lj. (2017). Ljudski resursi u funkciji održivog razvoja. *Economic Outlook/Ekonomske Pogledi*, 19(2).
- [11] Montesdeoca-Calderón, M. G., Gil-Saura, I., Ruiz-Molina, M. E., & Martín-Ríos, C. (2024). Does Employee Training in Sustainable Practices and Food Waste Influence a Restaurant's Level of Sustainability-Oriented Service Innovation (SOSI) and Brand Equity? Evidence-Based Research into the Ecuadorian Catering Industry. *Sustainability*, 16(22), 9990. <https://doi.org/10.3390/su16229990>.
- [12] Moradeke, F. T., Ishola, G. K., & Okikiola, O. L. (2021). Green training and development practices on environmental sustainability: Evidence from WAMCO PLC. *Journal of Educational Management and Social Sciences*, 2(1), 1-19. <https://doi.org/10.48112/jemss.v1i2.212>.
- [13] Noe, R. (2020). *Employee Training & Development. 8th edition*. Irwin: McGraw-Hill.
- [14] Pham, N. T., Vo-Thanh, T., Shahbaz, M., Huynh, T. L. D., & Usman, M. (2020). Managing environmental challenges: Training as a solution to improve employee green performance. *Journal of Environmental Management*, 269, 110781. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110781>.
- [15] Rae, L. (1997). Planning and designing training programmes. Gower Publishing, Ltd..
- [16] Renwick, D. W., Redman, T., & Maguire, S. (2013). Green human resource management: A review and research agenda. *International journal of management reviews*, 15(1), 1-14. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2011.00328.x>.
- [17] Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022). A comparative study of the ADDIE instructional design model in distance education. *Information*, 13(9), 402. <https://doi.org/10.3390/info13090402>.
- [18] Sun, H., Bahizire, G. M., Pea-Assounga, J. B. B., & Chen, T. (2024). Enhancing employee green performance through green training: the mediating influence of organizational green culture and work ethic in the mining sector. *Journal of Cleaner Production*, 449, 141105. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141105>.
- [19] UNESCO (2012). Education for Sustainable Development. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/926unesco9.pdf>
- [20] United Nations (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- [21] United Nations Environment Programme (UNEP) (2019). Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. <https://www.unep.org/geo/geo-resources/geo-6>
- [22] Vaughn, R. H. (2005). *The professional trainer: a comprehensive guide to planning, delivering, and evaluating training programs*. Berrett-Koehler Publishers.
- [23] Vujić, D. (2000). *Menadžment ljudskih resursa i kvaliteta: ljudi-ključ kvaliteta i uspeha*. Centar za primenjenu psihologiju Društva psihologa Srbije.

PERCEPCIJA POTROŠAČA O EKOLOŠKIM AKTIVNOSTIMA PROIZVODNIH KOMPANIJ U SRBIJI

CUSTOMERS' PERCEPTION OF ENVIRONMENTAL ACTIVITIES OF MANUFACTURING COMPANIES IN SERBIA

Anja Vučić

Fakultet organizacionih nauka, anjaavucic@gmail.com,
ORCID: 0009-0007-6205-3369

Apstrakt: Industrijski razvoj doveo je značajnih ekoloških problema, ali istovremeno i do rasta svesti i očekivanja potrošača da kompanije posluju na ekološki odgovoran način. Cilj ovog istraživanja je percepcija potrošača o važnosti ekoloških aktivnosti koje sprovode proizvodne kompanije u Srbiji. Rezultati pokazuju da postoji ekološka osvešćenost potrošača, izraženija u ženskoj populaciji, ali je uočena i potreba za dodatnim informisanjem i edukacijom, kako bi se podstaklo veće interesovanje za ekološke proizvode i održive prakse kompanija.

Ključne reči: Ekološki marketing, zelene kompanije, ekološki odgovorno poslovanje, percepcija potrošača

Abstract: Industrial development has resulted in significant environmental challenges, while at the same time raising awareness and increasing consumer expectations that companies should operate in an environmentally responsible manner. The purpose of this study is to examine consumers' perceptions regarding the importance of ecological initiatives undertaken by manufacturing companies in Serbia. The findings indicate a notable level of environmental awareness among consumers, particularly within the female population. However, the research also highlights the need for further information and education in order to stimulate greater interest in ecological products and sustainable business practices.

Keywords: Ecological marketing, green companies, environmentally responsible business, consumers' perception

1. UVOD

Društveno i ekološki odgovorno poslovanje kompanija je tema čiji se značaj povećava razvojem svesti potrošača o važnosti ovih aktivnosti. Međutim, uprkos sve većoj svesti o ekološkim i društvenim problemima i dalje postoji veliki broj potrošača koji ne percipiraju ove probleme kao značajne, niti smatraju da ekološke aktivnosti kompanija mogu da opravdaju više cene ekoloških proizvoda. Stoga je tema ovog rada da utvrdi u kojoj meri potrošači u Republici Srbiji vrednuju ekološki odgovorne aktivnosti koje sprovode

proizvodne kompanije čije proizvode koriste, kao i da utvrdi da li postoji zavisnost između demografskih faktora ispitanika i njihovih stavova.

2. EKOLOŠKI MARKETING I KOMUNIKACIJA

Dinamičko okruženje podrazumeva promene u svakom segmentu poslovanja. Tako se razvojem novih tehnologija i njihovim sve većim mogućnostima menjaju načini poslovanja, ali i zahtevi korisnika. Sve kompanije moraju uvažavati zahteve svojih potrošača kako bi ostale konkurentne, a zahtevi potrošača usled sve većih mogućnosti i sami rastu. Zahvaljujući razvoju tehnologije unutar Industrije 4.0, informacije o korisnicima i njihovim potrebama su sve lakše dostupne, a sa druge strane i korisnicima su sve dostupnije informacije o poslovanju kompanija (Drašković & Štaka, 2020). Time što su informacije pristupačne, omogućeno je širenje svesti društva o ekološkim i društvenim problemima sa kojima se svet svakodnevno suočava. Potrošači su sve svesniji problema globalnog zagrevanja, zagađenosti vazduha, oštećenja ozonskog omotača, nestajanja ograničenih prirodnih resursa i tako dalje. Usled porasta zainteresovanosti populacije za ove probleme, zahtevi potrošača se menjaju u skladu sa tim. Od kompanija se očekuje da posluju ekološki odgovorno kroz minimiziranje negativnih efekata koje njihovo poslovanje ima na okolinu. Kompanije zbog toga sve više i ulažu u istraživanje i razvoj kako bi pronašle najbolje načine da implementiraju ekološke prakse u svoje svakodnevne aktivnosti. Posmatrano iz dugoročne perspektive, ulaganje u implementaciju ekoloških praksi rezultira poboljšanjem poslovanja u mnogim segmentima, ali prvenstveno kroz ostvarivanje pozitivne reputacije kompanije (Zlatanović i sar., 2022). Uspešno sprovođenje ekološki odgovornih praksi u poslovanje podrazumeva njihovu integrisanost u sve aktivnosti i planove kompanije. U zavisnosti od industrije i delatnosti u okviru koje kompanije posluju, one mogu na različite načine doprineti u oblasti ekologije. Univerzalni doprinos koji sve kompanije mogu da ostvare je očuvanje resursa koje mogu postići smanjenjem otpada, kao i smanjenom potrošnjom energije i vode (Matešić i sar., 2015).

Kroz osnovne koncepte održivog načina života definisane su i osnove ekološki odgovornog poslovanja i ekološkog marketinga. Jedan od osnovnih koncepta se bazira na društveno odgovornom upravljanju resursima i može se prikazati kroz tri osnovne aktivnosti, u literature prisutne i kao „3R“ i to su (Prose, 2008):

- Reciklaža (*recycle*) koja predstavlja proces pretvaranja iskorišćenih predmeta ili otpad u sirovine ili resurse koji se mogu ponovno koristiti;
- Ponovna upotreba (*reuse*) se odnosi na ponovno korišćenje nekog proizvoda ili njegove ambalaže za istu ili drugu svrhu kako bi mu se produžio životni vek, očuvali resursi i smanjio otpad;
- Smanjenje (*reduce*) podrazumeva smanjenje potrošnje energije i vode, upotrebe neobnovljivih resursa, smanjenje otpada i slično.

U literaturi se kod nekih autora pronalazi i „četvrto R“ i to je odbijanje (*refuse*). Ono podrazumeva da potrošači odbijaju korišćenje proizvoda koji nisu održivi i na taj način i sami doprinose smanjenju otpada (Benton Jr, 2015).

Ekološki marketing predstavlja holistički koncept poslovanja u okviru kojeg se sve aktivnosti odvijaju na način koji najmanje šteti životnoj sredini (Mishra & Sharma, 2014). Kroz kombinaciju više definicija ekološkog marketinga može se zaključiti da postoje dva ključna cilja kojima se teži. Prvi podrazumeva razvoj proizvoda koji ispunjava potrebe i želje potrošača za kvalitetnim, funkcionalnim proizvodom koji ima dobre performanse, odgovarajuću cenu i minimalno šteti životnoj sredini. Drugi cilj ekološkog marketinga je da kompanija i njeni proizvodi budu percipirani kao visoko-kvalitetni i ekološki osvešćeni (Ham & Forjan, 2009).

Kada je u pitanju komunikacija ekoloških aktivnosti kompanije, mišljenja su podeljena. Sa jedne strane, kompanije komuniciraju svoje ekološke aktivnosti i predstavljaju ekološke proizvode kao jednostavna rešenja za ekološke probleme koji su mnogo složeniji. Sa druge strane, komunikacija ekološkog marketinga ima ulogu i u edukaciji i informisanju kupaca o ekološkim vrednostima i aktivnostima kompanije i njenih proizvoda, čime ukazuju na svoje ekološki odgovorno poslovanje i poboljšavaju svoj imidž (Peattie & Charter, 2003).

Vlastelica (2016) kao predmet komunikacije ekološkog marketinga kompanija izdvaja:

- Održivost poslovnih operacija koje sprovode kroz smanjenje emisije štetnih gasova, adekvatno tretiranje otpada, očuvanje i odgovorno upravljanje resursima, i drugo;
- Održivost samih marketing komunikacija što se ogleda u odabiru komunikacijskih instrumenata koji su ekološki prihvatljivi, kroz korišćenje ekoloških pakovanja, recikliranje neiskorišćenih promotivnih materijala i tako dalje;
- Održive zelene proizvode, odnosno proizvode koji su nastali od organskih ili recikliranih materijala, korišćenje ekoloških ambalaža koje se mogu reciklirati i slično;
- Podržavanje ekoloških akcija kroz partnerstva sa neprofitnim društveno odgovornim organizacijama, kroz donacije, sponzorstva i tako dalje.

Komunikacija ekološkog marketinga se razlikuje od drugih marketing komunikacija u nekoliko specifičnosti. One imaju snažan informativni karakter jer je cilj ove vrste komunikacija upravo da prenesu informacije o naporima kompanije da sprovede aktivnosti na način koji najmanje šteti životnoj sredini. Pri tome je neophodno transparentno i dokazati da se aktivnosti sprovode ekološki odgovorno kako bi se steklo i poverenje potrošača, što je jedan od ciljeva komunikacije. Ovaj vid komunikacija treba da ima i edukativni karakter, kako bi se potrošači dodatno edukovali o ekološkim problemima, kroz prikazivanje načina na koji potrošač može individualno da doprinese smanjenju ovih problema. To se najčešće odnosi na načine održive upotrebe proizvoda kompanije, ali i na sprovođenje drugih ekološko odgovornih aktivnosti. Kombinuju se i različiti alati komunikacija, što zahteva dodatno angažovanje kako bi se izabrali najadekvatniji kanali za komuniciranje ekoloških aktivnosti kompanije. Pri tome veliku

ulogu imaju odnosi sa javnošću. Osnova efikasnog komuniciranja zelenog marketinga je kredibilitet. Komunikacije su uspešne samo ukoliko javnost percipira komunikacijske aktivnosti kompanije kao istinite, zbog čega je i transparentost važna (Stoica, 2021).

3. ZELENI POTROŠAČI I ZELENE KOMPANIJE

Pojam „zeleni potrošač“ obuhvata potrošače kojima je među ključnim faktorima odluke za odabir proizvoda i ekološki segment. To znači da će ovaj potrošač razmotriti i koji proizvod ima najmanji negativni uticaj na okolinu i to će imati veliki uticaj na njegov odabir proizvoda. Ova grupa potrošača ima dosta razvijenu ekološku svest i od kompanija očekuju da izveštavaju o svojim aktivnostima u oblasti ekološke odgovornosti, kao i da ukazuju na održivost i ekološke aspekte njihovog proizvoda. „Zeleni potrošač“ je često aktivan i u drugim ekološkim aktivnostima i najčešće je spreman da plati više ukoliko je proizvod održiv (Grbac, 2005). Naravno, nisu svi potrošači podjednako ekološki osvešćeni, usled čega se mogu podeliti na (Ham, 2009):

- Istinski zelene (*true blue greens*) kojima je ekologija izuzetno važna i sami vode računa o zaštiti životne sredine. Njima je vrlo važno da je proizvod koji kupuju ekološki i spremni su da odvoje više novca za njega. Neretko čak i proveravaju ekološke izveštaje kompanija i bojkotuju poslovanje tih kompanija ukoliko ti izveštaji nisu u skladu sa njihovim očekivanjima. U ovu grupu potrošača uglavnom spadaju ekološki aktivisti;
- Zelenkasti (*greenback greens*) brinu o ekologiji ali nisu aktivni u podsticanju drugih da rade isto, niti bi učestvovali u javnom bojkotu poslovanja kompanija koje nisu ekološki odgovorne. Ipak, ukoliko imaju priliku pre će odabrati proizvod koji jeste ekološki. Ovi potrošači su ekološki osvešćeni i najčešće i sami recikliraju i sprovode ekološke aktivnosti, ali samo u onoj meri u kojoj je to usklađeno sa njihovim stilom života i navikama, bez njihove promene;
- Mladice (*sprouts*) obuhvataju potrošače koji se u teoriji zanimaju za ekologiju, ali u praksi će pre kupiti jeftiniji nego ekološki proizvod. Na njih je moguće uticati adekvatnim marketing strategijama tako da se na kraju ipak odluče za ekološki proizvod;
- Gundala (*grouzers*) su grupa potrošača koja nije edukovana o ekologiji i čak imaju i predrasude o tome. Ne smatraju da je njihov zadatak da rešavaju ekološka pitanja i ne veruju da ekološke aktivnosti kompanija imaju ikakav doprinos, niti smatraju da je viša cena ekoloških proizvoda opravdana;
- Braon (*basic browns*) potrošači ne vode računa o ekologiji niti ih to interesuje. Oni ne misle da postoji problem, a i ako postoji nije vredan njihove pažnje.

U zavisnosti od toga ko od ovih potrošača spada u ciljnu grupu kompanije, one mogu definisati različite ekološke marketing strategije. Na osnovu toga se i kompanije mogu klasifikovati prema tome u kojoj meri implementiraju ekološke aktivnosti. Razlikuju se sledeće vrste „zelenih kompanija“ (Ginsberg & Bloom, 2004):

- Slabo zelene (*lean green*) kompanije imaju želju da posluju ekološki odgovorno, ali im je fokus na ostvarenju niže cene i veće efikasnosti, a ne na promociji ekoloških aktivnosti koje implementiraju. One sprovode ekološke aktivnosti u meri u kojoj njima odgovara, a ne njihovim potrošačima;
- Osenčeno zelene (*shaded green*) su kompanije koje smatraju da će kroz ekološke procese uspeti da se diferenciraju i ostvare bolju tržišnu poziciju. Ove kompanije ulažu u ekološke inovacije i kreiranje ekoloških proizvoda, što dalje i promovišu. Njihov fokus je na poboljšanju poslovanja, a povoljno delovanje po životnu sredinu je samo plus;
- Defanzivno zeleni (*defensive green*) su kompanije koje ekološke aktivnosti sprovode kao reakciju na krizne situacije ili već sprovedene aktivnosti konkurencije. Implementacija ekoloških aktivnosti za njih znači bolji imidž i svesni su značaja koji „zeleni potrošači“ imaju na njihovo poslovanje pa zbog toga i sprovode ove aktivnosti, a ne jer su ekološki osvešćeniji od konkurencije;
- Ekstremno zelene (*extreme green*) kompanije su i same u potpunosti osvešćene i upravo je to ono što pokreće njihovo ekološki odgovorno poslovanje. Kod njih je ekološka odgovornost integrisana u sve aktivnosti.

4. ISTRAŽIVANJE

Istraživanje je sprovedeno u cilju utvrđivanja percepcije važnosti ekoloških aktivnosti proizvodnih kompanija koje ispitanici svakodnevno koriste. Empirijsko istraživanje je sprovedeno kroz prikupljanje primarnih podataka putem anketiranja ispitanika preko Interneta. Uzorak na kojem je sprovedeno istraživanje obuhvata 225 punoletnih ispitanika koji žive na teritoriji Republike Srbije. Učešće u istraživanju je bilo dobrovoljno i anonimno. U okviru istraživanja ispitanici su odgovarali na demografska pitanja, a za utvrđivanje njihove percepcije ekološke odgovornosti kompanija korišćena je validirana skala za merenje percepcije korporativne društvene odgovornosti potrošača (Alvarado-Herrera et al., 2017). Rezultati obrađeni u ovom radu odnose se isključivo na percepciju ekološke odgovornosti na osnovu korišćene skale. Ispitanici su samostalno navodili proizvodnu kompaniju čije proizvode često koriste, a zatim odgovarali na pitanja vezana za percepciju njene odgovornosti. Rezultati su obrađeni na osnovu njihove upoznatosti i stavova o ekološkim aktivnostima kompanije koju su samostalno izabrali.

4.1 Demografski podaci

U istraživanju je učestvovalo 225 ispitanika, od čega je 152 (67,5%) ženskog, a 73 ispitanika (32,5%) muškog pola. Ispitanici su imali od 18 do 65 godina, pri čemu 148 ispitanika (66%) pripada starosnoj grupi od 18 do 24 godine. Dalje, 39 ispitanika (17%) pripada grupi od 25 do 34 godine, 18 ispitanika (8%) ima između 35 i 49 godina, a 20 ispitanika (9%) pripada grupi od 50 do 65 godina. Na osnovu završenog stepena obrazovanja, ispitanici su segmentirani tako da 48,9% ispitanika ima završenu višu školu ili fakultet, dok 20% ima završene master ili magistarske studije. Deset ispitanika (4,4%)

ima i doktorat, a preostalih 26,6% ispitanika ima završenu srednju ili osnovnu školu. Među učesnicima istraživanja bilo je 100 (44,4%) studenata, 94 (41,8%) zaposlenih lica, 11 (4,9%) učenika i 18 (8%) nezaposlenih lica, dok su preostala dva ispitanika označila opciju „drugo”. Poslednje demografsko pitanje odnosilo se na veličinu mesta iz kojeg ispitanici dolaze. Pri tome je 59,1% ispitanika iz Beograda, a dodatnih 7,6% dolazi iz drugih većih gradova Republike Srbije. Zatim, 10,7% dolazi iz mesta koje imaju od 50 do 100 hiljada stanovnika, a 15% dolazi iz mesta od 20 do 50 hiljada stanovnika. Najzad, preostalih 7,6% dolazi iz manjih mesta, koja imaju do 20 hiljada stanovnika.

4.2 Rezultati istraživanja

U delu istraživanja koje se odnosi na ekološku osvešćenost potrošača trebalo je označiti u kojoj meri se ispitanici slažu sa šest tvrdnji vezanih za ekološki odgovorno poslovanje odabrane proizvodne kompanije. Pri tome je korišćena Likertova skala od jedan do pet, sa dodatnim poljem za odgovor „ne znam”. U tabeli 1 prikazano je pomenutih šest tvrdnji, sa oznakama koje će se koristiti u daljem radu, kao i sa brojem i procentom ispitanika koji su na navedene tvrdnje odgovorili sa „ne znam”. Ovi odgovori će dalje biti isključeni iz deskriptivne statistike.

Tabela 1: Broj i procenat odgovora „ne znam” na tvrdnje o ekološkim aktivnostima kompanije koju su ispitanici samostalno naveli

Tvrdnja:	Oznaka u radu	Broj odgovora „Ne znam”	Procenat odgovora „Ne znam”
Važno mi je da kompanija koju sam naveo/la:			
Štiti životnu sredinu	EKO1	27	12,0%
Finansijski podržava programe zaštite životne sredine	EKO2	29	12,9%
Sprovodi programe za smanjenje zagađenja	EKO3	29	12,9%
Reciklira svoj otpad	EKO4	26	11,6%
Koristi samo one prirodne resurse koji su joj neophodni	EKO5	31	13,8%
Usmerava resurse ka kreiranju ekoloških proizvoda	EKO6	32	12,2%

Deskriptivnom statistikom utvrđene su srednje vrednosti, standardna devijacija i varijansa za svaku tvrdnju. Rezultati su dobijeni na osnovu analize sprovedene u SPSS softveru. Pri tome je utvrđeno da je ispitanicima na nivou celog istraživanja najvažnije da kompanija reciklira svoj otpad, dok im je najmanje važno da usmerava resurse ka kreiranju ekoloških proizvoda. Rezultati su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2: Deskriptivna statistika ekoloških tvrdnji

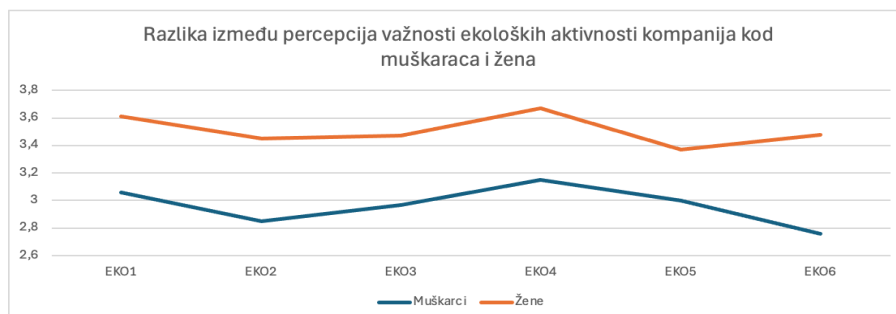
Tvrdnja	Broj odgovora	Srednja vrednost	Standardno odstupanje	Varijansa
EKO1	198	3,419	0,08860	1,554
EKO2	196	3,245	0,09324	1,704
EKO3	196	3,301	0,08966	1,576
EKO4	199	3,493	0,08866	1,564
EKO5	194	3,242	0,09383	1,708
EKO6	193	3,228	0,09087	1,594

Za dalju analizu korišćen je Hi-kvadrat test nezavisnosti. Pri tome je ispitana zavisnost između demografskih karakteristika ispitanika i njihove percepcije važnosti ekoloških aktivnosti kompanija. Statistička značajnost je prihvaćena za $p \leq 0,05$. U tabeli 3 je prikazana međuzavisnost ekoloških tvrdnji i demografskih karakteristika ispitanika. Uočena je međuzavisnost između mesta porekla ispitanika sa njihovim stavom o važnosti da kompanija štiti životnu sredinu, kao i međuzavisnost pola sa istom ovom tvrdnjom, ali i sa percepcijom važnosti finansijskog podržavanja programa zaštite životne sredine i usmeravanja resursa ka kreiranju održivih proizvoda. Između tvrdnji EKO3, EKO4 i EKO5 nije uočena nikakva povezanost sa demografskim karakteristikama ispitanika, dok sa druge strane starosna dob, obrazovanje i zanimanje nisu povezane ni sa jednom tvrdnjom.

Tabela 3: Zavisnost ekoloških varijabli i demografskih karakteristika ispitanika

	EKO1	EKO2	EKO3	EKO4	EKO5	EKO6
Pol	0,039	0,024	0,080	0,113	0,124	0,001
Starosna dob	0,52	0,215	0,134	0,690	0,355	0,116
Obrazovanje	0,234	0,379	0,325	0,497	0,686	0,612
Zanimanje	0,563	0,805	0,494	0,441	0,442	0,523
Mesto porekla	0,028	0,454	0,191	0,459	0,244	0,275

S obzirom da je utvrđeno da je najveća razlika u percepciji ekološke odgovornosti zasnovana na polu, dalje je utvrđeno da je prosečan odgovor na svih šest tvrdnji o ekološkoj odgovornosti kompanija kod muškaraca 2,96 dok je kod žena 3,51. Kod žena je primećena veća svest, kao i da im je ekološki odgovorno poslovanje važnije nego što je to slučaj kod muškaraca. Najveća razlika je upravo kada su u pitanju tvrdnje EKO6, EKO2 i EKO1. Međutim, lista prioriteta između značaja ovih aktivnosti im je usklađena, osim u slučaju usmeravanja resursa ka kreiranju održivih proizvoda. Na Slici 1 prikazana razlika između prosečnih vrednosti odgovora žena i muškaraca za procenu važnosti svake od tvrdnji vezanih za ekološku odgovornost kompanija.



Slika 1: Razlike u percepciji značaja ekoloških aktivnosti između muškaraca i žena

5. ZAKLJUČAK

Iako svest o važnosti ekološkog poslovanja kompanija postoji, i dalje ima dosta prostora za napredak kada su u pitanju ispitanici iz Republike Srbije, pogotovo muškog pola. Ispitanici ženskog pola imaju veću svest o važnosti ekoloških problema i koliki doprinos kompanije mogu imati u smanjenju tih problema. Ipak, rezultati ukazuju da je mali procenat onih koji uopšte nisu informisani o ekološkom poslovanju kompanije čije proizvode koriste, tako da kompanije mogu imati negativne posledice ukoliko ne implementiraju ekološki odgovorne aktivnosti u svoje poslovanje. Tema ekologije je važna i zastupljena, ali na teritoriji Republike Srbije je potrebno dodatno edukovati i zainteresovati potrošače za ekološke proizvode i održive aktivnosti kompanija.

LITERATURA

- [1] Benton Jr, R. (2015). Reduce, reuse, recycle... and refuse. *Journal of Macromarketing*, 35(1), 111-122.
- [2] Drašković, D., & Štaka, M. (2020). Tehnologije četvrte industrijske revolucije. In *IX SCIENTIFIC CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION-REALNI I FINANSIJSKI SEKTOR U SVJETLU NOVIH TEHNOLOGIJA, NOVIH SVJETSKIH KRETANJA I* (str. 497-502). Pale: Ekonomski fakultet Pale.
- [3] Ginsberg, J. M., & Bloom, P. N. (2004). Choosing the right green-marketing strategy. *MIT Sloan Management Review*, 46(1), 79-84.
- [4] Grbac, B. (2005). *Identitet marketinga: temeljna načela – nove realnosti*, Rijeka, Ekonomski fakultet sveučilišta u Rijeci.
- [5] Ham, M. (2009). *Segmentacija potrošača prema razini ekološke odgovornosti*. Market- Tržište, Vol.21 Br.2.
- [6] Ham, M. & Forjan, J.(2009). Istraživanje potrošača u funkciji procjene stanja i perspektive primjene zelenog marketinga u Republici Hrvatskoj. *Zbornik radova: Marketing i održivi razvitak*.
- [7] Matešić, M., Pavlović, D., & Bartoluci, D. (2015). *Društveno odgovorno poslovanje*. VPŠ Libertas.
- [8] Mishra, P., & Sharma, P. (2014). Green marketing: Challenges and opportunities for business. *BVIMR Management Edge*, 7(1).

- [9] Peattie, K. & Charter, M. (2003) "Green marketing". In: Baker, M. J.,(ed.) The Marketing Book. Burlington: Butterworth-Heinemann, pp. 726-756.
- [10] Prose, W. (2008). Reduce! Reuse! Recycle!. *Otterbein Aegis Spring 2008*.
- [11] Stoica, M. (2021). Green Marketing Communication Strategies: An Integrative. The Annals of the University of Oradea. Economic Sciences, 30(1st).
- [12] Vlastelica, T. (2016). *Korporativna reputacija i društvena odgovornost*. Beograd: Zadužbina Andrejević.
- [13] Zlatanović, D., Domanović, V., & Slavković, M. (2022). Uticaj ekoloških aspekata korporativne društvene odgovornosti na organizacione performanse. *Ecologica*, 29(108), 469-475

**TEHNOLOŠKI
MENADŽMENT I
ODRŽIVI RAZVOJ**

DIGITALIZACIJA U TURIZMU I OBUKA PRUŽAOCA USLUGA

DIGITALISATION IN TOURISM AND TRAINING OF SERVICE PROVIDERS

Ružica Mirković¹, Sanja Marinković²¹ Fakultet organizacionih nauka,rm20223830@student.fon.bg.ac.rs²sanja.marinkovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-1359-033X

Apstrakt: Cilj ovog rada je da se ispita na koji način tehnološke inovacije utiču na procese u turizmu, sa posebnim naglaskom na značaj obuke zaposlenih za njihovu uspešnu implementaciju. Ubrzana digitalizacija turističke industrije je dovela do uvođenja brojnih tehnoloških rešenja kao što su online rezervacioni sistemi, CRM alati, digitalne platforme za komunikaciju sa klijentima i slično. Ove inovacije su veoma značajne jer one doprinose efikasnosti i konkurentnosti turističkih agencija, međutim njihova uspešna implementacija zavisi od sposobnosti i spremnosti zaposlenih da ih adekvatno koriste. U praksi se može primetiti da nisu sve agencije podjednako posvećene edukaciji zaposlenih, što može dovesti do smanjene efikasnosti i lošijeg korisničkog iskustva. Doprinos istraživanja ogleda se u boljem razumevanju odnosa između tehnoloških inovacija i ljudskog faktora u turizmu, percipiranje obuka od strane zaposlenih, kao i njihove motivacije i spremnosti za unapređenje kompetencija za korišćenje novih alata.

Ključne reči: Digitalizacija, turizam, obuke zaposlenih.

Abstract: The aim of this paper is to examine how technological innovations affect processes in tourism, with special emphasis on the importance of employee training for their successful implementation. The accelerated digitization of the tourism industry has led to the introduction of numerous technological solutions such as online reservation systems, CRM tools, digital platforms for communication with clients and the like. These innovations are very significant because they contribute to the efficiency and competitiveness of travel agencies, however, their successful implementation depends on the ability and willingness of employees to use them adequately. In practice, it can be observed that not all agencies are equally committed to employee education, which can lead to reduced efficiency and a worse user experience. The contribution of the research is reflected in a better understanding of the relationship between technological innovations and the human factor in tourism, the perception of training by employees, as well as their motivation and readiness to improve their competencies for using new tools.

Keywords: Digitization, tourism, employee training.

1. UVOD

Tokom poslednjih decenija, evolucija turizma odvijala se uporedo sa širim društvenim i tehnološkim promenama, pri čemu su posebno mesto zauzimale digitalne inovacije koje su promenile način na koji ljudi istražuju destinacije, planiraju, rezervišu i doživljavaju svoja putovanja. Tehnološki napredak nije samo unapredio iskustvo putnika, već je u velikoj meri uticao i na poslovne modele u turizmu, čineći ih sve više orijentisanim ka podacima, automatizaciji i digitalnoj komunikaciji. Razvoj digitalnih alata, mobilnih aplikacija, veštačke inteligencije, interneta stvari (IoT) i drugih savremenih tehnologija u velikoj meri je izmenio turističku praksu. Od jednostavnih onlajn rezervacija smeštaja i prevoza, preko virtuelnih obilazaka destinacija i personalizovanih preporuka zasnovanih na prethodnim iskustvima putnika, pa sve do pametnih sistema integrisanih u hotelsku i gradsku infrastrukturu – jasno je da je savremeni turizam snažno oslonjen na tehnološka rešenja.

Savremeni putnik više ne očekuje samo osnovnu uslugu, već i dodatnu vrednost kroz personalizaciju, interaktivnost i veću efikasnost. To pred turistički sektor postavlja ozbiljan izazov – kako odgovoriti na sve sofisticiranije zahteve korisnika i istovremeno pratiti trendove koji se brzo menjaju. Tehnološke inovacije, iako pružaju ogromne mogućnosti, same po sebi nisu dovoljne ukoliko nema spremnosti zaposlenih da ih razumeju i primene u praksi. Zbog toga obuka i kontinuirano osposobljavanje turističkih radnika predstavljaju ključan preduslov uspešne digitalne transformacije sektora. Bez adekvatne edukacije, postoji rizik da se nove tehnologije koriste površno ili pogrešno, što može negativno uticati na kvalitet usluge i zadovoljstvo korisnika.

Značaj turizma kao sektora i razvoja ljudskih resursa u njemu istaknut je i u Strategiji razvoja turizma u Republici Srbiji, gde se kao jedan od ciljeva izdvaja: Povećanje direktnog i ukupnog učešća sektora turizma u bruto domaćem proizvodu, kao i povećanje direktnog i ukupnog broja zaposlenih u sektoru turizma i njegovog učešća u strukturi ukupnog broja zaposlenih u Republici Srbiji (Ministarrstvo trgovine, telekomunikacija i turizma, 2016).

2. RAZVOJ TEHNOLOGIJE U TURIZMU

U današnje vreme, turisti se ne zadovoljavaju običnim putovanjima i žele personalizovano iskustvo. Kako bi zadovoljile potrebe turista i kako bi opstale na tržištu i izborile se sa konkurencijom, turističke agencije uvode različite tehnološke inovacije. Prepoznati savremeni alati koje koristi turistička industrija su *Computer Reservations Systems (CRS)*, *Global Distribution Systems (GDS)*, *Internet and Smart Technologies* (Tüzünkan, 2017). *Computer reservation system* (Računarski rezervacioni sistem) je tehnološki alat koji se koristi u turizmu za promovisanje proizvoda i usluga, kao i pružanje detaljnih informacija o njima. Pomoću ovog alata se može proveriti dostupnost usluge ili proizvoda i njihova cena, a moguće je i uraditi rezervacije. Ovaj alat je prvobitno napravljen za rezervaciju avionskih karata, ali danas ima daleko širu primenu u turističkoj

industriji (Naqvi & Jia, 2015). *Global Distribution System* (Globalni Distribucionni Sistem-GDS) je umreženi sistem koji ima za cilj da poveže prodavce usluga, kao što su avionske kompanije, hoteli, rent a car agncije i slično sa korisnicima ili agentima, i omogući im direktnu rezervaciju. Neke od organizacija koje su razvile poslovanje GDS-om su *Sabre, Galileo, Amadeus, Worldspan* (Pan, 2015).

Pored ovih tehnoloških alata, koriste se i društvene mreže, koje najviše služe za promociju turističkih organizacija i destinacija koje su u ponudi. Budući da u današnje vreme veliki broj ljudi koristi društvene mreže, one su sada glavni komunikacioni kanal turističkih organizacija sa kupcima. Novi oblici komunikacije omogućavaju lakše dolaženje do informacija i razmenu znanja i iskustva (Tüzünkan, 2017). Neke od najpoznatijih inovacija u turizmu koje vredi pomenuti na globalnom nivou su: *Thomas Cook, TripAdvisor, Booking, AirBnB, Skyscanner, Google Travel*. Potvrđeno je da korišćenje tehnoloških alata doprinosi povećanju produktivnosti zaposlenih, povećanju efikasnosti u različitim oblastima, boljoj korisničkoj podršci i zadovoljstvu kupaca, kao i uštedi resursa.

3. ULOGA PRUŽAOCA USLUGA

Obuka zaposlenih u turističkoj industriji predstavlja jedan od ključnih faktora za uspešno poslovanje organizacija koje funkcionišu u okviru ovog sektora. Naime, turistički posrednici imaju izuzetno značajnu ulogu u uspostavljanju i održavanju veze između proizvođača turističkih usluga i krajnjih korisnika, tj. turista. Oni predstavljaju most koji povezuje ponudu i potražnju, pri čemu ostvaruju značajne koristi i za jedne i za druge. Zahvaljujući njihovom angažovanju, proizvođači turističkih usluga nisu u obavezi da direktno komuniciraju sa potencijalnim potrošačima, čime se ostvaruju značajne uštede u vremenu i troškovima. Istovremeno, turistički posrednici omogućavaju turistima da na jednostavan i efikasan način dođu do informacija o destinacijama koje ih interesuju, kao i o dostupnim uslugama i paketima.

Turistički posrednici se mogu klasifikovati u više kategorija, kao što su:

1. Turističke agencije, koje posreduju između ponude i potražnje, pružajući različite usluge korisnicima.
2. Turoperator, koji u okviru velikih sistema organizuju i prodaju turističke aranžmane u velikim količinama. Ovi subjekti moraju temeljno istražiti tržište ponude i potražnje kako bi mogli da oblikuju sopstveni turistički proizvod. Njihova ključna prednost ogleda se u mogućnosti da ponude aranžmane po povoljnijim cenama, ali sa druge strane, ograničenje im predstavlja činjenica da je njihova ponuda uglavnom standardizovana i manje fleksibilna prema individualnim potrebama klijenata.

Ostali oblici posredovanja, kao što su turistički klubovi, udruženja, ali i različite internet platforme imaju sve veću ulogu u savremenom turizmu. Da bi turističke agencije i drugi posrednici bili konkurentni i uspešni u svom poslovanju, neophodno je da odlično poznaju okruženje u kojem deluju. Ovo okruženje obuhvata različite faktore: pravne,

političke, društvene, tehnološke, kao i konkurentske uslove. Kada se posmatraju tehnološki uslovi, ključna komponenta je znanje i sposobnost zaposlenih da savladaju i uspešno primene nove zadatke i ciljeve. Uprkos tome što se predviđalo da će ubrzani razvoj interneta i tehnologije dovesti do pada značaja turističkih agencija i turoperatora, to se ipak nije dogodilo. Njihova otpornost i adaptacija savremenim tehnološkim zahtevima, uključujući inovativne pristupe komunikaciji sa klijentima, omogućile su im da zadrže značajnu poziciju u turističkom lancu vrednosti (Šimunović, 2016).

Uspešnost turističkih organizacija u velikoj meri zavisi od spremnosti zaposlenih da preuzmu odgovornost, obavljaju svoje zadatke efikasno i prilagode se promenama u okruženju. Budući da se turistička industrija ubrzano razvija i transformiše usled globalizacije i dinamičnih promena na svetskom tržištu, jedan od glavnih preduslova za uspeh organizacije jeste postizanje efikasnosti (Gallo i dr., 2021). U cilju postizanja te efikasnosti, neophodno je da zaposleni u turističkoj industriji poseduju sposobnost rada sa specijalizovanim tehnološkim alatima. Međutim, praksa pokazuje da mnogi zaposleni počinju sa radom bez prethodne formalne obuke, oslanjajući se na učenje u toku rada, što može predstavljati ozbiljan problem. Kako bi pružili dodatnu vrednost u pružanju usluga i odgovorili na sve složenije zahteve klijenata, neophodno je da se zaposleni edukuju i steknu praktična znanja o korišćenju savremenih tehnoloških alata.

Iako se u stručnoj literaturi često ističe značaj obuke zaposlenih, retko se precizno definišu znanja, veštine i pristupi koji su zaposleni dužni da poseduju. Nedostatak kvalifikovanog osoblja može izazvati ozbiljne strukturalne probleme na nivou nacionalne ekonomije, a dodatni izazov predstavlja neujednačena raspodela stručnog kadra usled procesa globalizacije. Na pojedinim atraktivnijim i profitabilnijim turističkim destinacijama postoji koncentracija stručnog kadra, dok druge, manje razvijene, iako sa velikim potencijalom, imaju probleme zbog nedostatka obučenih radnika. Stoga je jasno da je formalna obuka zaposlenih neophodna kako bi se podigao nivo efikasnosti i osigurala održivost poslovanja u celom sektoru.

Digitalizacija u turizmu ne podrazumeva samo korišćenje novih tehnologija, već i duboke promene u organizacionim strukturama. Uspešna implementacija IKT alata zahteva prilagođavanje poslovnih modela zasnovanih na softverskoj logici i algoritamskom razmišljanju, uz smanjenje oslanjanja na tradicionalne metode upravljanja (Dedić i State, 2018). U tom procesu, od presudnog značaja je postojanje tehnički stručnog kadra, sposoban da prati i primeni inovacije u svakodnevnoj praksi (Marinković, 2019).

Postoje različite forme i vrste obuka koje se sprovode u turističkoj industriji. Obično se obuka započinje sveobuhvatnim programom orijentacije, koji ne sme biti jednokratna, već kontinuiran proces tokom čitavog radnog odnosa zaposlenog. Obuke mogu biti formalne ili neformalne, a sprovode se interno, unutar organizacije, ili eksterno, uz pomoć stručnih institucija. Neki od najčešćih oblika obuka uključuju industrijske kurseve, praktičnu obuku na radnom mestu, kao i unakrsne obuke koje zaposlenima omogućavaju da steknu veštine iz različitih oblasti turizma (Dedić i State, 2018).

3. OPIS ISTRAŽIVANJA

U istraživanju za potrebe ovog rada korišćen je Google upitnik koji je sastavljen tako da ispita stavove, iskustva i potrebe zaposlenih u turizmu u vezi sa obukama za korišćenje tehnoloških alata. Upitnik je sadržao ukupno 20 pitanja koja se mogu podeliti na nekoliko celina: demografska pitanja, pitanja o stepenu poznavanja tehnologije, pitanja o samopouzdanju u korišćenju tehnologije, prethodnom iskustvu sa obukama, i zainteresovanosti za buduće edukacije. U pojedinim pitanjima korišćena i Likertova skala (od 1 do 10), kako bi se kvantifikovali stavovi i iskustva ispitanika.

Distribucija upitnika izvršena je najpre putem društvenih mreža (pre svega Facebook grupa koje okupljaju zaposlene u turizmu), ali i direktnim slanjem upitnika putem e-maila turističkim agencijama, u kome su pozvani svi zaposleni da pomognu u istraživanju svojim učestvovanjem u anketi. Anketiranje je sprovedeno tokom aprila i maja 2025. godine, bez vremenskog ograničenja za učestvovanje.

Dobijeno je 30 validnih upitnika popunjenih od starne ispitanika različitih starosnih grupa i pola, koji su zaposleni u turističkoj industriji. Pitanja su obuhvatila samoprocenu znanja, samopouzdanje u korišćenju tehnoloških alata, zadovoljstvo obukom i zainteresovanost za dodatne edukacije.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Analiza obrazovne strukture ispitanika ukazuje na visoku stopu visokoobrazovanog kadra sa skoro 90% ispitanika koji poseduju završen fakultet ili master studije. Ovaj podatak može ukazati na to da turizam više nije sektor zasnovan primarno na manualnim i rutinskim poslovima, već da zahteva i visok nivo stručnog znanja i kompetencija, posebno kada je reč o korišćenju savremenih informacionih tehnologija. Na pitanje koliko često se služe aplikacijama ili platformama za organizovanje putovanja većina ispitanika (73.3%) je odgovorila sa redovno, a 23.3% povremeno, dok je samo jedan ispitanik odgovorio sa retko. Dolazi se do zaključka da većina zaposlenih svakodnevno u radu koristi neke vrste aplikacija ili platformi. Ovaj rezultat potvrđuje da digitalna transformacija više nije izbor, već nužnost u turizmu.

Ispitanici su zamoljeni da ocene svoje znanje u korišćenju tehnoloških alata za organizaciju putovanja (online rezervacije, aplikacije, web platforme). Najveću skupinu čine ispitanici koji su ocenili svoje znanje sa ocenom 10, takvih je 46.7%, dok su sledeće po redu skupine ocenile znanje sa 9 (16.7%) i sa 7 (13.3%). Može se zaključiti da više od polovine ispitanika smatra da ima odlično znanje kada je u pitanju korišćenje tehnoloških alata.

Ispitanici su ocenjivali svoje zadovoljstvo sveobuhvatnim programom orijentacije koji su prošli kada su počeli da rade u turističkoj organizaciji. Najveći broj ispitanika (60,7%)

ocenio zadovoljstvo obukom ocenom 10, ali je 17.9% ispitanika odgovorila ocenom 7 i 10,7% ispitanika ocenom 8. Rezultati govore da programi orijentacije nisu razvijeni na jednakom nivou u svim organizacijama i da postoji prostor za unapređenje.

Negativan aspekt dobijenih rezultata odnosi se na činjenicu da većina ispitanika (56,7%) navodi da u skorije vreme nije prošla bilo kakvu obuku. Ovakav podatak može ukazivati na nedovoljnu učestalost organizovanja programa stručnog usavršavanja. Ovo potencijalno može imati negativan uticaj na ažurnost znanja i veština zaposlenih. Pored toga je zabrinjavajući i podatak da 53,3% ispitanika koji su prošli obuku smatra da ona nije bila dovoljno detaljna i temeljna. Ovo sugeriše da čak i kada se obuke organizuju, njihov sadržaj i način realizacije ne odgovaraju u potpunosti potrebama učesnika. Ovim se dolazi do zaključka da postoji prostor za značajno unapređenje kvaliteta i strukture edukativnih programa.

Važan podatak je i da se najveći broj obuka sprovodi interno (73,3%). Ovaj podatak pokazuje da poslodavci u turizmu prepoznaju značaj investiranja u razvoj zaposlenih kroz interne resurse. Međutim, manji procenat eksternih obuka (16,7%) može ukazivati na potencijalni nedostatak povezanosti sa širim stručnim zajednicama i formalnim edukativnim programima koji bi mogli dodatno unaprediti kompetencije zaposlenih. Pored toga ispitanici koji su prošli internu obuku su u većoj meri zadovoljni obukom. Većina je dala ocenu 10 na Likertovoj skali kada se pitalo da se oceni zadovoljstvo interne obuke, dok je većina ispitanika koja je prošla eksternu obuku svoje zadovoljstvo ocenila ocenom 7. Dakle može se zaključiti da su interne obuke ispunile ili čak premašile njihova očekivanja. Ovi rezultati mogu ukazivati na veću usklađenost interne obuke sa specifičnim potrebama i radnim kontekstom učesnika, dok eksterni programi možda nisu u potpunosti prilagođeni zahtevima njihove prakse

Kada se govori o izazovima, ispitanici najčešće navode potrebu za poboljšanjem kvaliteta usluge (46,7%) i implementaciju tehnologije (23,3%). To jasno pokazuje da digitalizacija nije cilj sama po sebi, već sredstvo za unapređenje korisničkog iskustva. Rezultati pokazuju da 53.3% ispitanika koristi povremeno opcije podrške korisnicima ili online resurse kako bi rešili probleme prilikom korišćenja novih tehnoloških alata, međutim samo 23.3% ispitanika ove opcije koristi redovno, što ukazuje na potrebu za odgovarajućim obukama i u ovom aspektu rada.

Kada su ocenjivali svoju samouverenost u korišćenje novih tehnoloških alata, 36.7% ispitanika je ocenilo svoje znanje ocenom 10, njih 13.3% je ocenilo svoje sposobnosti ocenom 9, dok su ostali dali niže ocene. Može se zaključiti da nešto više od trećine ispitanika ima veliku samouverenost u svoje sposobnosti za korišćenje tehnoloških alata, dok se kod preostalih kompetencije mogu dalje unapređivati.

Komparativnom analizom ispitanika prema polu, uočeno je da su učesnici podjednako ocenili svoju samoprocenu znanja i samopouzdanja u korišćenju tehnoloških alata.

Međutim, kod žena se primećuje izraženija zainteresovanost za dodatne edukacije. Kada se ispita starosna struktura, mlađi ispitanici koji pripadaju grupaciji od 18 do 28 godina pokazuju nešto viši nivo samopouzdanja i veće interesovanje za dodatne obuke, međutim razlike među starosnim grupama nisu previše značajne. Takođe, ispitanici koji su prethodno pohađali obuke o korišćenju tehnoloških alata pokazuju viši nivo samoprocene znanja i samopouzdanja u odnosu na one koji nisu imali takve obuke, što ukazuje na značajan pozitivan efekat sprovedenih obuka.

5. ZAKLJUČAK

Kvalitet i konkurentnost usluga koje turističke organizacije nude direktno zavise od obučenosti i profesionalnosti njihovih zaposlenih. Dobijeni rezultati ukazuju da postoje solidne pretpostavke za dalji razvoj zaposlenih u turizmu u Srbiji – od obrazovanog i motivisanog kadra, preko otvorenosti ka novim tehnologijama, pa sve do jasno izražene potrebe za dodatnim obukama. Konkretno preporuke oblasti za koje su ispitanici izrazili želju za usavršavanjem, dodatno osvetljavaju pravce razvoja – od bolje integracije sistema i uvođenja veštačke inteligencije za personalizaciju ponude, do razvoja B2B platformi i unapređenja statističkog praćenja. Ovo ukazuje na to da su zaposleni svesni važnosti daljeg osavremenjavanja procesa i alata, kao i da postoji jasna vizija u kom pravcu bi digitalna transformacija turizma trebalo da ide.

Ipak, pred sektorom stoje izazovi koji zahtevaju promišljen i strateški pristup, posebno kada je reč o podizanju digitalnih veština i prilagođavanju sve zahtevnijim očekivanjima korisnika. Budućnost turizma stoga zavisi od usklađivanja ulaganja u ljudske resurse i primene savremenih tehnoloških rešenja, pri čemu upravo zaposleni ostaju ključni pokretači održivog razvoja i konkurentnosti.

Buduća istraživanja u ovoj oblasti mogla bi se fokusirati na analizu efekata različitih tipova obuka, utvrđivanje specifičnosti obuka u različitim segmentima turizma (ruralni, zdravstveni, omladinski, kulturni ili poslovni turizam), kao i analizu mogućnosti uključivanja krajnjih korisnika turističkih usluga u proces obuke zaposlenih kroz dobijanje povratnih informacija, zahteva i preporuka.

LITERATURA

- [1] Dediu, L., & State, O. (2018). Travel agency staff: the need for professional training in the information technologies context of use. *Cactus Tourism Journal*, 17(1), 9.
- [2] Gallo, P., Dobrovič, J., Čabinová, V., Pártlová, P., Straková, J., & Mihalčová, B. (2021). Increasing the efficiency of enterprises in tourism sector using innovative management methods and tools. *Social Sciences*, 10(4), 132.
- [3] Marinković, S. (2019). *Challenges of business model digitalization in case of travel agencies*, u međunarodnoj monografiji *4th International Thematic Monograph, Modern management tools and economy of tourism sector in present era*, UDECOM Balkan, str. 309-324. ISBN 978-86-80194-29-5

-
-
- [4] Ministarstvo trgovine, telekomunikacija i turizma (2016). Strategija razvoja turizma Republike Srbije za period od 2016. do 2025.godine. "Sl. glasnik RS", br. 98/2016 Dostupno na <https://mtt.gov.rs/download/3/strategija.pdf>
- [5] Naqvi, M. A., & Jia, H. (2023). Computer Reservation Systems in Tourism. In *Encyclopedia of Tourism* (pp. 1-3). Springer, Cham.
- [6] Pan, B. (2015). Global distribution szstem. Preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/270273918_Global_Distribution_System. Pristup: 11.02.2024.
- [7] Šimunović, M. (2016). Inovacije u poslovanju turističkih posrednika. Preuzeto sa: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:143:028022>. Pristup: 11.02.2024.
- [8] Tuzunkan, D. (2017). The Relationship between Innovation and Tourism: The Case of Smart Tourism. Preuzeto sa: <https://www.researchgate.net/publication/321906089>. Pristup: 13.02.2024.

RODNA RAVNOPRAVNOST U DIGITALNO DOBA

GENDER EQUALITY IN DIGITAL AGE

Jovana Šutonja¹, Jasna Petković²¹ Univerzitet u Beogradu Fakultet organizacionih nauka,¹jovanasutonja01@gmail.com, ORCID: 0009-0007-7270-0937²jasna.petkovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-5202-8679

Apstrakt: Digitalna transformacija predstavlja globalni fenomen promene načina na koji ljudi funkcionišu, komuniciraju, rade i doprinose društvu, otvarajući mogućnosti za napredak na raznim poljima. Svakodnevno, ljudi se suočavaju sa novim tehnologijama i težnjom da im se prilagode. Rodna ravnopravnost, kao jedan od ciljeva održivog razvoja, postala je važna tema za diskusiju u odnosu na digitalizaciju. Efekat digitalizacije na ljude, umnogome je prednost dao muškom rodu u odnosu na ženski, te tako princip održivosti teži na uključivanje žena u rad, obrazovanje i preduzetništvo. Cilj je da se eliminišu prepreke sa kojima se žene suočavaju u digitalnom okruženju, a da pri tome napreduju u sferama obrazovanja, posla i prava. Digitalno doba treba da doprinese održivosti i ispunjenju njenih ciljeva.

Cljučne reči: Rodna ravnopravnost, Digitalizacija, Digitalni jaz.

Abstract: Digital transformation represents a global phenomenon of changing the way people function, communicate, work and contribute to society, opening opportunities for progress in various fields. Every day, people face new technologies and strive to adapt to them. Gender equality, as one of the goals of sustainable development, has become an important topic for discussion regarding digitalization. The effect of digitization on people has greatly favored the male gender over the female gender, so the principle of sustainability tends to involve women in work, education and entrepreneurship. The goal is to eliminate the obstacles that women face in the digital environment, while advancing in the spheres of education, work and law. The digital age should contribute to sustainability and the fulfillment of its goals.

Keywords: Gender equality, Digitization, Digital gap.

1. UVOD

Svet prolazi kroz eru digitalizacije u kojoj većina naših svakodnevni aktivnosti u velikoj meri zavisi od inovativnih digitalnih i kompjuterskih tehnologija. Ove savremene tehnologije su dobile svoju primenu u socio-ekonomskim, ekološkim, održivim i klimatskim istraživanjima kako bi se poboljšala produktivnost i efikasnost datog sistema (Balogun et al., 2020).

Prelazak sa analognog na digitalni svet i sam pojam digitalizacije u poslednjih nekoliko decenija otvorili su mnoga pitanja, ali i vrata ka novom stilu i načinu života ljudi. Otkrića poput telefona i računara za svet su bila otkrovenje, u doba kada se nisu mogli ni zamisliti takvi tehnološki progresi. Godinama kasnije, modeli ovih tehnologija postajali su sve napredniji, te bi se moglo reći da su danas gotovo savršeni. Mnoštvo funkcionalnosti u tako malim uređajima, a sa toliko mogućnosti za napredak obuzeli su ceo svet. Digitalizacija je postala svakodnevica, a takođe se i širila velikom brzinom. Ljudi su obručke prihvatili nove tehnologije i u sebi gajili potrebu za prihvatanjem novih standarda života. Kako su se nove tehnologije širile po svetu, tako je uticaj digitalizacije transformisao okolinu i stvorio nove staze za ljudski napredak, poslovanje i ekonomiju. Posmatrajući sa šireg aspekta, globalizacija i digitalizacija su neodvojivi i doprinose efikasnom razvoju ljudske prirode, uz značajne doprinose svetskoj privredi i industrijama (Goswami, 2025).

Pojava Informaciono-Komunikacionih Tehnologija (IKT) doprinela je kako društvenom, tako i privrednom razvoju. Sa svojim veštim alatima i funkcijama, stvorila je mogućnosti za informisanje, dvosmernu komunikaciju i primenu ovih prednosti u svim sferama života. U vreme pandemije COVID 19 virusa, digitalizacija je imala visoku stopu rasta i globalnog širenja, te je kao takva omogućila alternativnu metodu rada za mnoge zaposlene. Prelazak na rad od kuće, umnogome je sačuvao stabilnost privrede, kako Srbije, tako i drugih zemalja sveta, te je ovakav režim *online* rada zaživeo i postao svakodnevna opcija za radno sposobno stanovništvo. Sa druge strane, sektori poput turizma i ugostiteljstva, bili su najviše oštećeni tokom ovog globalnog fenomena. Upravo ovakve krize jedan su od pokretača pitanja rodne ravnopravnosti i negativnih uticaja koji se odnose na polove, a prouzrokovane su globalnim problemima sa kojima se svakodnevno susreću. Digitalna transformacija i nove tehnologije mogu se smatrati inicijatorima povećanja svesti kod žena i muškaraca o važnim životnim temama, ali mogu doprineti jednakom pristupu obrazovanju, poslu i drugim životnim aspektima (Panie & Nae, 2021).

Gupta & Sharma (2025) iskazali su da digitalizacija ima upliva u obrazovanje, poslovanje, zapošljavanje i mnoge druge aspekte života. Alati, poput veštačke inteligencije, sve su više zastupljeni u kompanijama i koriste se u različite svrhe, a jedna od njih je i regrutacija kadrova prilikom koje se upotrebljava nepristrasnost ove tehnologije, a u cilju odabira najboljeg kandidata za obavljanje posla, uz poštovanje načela jednakosti između polova. Takođe, u ovom kontekstu otvara se i pitanje koliko tehnološki progres podržava ženski deo populacije, s obzirom na to da, pogotovo u ruralnim područjima, žene nemaju jednak pristup digitalnim resursima, te se time stvara značajan jaz i nejednakost između polova (Gupta & Sharma, 2025). Stoga, jedan od ciljeva održivog razvoja jeste i povećanje svesti o rodnoj ravnopravnosti i u privatnom i u poslovnom svetu (Owusu, 2024).

2. POJAM I KONCEPT RODNE RAVNOPRAVNOSTI

Prema biologiji, muški i ženski pol razlikuju se po fizičkim, odnosno sekundarnim karakteristikama tela, dok iz ugla društvenih nauka pol se naziva rodom i on u biti sadrži karakteristike društva, kulture, prava i ekonomije. Oba roda imaju pravo na ponašanja, odevanje i zanimanja koja su karakteristična za taj rod ili pak ka kojima ima određene preferencije. Pitanje rodne ravnopravnosti jedan je od ciljeva održivog razvoja i direktno je povezano sa podizanjem svesti o edukaciji i borbi za nesmetani razvoj i jednakost polova (Goswami, 2025). Goswami (2025) definiše rodnu ravnopravnost kao „Ideju da svi ljudi, bez obzira na pol, treba da imaju jednaka prava, mogućnosti i tretman u svim aspektima života - društvenom, političkom i ekonomskom.“ U davnim vremenima, žene su bile diskriminirane i razna prava koja su im danas dostupna, tada su im bila zabranjena. Pravo na obrazovanje, pravo na glasanje, pravo na socijalnu i zdravstvenu zaštitu danas su osnovna i svima dostupna prava. Svrha rodne ravnopravnosti nije samo u tome da žene budu jednake sa muškarcima, već i da se polovi međusobno poštuju, sarađuju i ne ograničavaju slobodu govora i izbora. Podizanju svesti o rodnoj ravnopravnosti država može doprineti kroz: programe obuke, implementaciju politika i zakona kojima se štite ova prava, javne govore i iznošenje stavova i kroz podsticanje žena u uključivanje na visoke pozicije i davanje odgovornosti za donošenje važnih odluka (Goswami, 2025).

Posmatrajući iz pravnog ugla, Nurmajani (2025) rod određuje na osnovu „Određenih životnih iskustava, kao što su rodni identitet, seksualna orijentacija i poštovanje rodni normi. Rod nije samo biološki ili kulturni konstrukt, već je povezan sa dinamičkom interakcijom između društvenih, bioloških, kulturnih i jezičkih faktora.“ Zalaganje za jednakost u pravima na izbor obrazovanja i upotrebu tehnologija, kao i na društveni i pravni osnov podrške ženama, kažnjavanje nasilja i diskriminacije jesu strategije za zaštitu žena u digitalnom okruženju (Nurmajani, 2025).

3. UTICAJ DIGITALIZACIJE NA RODNU RAVNOPRAVNOST

Informacione i komunikacione tehnologije mogu pomoći da se ubrza napredak ka svakom od 17 ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih nacija. Efikasna i pristupačna IKT infrastruktura i usluge pomažu zemljama da se uključe u digitalnu ekonomiju i podstaknu svoju ekonomsku konkurentnost i blagostanje. Značaj digitalizacije primećen je u mnogim životnim sferama, ali itekako velikog udela ima u svakodnevnoj spoznaji okoline od strane ljudi. Rad Popkova i saradnika (2021), pokazuje da je uticaj digitalnih tehnologija na održivi razvoj dvosmeran - pozitivan je za neke od ciljeva održivog razvoja, a štetan za druge. Kvantitativni uticaj razvoja digitalne tehnologije na implementaciju ciljeva održivog razvoja je pozitivan. Ovo omogućava korišćenje digitalnih tehnologija kao naprednog alata za ciljeve održivog razvoja, iako različiti aspekti razvoja digitalne tehnologije različito doprinose implementaciji ciljeva održivog razvoja. Socijalni razvoj u razvijenim zemljama ima visoku korelaciju sa digitalnim znanjem (75,16%) i digitalnim tehnologijama (77,16%); globalizacije, sa digitalnim znanjem (74,15%). U zemljama u razvoju, digitalne tehnologije slabo doprinose razvoju institucija i implementaciji ciljeva

održivog razvoja. Uočavaju se najistaknutije (mada statistički beznačajne) veze između socijalnog razvoja i digitalne infrastrukture (9,94%) i digitalnih tehnologija (11,71%) i između ekonomske slobode i digitalne infrastrukture (40,86%). Prema statistici Međunarodne unije za telekomunikacije (International Telecommunication Union – ITU), 250 miliona žena manje je bilo onlajn nego muškaraca u 2017. godini. Globalno, 62% muškaraca koristi internet u poređenju sa 57% žena. Iako se digitalna rodna podela smanjivala u svim regionima sveta i praktično je eliminisana u razvijenom svetu, veliki jaz i dalje postoji u najmanjim razvijenim zemljama (gde je 31% muškaraca na mreži, u poređenju sa samo 19% žena) i u zemljama u razvoju bez izlaza na more (gde je 38 % muškaraca u poređenju sa 27% žena). Da bi zatvorili digitalni jaz među polovima, članice ITU-a organizuju godišnji Međunarodni dan devojaka u IKT-u kako bi podstakle više žena i devojaka da se bave naukom, tehnologijom, inženjeringom i matematikom. Inicijative za rodnu ravnopravnost u kojima je ITU direktno angažovan uključuju EQUALS, revolucionarnu globalnu mrežu za izgradnju baze dokaza i poboljšanje pristupa žena tehnologiji, izgradnju relevantnih digitalnih i drugih veština i promovisanje ženskog liderstva u tehnološkom sektoru (ITU, 2015).

Međusobna komunikacija, informisanje o dnevnim novinama, važnim i manje važnim događajima i njihova povezanost sa ljudskim životima, poslednjih decenija značajno su se promenili u odnosu na doba pre digitalizacije. Brze tehnološke promene izazvale su nepredvidivost budućnosti na dugoročnom planu, s obzirom na to da se svakim danom otkriva neka nova tehnologija, koja ima tendenciju da uz napredak bude od koristi za zadovoljenje novih potreba ljudi koje se vremenom stvaraju. Nove digitalne tehnologije privukle su preferencije mladih žena da učestvuju u ekonomskom razvoju i doprinesu svetskoj privredi, kroz upotrebu društvenih mreža i interneta, ali i kroz zapošljavanje, lični razvoj i napredovanje na više pozicije koje su često nepravedno dodeljene muškarcima. Tehnologija bi trebalo da bude nepristrasna i da je može upotrebljavati svako, bez obzira na pol ili druge fizičke karakteristike čoveka, što dovodi do toga da u ovom kontekstu nema mesta za diskriminaciju takve vrste (Wajcman et al., 2020).

Mustapha (2023) ističe da su digitalne tehnologije doprinele funkcionisanju savremenog čoveka i znatno mu olakšale zadovoljenje potreba, ali da one nemaju jednak uticaj na različite polove. Digitalni jaz koji postoji između polova, nastao je zbog zanemarivanja potrebe za napretkom ženskog pola u odnosu na muški. Prema istraživanjima, „ženski“ poslovi, u vidu zanata, voženja, kućnih radinosti i slično imaju veliku tendenciju da se brže automatizuju u odnosu na „muške“ poslove. Sa druge strane, učestvovanje žena u upotrebi digitalnih alata povećava njihovu aktivnost i sklonost ka otvaranju malih biznisa i online prodavnica i gaje duh ženskog preduzetništva. One treba da dobiju podršku vlade, organizacija i okoline i da je cilj svetskog poretka da se teži rastu kroz jednakost (Mustapha, 2023).

Digitalizacija je omogućila ženama uticaj na različite aspekte života i pristup medijima i društvenim mrežama, gde su dobile prostor da se osnaže i bore za ženska prava, da imaju uvid u razne informacije i da podrže pokrete za podsticanje feminizma i rodne jednakosti.

Veliki izazov na polju rodne ravnopravnosti, a sa kojim se suočavaju žene jeste nepristupačnost tehnologija svim ženama, odnosno njihov organičen pristup, zatim slaba digitalna pismenost što zavisi od područja sa koga žene dolaze (npr. u dalekim ruralnim područjima žene su gotovo izolovane od tehnologije), ali i kulturološka i društvena ograničenja sa kojima se susreću žene najviše u muslimanskim zemljama, ali i nerazvijenim zemljama i zemljama u razvoju sa niskim životnim standardom i lošim uslovima života (Nurmayani, 2025).

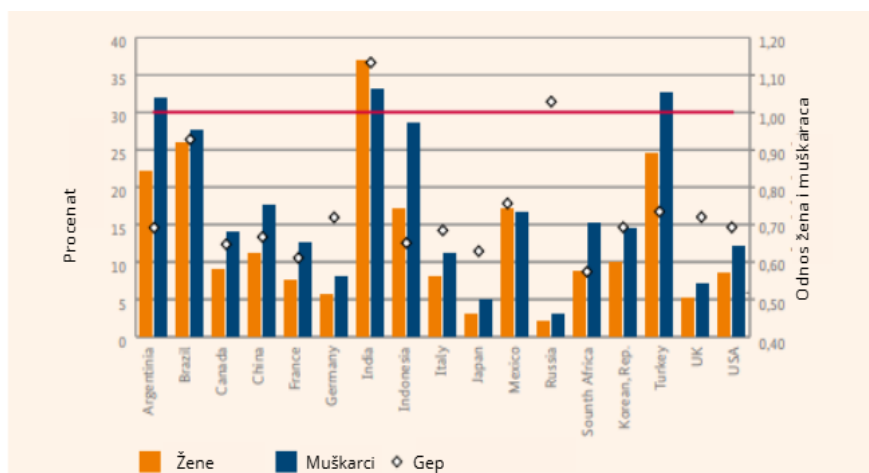
Zastupljenost žena u sektoru informatike, programiranja, u poslovima informaciono-telekomunikacionih tehnologija, inženjerstva i na visokim pozicijama u menadžmentu nije na zavidnom nivou. Prema starim tradicijama, muškarci su se slali u škole i na posao, dok su žene radile kod kuće. Danas je, pogotovo u ruralnim sredinama, ostalo tako, te usled nedostatka obrazovanja, nerazvijenih karijera i drugih kulturoloških i društvenih prepreka, sposobnost žena da koriste tehnologije ograničena cenom i pristupačnošću istih, ali i manjkom digitalnog znanja i pismenosti (Samanta, 2022). Prema istraživanjima, one kompanije koje imaju žene na visokim pozicijama u organizaciji, smatraju se bolje stituiranim i inovativnim kompanijama sa odličnim rezultatima poslovanja i u takvom okruženju stvara se prostor za politiku podsticanja edukacije, napredovanja i razvoja ličnosti (Goswami, 2025).

3.1. POLOŽAJ ŽENA U JUŽNOJ AZIJI

Region Južne Azije jedan je od najvrednijih i najpoznatijih delova sveta koja karakterišu najmnogoljudnije zemlje na svetu, kao i masovna proizvodnja i doprinos svetskoj ekonomiji. Uprkos tome, mnoge žene u ovim predelima nisu uspele da dostignu taj nivo razvoja, zbog gepova koji su značajno izraženi u ovim društim. Samo 40% radno sposobnih žena učestvuje u privređivanju, a s obzirom na to da su zemlje Južne Azije pretežno poljoprivredno orijentisane, one nemaju drugu mogućnost osim da se bave obradom useva. Iz ovakve orijentisanosti proističu loši radni uslovi, niska primanja, niskopozicionirani poslovi bez mogućnosti zdravstvene i socijalne zaštite. Čak i one žene koje su se osmelile da pokrenu svoj biznis, nemaju priliku da ga razviju na pravi način. Pored geografskih karakteristika reljefa Južne Azije, narode iz ovog kraja karakterišu i jaka društvena pravila i norme. To su predeli gde vlada patrijarhat, gde su muška deca prioritet i gde zdravlje i obrazovanje ženske dece gotovo da nije važno. U poslednje vreme Bangladeš i Šri Lanka značajno su napredovali u sferi obrazovanja, te se sve veći broj ženske dece školuje, međutim viši nivoi obrazovanja i dalje predstavljaju problem za ovaj pol. One se takođe susreću i sa nehumanim uslovima života, lošom stituiranosti i nemogućnosti uzimanja i korišćenja kredita, te preduzetnice često podležu alterntivnim načinima prikupljanja novca. Za Bangladeš je još karakterističan i rast digitalnog bankarstva koje se proširilo na teško dostupne oblasti ove zemlje. Ženama je omogućena „Laalsobuj.com“ platforma za prodaju proizvoda i obuka o korišćenju i razvijen je projekat za podsticanje žena u korišćenju IKT i doprinos digitalizaciji Bangladeša. Ovakvi generatori novih radnih mesta pospešuju žene iz ruralnih područja da se osamostale (Salagado et al., 2022).

4. RODNA RAVNOPRAVNOST U PREDUZETNIŠTVU

Preduzetništvo je poslednjih nekoliko godina značajno zaživelo u svetu, a ukoliko biznis dugoročno uspe onda je ekonomski rast države zagaranovan. Menjanje potreba ljudi, novi tehnološki poduhvati, inovacije, digitalizacija, sve je to doprinelo otvaranju prilika za preduzetnike. Međutim, ove poduhvate je znatno mali broj žena pokušao da pokrene, te je jaz između polova i dalje veliki. One nisu spremne na preduzetničku karijeru zbog već navedenih prepreka u vidu manjka menadžerskih znanja, slabog poznavanja tehnologija, inženjerstva i drugih kompleksnih nauka, koje su neophodne za poslovanje (Sorgner et al., 2017). Na slici 1. prikazan je udeo žena i muškaraca u pokretanju samostalnih biznisa u G20 zemljama sveta.



Slika 1. Rodne razlike u namerama pokretanja preduzetničkih biznisa u G20 zemljama¹
Izvor: Sorgner et al., 2017

Digitalne tehnologije predstavljaju priliku za žene i žensko preduzetništvo, kroz mogućnosti aktivnog učešća na tržištu i fleksibilnost i usklađivanje poslovnog i privatnog života, posebno za žene iz ruralnih okruženja, koje imaju problem sa manjkom digitalnih znanja. Da bi se povećalo učešće žena u preduzetničkim poduhvatima, UNDP (2021) predlaže:

- Razvijanje programa za obuku žena digitalnim veštinama;
- Podržavanje razvoja zakona za zaštitu prava radnika, a posebno žena u digitalnom svetu;
- Razvijanje politike podrške i obuke ženama preduzetnicama, posebno onim iz manjih i nerazvijenih sredina;

¹ Argentina, Brazil, Kanada, Kina, Francuska, Nemačka, Indija, Indonezija, Italija, Japan, Meksiko, Rusija, Južna Afrika, Južna Koreja, Turska, Velika Britanija, SAD i predstavnici Evropske unije.

- Podsticanje države za davanje subvencija ženama preduzetnicama;
- Osnovanje udruženja pomoću kojih će žene međusobno deliti iskustva i učiti iz zajedničkih iskustava (umrežavanje).

U okviru srpske privrede, Ministarstvo privrede Republike Srbije već godinama unazad izdvaja bespovratna sredstva za žene preduzetnice i žene samohrane roditelje, ali i za žene preduzetnice na selu. U okvirima ovih novčanih sredstava one mogu nabaviti novu opremu za skladištenje i obradu proizvoda, repromaterijal i druga sredstva potrebna za obavljanje poslovnih aktivnosti, održavanje i sređivanje poslovnog prostora. Novčana sredstva za žene preduzetnice i samohrane majke mogu se uzeti u iznosu od 400.000 do 6.000.000 dinara, dok je za žene preduzetnice na selu obezbeđen iznos od 50.000.000 dinara (Ministarstvo privrede Republike Srbije, 2024; Ministarstvo privrede Republike Srbije, 2025).

5. ZAKLJUČAK

Kako digitalizacija ima globalnu ulogu u menjanju stvari na bolje, ona utiče na poslovanje, društvo, ekonomiju i način na koji ljudi komuniciraju, uče i rade. Sa druge strane, rodna ravnopravnost, kao jedan od ciljeva održivog razvoja ima ulogu da obezbedi jednake mogućnosti i prava među rodovima. Nove, digitalne tehnologije pored pomoći i zadovoljenja potreba njihovih korisnika, imaju i tu moć da izmene stanje u svetu. One dobijaju značaj u pomaganju ostvarenja ciljeva održivog razvoja. Doprinos ženskom delu populacije u kontekstu većeg učešća u digitalnom svetu mogao bi se ogledati kroz pokretanje inicijativa za razvijanjem digitalne pismenosti na lokalnom nivou, kao i uvođenje obaveznih predmeta u školama gde bi devojčice mogle steći znanja koja bi u bliskoj budućnosti mogla primeniti u životu i radu. Sa druge strane, objektivan izbor kandidata za posao, kao i podsticanje žena na učestvovanje u tehnološkim poslovnim poduhvatima i sektorima, značajno mogu doprineti osnaživanju žena i njihove smelosti da se bave „muškim“ poslovima. Stoga, država i privreda treba da pruže podršku i ženama koje žele da pokrenu svoje preduzetničke poduhvate i obezbedi im kvalitetan razvoj, uz finansijsku podršku i predavanja, mentorstva i kooperaciju sa partnerima i saradnicima koji gaje iste vrednosti.

Takođe, pojedini pravci koji se mogu istražiti u daljoj budućnosti jesu i to kako digitalizacija utiče na žene preduzetnice i koliko im ona olakšava ili otežava učestvovanje na tržištu; da li i koji programi obuke uspešno podučavaju žene u doba digitalizacije i koji sve faktori utiču na obrazovanje žena u različitim slojevima društva. Stoga, rodna jednakost u digitalnom okruženju treba da predstavlja kombinaciju umrežavanja, obrazovanja, poštovanje politika i regulativa i učešća žena u svim sferama poslovanja. Podrška ženskom preduzetništvu i prihvatanje činjenice da postoje nadarene i kvalitetne žene spremne da preuzmu rizik i odgovornost u poslovanju mogu doprineti uklanjanju razlika među polovima i dozvoliti ženama da grade zajedničku budućnost. Zato, digitalizacija nudi širok spektar mogućnosti za napredak i razvoj, a pomoću nje mogu se ukloniti barijere i stvoriti zdravo okruženje za sve članove društva u celini.

LITERATURA

- [1] Balogun, A.L., Marks, D., Sharma, R., Shekhar, H., Balmes, C., Maheng, D., Arshad, A., Salehi, P. (2020). Assessing the potentials of digitalization as a tool for climate change adaptation and sustainable development in urban centres. *Sustain. Cities Soc.* 53, 101888. DOI:10.1016/j.scs.2019.101888
- [2] Goswami, D. P. (2025). Breaking Barriers: Exploring Digital Gender Equality In The Modern Age. Available at SSRN 5121589. <http://dx.doi.org/10.4018/979-8-3693-9836-4.ch002>
- [3] Gupta, P., & Sharma, H. (2025, June). Digital Pathways to Gender Equality: Exploring the Role of Digitalization in Advancing Gender Equity in International Organisations. In *Innovative Multidisciplinary Approaches to Global Challenges: Sustainability, Equity, and Ethics in an Interconnected World (IMASEE 2025)* (pp. 654-663). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-416-7_31
- [4] ITU. (2015). ICT facts & figures: The world in 2015. Geneva: International Telecommunication Union.
- [5] Ministarstvo privrede Republike Srbije. (2024). Program podsticanja razvoja preduzetništva kroz finansijsku podršku za preduzetništvo žena i žena samohranih roditelja u 2024. godini. Privreda Republike Srbije.
- [6] Ministarstvo privrede Republike Srbije. (2025). Javni poziv za dodelu bespovratnih sredstava u okviru Programa podrške za razvoj preduzetništva žena na selu u 2025. godini. Privreda Republike Srbije.
- [7] Mustapha, M. B. (2023). Gender Equality in digitalization and Computer Use.
- [8] Nurmayani, I. D. (2025). Empowering Women in the Digital Age: Legal Strategies for Gender Equality Inspired by Kartini's Vision. *Law and Judicial Review*, 1(1), 1-10. [http://dx.doi.org/10.70764/gdpu-ljr.2025.1\(1\)-01](http://dx.doi.org/10.70764/gdpu-ljr.2025.1(1)-01)
- [9] Owusu, E. K. O. (2024). Gender equality and work-life balance in the digital era: A bibliometric analysis. *Virtual Economics*, 7(1), 66-81. [http://dx.doi.org/10.34021/ve.2024.07.01\(4\)](http://dx.doi.org/10.34021/ve.2024.07.01(4))
- [10] PANIE, N. A., & NAE, T. M. (2021). Digital recovery—a tool for gender equality. *Economic Convergence in European Union*, 7.
- [11] Popovka, E., De Bernardi, P., Tyurina, Y., & Sergi, B.S. (2021). A theory of digital technology advancement to address the grand challenges of sustainable development. *Technology in Society* 68, 101831. DOI:10.1016/j.techsoc.2021.101831
- [12] Wajcman, J., Young, E., & Fitzmaurice, A. (2020). The digital revolution: Implications for gender equality and women's rights 25 years after Beijing.
- [13] Salgado, M. R. M., Salgado, R., & Anand, R. (2022). *South Asia's path to resilient growth*. International Monetary Fund. <http://dx.doi.org/10.1111/aspp.12743>
- [14] Samanta, P. (2022). Impact of digitalisation on efficiency and effectiveness of women-a case study. *International Journal of Finance, Entrepreneurship & Sustainability (IJFES) Volume-2, Issue-1*. <https://doi.org/10.56763/IJFES.V1I.36>
- [15] Sorgner, A., Bode, E., Krieger-Boden, C., Aneja, U., Coleman, S., Mishra, V., & Robb, A. (2017). The effects of digitalization on gender equality in the G20 economies. *Kiel: Kiel Institute for the World Economy*.
- [16] United Nations Development Programme. (2021). *Gender equality in digitalization: Key issues for programming*. UNDP Istanbul Regional Hub. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/kg/gender_equality_in_digitalization.pdf

AKADEMSKO PREDUZETNIŠTVO I PREDUZETNIČKI UNIVERZITET: PREDLOG OKVIRA ZA POREĐENJE ZEMALJA

ACADEMIC ENTREPRENEURSHIP AND THE ENTREPRENEURIAL UNIVERSITY: A PROPOSED FRAMEWORK FOR CROSS- COUNTRY COMPARISON

Jovana Kojić¹, Vladimir Radovanović²

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
jovana.kojic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0477-193X

²Privredna komora Srbije, vladimir.radovanovic@pks.rs

Apstrakt: Ovaj rad predlaže okvir za poređenje zemalja u domenu razvoja akademskog preduzetništva i preduzetničkog univerziteta. Dosadašnja istraživanja uglavnom su bila fokusirana na pojedinačne univerzitete ili nacionalne kontekste, dok nedostaje širi okvir zasnovan na upotrebi međunarodno dostupnih kvantitativnih pokazatelja. Polazeći od postojećih globalnih baza indikatora i relevantnih indeksa, rad identifikuje i grupiše set od 26 pokazatelja u pet kategorija: institucionalni okvir, resursi i kapaciteti, performanse akademskog preduzetništva, kulturni i motivacioni faktori i međunarodne mreže i konkurentnost. Dalja primena predloženog okvira omogućava mapiranje sličnosti i razlika među zemljama, prepoznavanje ključnih snaga i slabosti, kao i definisanje pravaca za unapređenje politika i univerzitetskih praksi usmerenih na podsticanje akademskog preduzetništva i razvoj preduzetničkog univerziteta.

Ključne reči: akademsko preduzetništvo, preduzetnički univerzitet, indikatori, okvir, poređenje zemalja.

Abstract: This paper proposes a framework for comparing countries in the domain of academic entrepreneurship and entrepreneurial university development. Previous research has mostly focused on individual universities or national contexts, while a broader framework based on the use of internationally available quantitative indicators has been lacking. Building upon existing global indicator databases and relevant indices, the paper identifies and groups a set of 26 indicators into five categories: institutional framework, resources and capacities, academic entrepreneurship performance, cultural and motivational factors, and international networks and competitiveness. The further application of the proposed framework enables the mapping of similarities and differences among countries, the recognition of key strengths and weaknesses, as well as the definition of directions for improving policies and university practices aimed at fostering academic entrepreneurship and developing the entrepreneurial university.

Keywords: academic entrepreneurship, entrepreneurial university, indicators, framework, cross-country comparison.

1. UVOD

Tokom poslednjih decenija univerziteti su u sve većoj meri uključeni u preduzetničke aktivnosti, prvenstveno kroz transfer tehnologije, patentiranje, licenciranje i osnivanje spin-off kompanija kao mehanizama za komercijalizaciju istraživačkih rezultata (Evertsen et al., 2022; Siegel & Wright, 2015). Razvoj akademskog preduzetništva deo je šire transformacije univerziteta u preduzetničke institucije usmerene ka ostvarivanju tzv. treće misije (Compagnucci & Spigarelli, 2020; Etzkowitz, 2013). Pored tradicionalnih obrazovnih i istraživačkih funkcija, univerziteti danas aktivno doprinose razvoju inovacionih ekosistema (OECD, 2022). Zbog svega navedenog, savremene rasprave u oblasti javnih politika sve češće pozicioniraju univerzitete kao „pokretače ekonomskog rasta“ (Hayter et al., 2018; Siegel, 2018). Ipak, poređenje razvijenosti akademskog preduzetništva među različitim zemljama ostaje složen izazov. Većina dosadašnjih istraživanja usmerena je na pojedinačne univerzitete ili nacionalne studije slučaja, bez izgradnje okvira za međunarodnu komparaciju koja bi omogućila identifikovanje uspešnih politika i praksi, prepoznavanje strukturnih barijera koje ograničavaju razvoj akademskog preduzetništva, kao i prilagođavanje postojećih modela specifičnim lokalnim kontekstima. U tom kontekstu, cilj ovog rada je da predloži početni okvir indikatora za poređenje razvoja akademskog preduzetništva među zemljama, zasnovan na globalno dostupnim podacima. Primena predloženog okvira otvara mogućnost upoređivanja zemalja, prepoznavanja njihovih snaga i slabosti i usmeravanja politika i univerzitetskih inicijativa ka efikasnijem podsticanju akademskog preduzetništva.

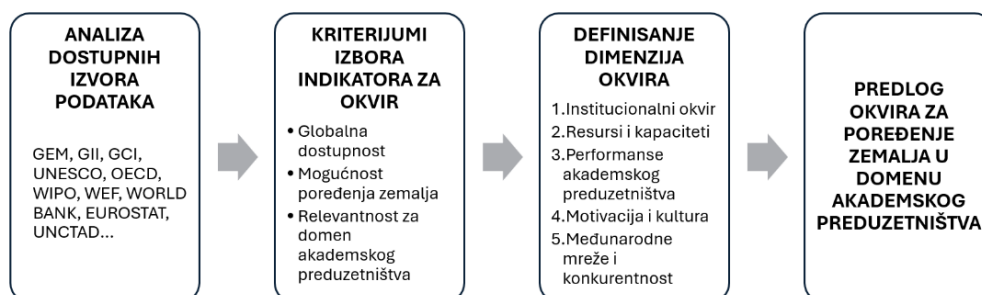
2. AKADEMSKO PREDUZETNIŠTVO: NACIONALNE STUDIJE

Akademsko preduzetništvo se najčešće odnosi na osnivanja novih preduzeća (spin-off kompanija) zasnovanih na znanju i univerzitetskoj tehnologiji, koja nastaju u univerzitetskom okruženju (Hayter et al., 2018). Postoji opšta saglasnost u literaturi da je ključni cilj akademskog preduzetnika da se uključi u aktivnosti koje vode ka komercijalizaciji tehnologije (Wright, 2014). Univerziteti koji se bave aktivnostima transfera tehnologije postaju pokretači koji doprinose društvenom, ekonomskom i kulturnom razvoju regiona u kojima deluju, prenoseći znanja i tehnologije industriji i društvu u celini (Agasisti et al., 2019). Zbog svega navedenog, koncept akademskog preduzetništva od velikog je značaja za analizu na nacionalnom nivou. Postojeća istraživanja na temu u glavnom se fokusiraju na pojedinačne ekonomije ili grupe zemalja. Primera radi, Korchagin (2021) analizira razvoj akademskog tehnološkog transfera u Rusiji, ističući institucionalne i regulatorne prepreke kao ključne faktore koji usporavaju komercijalizaciju rezultata istraživanja u akademskom sektoru. Farrell i dr. (2024) fokusira se na zemlje sa niskim i srednjim prihodima i identifikuje faktore koji utiču na akademsko preduzetništvo u tim ekonomijama. Musleh i dr. (2025) razmatraju akademsko preduzetništvo u kontekstu zemalja u razvoju i predlažu okvir za komercijalizaciju istraživanja u tim sredinama. Međutim, zvanični strukturirani i opšte

prihvaćeni okviri za međunarodno poređenje u ovom domenu nisu u dovoljnoj meri istraženi i razvijeni, što otvara prostor za dalja istraživanja u ovom domenu.

3. METODOLOGIJA

Analiza u ovom radu je zasnovana na pregledno-komparativnom pristupu. Primenjena metodologija skicirana je na slici 1. Kao polazna tačka identifikovani su međunarodno dostupni indikatori iz priznatih izvora - globalnih baza i globalno priznatih indeksa (WEF, UNESCO, OECD, WIPO, Eurostat, UNCTAD, Global Entrepreneurship Monitor - GEM, Global Innovation Index – GII, Global Competitiveness Index - GCI). Indikatori su grupisani u pet dimenzija - institucionalni okvir, resursi i kapaciteti, performanse akademskog preduzetništva, kulturni i motivacioni faktori i međunarodne mreže i konkurentnost. Pet definisanih dimenzija okvira proizašlo je iz pregleda literature o preduzetničkom univerzitetu i akademskom preduzetništvu, kao i iz strukture međunarodnih indeksa. Kriterijumi izbora indikatora za okvir bili su globalna dostupnost podataka, mogućnost poređenja među zemljama i relevantnost indikatora za razvoj akademskog preduzetništva u okvirima preduzetničkog univerziteta na nacionalnom nivou.



Slika 7. Metodološki okvir

4. PREDLOG OKVIRA: REZULTATI

U tabeli 1 prikazan je okvir za poređenje zemalja u domenu razvoja akademskog preduzetništva. U okviru tabele, za svaki identifikovan indikator prikazana je kratka definicija, izvor podataka, kao i pojašnjenje relevantnosti izbora svakog indikatora u domenu akademskog preduzetništva.

Tabela 1: Okvir za poređenje zemalja u domenu razvoja akademskog preduzetništva

Indikator	Kratka definicija	Izvor	Relevantnost u domenu akademskog preduzetništva
(1) INSTITUCIONALNI OKVIR			
Podrška javnih politika razvoju preduzetništva (engl. <i>Government policy support for entrepreneurship</i>)	Obim u kome javne politike podstiču preduzetništvo kroz tretman preduzetništva kao ekonomskog prioriteta i poresko-regulatorne mere koje ne diskriminišu MSP.	GEM NES	Podrška politika koje podstiču osnivanje i rast MSP stvara povoljnije uslove i za univerzitetske spin-offove, jer smanjuje i poreske i administrativne barijere na koje su akademski preduzetnici posebno osetljivi.
Državni programi podrške preduzetničkim aktivnostima (engl. <i>Government Entrepreneurship Programs</i>)	Postojanje i kvalitet programa javne podrške preduzetnicima i malim i srednjim preduzećima na nacionalnom i lokalnom nivou.	GEM NES	Postojanje kvalitetnih državnih programa (grantovi, akceleratori, savetodavne usluge) može značajno smanjiti rizik i troškove za akademske timove koji razvijaju spin-offe, obezbeđujući istraživačima mentorsku podršku, finansiranje i pristup mrežama.
Kvalitet regulatornog okvira (engl. <i>Regulatory quality</i>)	Indeks koji meri sposobnost vlade da formuliše i sprovodi politike i regulative koje olakšavaju razvoj privatnog sektora.	WGI/GII	Kvalitetna regulativa omogućava jasna pravila i procedure podele vlasništva nad intelektualnom svojinom, spin-off kompanije, kao i transparentne propise o ugovorima univerzitet-industrija, što smanjuje pravnu nesigurnost i rizik.
Vladavina prava (pravna sigurnost i sprovođenje propisa) (engl. <i>Rule of law</i>)	Indeks poverenja u pravni sistem, sprovođenje ugovora, zaštitu prava svojine i IP.	WGI/GII	Poverenje u pravni sistem motivise istraživače da komercijalizuju rezultate, dok slabija zaštita povećava rizik od zloupotrebe IP-a i smanjuje podsticaje za akademsko preduzetništvo.
(2) RESURSI I KAPACITETI			
Ulaganja u istraživanje i razvoj (% BDP-a) (engl. <i>Gross domestic expenditure on R&D, % of GDP</i>)	Nacionalna izdvajanja za istraživanje i razvoj kao procenat BDP-a.	UNESCO UIS; World Bank (WDI)	Veća ulaganja povećavaju kapacitete univerziteta i istraživača da generišu inovacije i potencijalne spin-off kompanije.
Ulaganja u istraživanje i razvoj u visokom obrazovanju (% BDP-a) (engl. <i>Higher Education Expenditure on R&D – HERD</i>)	Izdvajanja za istraživanje i razvoj u univerzitetskom sektoru.	UNESCO UIS; OECD MSTI	Meri direktne resurse univerzitetskog sektora za istraživanje, koji su ključna osnova za patente, licence i spin-off kompanije, te se može smatrati jednim od pokazatelja spremnosti univerziteta za uključivanje u akademsko preduzetništvo.
Broj istraživača na milion stanovnika (engl. <i>Researchers per million inhabitants</i>)	Broj istraživača na 1M stanovnika (FTE).	UNESCO UIS; OECD MSTI	Veći istraživački kadar povećava verovatnoću pojave akademskih preduzetnika i inovativnih timova.

Broj diplomiranih na doktorskim studijama (posebno u STEM oblastima) <i>(engl. Doctoral graduates, ISCED 8, by field of study)</i>	Broj osoba koje su završile doktorske studije, sa mogućnošću izdvajanja po oblastima obrazovanja (STEM, društvene, humanističke).	UNESCO UIS; Eurostat; OECD	Doktorandi i mladi istraživači često čine jezgro akademskih startup timova i spin-off inicijativa, jer donose nova znanja i ideje spremne za tržišnu primenu.
Kvalitet naučno-istraživačkih institucija <i>(engl. Quality of Scientific Research Institutions)</i>	Ocena kvaliteta, reputacije i infrastrukture istraživačkih institucija.	GCI/WEF EOS	Infrastruktura i reputacija istraživačkih institucija utiču na mogućnost privlačenja talenata, partnerstva i komercijalizacije - što su ključni preduslovi za akademsko preduzetništvo.
Međunarodne ko-publikacije (% od ukupnih radova) <i>(engl. International co-publications)</i>	Udeo naučnih publikacija sa međunarodnim koautorima.	GII; Scopus/Elsevier	Internacionalna saradnja otvara mreže i olakšava pristup tržištima, čime se povećavaju šanse za međunarodne akademske preduzetničke inicijative.
Univerzitet-industrija IR saradnja <i>(engl. University-industry R&D collaboration)</i>	Ocena stepena saradnje univerziteta i privrede u istraživanju i razvoju.	GII WEF EOS	Saradnja s industrijom stvara put za komercijalizaciju, transfer znanja i tehnologija i nastanak spin-off kompanija.
(3) PERFORMANSE AKADEMSKOG PREDUZETNIŠTVA			
Broj univerzitetskih spin-off/startup kompanija godišnje <i>(engl. University spin-off firms)</i>	Godišnji broj firmi osnovanih iz univerzitetskog sektora na osnovu istraživačkih rezultata.	AUTM Licensing Activity Survey (SAD); ASTP Annual Survey EDR; EUA TT reports (EU); nacionalni registri	Spin-off firme su najdirektniji izlazni rezultat akademskog preduzetništva, jer komercijalizuju znanje i rezultate istraživanja.
Prihodi od licenci <i>(engl. Licensing income)</i>	Godišnji prihodi univerziteta od licenci i transfera tehnologije.	AUTM Survey; EUA; WIPO	Pokazuju finansijski uspeh komercijalizacije akademskih inovacija i održivost TT procesa.
Broj univerzitetskih patenata <i>(engl. University patents / Patents filed by universities)</i>	Broj prijavljenih i odobrenih patenata od strane univerziteta i istraživačkih instituta.	WIPO Statistics Database; EPO PATSTAT; nacionalni zavodi za IS	Patenti su ključan oblik zaštite IS i baza za licence, spin-off kompanije i saradnju sa industrijom.
Udeo akademskih publikacija u koautorstvu s industrijom <i>(engl. University-industry co-publications)</i>	Naučne publikacije nastale u saradnji univerziteta i privrede.	EIS; Scopus/Elsevier; GII (Knowledge & technology outputs)	Pokazuju intenzitet saradnje akademije i privrede i potencijal da istraživanja pređu u primenu kroz industrijske partnere.
Prihodi od unovčenog vlasničkog udela u spin-off kompanijama (dopunski indikator) <i>(engl. Revenues from cashed-in equity)</i>	Prihodi koje univerziteti ili KTO ostvaruju prodajom svojih vlasničkih udela u spin-off kompanijama.	ASTP Annual Survey	Pokazuje viši nivo zrelosti akademskog preduzetništva - ne samo osnivanje spin-off kompanija, već i uspešne equity izlaze. <i>Međutim, indikator nije dostupan na nacionalnom nivou i stoga se može koristiti samo kao dopunski signal za zemlje za koje ima podataka.</i>
(4) MOTIVACIJA I KULTURA			
Percepcija preduzetništva kao atraktivne karijere <i>(engl. Entrepreneurship as a good career choice)</i>	Procenat odrasle populacije koja smatra da je preduzetništvo poželjna karijera.	GEM APS	Pozitivan društveni stav prema preduzetništvu može motivisati istraživače i studente da razmišljaju o spin-off kompanijama kao legitimnoj opciji.

Strah od neuspeha kao barijera (engl. <i>Fear of failure rate</i>)	Procenat odraslih koji navode da ih strah od neuspeha sprečava da započnu biznis.	GEM APS	Akademski preduzetnici su često konzervativniji i manje skloni riziku; visoka stopa straha od neuspeha smanjuje verovatnoću pokretanja spin-off kompanija.
Prepoznate preduzetničke prilike (engl. <i>Perceived opportunities to start a business</i>)	Procenat odraslih koji u svom okruženju vide dobre mogućnosti za započinjanje biznisa.	GEM APS	Ako se u društvu prepoznaju poslovne prilike, lakše je i akademskim timovima da uoče tržišne potencijale svojih istraživanja.
Samopouzdanje u preduzetničke veštine (engl. <i>Perceived capabilities</i>)	Procenat odraslih koji veruju da imaju znanja i veštine potrebne da pokrenu biznis.	GEM APS	Za istraživače i studente važno je da imaju osećaj kompetentnosti, jer nedostatak biznis znanja često predstavlja barijeru za akademsko preduzetništvo.
Kulturna podrška inovacijama (engl. <i>Cultural support for innovation</i>)	Stavovi i norme u društvu koji vrednuju inovacije, kreativnost i preduzetničke aktivnosti kao pozitivne.	World Values Survey (WVS); GII (Knowledge & Technology Outputs – “Innovation culture”)	Ako društvo generalno podržava inovacije i kreativnost, lakše je da i akademska zajednica vidi preduzetništvo kao legitimnu i poželjnu aktivnost. To povećava verovatnoću da istraživači komercijalizuju rezultate istraživanja.
(5) MEĐUNARODNE MREŽE I KONKURENTNOST			
Međunarodne kopublikacije (% od ukupnih radova) (engl. <i>International scientific co-publications</i>)	Udeo naučnih publikacija sa međunarodnim koautorima.	GII; Elsevier/Scopus; EIS	Povezanost istraživača sa globalnim mrežama olakšava protok znanja i stvara preduslove za međunarodne AE projekte i spin-offe.
Izvoz znanja i tehnologije (% od komercijalne usluge) (engl. <i>ICT services exports, or High-tech exports</i>)	Udeo high-tech roba i ICT usluga u izvozu.	World Bank WDI; GII	Snažan izvozni sektor znači da zemlja ima kanale za plasman akademskih inovacija globalno.
Venture capital dostupnost (engl. <i>Venture capital availability</i>)	Ocena dostupnosti rizičnog kapitala za finansiranje inovacija.	WEF GCI EOS; GII	Pristup VC kapitalu je ključan za skaliranje akademskih spin-off kompanija van lokalnog tržišta.
Global Competitiveness Index – Innovation capability (engl. <i>GCI, innovation capability pillar</i>)	Ocena inovacione sposobnosti zemlje (R&D, klasteri, saradnja univerziteta–industrija).	WEF GCI	Sveukupna međunarodna konkurentnost u inovacijama utiče na mogućnost AE da se uključi u globalne lance vrednosti.

Lista korišćenih skraćenica (kod navođenja izvora):

ASTP – Association of European Science and Technology Transfer Professionals (godišnji Annual Survey on Knowledge Transfer – EDR)
AUTM – Association of University Technology Managers (Licensing Activity Survey, SAD i Kanada)
EIS – European Innovation Scoreboard
EPO – European Patent Office
GCI – Global Competitiveness Index (WEF)
GEM APS – Global Entrepreneurship Monitor, Adult Population Survey
GEM NES – Global Entrepreneurship Monitor, National Expert Survey
GII – Global Innovation Index
KTO – Knowledge Transfer Office
OECD MSTI – Organisation for Economic Co-operation and Development, Main Science and Technology Indicators
UIS (UNESCO UIS) – UNESCO Institute for Statistics
UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development
WEF EOS – World Economic Forum, Executive Opinion Survey
WGI – Worldwide Governance Indicators (World Bank)
WIPO – World Intellectual Property Organization
WVS – World Values Survey
WDI (World Bank WDI) – World Development Indicators

Predloženi okvir zasniva se na grupisanju 26 kvantitativnih indikatora u pet kategorija koje zajedno obuhvataju ključne aspekte razvoja akademskog preduzetništva u okviru preduzetničkog univerziteta. Na ovaj način obezbeđuje se balans između inputa (institucionalni okvir, resursi i kapaciteti), procesa (kultura, motivacija i umrežavanje) i outputa (performanse akademskog preduzetništva). Predloženi okvir ne pretenduje da iscrpi sve moguće dimenzije akademskog preduzetništva, niti da obuhvati sve dostupne indikatore, ali pruža praktičan i primenljiv set mera koje omogućavaju poređenje zemalja, prepoznavanje njihovih relativnih snaga i slabosti, kao i identifikaciju prostora za unapređenje politika i praksi univerziteta.

5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Podsticanje akademskog preduzetništva od velikog je značaja za razvoj današnjih ekonomija zasnovanih na znanju. U ovom radu predložen je okvir za poređenje zemalja u domenu akademskog preduzetništva i razvoja preduzetničkog univerziteta. Okvir je zasnovan na 26 indikatora podeljenih u pet celina. Rezultat rada ukazuje na to da razvoj akademskog preduzetništva nije rezultat samo pojedinačnih univerzitetskih inicijativa, već kombinacije institucionalnog okruženja, raspoloživih resursa, kulturnih faktora i međunarodne povezanosti. Njegova prednost je u tome što koristi već postojeće i globalno dostupne indekse i baze, čime omogućava uporedivost između zemalja. Ipak, okvir takođe ukazuje na praznine u podacima, posebno kada je reč o performansama univerziteta na nacionalnom nivou (npr. prihodi od udela u vlasništvu ili broj spin-offova), gde su podaci često fragmentarni i ograničeni na dobrovoljne ankete (AUTM, ASTP). Time se ukazuje na potrebu za budućim istraživanjima i razvojem standardizovanih metrika koje bi preciznije pratile specifične rezultate akademskog preduzetništva na nacionalnom nivou. Pored toga, dalji rad na ovu temu treba da testira ponderisanje indikatora i robusnost rezultata (senzitivitet i klaster analize) i dopuni okvir nacionalnim mikro-bazama (poput baza Zavoda za zaštitu IS i drugih). Dalja primena bi omogućila izradu benčmark analize zemalja i tipologiju „profila“ politika i kapaciteta, što bi dalje služilo kao podrška kreatorima politika.

LITERATURA

- [1] Agasisti, T., Barra, C., & Zotti, R. (2019). Research, knowledge transfer, and innovation: The effect of Italian universities' efficiency on local economic development 2006–2012. *Journal of Technology Transfer*, 44(3), 814–842. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9631-7>
- [2] Compagnucci, L., & Spigarelli, F. (2020). The Third Mission of the university: A systematic literature review on potentials and constraints. *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120284. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120284>
- [3] Dionisio, E. A., Júnior, E. I., & Fischer, B. B. (2021). Country-level efficiency and the index of dynamic entrepreneurship: Contributions from an efficiency approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120406. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120406>
- [4] Etzkowitz, H. (2013). Anatomy of the entrepreneurial university. *Social science information*, 52(3), 486–511. <https://doi.org/10.1177/0539018413485832>
- [5] Evertsen, P. H., Rasmussen, E., & Nenadic, O. (2022). Commercializing circular economy innovations: A taxonomy of academic spin-offs. *Technological Forecasting and Social Change*, 185, 122102. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122102>
- [6] Farrell, A. A., Ashton, J., Mapanga, W., Joffe, M., Chitha, N., Beksinska, M., ... & Norris, S. A. (2024). Consensus study on factors influencing the academic entrepreneur in a middle-income country's university enterprise. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, 16(5), 1409–1430. <https://doi.org/10.1108/JEEE-08-2022-0241>
- [7] Guerrero, M., Urbano, D., Fayolle, A., Klofsten, M., & Mian, S. (2016). Entrepreneurial universities: emerging models in the new social and economic landscape. *Small business economics*, 47(3), 551–563. <https://doi.org/10.1007/s11187-016-9755-4>
- [8] Hayter, C. S., Nelson, A. J., Zayed, S., & O'Connor, A. C. (2018). Conceptualizing academic entrepreneurship ecosystems: A review, analysis and extension of the literature. *The Journal of Technology Transfer*, 43(4), 1039–1082. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9657-5>
- [9] Korchagin, R. L. (2021). Development of academic technological entrepreneurship in Russia. *Bulletin of the Kemerovo State University. Series: Political, Sociological and Economic Sciences*, 6(3), 390–400. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2021-6-3-390-400>
- [10] OECD. (2022). *Advancing the Entrepreneurial University: Lessons learned from 13 HEInnovate Country Reviews*. Policy brief. OECD SME and Entrepreneurship Papers. Dostupno na: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/07/advancing-the-entrepreneurial-university_fe701969/d0ef651f-en.pdf
- [11] Siegel, D. S. (2018). Academic entrepreneurship: Lessons learned for technology transfer personnel and university administrators. *World Scientific Reference on Innovation: Volume 1: University Technology Transfer and Academic Entrepreneurship*, 1–21. https://doi.org/10.1142/9789813149045_0001
- [12] Siegel, D. S., & Wright, M. (2015). University technology transfer offices, licensing, and start-ups. *Chicago handbook of university technology transfer and academic entrepreneurship*, 1(40), 84–103. <https://doi.org/10.7208/9780226178486-002>
- [13] Wright, M. (2014). Academic entrepreneurship, technology transfer and society: Where next? *Journal of Technology Transfer*, 39(3), 322–334. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9286-3>
- [14] Musleh, M. M., Mohamed, I., Sallehudin, H., & Abushawish, H. F. (2025). University spin-off challenges and opportunities: a proposed framework of academic entrepreneurship in developing economies. *Cogent Education*, 12(1), 2530894. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2530894>

ZELENA EKONOMIJA I ODRŽIVI RAZVOJ – KOMPARATIVNA ANALIZA SRBIJE I SLOVENIJE

GREEN ECONOMY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT - COMPARATIVE ANALYSIS OF SERBIA AND SLOVENIA

Mladen Mihajlović¹, Jasna Petković²

Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu,

[1mladen2001m@gmail.com](mailto:mladen2001m@gmail.com)

[2jasna.petkovic@fon.bg.ac.rs](mailto:jasna.petkovic@fon.bg.ac.rs), ORCID: 0000-0001-5202-8679

Apstrakt: Tema rada je zelena ekonomija i održivi razvoj, sa fokusom na komparativnu analizu Srbije i Slovenije. Cilj istraživanja bio je da se prikažu sličnosti i razlike u pristupu Srbije i Slovenije u procesu zelene tranzicije, uz naglašavanje ključnih izazova i mogućih rešenja. Analiza je obuhvatila energetske sektor, cirkularnu ekonomiju i institucionalne politike. Rezultati pokazuju da Slovenija, zahvaljujući članstvu u Evropskoj uniji i usklađivanju sa evropskim regulativama, beleži bolje rezultate u većini oblasti. Oslanjanje na nuklearnu elektranu Krško i dobro razvijen sistem reciklaže doprineli su smanjenju emisija i postizanju visokih stopa ponovne upotrebe otpada. Srbija, iako i dalje dominantno zavisna od lignita i sa niskim stopama reciklaže, u poslednjim godinama uvodi moderne instrumente poput aukcija za obnovljive izvore energije i usvaja obaveze u okviru međunarodnih klimatskih sporazuma.

Ključne reči: zelena ekonomija, održivi razvoj, Srbija, Slovenija, komparativna analiza

Abstract: The paper explores the concept of the green economy and sustainable development, focusing on a comparative analysis of Serbia and Slovenia. The main goal of the research was to examine both the similarities and the differences in the way these two countries approach the green transition, while also drawing attention to the key challenges and possible solutions. The analysis considered the energy sector, circular economy, and institutional policies. Findings indicate that Slovenia, due to its EU membership and harmonization with European regulations, demonstrates stronger performance in most areas. Serbia, although still heavily dependent on lignite and with low recycling rates, has in recent years introduced modern instruments such as renewable energy auctions and has committed to obligations within international climate agreements.

Keywords: green economy, sustainable development, Serbia, Slovenia, comparative analysis

1. UVOD

Danas je sve jasnije da razvoj privrede ne može više da se posmatra odvojeno od pitanja životne sredine. Priča o zelenoj ekonomiji i održivom razvoju polako prelazi iz teorije u svakodnevnu praksu, i to se posebno vidi u evropskim zemljama. Srbija i Slovenija su

dobar primer za poređenje – obe su zemlje iz istog regiona, ali sa različitim putevima. Slovenija je već dugo deo Evropske unije i ima postavljene jasne standarde, dok Srbija tek gradi svoj okvir i pokušava da uhvati korak. Upravo ta razlika daje dobru osnovu da se prikaže kako različiti modeli i brzina promena utiču na rezultate. Cilj ovog rada je da uporedi iskustva Srbije i Slovenije u oblasti zelene ekonomije i održivog razvoja. Ideja je da se pokaže gde su sličnosti, a gde velike razlike, šta je kod Slovenije već uhodano, a šta kod Srbije tek u začetku. Takođe, cilj je da se na osnovu tog poređenja dođe do zaključaka koje korake bi Srbija mogla da preuzme iz slovenačkog iskustva kako bi brže i efikasnije sprovela svoju zelenu tranziciju.

2. ZELENA EKONOMIJA I ODRŽIVI RAZOJ

Koncept „zelene ekonomije“ izrastao je upravo iz ideje održivog razvoja. On podrazumeva da rast i zapošljavanje treba da budu vođeni ulaganjima koja smanjuju emisije ugljenika, unapređuju energetske efikasnost i obezbeđuju socijalnu inkluziju. Na taj način zelena ekonomija nudi odgovor na probleme današnjice – klimatske promene, rast cena hrane i energenata, pa i ekonomsku nestabilnost (Gašić, 2013). Prelazak na zelenu ekonomiju se našao u fokusu na konferenciji Ujedinjenih nacija (UN) koja je održana u Rio de Žaneiru godine 2012. U završnom dokumentu istaknuto je da bi sve države trebale da definišu tranziciju na zelenu ekonomiju na osnovu svojih nacionalnih planova, strategija i prioriteta održivog razvoja (Đorić, 2021). Održivi ekonomski razvoj podrazumeva privredni rast koji istovremeno vodi računa o zaštiti životne sredine i unapređenju kvaliteta života ljudi. On povezuje ekonomski napredak sa brigom o zdravlju stanovništva, socijalnom pravdom, otvaranjem novih radnih mesta i očuvanjem prirodnih resursa. Imajući u vidu rizik od novih ekonomskih kriza, ali i posledice prekomernog iscrpljivanja resursa i uništavanja ekosistema, u prvi plan se sve češće ističe koncept zelene ekonomije. On predstavlja značajan zaokret u načinu razmišljanja, jer nudi mogućnost da se ekonomski rast i razvoj ostvare uz manju potrošnju resursa i smanjenje pritiska na prirodu, čime se stvaraju uslovi za dugoročno održivu budućnost.

2.1. ODRŽIVI RAZVOJ

Održivi razvoj je danas postao neizostavni deo našeg svakodnevnog života i razmišljanja, jer upravo on u velikoj meri oblikuje budućnost (Akinsemolu & Onyeaka, 2025). Održivi razvoj u suštini znači da ljudi danas treba da žive i rade na način koji neće uništiti prirodu i resurse koje će koristiti i generacije posle nas. To je ideja da razvoj privrede i društva ne sme ići na štetu ekosistema, već da mora da obezbedi jednake šanse i za buduće generacije (Frey, 2001). Najprihvaćenija definicija održivog razvoja glasi da on „zadovoljava potrebe sadašnjih generacija, a da ustvari ne ugrožava buduće generacije i njihov razvoj kako bi nesmetano zadovoljavali potrebe u budućnosti“ (UNESCO, 2005). Suština ovog koncepta ogleda se u ravnoteži između ekonomije, društva i ekologije, uz uvažavanje kulturne raznolikosti i pravične raspodele resursa (UNESCO, 2005). Ujedinjene nacije su Agendu za održivi razvoj do 2030. usvojile 2015, predstavlja globalni okvir

usmeren ka miru, blagostanju i ekološkoj održivosti, a obuhvata 17 međusobno povezanih ciljeva održivog razvoja (Gohr et al., 2025).

Koncept održivog razvoja zasniva se na tri stuba. Prvi je ekološka održivost, koja znači da privredni rast mora da bude usklađen sa očuvanjem prirodnih procesa i biološke raznovrsnosti. Drugi stub je socijalna i kulturna održivost, odnosno usklađenost razvoja sa vrednostima i identitetom zajednice. Treći je ekonomska održivost, koja podrazumeva da se resursima upravlja tako da oni budu dostupni i generacijama koje dolaze (Jovičić, 2020).

U literaturi se često pominju dva tipa održivog razvoja – slabi (blagi) i jaki (čvrsti). Slabi tip polazi od pretpostavke da prirodu u određenoj meri može zameniti kapital i da je fokus na efikasnijem korišćenju resursa. Jaki tip, s druge strane, smatra da priroda nema zamenu i da ekosistemi moraju biti očuvani kao osnova života (Jovičić, 2020).

2.1.1. Međunarodni institucionalni okvir

Ideja održivog razvoja postepeno je ulazila u međunarodnu politiku kroz različite konferencije i dokumente Ujedinjenih nacija. Prva značajna prekretnica u sferi zaštite životne sredine bila je konferencija u Stokholmu 1972. godine- Konferencija UN, na kojoj je ukazano na to koliko zagađenje ugrožava zdravlje ljudi, prirodu i kulturna dobra. Upravo tada je 5. jun su proglasili za Svetski dan zaštite životne sredine (Jovičić, 2020). Svetska komisija za životnu sredinu i razvoj osnovana je osamdesetih godina, a 1987. je objavljen čuveni izveštaj „naša zajednička budućnost”. Ovim dokumentom prvi put je jasno uspostavljena veza između razvoja i ekologije, uz upozorenje na posledice nekontrolisanog ekonomskog rasta (Jovičić, 2020).

Veliki iskorak načinjen je na Samitu u Riju 1992. godine, gde su usvojeni ključni dokumenti poput Rio deklaracije, Agende 21, Konvencije o klimatskim promenama i Konvencije o biološkoj raznovrsnosti. Posebnu težinu imala je Agenda 21, jer je donela konkretan plan delovanja u različitim oblastima sa ciljem da društva prilagode svoje funkcionisanje principima održivosti (Segger & Olawuyi, 2025). Dvadeset godina kasnije, 2012. godine, održan je samit Rio+20, na kojem je dodatno istaknut koncept „zelene ekonomije“, zasnovan na ideji da privredni rast može ići paralelno sa očuvanjem prirodnih resursa i smanjenjem siromaštva. Tom prilikom usvojen je dokument „Budućnost koju želimo“, koji je poslužio kao smernica za narednu deceniju (Velempini, 2025). Između ova dva događaja, 2002. godine, organizovan je i Svetski samit o održivom razvoju u Johaneshurgu. Njegov glavni cilj bio je da proceni koliko je sprovedena Agenda 21 i da skrene pažnju na nove izazove, među kojima su obnovljivi izvori energije, smanjenje siromaštva i obezbeđivanje pristupa vodi (Velempini, 2025).

3. ISTRAŽIVANJE

Cilj istraživanja bio je da se kroz poređenje Srbije i Slovenije prikaže na kom nivou se nalazi svaka od ovih zemalja u pogledu zelene ekonomije i održivog razvoja. Poseban akcenat stavljen je na energetiku i cirkularna ekonomiju, jer upravo u tim oblastima najbolje dolaze do izražaja sličnosti i razlike između dve države.

Korišćeni su sekundarni podaci iz međunarodnih i nacionalnih izvora, pre svega iz baza podataka Međunarodne agencije za energiju (IEA), Evropske agencije za životnu sredinu (EEA), Ujedinjenih nacija (UNFCCC), kao i izveštaja Agencije za zaštitu životne sredine Srbije (SEPA). Analiziran je period od 2010. do 2023. godine, kako bi se sagledali i trendovi, a ne samo preseći trenutnog stanja (IEA, EEA, UNFCC, SEPA).

Istraživanje je obuhvatilo sledeće indikatore:

- udeo obnovljivih izvora energije u finalnoj potrošnji,
- struktura proizvodnje električne energije (ugalj, nuklearna, hidro, solar i vetar),
- emisije CO₂ po glavi stanovnika,
- stopa reciklaže komunalnog otpada.

Slovenija i Srbija predstavljaju vrlo zanimljiv primer za poređenje kada je reč o zelenoj ekonomiji i održivom razvoju. Iako pripadaju istom geografskom i kulturnom prostoru, njihovi putevi u procesu zelene tranzicije značajno su se razlikovali poslednjih decenija. Kao članica Evropske unije, Slovenija je bila obavezna da usklađuje svoje politike sa evropskim zakonodavstvom, što joj je omogućilo da mnogo ranije postavi jasne standarde i ciljeve u vezi sa obnovljivim izvorima energije, smanjenjem emisija i cirkularnom ekonomijom. Srbija, s druge strane, iako kandidat za članstvo u EU, tek u poslednjih nekoliko godina intenzivnije radi na izgradnji regulatornog okvira i uvođenju konkretnih instrumenata za podsticanje zelene ekonomije (EEA, 2024).

Tabela 1. Komparativni pokazatelji zelene ekonomije - Srbija i Slovenija Izvor: Eurostat, 2023; EEA, 2023

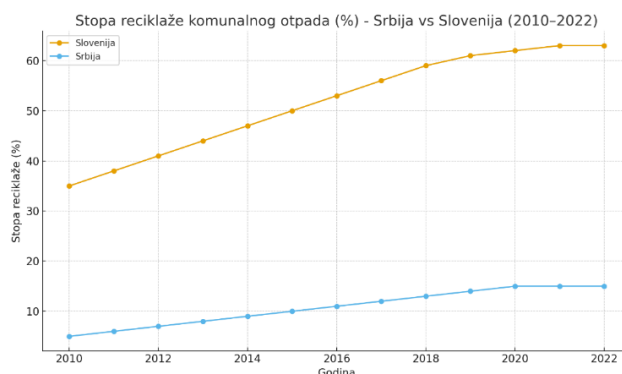
Pokazatelj	Slovenija	Srbija
Udeo uglja u proizvodnji struje (2023)	~27% (ostatak nuklearna + hidro + OIE)	~59% (dominantna lignit)
Nuklearna energija	Nuklearna elektrana Krško (~36% proizvodnje)	Nema nuklearne kapacitete
Plan smanjenja upotrebe uglja	Do 2033. godine	Nema zvaničan datum
Udeo obnovljivih izvora u finalnoj potrošnji	25,07% (2023)	~25% (2021, poslednji dostupni podatak)
Reciklaža komunalnog otpada	~63% (državni nivo, 2022)	~15% (2020)
Primer dobre prakse	Ljubljana – 69,9% odvojeno sakupljanje otpada (2023)	Aukcije za vetar i solar – 425 MW dodeljeno (2025)
Klimatski ciljevi do 2030.	Usklađeni sa EU ciljem –55% emisija u odnosu na 1990.	–13,2% u odnosu na 2010. (≈ –33,3% u odnosu na 1990.)
Institucionalni okvir	Mapa puta za cirkularnu ekonomiju (2018), deo EU ETS	Novi zakoni o OIE, aukcije (CfD), ali bez ETS sistema

U energetsom sektoru razlike su naročito izražene. Slovenija se u velikoj meri oslanja na nuklearnu elektranu Krško, koja obezbeđuje stabilnu proizvodnju struje i značajno smanjuje emisije ugljen-dioksida. Uz to, država je donela plan da potpuno ukine korišćenje uglja u termoelektranama najkasnije do 2033. godine, čime se jasno obavezala na dugoročni prelazak ka čistim izvorima energije (Beyond Fossil Fuels, 2024). Srbija se, međutim, i dalje oslanja na lignit, koji čini oko 59% proizvodnje električne energije u 2023. godini (IEA, 2023). Prema OECD (2023), više od dve trećine električne energije u Srbiji potiče iz termoelektrana na ugalj, što značajno usporava proces energetske tranzicije. Bankwatch (2024) dodatno naglašava da ovakva zavisnost predstavlja i ekonomski problem zbog rastućih troškova emisija CO₂ i ograničenog pristupa fondovima EU. Posledica ovakve zavisnosti od uglja su visoke emisije gasova sa efektom staklene bašte, ali i značajni ekonomski rizici, naročito imajući u vidu uvođenje evropskog mehanizma CBAM. Ipak, važno je naglasiti da je Srbija u svom ažuriranom nacionalno utvrđenom doprinosu (NDC) preuzela obavezu da do 2030. smanji emisije za 13,2% u odnosu na 2010. godinu, što predstavlja važan korak ka održivijem razvoju (UNFCCC, 2022). Climate Analytics (2023) ukazuje da trenutni ciljevi Srbije nisu u skladu sa globalnim putem ka 1,5°C, ali predstavljaju pozitivan pomak jer uključuju i mere za energetske efikasnost i veće korišćenje obnovljivih izvora.

Kada se posmatraju obnovljivi izvori, obe zemlje beleže napredak, ali različitim tempom i instrumentima. Slovenija koristi kombinaciju hidroelektrana i nuklearne energije kao osnovu stabilnosti, dok su vetar i solar još uvek u manjem udelu, ali uz stalne planove za rast. Srbija je, s druge strane, uvela aukcije po modelu ugovora o diferencijalnoj ceni (CfD) i 2025. godine uspešno dodelila 425 MW kapaciteta vetra i solara, po konkurentnim cenama od 50,9 €/MWh za solar i 53,5 €/MWh za vetar (Renewables Now, 2025). Ovaj potez predstavlja ozbiljan pomak, jer investitorima daje sigurnost, a državi omogućava da poveća učešće obnovljivih izvora na održiv način. Podaci Eurostata (2023) pokazuju da Srbija zaostaje u poređenju sa prosekom EU, dok Svetska banka (2023) ističe da su infrastrukturna ulaganja i lokalne politike ključne za povećanje stope reciklaže u narednoj deceniji.

Cirkularna ekonomija je još jedna oblast gde se vidi jasna razlika. Slovenija je među evropskim liderima po stopi reciklaže otpada, koja je iznosila oko 63% na nivou države 2022. godine (EEA, 2025). Posebno se ističe Ljubljana, koja je 2023. dostigla čak 69,9% odvojenog sakupljanja otpada. To je rezultat uvođenja praktičnih rešenja, poput sistema „od vrata do vrata“, ograničenog pristupa kantama za mešani otpad i snažnih edukativnih kampanja koje su uticale na ponašanje građana. Srbija, sa druge strane, ima mnogo skromnije rezultate – stopa reciklaže iznosi oko 15% (SEPA, 2020). Glavni izazovi su nedovoljno razvijena infrastruktura, niska svest građana i nepostojanje dugoročne politike koja bi obavezala lokalne samouprave na sistematski pristup cirkularnoj ekonomiji. UNECE (2022) u svom izveštaju ističe da su aukcije važan instrument za privlačenje privatnih investicija i da predstavljaju prekretnicu u energetskej politici Srbije. Slovenija je još 2018. godine usvojila Mapu puta za cirkularnu ekonomiju, čime je postavila institucionalni okvir koji povezuje različite sektore – od energetike, preko otpada, do industrijske proizvodnje (EEA, 2024). Srbija je tek u poslednjih nekoliko godina

počela da uvodi moderne instrumente, ali se vidi pozitivan trend jer su nove politike usmerene na dugoročne rezultate.



Grafikon 1. Stopa reciklaže u Sloveniji i Srbiji u periodu od 2010. godine do 2022. godine.

Izvor: Eurostat, 2023; EEA, 2023

Na grafikonu je prikazano poređenje stope reciklaže komunalnog otpada u Srbiji i Sloveniji od 2010. godine pa sve do 2022. godine. Rezultati jasno pokazuju da je Slovenija ostvarila kontinuiran rast, prelazeći sa oko 35% reciklaže 2010. godine na više od 60% u 2022. godini (EEA, 2025). Ovakav napredak posledica je sistemskog pristupa koji uključuje dobro organizovan sistem odvojenog sakupljanja otpada, edukaciju građana i institucionalnu podršku kroz strategije i zakonske regulative. S druge strane, Srbija je u istom periodu beležila sporiji napredak. Od 2010. godine, kada je stopa reciklaže bila svega oko 5%, došlo je do postepenog rasta do približno 15% u 2020. godini, nakon čega se taj procenat zadržao bez značajnijeg povećanja (SEPA, 2020). Glavni razlozi za ovako skroman rezultat leže u nedovoljnoj razvijenosti infrastrukture za odvojeno sakupljanje otpada, nedostatku investicija i slaboј motivaciji građana da aktivno učestvuju u procesima reciklaže.

Uporedna analiza jasno pokazuje da je Slovenija među liderima u Evropi kada je reč o reciklaži, dok Srbija i dalje zaostaje, ali ima značajan prostor za napredak. Iskustvo Slovenije može poslužiti kao dobar model za unapređenje prakse u Srbiji, naročito u pogledu lokalnih inicijativa poput sistema „od vrata do vrata“ i obaveznih edukativnih kampanja za stanovništvo (Eurostat, 2023).

Na osnovu poređenja može se zaključiti da Slovenija trenutno ima bolje rezultate i veću usklađenost sa evropskim standardima, dok Srbija zaostaje, ali pokazuje znake napretka. Ključna prednost Slovenije je stabilan institucionalni okvir i dugogodišnja primena politika EU, dok je prednost Srbije u tome što može brže da uči na tuđem iskustvu i preskoči pojedine faze tranzicije. Ako Srbija uz razvoj obnovljivih izvora uspešno reformiše sistem upravljanja otpadom i ojača sprovođenje politika na lokalnom nivou, razlika u odnosu na Sloveniju može se značajno smanjiti u narednoj deceniji.

4. ZAKLJUČAK

Komparativna analiza Srbije i Slovenije pokazala je da, iako se obe zemlje suočavaju sa sličnim izazovima, njihovi putevi u razvoju zelene ekonomije i održivosti značajno odstupaju. Slovenija je zahvaljujući članstvu u Evropskoj uniji mnogo ranije postavila čvrste temelje u ovoj oblasti. Usvajanje evropskih standarda, snažna institucionalna podrška i ulaganja u cirkularnu ekonomiju doveli su do visokih rezultata, naročito u reciklaži otpada i smanjenju zavisnosti od uglja. Posebno se izdvaja primer Ljubljane, koja je uspela da postane evropski lider u odvojenom sakupljanju otpada, što jasno pokazuje koliko lokalne politike i angažman građana mogu doprineti održivom razvoju.

Srbija, s druge strane, i dalje zaostaje, pre svega zbog velike zavisnosti od lignita i slabo razvijenog sistema upravljanja otpadom. Međutim, poslednjih godina primećuje se pomak – usvajaju se novi zakoni, uvode aukcije za obnovljive izvore energije i jačaju obaveze kroz međunarodne klimatske sporazume. Ovi koraci predstavljaju solidnu osnovu za bržu tranziciju, ali je potrebno obezbediti njihovu doslednu primenu i ulagati u infrastrukturu, naročito u oblasti cirkularne ekonomije.

Iz poređenja se može zaključiti da Slovenija trenutno ima jasnu prednost i bolje rezultate, ali i da Srbija ima priliku da ubrza svoj put ka održivijem razvoju. Ukoliko preuzme dobre prakse iz slovenačkog iskustva, kao što su lokalne inicijative za reciklažu i sistemski pristup energetske tranziciji, Srbija može smanjiti jaz i obezbediti ekonomski rast koji neće ugroziti buduće generacije. Zelena ekonomija, iako predstavlja izazov, zapravo je prilika za modernizaciju privrede, otvaranje više novih radnih mesta i značajno unapređenje kvaliteta života.

Da bi Srbija napravila suštinski pomak ka zelenijoj ekonomiji, važno je da strategije koje postoje ne ostanu samo na papiru, već da se pretoče u stvarne i vidljive promene. To podrazumeva bolju saradnju između državnih institucija, lokalnih samouprava i privrede, kao i veća ulaganja u istraživanja, inovacije i obrazovanje koje bi građanima približilo značaj održivog načina života. Umesto kratkoročnih mera, potrebno je graditi dugoročne politike koje povezuju zaštitu životne sredine sa ekonomskim razvojem, otvaranjem novih radnih mesta i unapređenjem kvaliteta života. Kada se održivost prepozna ne kao trošak, već kao prilika za modernizaciju i napredak, Srbija će moći da prati evropske tokove i izgradi društvo u kojem su priroda i privreda u ravnoteži.

LITERATURA

- [1] Akinsemolu, A. A., & Onyeaka, H. (2025). The role of green education in achieving the sustainable development goals: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 210, 115239. DOI: 10.1016/j.rser.2024.115239
- [2] Bankwatch. (2024). The energy sector in Serbia. CEE Bankwatch Network. Preuzeto sa <https://bankwatch.org/beyond-fossil-fuels/the-energy-sector-in-serbia>.
- [3] Beyond Fossil Fuels. (2024). Slovenia coal phase-out by 2033. Dostupno na: <https://beyondfossilfuels.org>
- [4] Velepini, K. (2025). Assessing the role of environmental education practices towards

- the attainment of the 2030 sustainable development goals. *Sustainability*, 17(5), 2043. <https://doi.org/10.3390/su17052043>
- [5] Gašić, M. (2013). Zelena ekonomija. Učenje za poduzetništvo, 3(1), 174-180. Preuzeto sa <https://hrcak.srce.hr/130308>
- [6] Gohr, C., Rodríguez, G., Belomestnykh, S., Berg-Moelleken, D., Chauhan, N., Engler, J. O., ... & von Wehrden, H. (2025). Artificial intelligence in sustainable development research. *Nature Sustainability*, 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41893-025-01598-6>
- [7] Đorić, Ž. (2021). Zelena ekonomija i održivi razvoj u zemljama zapadnog Balkana, *Ekonomске Ideje i Praksa*, (41). <https://doi.org/10.54318/eip.2025.md.659>
- [8] Eurostat. (2023). Recycling rate of municipal waste (cei_wm011). European Commission. Preuzeto sa https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm011
- [9] EEA. (2024). Circular economy country profile: Slovenia. European Environment Agency. Dostupno na: <https://www.eea.europa.eu>
- [10] EEA. (2025). Municipal waste management in Slovenia. European Environment Agency. Dostupno na: <https://www.eea.europa.eu>
- [11] IEA. (2023). Serbia electricity generation by source. International Energy Agency. Dostupno na: <https://www.iea.org>
- [12] Jovičić, D. (2020). Turizam i zaština životne sredine. Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [13] OECD. (2023). Energy prices and subsidies in the Western Balkans: Serbia. Organisation for Economic Co-operation and Development. Preuzeto sa https://www.oecd.org/en/publications/energy-prices-and-subsidies-in-the-western-balkans_082ea26a-en/full-report/energy-prices-and-subsidies-in-serbia
- [14] Renewables Now. (2025). Serbia awards 425 MW of wind and solar in second CfD auction. Dostupno na: <https://renewablesnow.com>
- [15] SEPA. (2020). Izveštaj o reciklaži otpada u Srbiji. Agencija za zaštitu životne sredine Republike Srbije. Dostupno na: <https://www.sepa.gov.rs>
- [16] Segger, M. C. C., & Olawuyi, D. S. (2025). Sustainable development law: principles, practices, and prospects. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199276707.001.0001>
- [17] SURS. (2022). Okoljski statistični podatki. Statistični urad Republike Slovenije. Preuzeto sa <https://www.stat.si>
- [18] UNESCO. (2005). Guidelines and Recommendations for Reorienting Teacher Education to Address Sustainability. UNESCO Education Sector, Paris.
- [19] UNFCCC. (2022). Updated Nationally Determined Contribution of the Republic of Serbia. United Nations Framework Convention on Climate Change. Dostupno na: <https://unfccc.int>
- [20] UNECE. (2022). Renewable energy uptake in Serbia: Factsheet. United Nations Economic Commission for Europe. Preuzeto sa https://unece.org/sites/default/files/2022-10/UNECE-REUptake_Factsheet_Serbia_Final.pdf
- [21] Frey, R.S. (2001). *Environment and Society*. Kansas City: Kansas State University
- [22] Climate Analytics. (2023). 1.5°C national pathway explorer: Serbia. Climate Analytics. Preuzeto sa <https://1p5ndc-pathways.climateanalytics.org/countries/serbia>
- [23] World Bank. (2023). Renewable energy consumption (% of total final energy consumption) – Serbia. World Development Indicators. Preuzeto sa <https://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS>

**BIBLIOMETRIJSKA ANALIZA INTERDISCIPLINARNOSTI
IZMEĐU PROJEKTOG MENADŽMENTA, EKOLOGIJE I
ODRŽIVOG RAZVOJA****BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE INTERDISCIPLINARY
PROJECT MANAGEMENT, ECOLOGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT****Sara Stojiljković¹, Nataša Petrović²**^{1,2} Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu,¹sara.stojiljkovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-8175-0222²natasa.petrovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-9576-7102

Apstrakt: Rad prikazuje rezultate bibliometrijske analize u cilju identifikacije stepena interdisciplinarnosti između projektnog menadžmenta, ekologije i održivog razvoja. Cilj istraživanja jeste da se prikaže u kojoj meri se ovi koncepti međusobno prožimaju, kao i da se mapiraju ključni autori, časopisi, institucije i dominantne tematske oblasti koje doprinose razvoju ove interdisciplinarnosti. Korišćenjem VOSviewer-a, analizirano je 1178 publikacija preuzetih iz Web of Science za period od 2015. do 2025. godine. Posebna pažnja posvećena je analizi ključnih pojmova i ko-autorstva, što je omogućilo identifikaciju tematskih klastera. Vizualizacija prikazuje postojanje značajnog prostora za jačanje veza između projektnog menadžmenta sa ekološkim i ekonomskim modelima, čime bi se podstakla integracija naučnih saznanja u praksu održivog razvoja. Rad doprinosi boljem razumevanju publikacija koje podržavaju integraciju ekoloških principa i održivih praksi u okviru projektnog menadžmenta, otvarajući prostor za buduća istraživanja i razvoj inovativnih modela upravljanja projektima u kontekstu globalnih izazova održivosti.

Ključne reči: Bibliometrijska analiza, interdisciplinarnost, projektni menadžment, ekologija, održivi razvoj.

Abstract: The paper presents the results of bibliometric analysis in order to identify the degree of interdisciplinarity between project management, ecology and sustainable development. The aim of the research is to show the extent to which these concepts are intertwined, as well as to map the key authors, journals, institutions and dominant thematic areas that contribute to the development of this interdisciplinary synergy. Using VOSviewer, 1,178 publications downloaded from the Web of Science were analyzed for the period from 2015 to 2025. Special attention was paid to the analysis of key concepts and co-authorship, which enabled the identification of thematic clusters. The visualization shows the existence of significant scope for strengthening the links between project management and environmental and economic models, which would encourage the integration of scientific knowledge in the practice of sustainable development. The paper contributes to a better understanding of publications that support the integration of environmental principles and sustainable practices into project management frameworks, opening space for future research and development of innovative project management models in the context of global sustainability challenges.

Keywords: *Bibliometric analysis, interdisciplinarity, project management, ecology, sustainable development.*

1. UVOD

U savremenom dobu, sve izraženiji ekološki izazovi i potreba za održivim razvojem, doveli su do restrukturiranja tradicionalnih pristupa upravljanju projektima. Interdisciplinarnost postaje ključna komponenta koja integriše znanja iz različitih oblasti. Ovaj rad se fokusira na trostruku sponu između projektnog menadžmenta, ekologije i održivog razvoja, u cilju mapiranja njihove međusobne povezanosti kroz analizu naučne literature. Poslednjih nekoliko godina, sve veći značaj pridaje se interdisciplinarnom pristupu rešavanja problema koji se tiču projektnog menadžmenta, ekologije i održivog razvoja (Petković i sar., 2020). Interdisciplinarna istraživanja u menadžmentu istražuju različite discipline, nudeći pri tome holistička rešenja za složene globalne izazove poput klimatskih promena, ciljeva održivog razvoja i socioekonomskih razlika (Klein, 1990; Bernstein, 2015; Repko i sar., 2019). Uprkos značaju u podsticanju inovacija, interdisciplinarnost, posebno u empirijskom razumevanju teorije za rešavanje problema, ostaje nedovoljno iskorišćena (Madureira i sar., 2022). Ovaj rad ima za cilj da, bibliometrijskom analizom, istraži stepen interdisciplinarnosti između ove tri oblasti, identifikujući ključne autore, publikacije i tematske trendove kroz alat VOSviewer.

2. BIBLIOMETRIJSKA ANALIZA

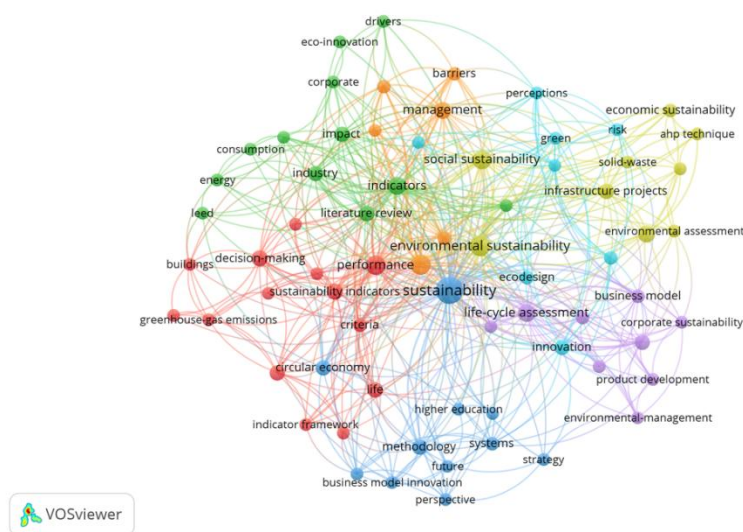
2.1 VIZUELIZACIJA KLJUČNIH POJMOVA

Istraživački rad autora Silvius i Schipper (2014) daje strukturirani pregled 164 publikacije, koje obuhvataju vremenski period od 1993. do 2013. godine i koje se odnose na održivost u upravljanju projektima. Rad odgovara na pitanja "*Kako se održivost definiše ili razmatra u kontekstu upravljanja projektima?*" i "*Kako razmatranje održivosti utiče na upravljanje projektima?*". Nadovezujući se na pomenuto istraživanje, nastalo je i ovo istraživanje koje obuhvata pregled 1178 publikacija u periodu od 2015. do 2025. godine. Autori Gareis i sar. (2009), primetili su da se do 2009. godine, održivi razvoj u privremenim organizacijama kao što su projekti i programi retko razmatra.

Za potrebe ovog istraživanja korišćena je bibliometrijska analiza sa posebnim fokusom na vizualizaciju i interpretaciju rezultata pomoću alata VOSviewer. Podaci su preuzeti iz baze Web of Science (WoS), obuhvatajući pregled 1178 publikacija objavljenih u periodu od 2015. do 2025. godine. Pojmovi su izdvojeni iz naslova, sažetaka i ključnih reči, pri čemu je minimalni prag pojavljivanja bio dva puta. Dobijena mreža prikazuje pet tematskih klastera, od kojih svaki obuhvata međusobno snažno povezana istraživačka područja. Ključne reči upotrebljene za pretragu uključuju: "*sustainability*" AND ("*project*" OR "*project management*" AND "*ecology*"). Kroz rad je prikazana analiza sledećih segmenata:

- Analiza ključnih pojmova (co-occurrence of keywords).
- Ko-autorstvo (autori i institucije);
- Ko-citiranje (časopisi i autori);

Mapa je generisana na osnovu frekvencije i intenziteta međusobnog povezivanja termina, pri čemu boje predstavljaju različite tematske klustere. Analizirajući podatke preuzete sa sajta WoS kroz statistički softver VOSviewer, identifikovano je pet tematskih klastera koji sadrže ključne reči gde se jasno prikazuje povezanost projektnog menadžmenta sa aspektima održivog razvoja i ekologije. Ključni termini kao što su *sustainability*, *management*, *environment* i *climate change* često se nalaze u korelaciji.



Slika 1: Vizuelizacija ključnih pojmova - Co-occurrence map

Plavi klaster prikazan na Slici 1 prikazuje naučna saznanja koja povezuju ekološke teme i metodologije procene uticaja, pre svega *Life-Cycle Assessment (LCA)*, uključujući ključne pojmove kao što su *innovation*, *strategy* i *systems*. Ovaj klaster naglašava tehničke temelje održivosti, a u isto vreme pružajući i alate za analizu uticaja kroz ceo životni ciklus projekata. Značaj ovog klastera ogleda se u tome što stvara most između drugih disciplina, nudeći pri tome merljive i standardizovane pristupe za ekološku evaluaciju. **Zeleni klaster** ukazuje na međusobnu povezanost *projektnog menadžmenta*, *održivosti* i *korporativnih strategija*. Unutar ovog klastera dominiraju pojmovi *management*, *barriers*, *perceptions* i *corporate social responsibility*, što ukazuje na važnost ljudskog faktora, organizacionih procesa i strateškog odlučivanja u ostvarivanju ciljeva održivog razvoja. Klaster prikazan **žutom bojom** fokusira se na *projektnu*, *ekonomsku* i *infrastrukturnu* aspekte održivosti. U ovom klasteru prožimaju se termini poput *economic sustainability*, *sustainable development*, *infrastructure projects* i *risk*, što ukazuje na važnost finansijskih pokazatelja, ekonomskog rasta, smanjenja rizika i održivog planiranja infrastrukture. Crveni klaster jasno se izdvaja od ostalih i predstavlja sponu između

ekoloških performansi i klimatskih uticaja. U ovom klasteru dominiraju pojmovi poput *sustainability indicators*, *decision-making* i *circular economy*. Iako je klaster delimično izolovan, povezan je sa drugim klasterima kroz zajedničke termine kao što su *risk* i *pollution*. **Ljubičasti klaster** grupiše ključne pojmove *poslovne i korporativne održivosti*, uključujući *corporate sustainability*, *supply chain management*, *business model* i *willingness-to-pay*. U ovom klasteru pokazano je kako tržišni mehanizmi, inovacije u poslovnim modelima i odgovornost preduzeća doprinose održivom razvoju. U centru mrežne mape nalazi se ključni pojam **sustainability**, koji deluje kao tematski čvor i povezuje ekonomska, ekološka i menadžerska istraživanja. Veze između klastera jasno ilustruju interdisciplinarnost:

- Most između *risk* (zeleni), *pollution* (plavi) i *sustainability* (crveni),
- Poveznica *CO₂ emissions* (crveni), *renewable energy* (zeleni) i *economic growth* (žuti).

Vizualizacija prikazuje postojanje značajnog prostora za jačanje veza između projektnog menadžmenta sa ekološkim i ekonomskim modelima, čime bi se podstakla integracija naučnih saznanja u praksi održivog razvoja.

Tabela 1: Uporedni pregled ključnih reči grupisanih u klastere

Industrijska i građevinska održivost	Upravljanje i društvena održivost	Metodologija i inovacije	Evaluacija i klimatski uticaji	Ekonomska i infrastrukturna održivost
<i>Eco innovation</i>	<i>Management</i>	<i>Life-cycle assessment</i>	<i>Sustainability indicators</i>	<i>Economic sustainability</i>
<i>Construction projects</i>	<i>Barriers</i>	<i>Innovation</i>	<i>Decision-making</i>	<i>Sustainable development</i>
<i>Impact</i>	<i>Social sustainability</i>	<i>Strategy</i>	<i>Greenhouse gas emissions</i>	<i>Infrastructure projects</i>
<i>Industry</i>	<i>Perceptions</i>	<i>Methodology</i>	<i>Circular economy</i>	<i>Risk</i>
<i>Energy</i>	<i>Construction</i>	<i>Systems</i>	<i>Indicator framework</i>	<i>AHP technique</i>
<i>Consumption</i>	<i>Drivers</i>	<i>Future</i>	<i>Ratings</i>	<i>Solid waste</i>
<i>Ecological footprint</i>	<i>CSR</i>	<i>Higher education</i>	<i>Criteria</i>	<i>Life-cycle cost</i>
<i>Construction industry</i>	<i>Stakeholder engagement</i>	<i>Perspective</i>	<i>Emission reduction</i>	<i>Project finance</i>
<i>Built environment</i>	<i>Organizational change</i>	<i>Knowledge management</i>	<i>Carbon footprint</i>	<i>Sustainable infrastructure</i>
<i>Industrial impact</i>	<i>Leadership</i>	<i>System thinking</i>	<i>LEED</i>	<i>Decision support systems</i>

2.2 VIZUELIZACIJA ZEMALJA



Slika 2: Vizuelizacija zemalja

Klaster 1 u koji su grupisani Brazil, Portugal u publikacijama predstavljaju razvojne izazove, naročito u oblastima održivog urbanizma, upravljanja vodama i bioekonomije. Ovaj klaster pokazuje kako zajednički jezik i kulturne veze mogu olakšati međunarodnu saradnju (Thomé, 2016; Weaich, 2024).

Klaster 2 grupiše Kolumbiju i USA čime povezuje severnoameričku ekspertizu u projektnom menadžmentu i ekološkoj evaluaciji (SAD) sa kolumbijskim iskustvima u upravljanju prirodnim resursima i očuvanju ekologije. Često se radi o studijama slučaja koje kombinuju tehničke alate i analizu uticaja sa društvenim aspektima održivosti (Feroz i Chiravuri, 2021)

Klaster 3 povezuje Pakistan i Saudijsku Arabiju fokusira se najčešće na održivu energiju, infrastrukturu i adaptaciju na klimatske izazove. Ove zemlje ulažu u projekte obnovljive energije (posebno solarne) i pametne infrastrukture, često u partnerstvu sa zapadnim univerzitetima. Publikacije iz ovog klastera imaju tendenciju da budu praktično orijentisane, sa jakim vezama između industrije i akademije (Chen, 2021; Anwar, 2022).

Klaster 4 okuplja publikacije iz Australije, Etiopije, Kine i Južne Afrike čime ove zemlje pokrivaju širok geografski raspon – od razvijenih (Australija) do zemalja u razvoju (Etiopija, Kina, Južna Afrika). Karakteristično je da ove zemlje imaju izražen interes za primenjena istraživanja održivog razvoja u infrastrukturnim projektima i ekološkom menadžmentu, što se često ogleda u temama vezanim za građevinsku industriju, upravljanje resursima i održivu energiju. Povezanost zemalja u razvoju i nerazvijenih zemalja sugeriše protok znanja i iskustava kroz međunarodnu saradnju.

Klaster 5 u koje su grupisane Bangladeš, Engleska, Finska i Nemačka, prikazuje zemlje sa jakim akademskim i istraživačkim tradicijama u menadžmentu projekata, inovacijama i održivim strategijama za upravljanje. Engleska, Finska i Nemačka spadaju među lidere u teorijskom razvoju i standardizaciji metodologija (npr. *Life-Cycle Assessment*), dok Bangladeš unosi perspektivu prilagođavanja održivosti u zemljama sa ograničenim resursima (Deng, 2022). Karakteristično je da se ovde pojavljuju radovi sa jakim interdisciplinarnim okvirom i fokusom na politike i regulative (Altaf i sar. 2023; Kiani, 2021).

Distribucija zemalja po navedenim klasterima prikazuje geografsku i razvojnu različitost, što potvrđuje interdisciplinarni karakter tema koje publikacije pokrivaju. Povezanost razvijenih i zemalja u razvoju ukazuje na važnost međunarodnog transfera znanja i prilagođavanja globalnih metodologija lokalnim uslovima (Pieroni i dr, 2019; Shan, 2017). Mreža zemalja sugerira da se interdisciplinarna istraživanja prepliću između projektnog menadžmenta, ekologije i održivog razvoja.

5. ZAKLJUČAK

Analiza bibliometrijskih podataka za period od 2015. do 2025. godine ukazuje da interdisciplinarna povezanost između projektnog menadžmenta, ekologije i održivog razvoja beleži značajan, ali i stabilan rast. Ovaj trend ukazuje na potrebu akademske i stručne zajednice za integracijom menadžerskih metoda, ekoloških principa i ciljeva održivog razvoja, ne samo u teorijske svrhe, već radi praktične primene u realnim projektima. Ovaj rad podstiče dublje razumevanje mogućnosti sinergije među disciplinama i naglašava značaj povezivanja znanja radi postizanja ciljeva održivog razvoja. Rezultati ovog istraživanja potvrđuju da interdisciplinarna istraživanja ne ostaju zatvorena u okvirima naučnih radova, već mogu da utiču i na oblikovanje politika, kao i na svakodnevnu praksu u projektima. Projektni menadžment tu ima ključnu ulogu, jer obezbeđuje strukturu, plan i alate koji znanje iz ekologije i održivog razvoja pretvaraju u konkretne akcije sa merljivim efektima. Ova bibliometrijska analiza pruža stadijum razvoja interdisciplinarnih oblasti. Dalji napredak zavisi od spremnosti istraživača, institucija i praktičara da prevaziđu disciplinarnu granicu i da zajedno razvijaju projekte koji će na održiv način povezivati znanje, inovacije i društvene potrebe. Upravo u toj sinergiji leži najveći potencijal za doprinos ostvarivanju globalnih ciljeva održivog razvoja.

LITERATURA

- [1] Altaf, M., Alaloul, W. S., Musarat, M. A., & Qureshi, A. H. (2023). Life cycle cost analysis (LCCA) of construction projects: sustainability perspective. *Environment, Development and Sustainability*, 25(11), 12071-12118.
- [2] Anwar, M. A., Zhang, Q., Asmi, F., Hussain, N., Plantinga, A., Zafar, M. W., & Sinha, A. (2022). Global perspectives on environmental Kuznets curve: A bibliometric review. *Gondwana Research*, 103, 135-145.
- [3] Bernstein, J.H. (2015). *Transdisciplinarity: A review of its origins, development, and current issues*.
- [4] Chen, J., Su, F., Jain, V., Salman, A., Tabash, M. I., Haddad, A. M., ... & Shabbir, M. S. (2022). Does renewable energy matter to achieve sustainable development goals? The impact of renewable energy strategies on sustainable economic growth. *Frontiers in Energy Research*, 10, 829252.
- [5] Feroz, A. K., Zo, H., & Chiravuri, A. (2021). Digital transformation and environmental sustainability: A review and research agenda. *Sustainability*, 13(3), 1530.
- [6] Gareis, R., Huemann, M., & Martinuzzi, R.-A. (2009). Relating sustainable development and project management. IRNOP IX, Berlin

- [7] Kiani Mavi, R., Gengatharen, D., Kiani Mavi, N., Hughes, R., Campbell, A., & Yates, R. (2021). Sustainability in construction projects: a systematic literature review. *Sustainability*, 13(4), 1932.
- [8] Klein, J.T. (1990). *Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice*. Wayne state university press.
- [9] Madureira, R. C., Silva, C. S., Amorim, M., Ferreira Dias, M., Lins, B., & Mello, G. (2022). Think twice to achieve a sustainable project management: from ecological sustainability towards the sustainable project management cube model. *Sustainability*, 14(6), 3436
- [10] Petković G., Bogetić Z., Stojković D., Dokić A. (2020) Sustainable supplier evaluation: from a theoretical concept to a strategic and operational asset in sustainable supply chain management, *Ekonomika preduzeća*
- [11] Pieroni, M. P., McAloone, T. C., & Pigosso, D. C. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of cleaner production*, 215, 198-216.
- [12] Repko, A.F., Szostak, R., Buchberger, M.P. (2019). *Introduction to interdisciplinary studies*. Sage Publications.
- [13] Silvius, A. J., & Schipper, R. P. (2014). Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. *Social business*, 4(1), 63-96.
- [14] Thomé, A. M. T., Ceryno, P. S., Scavarda, A., & Remmen, A. (2016). Sustainable infrastructure: A review and a research agenda. *Journal of Environmental Management*, 184, 143-156.
- [15] Weaich, M., Simbanegavi, P., Ndlovu, P., Root, D., Bedi, T., Parafiniuk, A., ... & Adewunmi, Y. (2024). *Achieving Sustainable Transdisciplinary Research in Construction Project Management: A Bibliometric Approach*.
- [16] Shan, M., Hwang, B. G., & Zhu, L. (2017). A global review of sustainable construction project financing: policies, practices, and research efforts. *Sustainability*, 9(12), 2347.
- [17] Deng, D., Li, C., Zu, Y., Liu, L. Y. J., Zhang, J., & Wen, S. (2022). A systematic literature review on performance evaluation of power system from the perspective of sustainability. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 925332.

LIN I KAIZEN MENADŽMENT

UNAPREĐIVANJE PROIZVODNIH PROCESA PRIMENOM LIN KONCEPATA SMANJENJA VELIČINE SERIJE I GRUPISANJA KAPACITETA

IMPROVING MANUFACTURING PROCESSES THROUGH THE APPLICATION OF LEAN CONCEPTS OF BATCH SIZE REDUCTION AND CAPACITY POOLING

Nemanja Tulimirović¹, Ivan Tomašević², Milena Gatić³, Dragoslav
Slović⁴

^{1,2,3,4} Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,

¹nemanja.tulimirovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0008-9722-6108

²milena.gatic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-7018-3370

³ivan.tomasevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-4416-9695

⁴dragoslav.slovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-7803-6466

Apstrakt: Ovaj rad analizira kombinovani uticaj primene lin koncepata smanjenja veličine serije i grupisanja kapaciteta na performanse simuliranog proizvodnog sistema. Savremeni uslovi poslovanja nameću potrebu za kraćim protočnim vremenom i većom fleksibilnošću. Kao odgovor na te izazove, koncepti, metode i alati lin pristupa se sve više primenjuju radi unapređenja efikasnosti i smanjenja varijacija u proizvodnji. U okviru rada sproveden je simulacioni eksperiment koji obuhvata postojeće (AS-IS) i novo (TO-BE) stanje procesa u kojem su primenjena pomenuta poboljšanja. Dobijeni rezultati ukazuju da zajednička primena smanjenja veličine serije i grupisanja kapaciteta ima značajan potencijal da unapredi operativnu efikasnost, pouzdanost isporuke i finansijske rezultate.

Ključne reči: Lin proizvodnja, Smanjenje veličine serije, Grupisanje kapaciteta.

Abstract: This paper analyses the combined impact of applying lean concepts of batch size reduction and capacity pooling on the performance of a simulated manufacturing system. Contemporary business conditions impose the need for shorter lead times and greater flexibility. In response to these challenges, lean concepts, methods, and tools are increasingly implemented to improve efficiency and reduce variability in production. A simulation experiment was conducted within this study, comparing the existing state of the process (AS-IS) with the improved state (TO-BE), in which the proposed enhancements were applied. The obtained results indicate that the joint application of batch size reduction and capacity pooling has the potential to enhance operational efficiency, delivery reliability, and financial outcomes.

Keywords: Lean manufacturing, Batch size reduction, Capacity pooling.

1. UVOD

U savremenim uslovima poslovanja, brzina odgovora preduzeća na zahteve tržišta predstavlja ključni faktor konkurentske prednosti. U tom kontekstu, protočno vreme, koje se definiše kao vreme od prijema do isporuke gotove porudžbine, jedan je od najvažnijih pokazatelja performansi proizvodnog sistema (Gebeyehu et al., 2022). Koncepti, metodi i alati lin pristupa su tokom poslednjih decenija našli široku primenu upravo zbog svoje sposobnosti da smanje rasipanja, skrate protočno vreme i time povećaju efikasnost i produktivnost sistema (Ciano et al., 2021). Jedan od koncepata lin pristupa za postizanje kraćeg protočnog vremena jeste smanjenje veličine serije (Womack & Jones, 2003). Takođe, grupisanje kapaciteta predstavlja koncept kojim se više identičnih resursa grupiše u jedan zajednički kapacitet. Time se postiže veća fleksibilnost i iskorišćenost resursa i smanjuju zastoji u radu (Hopp & Spearman, 2011). Cilj ovog rada je ispita kombinovani uticaj smanjenja veličine serije i grupisanja kapaciteta na performanse proizvodnog sistema u pogledu protočnog vremena, efikasnosti i finansijskih rezultata. U tu svrhu razvijen je simulacioni model hipotetičkog proizvodnog procesa, a evaluacija performansi izvršena je kroz uporednu analizu postojećeg (*AS-IS*) i novog (*TO-BE*) scenarija. Rad je strukturiran na sledeći način: u drugom poglavlju predstavljena je teorijska pozadina koncepata smanjenja veličine serije i grupisanja kapaciteta; u trećem poglavlju opisan je proizvodni proces i simulacioni model; četvrto poglavlje prikazuje rezultate performansi, dok je u petom poglavlju predstavljena diskusija rezultata, ključni zaključci, implikacije i ograničenja istraživanja.

2. TEORIJSKA POZADINA

U ovom poglavlju opisani su lin koncepti smanjenja veličine serije i grupisanja kapaciteta, koji čine osnovu unapređenja *AS-IS* u *TO-BE* stanje procesa.

2.1. Smanjenje veličine serije

Koncept smanjenja veličine serije jedan je od načina operacionalizacije lin principa težnje ka uspostavljanju jednokomadnog toka (Womack & Jones, 2003). Prema Litlovom zakonu, protočno vreme je proporcionalno količini zaliha nedovršene proizvodnje u sistemu i obrnuto proporcionalno ritmu (Little, 1961). Smanjenjem veličine serije potencijalno se smanjuje količina nedovršene proizvodnje, što dovodi do kraćeg protočnog vremena. Takođe, male serije omogućavaju brže otkrivanje grešaka, smanjuju troškove skladištenja i povećavaju fleksibilnost sistema u prilagođavanju promenama tražnje (Fullerton & McWatters, 2001). Međutim, prilikom primene ovog koncepta potrebno voditi računa i o vremenima podešavanja radnih stanica, jer povećana učestalost manjih serija može dovesti do zagušenja procesa (Glock, 2012).

2.2. Grupisanje kapaciteta

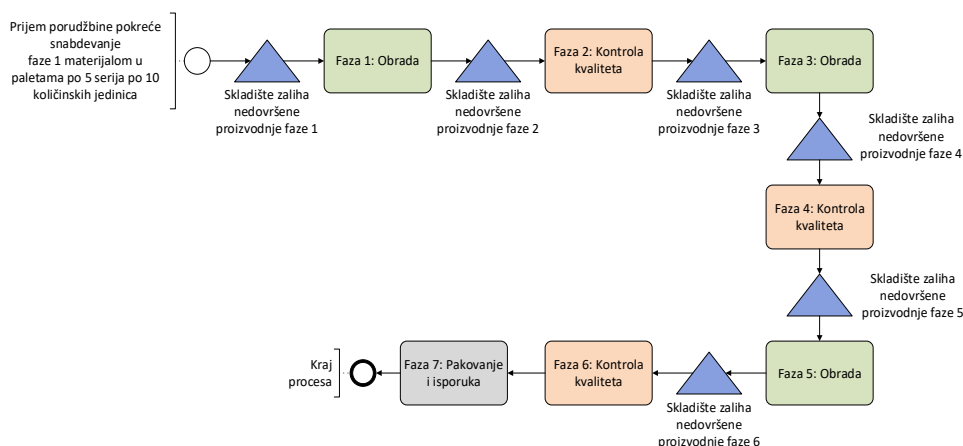
Teorija redova čekanja se može posmatrati kao jedan od alata lin (šest sigma) pristupa koji se koristi za optimizaciju i poboljšanje efikasnosti procesa (Chadha et al., 2012; George, 2014; Sarkar et al., 2015). Jedan od koncepata teorije redova čekanja za poboljšavanje performansi procesa kroz smanjivanje varijacija je grupisanje kapaciteta (eng. *capacity/resource pooling*) (Hopp & Spearman, 2011; Karsten et al., 2015; Tsitsiklis & Xu, 2012). Naime, ukupne varijacije u sistemu se mogu smanjiti tako što će se više istovetnih resursa (kapaciteta) grupisati u jedan zajednički, deljeni kapacitet. Hopp i Spearman (2011) navode da formiranje zajedničkog reda čekanja, koji nastaje kao posledica, povećava fleksibilnost i dovodi do uravnoteženijeg radnog opterećenja. Na primer, ako jedna mašina privremeno otkáže, poslovi se iz zajedničkog reda mogu preusmeriti na ostale mašine, čime se smanjuje posledica zastoja i apsorbira uticaj varijacija. Ovaj koncept je takođe potkrepljen činjenicom da, kada se n identičnih normalno raspoređenih veličina sa standardnom devijacijom σ saberu, standardna devijacija novonastale raspodele ne iznosi $n \times \sigma$, već $\sqrt{n} \times \sigma$. Samim tim kako n raste, rezultujuća raspodela ima manju varijabilnost nego što bi se očekivalo.

2. OPIS PROIZVODNOG PROCESA

U ovom poglavlju dat je opis *AS-IS* kao i *TO-BE* stanja proizvodnog procesa sa integrisanim unapređenjima opisanim u prethodnom potpoglavlju.

2.1. Postojeće stanje (*AS-IS*)

Proces proizvodnje proizvoda A se sastoji iz tri faze obrade, tri faze kontrole kvaliteta (nakon svake od ovih proizvodnih faza) i faze pakovanja i isporuke na samom kraju procesa. Grafički prikaz postojećeg rasporeda kroz dijagram toka proizvodnog procesa prikazan je na Slici 1.



Slika 8: Postojeći raspored i dijagram toka proizvodnog procesa

Za potrebe ovog istraživanja, veličina porudžbine će se uzimati kao konstanta koja iznosi 50 komada po porudžbini. Dnevna tražnja (za period od 24 časa) podleže normalnoj raspodeli sa prosečnom vrednošću od 10 porudžbina i standardnom devijacijom od pet porudžbina na dan. Kada stigne porudžbina, potreban materijal za 50 komada gotovih proizvoda se prikuplja na palete u serijama od 10 jedinica, pri čemu se svaka serija (paleta) posebno šalje u proizvodni proces počev od prve faze. Ugovoreno protočno vreme iznosi dva radna dana za sve porudžbine. Prodajna cena jednog komada proizvoda iznosi 180 €, dok se za svaki sat kašnjenja isporuke prodajna vrednost porudžbine umanjuje za 500 €. Cena utroška materijala po komadu iznosi 75 €, dok cena radnog sata inženjera kontrole kvaliteta iznosi 17 €. Podaci o tražnji, veličini serije obrade, prodajnoj ceni i troškovima su sumirani u Tabeli 1.

Tabela 1: Ulazni podaci o tražnji, veličini serije, prodajnoj ceni i troškovima

Podatak	Vrednost
Prosečna dnevna tražnja [porudž./dan]	10
Standardna devijacija [porudž./dan]	5
Ugovoreno protočno vreme [dan/porudž.]	2 (48 sati)
Veličina porudžbine [kom./porudž.]	50
Veličina serije [kom./ser.]	10
Prodajna cena jednog komada proizvoda A [€/kom.]	180 €
Penali za kašnjenje [€/porudž./sat]	500 €
Cena utroška materijala za jedan komad proizvoda A [€/kom.]	75 €
Cena radnog sata inženjera kontrole kvaliteta [€/čas.]	17 €

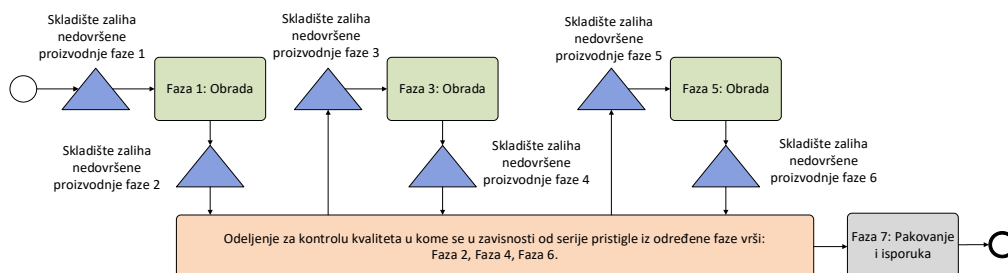
Magacin materijala je neograničenog kapaciteta i snabdevanje za prvu fazu se odvija odmah po prijemu porudžbine po FIFO (eng. *First In, First Out*) principu. Kada sve serije jedne porudžbine prođu kroz proces proizvodnje, celokupna porudžbina se pakuje i šalje kupcu. U procesu se između svake faze nalazi se međufazno skladište (teorijski) neograničenog kapaciteta. Kada se završi obrada ili kontrola nad serijom u određenoj fazi, serija se šalje u međufazno skladište gde čeka da se oslobodi resurs u narednoj fazi. Svaku fazu obrade karakteriše određeni broj istovetnih mašina, vreme pripreme serije koje je fiksno i vreme obrade koje podleže normalnoj raspodeli određenoj prosečnim vremenom obrade i standardnom devijacijom. Slično, svaku fazu kontrole izvršavaju inženjeri kvaliteta sa vremenom trajanja koje podleže normalnoj raspodeli sa prosečnim vremenom kontrole i standardnom devijacijom, kao i verovatnoćom otkrivanja defekata. Ukoliko serija ne prođe kontrolu, vraća se na početak prethodne faze obrade i zatim se dorađuje i ponovo kontroliše pre nego što pređe u narednu fazu. Vreme transporta između faza uračunato je u vreme obrade svake faze. Pakovanje i isporuka porudžbine se vrše na kraju procesa, kada se završi proizvodnja svih serija koje čine datu porudžbinu i pretpostavlja se da u svakom trenutku postoje raspoloživi resursi koje započinju ovu operaciju nakon što pristigne gotova porudžbina. Potrebni ulazni podaci o proizvodnom procesu dati su u Tabeli 2.

Tabela 2: Ulazni podaci o proizvodnom procesu

Faza Parametri	1.OB	2.KK	3.OB	4.KK	5.OB	6.KK	7.PAK&ISP
Br. raspol. maš./inž. kval.	20	15	10	15	7	30	1
Pros. vreme obrade/kontrole [čas./kom.]	0.15	0.4	0.5	0.5	0.2	1.5	7 [čas./porudž.]
Stand. dev. [čas./kom.]	0.02	0.15	0.1	0.1	0.125	0.1	0.5 [čas./porudž.]
Pros. vreme pripreme [čas./seriji]	0.5	0	0	0	0.5	0	/
Verov. defekne serije [%]	/	5	/	1.5	/	1.5	/

2.2. Novo stanje (TO-BE)

Kao osnova za razvoj modela novog stanja korišćen je model postojećeg stanja u koji su postepeno implementirana predložena poboljšanja. Prvi korak obuhvatao je kreiranje jedinstvenog resursa za kontrolu kvaliteta koji će imati na raspolaganju 40 inženjera (15 + 15 + 30). Odeljenje bi bilo pozicionirano u sredini procesa, omogućavajući lak pristup svim fazama obrade. Nakon završetka operacija obrade u bilo kojoj od faza, serija prelazi u skladište nedovršene proizvodnje ispred odeljenja za kontrolu kvaliteta, gde je slobodni inženjer u datom trenutku preuzima na kontrolu. Važno je napomenuti da se broj kontrola kvaliteta nad jednom serijom neće menjati, što znači da će svaka serija i dalje prolaziti tri puta kroz kontrolu. Međutim, sada će tu operaciju obavljati jedan centralizovani resurs, koji je zadužen za sve faze kontrole kvaliteta. Vremena trajanja kontrole i verovatnoće otkrivanja defekata generišu se na osnovu faze kontrole koja se vrši. Grafički prikaz novog rasporeda dat je na Slici 2.



Slika 2: Novi raspored i dijagram toka proizvodnog procesa

Naredni korak poboljšanja podrazumevao je smanjenje veličine serije sa početnih 10 na pet komada proizvoda A.

3. EVALUACIJA PERFORMANSI PROIZVODNOG PROCESA

U cilju evaluacije performansi procesa, razvijen je simulacioni model u programskom jeziku *Python* korišćenjem *open-source* biblioteke *SimPy*. Simulirani vremenski period iznosio je 600 radnih dana kako bi se obezbedilo punjenje sistema. Evaluirana su dva scenarija, prvi, *AS-IS* i drugi, *TO-BE*. Prikupljani pokazatelji performansi opisani su u Tabeli 3.

Tabela 3: Prikupljani pokazatelji performansi

R.B.	Pokazatelj	Opis
1.	Broj primljenih i isporučenih porudžbina [porudž.]	Ukupan broj porudžbina koji je proizveden i isporučen
2.	Broj porudžbina isporučenih na vreme [porudž.]	Broj porudžbina isporučenih za vreme kraće od 2 dana (48 časova)
3.	Broj zakasnelih porudžbina [porudž.]	Broj porudžbina isporučenih nakon 2 dana
4.	Procenat isporuka na vreme [%]	Odnos broja pravovremeno isporučenih porudžbina u ukupnog broja porudžbina $[2]/[1]$.
5.	Prosečno protočno vreme [čas]	Prosečno vreme koje se meri od trenutka prijema porudžbine do trenutka isporuke kupcu.
6.	Ukupan prihod [€]	Računa se kao zbir svih prihoda od prodaje nastalih prilikom isporuke porudžbine. Prihod od prodaje može biti umanjen za iznos penala ukoliko se desilo kašnjenje.
7.	Direktan trošak materijala [€]	Računa se kao proizvod veličine serije i cene utroška materijala za jedan komad proizvoda A.
8.	Indirektni troškovi rada [€]	Računaju se kada se broj simuliranih sati rada pomnoži sa cenom radnog sata inženjera kvaliteta.
9.	Operativni profit [€]	Razlika između ukupnog prihoda i svih troškova $[6]-([7]+[8])$.

3.1 Rezultati simulacije

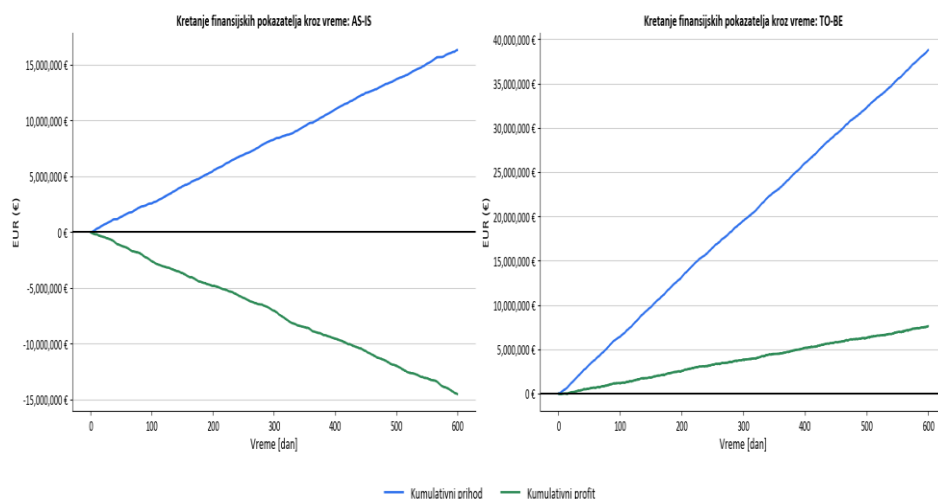
Vrednosti analiziranih pokazatelja performansi procesa prikazane su u Tabeli 4, u formi uporednog prikaza između *AS-IS* i *TO-BE* scenarija.

Tabela 4: Performanse procesa u *AS-IS* i *TO-BE* stanju

Pokazatelj	Scenario	
	<i>AS-IS</i>	<i>TO-BE</i>
Broj primljenih i isporučenih porudžbina:	4285	4390
Broj porudžbina isporučenih na vreme:	559	4179
Broj zakasnelih porudžbina:	3726	211
Procenat isporuka na vreme:	13.05%	95.19%
Prosečno protočno vreme [čas]:	58.81	31.85
Ukupan prihod:	16,313,473.56 €	38,795,550.08 €

Pokazatelj	Scenario	
	AS-IS	TO-BE
Direktan trošak materijala:	(-)16,136,250.00 €	(-)16,503,750.00 €
Indirektni troškovi rada:	(-)14,688,000.00 €	(-)14,688,000.00 €
Operativni profit:	(-)14,510,776.44 €	7,603,800.08 €

U *TO-BE* stanju broj pravovremeno isporučenih porudžbina iznosi 4179 (čak 95.19%) sa 211 zakasnelih porudžbina, što je za 648% više u odnosu na *AS-IS* stanje u kojem je samo 559 porudžbina isporučeno na vreme. Prosečno protočno vreme iznosi 31.85 časova što je za 46% niže u odnosu na *AS-IS* stanje. Takođe, ostvareno je povećanje prihoda u apsolutnom iznosu od 22,482,076.52 € odnosno za 137%. Operativni profit u *TO-BE* stanju iznosi 7,603,800.08 €, tj. povećan je za apsolutnih 22,114,576.52 € odnosno 152%. Usporedni grafički prikaz kretanja finansijskih pokazatelja (prihoda i profita) kroz vreme u *AS-IS* i *TO-BE* stanju dat je na Slici 3.



Slika 3: Usporedni prikaz kretanja finansijskih pokazatelja u *AS-IS* i *TO-BE* scenariju

4. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je da ispita sinergetski uticaj primene lin konceptata smanjenja veličine serije i grupisanja kapaciteta na performanse proizvodnog sistema. U tu svrhu, primenom računarske simulacije, kroz simulacioni eksperiment evaluirana su dva scenarija: postojeće stanje (*AS-IS*) i novo stanje (*TO-BE*), u koje su integrisana navedena poboljšanja. Rezultati simulacije ukazuju da zajednična primena ovih konceptata pokazuje značajan potencijal za poboljšanje performansi sistema. Glavni efekat uočen je u smanjenju prosečnog protočnog vremena za 46% (sa 58.81 na 31.85 časova) i povećanju procenta pravovremeno isporučenih porudžbina sa 13.05% na 95.19% što potvrđuje da analizirana unapređenja imaju značajan potencijal da povećaju pouzdanost i responzivnost proizvodnog procesa. Efekti ovih poboljšanja oslikavaju se i u poboljšanju finansijskih pokazatelja. Ukupan prihod je povećan za 137%, dok je operativni profit

povećan za 152% prelazeći iz negativnog u pozitivan rezultat. Ovi uvidi ukazuju na to da kombinovana primena smanjenja veličine serije i grupisanja kapaciteta može doprineti povećanju brzine odgovora na zahteve kupaca, fleksibilnosti sistema i posledično finansijskih rezultata. Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao osnova za dalje istraživanje uticaja ovih koncepata u realnim uslovima proizvodnje i u različitim industrijskim kontekstima. Praktična implikacija rada ogleda se u tome da identifikovana unapređenja ne zahtevaju značajno proširenje kapaciteta, već optimizaciju postojećih resursa. Iako su postignuti značajni rezultati, rad ima određena ograničenja koja ujedno predstavljaju pravce za buduća istraživanja. Jedan od pravaca za buduća istraživanja jeste proširivanje simulacionog modela. Ovo proširenje bi uključivalo varijacije u traženim količinama, veličini serija, kapacitetu međufaznih skladišta, kao i proširenje proizvodnog miksa. Uključivanje ovih faktora omogućilo bi razvoj složenijih modela sa većim nivoom detalja, što bi dovelo do boljeg razumevanja ponašanja proizvodnih procesa i potencijalno boljih rezultata njihove optimizacije.

LITERATURA

- [1] Chadha, R., Singh, A., & Kalra, J. (2012). Lean and queuing integration for the transformation of health care processes: A lean health care model. *Clinical Governance: An International Journal*, 17(3), 191–199. <https://doi.org/10.1108/14777271211251309>
- [2] Ciano, M. P., Dallasega, P., Orzes, G., & Rossi, T. (2021). One-to-one relationships between Industry 4.0 technologies and Lean Production techniques: A multiple case study. *International Journal of Production Research*, 59(5), 1386–1410. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1821119>
- [3] Fullerton, R. R., & McWatters, C. S. (2001). The production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, 19(1), 81–96. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00051-6](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00051-6)
- [4] Gebeyehu, S. G., Abebe, M., & Gochel, A. (2022). Production lead time improvement through lean manufacturing. *Cogent Engineering*, 9(1), 2034255. <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>
- [5] George, M. L. (2014). *Lean Six Sigma*. McGraw-Hill.
- [6] Glock, C. H. (2012). Lead time reduction strategies in a single-vendor–single-buyer integrated inventory model with lot size-dependent lead times and stochastic demand. *International Journal of Production Economics*, 136(1), 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.09.007>
- [7] Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2011). *Factory physics* (3rd ed). Waveland Press.
- [8] Karsten, F., Slikker, M., & Van Houtum, G.-J. (2015). Resource Pooling and Cost Allocation Among Independent Service Providers. *Operations Research*, 63(2), 476–488. <https://doi.org/10.1287/opre.2015.1360>
- [9] Little, J. D. C. (1961). A Proof for the Queuing Formula: $L = \lambda W$. *Operations Research*, 9(3), 383–387. <https://doi.org/10.1287/opre.9.3.383>
- [10] Sarkar, A., Mukhopadhyay, A. R., & Ghosh, S. K. (2015). Productivity improvement by reduction of idle time through application of queuing theory. *OPSEARCH*, 52(2), 195–211. <https://doi.org/10.1007/s12597-014-0177-2>
- [11] Tsitsiklis, J. N., & Xu, K. (2012). On the Power of (Even a Little) Resource Pooling. *Stochastic Systems*, 2(1), 1–66. <https://doi.org/10.1287/11-SSY033>
- [12] Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* (1st Free Press ed., rev.updated). Free Press.

LEAN IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY: REVIEW OF KEY STUDIES

PRIMENA LIN PRISTUPA U FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI: PREGLED KLJUČNIH RADOVA

Milena Gatić¹, Barbara Simeunović², Nemanja Tulimirović³, Marija Ćirić⁴

^{1,2,3,4} Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,

¹milena.gatic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-7018-3370

²barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-1485-4552

³nemanja.tulimirovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0008-9722-6108

⁴marijaciric20@gmail.com

Abstract: Building upon a previously published bibliometric analysis, this paper explores how Lean methodology has been applied in the pharmaceutical industry through a review of the most cited studies. The findings show that while Lean demonstrates strong potential for improving efficiency and performance, its implementation remains limited and not yet fully integrated across organizations.

Keywords: Lean, Pharmaceutical industry, Literature review

Apstrakt: Nadovezujući se na prethodno objavljenu bibliometrijsku analizu literature, ovaj rad istražuje primenu lin pristupa u farmaceutskoj industriji kroz pregled najcitiranijih studija. Rezultati pokazuju da lin ima značajan potencijal za unapređenje efikasnosti i performansi, ali njegova primena i dalje ostaje ograničena i nije u potpunosti integrisana u organizacione procese.

Ključne reči: Lin, Farmaceutska industrija, Pregled literature

1. INTRODUCTION

The pharmaceutical industry faces challenges such as stringent regulatory demands, high research and development costs, outdated production technologies, and complex supply chains, that can lead to greater risks and inefficiencies (Moosivand et al., 2019; Sarkis et al., 2021). These pressures force companies to reduce costs while still ensuring quality and compliance. Lean methodology helped with these type of problems by focusing on waste reduction (Purushothaman et al., 2020), process efficiency (Gutierrez et al., 2022), and better resource utilization (Cai & Freiheit, 2014). Because of this, it is important to explore how Lean principles are applied in the pharmaceutical industry and to what extent they contribute to overcoming these challenges.

Lean has been widely studied and put into practice in many different industries, but the impact on the pharmaceutical sector hasn't been explored as much (Gatić et al., 2025).

For this reason, a two-part literature review was conducted to examine the existing body of literature. A bibliometric analysis (Gatić et al., 2025) was carried out to identify relevant studies and trends in the field. Building upon that, this paper will present a structured overview of the selected papers. To gain a better understanding of how Lean is implemented within pharmaceutical companies, it is necessary to go beyond citation metrics from bibliometric analysis and examine the content of research papers. Since the bibliometric analysis alone could not provide detailed insights into how Lean is implemented within companies, the next phase of the research focused on the analysis of the most cited studies.

2. METHODOLOGY

Considering the challenges that the pharmaceutical industry faces, the success of Lean implementation in other sectors, and the growing use of it in process industries, it was necessary to examine the extent to which Lean has been studied and applied in the pharmaceutical sector. To achieve this, after a bibliometric analysis (Gatić et al., 2025), a structured literature review was conducted, following the recommendation of Denyer & Tranfield (2009).

The Scopus database was used to conduct the research. Only peer-reviewed journal articles in English were taken into consideration, while books, conference papers, and non-business-oriented studies were excluded. The final database included 101 studies following multiple iterations of exclusions.

The Pareto principle was used to determine which contributions had the greatest impact after the final sample was collected. Inspired by the methodological approach of Bajaj et al. (2018) this study applied the Pareto principle to the literature review, focusing on the top 20% of the most cited papers in the field. This allowed for the study to concentrate on the most significant contributions found in the literature. The primary selection criterion was the number of citations. The study with the most citations at the time of data collection from Scopus had 82, while the study with the fewest citations had only 16.

3. RESULTS

The top five studies had more than 40 citations each, while the bottom five had fewer than 25. The distribution of the publications through time is shown in Figure 1.

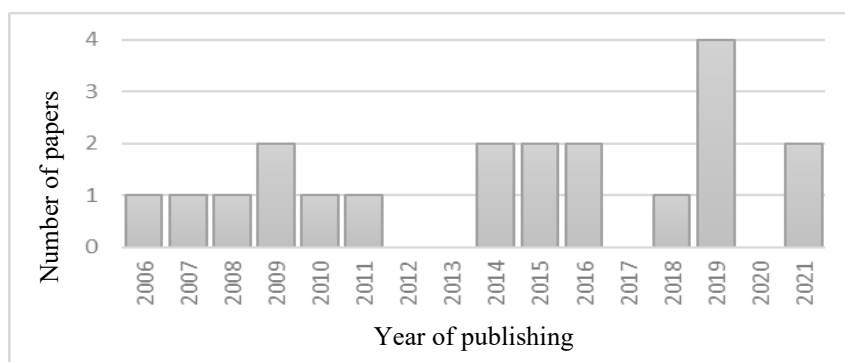


Figure 1: Distribution of studies by year of publication

As shown in Figure 1, a noticeable increase occurred in 2019, when four studies were published, coinciding with the overall rise in Lean-related research within the pharmaceutical sector (Gatić et al., 2025). In most other years, only one or two studies were published, while in 2012, 2013, 2017, and 2020, none of the top 20 most cited papers appeared. As Table 1 shows, the majority of papers (65%) represent empirical research.

Table 1: Categories of analyzed studies

Category	Number of papers	Share [%]
Case study	3	15
Survey	5	25
Action research	5	25
Modelling	1	5
Simulation	1	5
Literature review	5	25

Action research, surveys, and literature reviews were the most common approaches, each accounting for one-quarter of the sample. Table 2 highlights the studies that explicitly describe how Lean was applied in the pharmaceutical industry or the results that were achieved.

Table 2 provides insight that Value Stream Mapping (VSM) and Kanban were the most frequently applied tools (Table 2). Interestingly, two studies addressed packaging-related issues, while another dealt with tablet manufacturing. Except for the papers focusing on overall business processes, most studies examined areas outside direct production.

Table 2: Studies, methods, tools, and techniques

Study	Research method	Tools and techniques	Business area
Abideen & Mohamad, (2021)	Simulation	VSM, Kanban, JIT, Heijunka, 5S	Distribution /Warehousing
Bevilacqua et al., (2015)	Action research	SIPOC, Flowchart, 5S, Kanban, SMED, TPM, Spagetti diagram	Packaging
Byrne et al., (2021)	Action research	VSM, Ishikawa diagram, A3, 5 Whys	Tablet production
(Papalexi et al., 2016)	Action research	Kanban	Warehousing
(Cogdill et al., 2007)	Case study	Lean methods combined with Process analytical technologies	Overall business
(Chowdary & George, 2011)	Case study/ Action research	5 Whys, VSM	Packaging
(Nenni et al., 2014)	Case study	Kanban-CONWIP system	Manufacturing process

The findings of individual studies show the significant impact Lean practices have. Abideen & Mohamad (2021) focusing on distribution, used simulation with Kanban, JIT, and Heijunka, and predicted reductions in lead time by 51.43% and in overall process time by 44.41%, at the same time, the value-added time percentage increased by 70,6 % and the non-value-added percentage decreased by 52%. Bevilacqua et al. (2015) and Chowdary & George (2011) both papers addressed medicine packaging. Both studies reported great improvement after implementing Lean. Bevilacqua et al. (2015) reported reductions in changeover time by 61.5%, cycle time by 64.1%, and Chowdary & George (2011) reported the need for 50% less workforce. Byrne et al. (2021) highlighted packaging as a bottleneck and reported savings of nearly half a million dollars after improvements. Papalexi et al. (2016) demonstrated a potential 71.8% reduction in storage costs through Kanban, they also noted challenges with short shelf-life medicines. Nenni et al. (2014) reduced in-process inventories by 37% after 90 days of applying a Kanban-CONWIP system.

In their survey research Cook et al., (2014) showed that academics, industry professionals, and regulatory bodies all agree that using Quality by Design (QbD), can help get better results and make Lean production lines work better and at the same time, it is good for the patient. Friedli et al. (2010) conducted a longitudinal study and documented significant increases in Overall Equipment Effectiveness and preventive maintenance attributed to Just in Time and Total Quality Management. Garza-Reyes et al. (2018) looked into the European pharmaceutical industry and found limited readiness for Lean, citing compliance with good manufacturing practices (GMP) were more important than operational excellence.

Research conducted in developing regions, such as Alkunsol et al. (2019) survey of 120 managers in Jordan, highlighted the importance of waste reduction by types and its impact on productivity and profitability. Ullman & Boutellier (2008) identified two distinct cultures in the pharmaceutical sector, innovation and production, arguing that Lean is more applicable to production. Other theoretical contributions, including Venugopal & Saleeshya (2019), highlighted unused human potential as a hidden waste, proposing integration of Lean and agile practices for sustainability. Gebauer et al. (2009) suggested that research-driven companies are less likely to adopt Lean, while Carleysmith et al., (2009) demonstrated that Lean can also be applied in pharmaceutical R&D, especially in laboratory routines, and is compatible with GMP practices.

4. DISCUSSION

To the search date (December 2022), only 101 studies have been published specifically on Lean in the pharmaceutical sector, while a simple Web of Science search for *Lean Manufacturing* (October 2025) returned more than 7,500 results. Most of the identified papers are published in journals targeted at pharmaceutical audiences, rather than in outlets oriented toward broader business and management (Gatić et al., 2025). On top of that, there is no established network of authors working consistently in this field, which limits both collaboration and in-depth exploration (Gatić et al., 2025). Over time, no significant thematic shifts have been observed (Gatić et al., 2025).

It is also interesting that only one paper out of 101 was authored by Serbian researchers, and that the broader region of Southeast Europe is also largely not present, although there are many strong pharmaceutical companies in Serbia and the region. Likewise, research addressing the application of Lean in the pharmaceutical industries of developing countries is almost entirely lacking. However, when digging deeper than just bibliometric metrics, this research shows that Lean can be implemented in the pharmaceutical industry successfully. This is aligned with research being done in other process industries, such as the petrochemical industry (Barsegyan, 2020) or paper manufacturing (Adeodu et al., 2021). However, this review showed that the focus remains on operational improvements rather than comprehensive business transformation into a Lean organization. While some studies reported results at the organizational level, these were still achieved through the application of Lean at the operational level rather than through full-scale Lean transformation.

This review provides strong evidence of the benefits of Lean implementation in the pharmaceutical industry. For example, Haleem et al. (2015) reported that AstraZeneca, by introducing pull principles in 2002, reduced lead time by 25% during a 30% increase in demand for a product generating over USD 1.5 billion annually. Other studies demonstrated inventory reductions of 37% (Nenni et al., 2014), 56.8% fewer finished goods stocks (Papalexi et al., 2016) a 38% reduction in workspace requirements, and a 50% reduction in workforce needs (Chowdary & George, 2011). Cogdill et al. (2007)

estimated that by implementing Lean practices to lower the inventory of the raw material, work in progress, and finished goods, annual operational cost savings could exceed USD 13 million. Similarly, Alkunsol et al. (2019) reported that Lean Six Sigma can reduce defects in pmanufacturing.

Previous research points out certian downsides. Although Lean has the potential to deliver improvements at the strategic as well as operational level, relatively few studies have studied its systematic application or on the tools that might enable such outcomes, leading to the barriers of adoption (Dixit et al., 2019). Research-driven companies, where tend to deprioritize Lean (Gebauer et al., 2009). Companies often lack awareness of Lean and Green operations, and the pharmaceutical sector has been underexplored in this regard (Singh et al., 2016). Even in developed European countries, Lean research remains limited, and pharmaceutical firms are not strongly committed to enhancing production processes through Lean (Garza-Reyes et al., 2018).

When it comes to Lean tools and techniques, only a small number of studies explicitly identified the tools used. Among these, Value Stream Mapping and Kanban emerged as the most frequently applied methods. The 5 Whys tool was also commonly used for root-cause analysis. While VSM and Kanban were used to achieve measurable improvements, Friedli et al. (2010) observed that these tools are still not widely adopted in pharmaceutical manufacturing.

5. CONCLUSION

In conclusion, this review shows that Lean has a strong potential for implementation in the pharmaceutical industry. Still, most existing studies focus on support processes rather than core operations, and address specific aspects rather than providing a holistic view of organizational transformation.

This literature review is not without limitations. The search was done in December 2022 and only looked at journal articles that were indexed in Scopus. The qualitative analysis was limited to 20 out of the 101 studies. The qualitative analysis was limited to 20 of the 101 studies identified in the final dataset. Future research should include broader literature and empirical studies so that the implementation of Lean in the pharmaceutical industry could be better understood.

LITERATURE

- [1] Abideen, A., & Mohamad, F. B. (2021). Improving the performance of a Malaysian pharmaceutical warehouse supply chain by integrating value stream mapping and discrete event simulation. *Journal of Modelling in Management*, 16(1), 70–102. <https://doi.org/10.1108/JM2-07-2019-0159>
- [2] Adeodu, A., Kanakana-Katumba, M. G., & Rendani, M. (2021). Implementation of Lean Six Sigma for production process optimization in a paper production company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(3), 661. <https://doi.org/10.3926/jiem.3479>

- [3] Alkunsol, W. H., Sharabati, A.-A. A., AlSalhi, N. A., & El-Tamimi, H. S. (2019). Lean Six Sigma effect on Jordanian pharmaceutical industry's performance. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 23–43. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2017-0003>
- [4] Bajaj, S., Garg, R., & Sethi, M. (2018). Total quality management: A critical literature review using Pareto analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(1), 128–154. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2016-0146>
- [5] Barsegyan, N. V. (2020). SPECIFICS OF LEAN ORGANIZATION OF THE PETROCHEMICAL ENTERPRISE MANAGEMENT STRUCTURE. *Izvestiya of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 22(2), 100–106. <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2020-22-2-100-106>
- [6] Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., De Sanctis, I., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2015). A Changeover Time Reduction through an integration of Lean practices: A case study from pharmaceutical sector. *Assembly Automation*, 35(1), 22–34. <https://doi.org/10.1108/AA-05-2014-035>
- [7] Byrne, B., McDermott, O., & Noonan, J. (2021). Applying Lean Six Sigma Methodology to a Pharmaceutical Manufacturing Facility: A Case Study. *Processes*, 9(3), 550. <https://doi.org/10.3390/pr9030550>
- [8] Cai, T., & Freiheit, T. (2014). Resource Allocation for Lean Product Development Using a Value Creation Cell Model. *Journal of Mechanical Design*, 136(10), 101701. <https://doi.org/10.1115/1.4027981>
- [9] Carleysmith, S. W., Dufton, A. M., & Altria, K. D. (2009). Implementing Lean Sigma in pharmaceutical research and development: A review by practitioners. *R&D Management*, 39(1), 95–106. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2008.00542.x>
- [10] Chowdary, B. V., & George, D. (2011). Improvement of manufacturing operations at a pharmaceutical company: A Lean manufacturing approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(1), 56–75. <https://doi.org/10.1108/17410381211196285>
- [11] Cogdill, R. P., Knight, T. P., Anderson, C. A., & Drennen, J. K. (2007). The Financial Returns on Investments in Process Analytical Technology and Lean Manufacturing: Benchmarks and Case Study. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 2(1–2), 38–50. <https://doi.org/10.1007/s12247-007-9007-x>
- [12] Cook, J., Cruaños, M. T., Gupta, M., Riley, S., & Crison, J. (2014). Quality-by-Design: Are We There Yet? *AAPS PharmSciTech*, 15(1), 140–148. <https://doi.org/10.1208/s12249-013-0043-1>
- [13] Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review. In D. A. Buchanan & A. Bryman (Eds.), *The SAGE handbook of organizational research methods* (Paperback ed, pp. 671–689). SAGE.
- [14] Dixit, A., Routroy, S., & Dubey, S. K. (2019). A systematic literature review of healthcare supply chain and implications of future research. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 13(4), 405–435. <https://doi.org/10.1108/IJPHM-05-2018-0028>
- [15] Friedli, T., Goetzfried, M., & Basu, P. (2010). Analysis of the Implementation of Total Productive Maintenance, Total Quality Management, and Just-In-Time in Pharmaceutical Manufacturing. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 5(4), 181–192. <https://doi.org/10.1007/s12247-010-9095-x>
- [16] Garza-Reyes, J. A., Betsis, I. E., Kumar, V., & Radwan Al-Shboul, M. A. (2018). Lean readiness – the case of the European pharmaceutical manufacturing industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(1), 20–44. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2016-0083>

- [17] Gatić, M., Simeunović, B., Nemanja, T., & Ivona, J. (2025). Lean in pharma: Through the lenses of bibliometrics. 28th Excellence In Services International Conference (EISIC), Belgrade.
- [18] Gebauer, H., Kickuth, M., & Friedli, T. (2009). Lean management practices in the pharmaceutical industry. *International Journal of Services and Operations Management*, 5(4), 463. <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2009.024580>
- [19] Gutierrez, L., Lameijer, B. A., Anand, G., Antony, J., & Sunder M, V. (2022). Beyond efficiency: The role of Lean practices and cultures in developing dynamic capabilities microfoundations. *International Journal of Operations & Production Management*, 42(13), 506–536. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2022-0086>
- [20] Haleem, R. M., Salem, M. Y., Fatahallah, F. A., & Abdelfattah, L. E. (2015). Quality in the pharmaceutical industry – A literature review. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 23(5), 463–469. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2013.11.004>
- [21] Moosivand, A., Rajabzadeh Ghatari, A., & Rasekh, H. R. (2019). Supply Chain Challenges in Pharmaceutical Manufacturing Companies: Using Qualitative System Dynamics Methodology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, Online First. <https://doi.org/10.22037/ijpr.2019.2389>
- [22] Nenni, M. E., Giustiniano, L., & Pirolo, L. (2014). Improvement of Manufacturing Operations through a Lean Management Approach: A Case Study in the Pharmaceutical Industry. *International Journal of Engineering Business Management*, 6, 24. <https://doi.org/10.5772/59027>
- [23] Papalexi, M., Bamford, D., & Dehe, B. (2016). A case study of kanban implementation within the pharmaceutical supply chain. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 19(4), 239–255. <https://doi.org/10.1080/13675567.2015.1075478>
- [24] Purushothaman, M. B., Seadon, J., & Moore, D. (2020). Waste reduction using Lean tools in a multicultural environment. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121681. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121681>
- [25] Sarkis, M., Bernardi, A., Shah, N., & Papathanasiou, M. M. (2021). Emerging Challenges and Opportunities in Pharmaceutical Manufacturing and Distribution. *Processes*, 9(3), 457. <https://doi.org/10.3390/pr9030457>
- [26] Singh, R. Kr., Kumar, R., & Kumar, P. (2016). Strategic issues in pharmaceutical supply chains: A review. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 10(3), 234–257. <https://doi.org/10.1108/IJPHM-10-2015-0050>
- [27] Ullman, F., & Boutellier, R. (2008). A case study of Lean drug discovery: From project driven research to innovation studios and process factories. *Drug Discovery Today*, 13(11–12), 543–550. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2008.03.011>
- [28] Venugopal, V., & Saleeshya, P. G. (2019). Manufacturing system sustainability through Lean and agile initiatives. *International Journal of Sustainable Engineering*, 12(3), 159–173. <https://doi.org/10.1080/19397038.2019.1566411>

LIN STRATEGIJA: OD ODABIRA PRISTUPA DO EFEKATA IMPLEMENTACIJE

LEAN STRATEGY: FROM SELECTION APPROACH TO IMPLEMENTATION EFFECTS

Marija Ćirić¹, Dragana Stojanović², Barbara Simeunović³, Ivona
Milanović⁴

^{1,2,3,4} Univerzitet u Beogradu-Fakultet organizacionih nauka,

¹marijaciric20@gmail.com, ORCID: 0009-0007-6981-997X

²dragana.stojanovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-7381-9891

³barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-1485-4552

⁴ivona.milanovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-9672-561X

Apstrakt: Ovaj rad analizira lin strategije kroz sistematičan pregled literature, sa ciljem da prikaže dominantne teme i dostignuća u ovoj oblasti. Lin se zasniva na eliminaciji rasipanja i stvaranju dodatne vrednosti. Zbog pozitivnih efekata lina na poslovanje, kompanije se sve više odlučuju na usvajanje lin principa i njegovu implementaciju. Radovi su prikupljeni kroz Scopus bazu i nakon detaljnog pregleda kroz par iteracija izdvojeno je 45 radova koji čine konačan uzorak. Kvantitativna analiza je ukazala na najčešće korišćene lin alate i prakse, dok je kvalitativna analiza obuhvatila tri ključne oblasti: odabir, implementaciju i uticaj lin strategije na performanse. Rezultati pokazuju da pravilno odabrane i sprovedene lin strategije značajno doprinose smanjenju troškova, povećanju efikasnosti i konkurentnosti, pri čemu ključni faktori uspeha uključuju liderstvo, obuku zaposlenih i timski rad.

Ključne reči: Lin strategija, lin proizvodnja, odabir strategije, implementacija strategije, poslovne performanse.

Abstract: This paper analyses lean strategies through a systematic literature review, with the aim of presenting the dominant themes and achievements in this field. Lean is based on the elimination of waste and the creation of added value. Due to the positive effects of lean on business operations, companies are increasingly adopting lean principles and implementing them in practice. The articles were collected from the Scopus database, and after a detailed multi-step screening process, 45 papers were selected as the final sample. The quantitative analysis highlighted the most commonly used lean tools and practices, while the qualitative analysis covered three key areas: selection, implementation, and the impact of lean strategy on performance. The results show that properly selected and implemented lean strategies significantly contribute to cost reduction, increased efficiency, and competitiveness, with key success factors including leadership, employee training, and teamwork.

Keywords: *Lean strategy, Lean manufacturing, Strategy selection, Strategy implementation, Business performance.*

1. UVOD

Lin filozofija se temelji na identifikaciji rasipanja i njihovom eliminisanju, kao i na prepoznavanju i pružanju dodatne vrednosti korisnicima. Sve aktivnosti su usmerene na kontinualno poboljšavanje procesa i racionalnije korišćenje svih resursa. Lin pronalazi svoju primenu u različitim industrijama i postiže izuzetne rezultate na različite aspekte poslovanja.

Strategija predstavlja temelj uspeha kompanije jer povezuje njenu viziju i ciljeve sa konkretnim akcijama i sredstvima potrebnim za njihovo ostvarenje. Najčešći razlozi zašto se kompanije opredeljuju za lin strategije su: smanjenje troškova, povećanje efikasnosti, poboljšavanje kvaliteta i zadovoljstva korisnika, brže prilagođavanje promenama, racionalnije upravljanje resursima i slično.

Sveobuhvatna definicija lin strategije data je u knjizi „*The Lean Strategy: Using Lean to Create Competitive Advantage, Unleash Innovation, and Deliver Sustainable Growth*“ (Ballé et al., 2017): „Lin strategija govori o tome kako da se takmičite – prihvatajući suštinski drugačiji način razmišljanja na radnom mestu, koji se u potpunosti fokusira na razvoj kapaciteta za otkrivanje i učenje. Svakodnevna praksa ovog pristupa, na svakom nivou, stvara snažne organizacije koje su u stanju da se prilagode i rastu sa pažnjom i na male i velike stvari. Cilj lin strategije je da nauči rešavanje pravog problema i izbegavanje rešenja koja prouzrokuju rasipanja.“

Cilj ovog rada je da pruži sveobuhvatan pregled literature o lin strategijama, sa fokusom na kriterijume i modele odabira, ključne izazove i faktore uspešne implementacije, kao i na uticaj lin strategija na finansijske i operativne performanse kompanije.

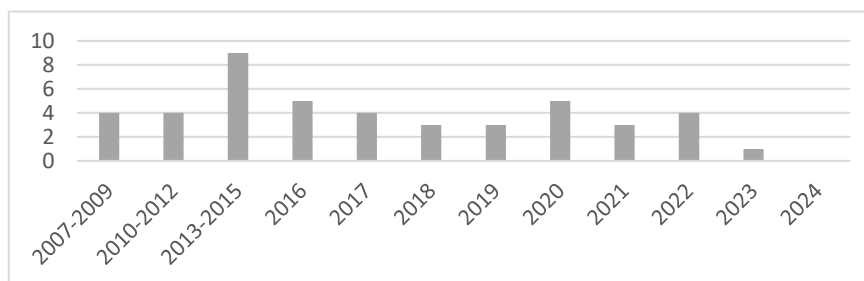
2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Izvršena je pretraga baze radova *Scopus*, kao osnov za sprovođenje sistematičnog pregleda literature. Kao prvi kriterijum korišćene su ključne reči „*Lean Manufacturing*“ OR „*Lean Production*“, a kao drugi kriterijum ključne reči „*Lean Strategy*“ OR „*Strategy Deployment*“ OR „*Hoshin Kanri*“ OR „*Policy Deployment*“. Radovi moraju ispunjavati oba kriterijuma. Ključne reči pretrage se odnose na naslove, apstrakte i ključne reči radova. Kao rezultat pretrage dobijeno je 78 članaka. Ograničenje koje se tiče godine objavljivanja nije primenjeno. U pogledu vrste radova, istraživanje je obuhvatilo isključivo članke iz recenziranih časopisa i zbornika sa konferencija. Takozvana „siva literatura“ nije bila uključena u uzorak, što se može uzeti i kao ograničenje ovog istraživanja.

Prvo se pristupilo čitanju i analizi naslova, apstrakata i ključnih reči svih 78 članaka iz početnog uzorka. Nakon primene ovog koraka uzorak je smanjen na 52 članka. Sledeći korak je obuhvatao prikupljanje uzorka iz različitih izvora putem interneta, čime je preuzeto 45 članaka, a sedam radova nisu bili dostupni. Svi preuzeti članci su u potpunosti pročitani i uključeni u konačan uzorak od 45 članaka, nad kojim je sprovedena kvantitativna i kvalitativna analiza.

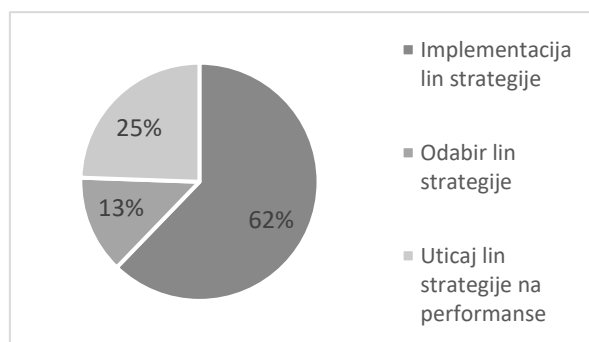
3. KVANTITATIVNA ANALIZA

Grupisanjem radova prema godini njihovog objavljivanja, stiče se uvid u kontinuitet zainteresovanosti autora za temu lin strategija. Iz uzorka se vidi da je 2016. i 2020. godine objavljeno najviše radova, po pet, što čini po 11 [%] uzorka. Detaljan prikaz objavljenih radova u periodu od 18 godina, odnosno od 2007. do 2024. godine prikazan je na slici 1.



Slika 1: Pregled radova po godinama objavljivanja

Radovi su takođe kategorizovani prema temi koju obrađuju, odnosno prema problemu koji se izučava. Bitno je naglasiti da su naredne teme međusobno povezane, ali da je svakako jedna tema bila dominantna u istraživanju. Radovi o lin strategijama su grupisani prema temi na: odabir lin strategije, implementacija lin strategije i uticaj lin strategije na performanse. Najviše radova obrađivalo je temu implementacije lin strategija, 28 od 45 radova, odnosno 62 [%]. Zatim uticaj lin strategija na poslovne performanse kompanije obrađivano je u 11 radova odnosno 25 [%]. Najmanje interesantna tema za autore, iako predstavlja osnovu za implementaciju, bila je odabir lin strategije o čemu govori svega šest radova. Prikaz raspodele radova prema temama, koje će biti obrađivane u kvalitativnoj analizi literature, predstavljena je na slici 2.



Slika 2: Pregled radova po domenu istraživanja

4. KVALITATIVNA ANALIZA

Kroz kvalitativnu analizu neće biti predstavljeni svi radovi koji čine konačan uzorak ovog rada. Biće obrađeni samo najznačajniji radovi i njihovi ključni rezultati. Detaljno će biti analizirana literatura kroz tri dominantne teme u konačnom uzorku.

4.1. Odabir lin strategije

Ono što je zajedničko za sve lin strategije jeste da su one razvijene kako bi smanjile broj aktivnosti koje ne dodaju vrednost i kako bi doprinele da kompanije koje ih primenjuju postignu viši nivo efikasnosti (Wan & Chen, 2008). Nijedna strategija nije primenljiva u svakoj kompaniji, zato je bitno da se pre odabira lin strategije, postave ciljevi koje kompanija želi da postigne implementacijom iste. Pristup odabiru lin strategija se ranije temeljio na iskustvu i ekspertizi, što je rezultovalo potrebom za razvojem modela koji koriste kvantitativne podatke kako bi odluke bile osnovane. Amin i Karim (2013) su razvili matematički model koji poštuje vremensko ograničenje za implementaciju lin strategije i identifikuje različite tipove rasipanja. Cilj je minimizirati vreme implementacije i maksimizirati vrednost, kroz uklanjanje rasipanja iz procesa.

Ukoliko kompanija odabere pogrešnu lin strategiju za svoje potrebe, to dovodi do trošenja resursa, neracionalnog korišćenja raspoloživog vremena i gubitka vere zaposlenih u lin prakse (Marvel & Standridge, 2009), što je suprotno od početnog cilja porasta produktivnosti i eliminacije rasipanja. Muthu Baskaran (2018) ističe kako odabir pravih lin alata značajno olakšava implementaciju lin strategije, čiji je glavni cilj da deluje na rasipanja. Prethodno obrađen matematički model, koji su razvili Amin i Karim, mu je poslužio kao osnov za njegovo istraživanje koje se bazira na višekriterijumskom odlučivanju. Ideja ovog modela je da rangira lin alate koji najviše doprinose smanjenju ukupnih rasipanja, uzimajući u obzir tipove rasipanja koji imaju najveći efekat na poslovanje. Deshpande i Chalapathi (2019) su kreirali model za odabir lin strategije i procenu njenog uticaja na efikasnost. Iako se u okviru pregleda literature njihovog

istraživanja ne spominju modeli koje su razvili Amin i Karim, i Muthu Baskaran ideje liče jedna na drugu, u smislu da je potrebno pronaći lin strategiju koja utiče na određeni tip rasipanja. Ovaj model se razlikuje samo po tome što se uvode troškovi implementacije kao dodatno ograničenje.

Kako bi se znalo koje lin strategije se mogu izabrati, bitno je istaći da različiti autori definišu potpuno drugačije strategije. Tyagi *et al.* (2021) su u svom istraživanju identifikovali čak 36 lin strategija, ali su u predstavljanju rezultata prikazali 13 najznačajnijih od kojih su neke: aktivnosti za poboljšavanje proizvodne linije, sposobnost brzog prilagođavanja kapaciteta, pravilno korišćenje mašina, smanjenje rada u toku, obuka zaposlenih za razvoj različitih veština i druge. Neke strategije koje su koristili Amin i Karim (2013) se poklapaju sa listom od 21 lin strategije koje su definisali Chahal i Narwal (2017): 5S, automatizacija, kontinualni tok, kontinualno poboljšavanje, *Kanban*, *Kaizen*, *SMED* (*Single-Minute Exchange of Die*), ćelijska proizvodnja, *Six Sigma*, *VSM*, standardizacija i druge.

4.2. Implementacija lin strategije

Kao što je i prikazano u okviru kvantitativne analize na slici 2, najviše članaka se tiče teme implementacije lin strategije. Autori su se pre svega fokusirali na definisanje izazova, barijera i prednosti prilikom sprovođenja ovog procesa. U literaturi postoji pokušaj da se napravi jasna razlika ukoliko se implementacija vrši u okviru velikih kompanija ili malih i srednjih preduzeća, jer su onda izazovi i koraci drugačiji. Kod malih i srednjih preduzeća se kao glavna prepreka za implementaciju lin strategija javlja nedostatak resursa, nedovoljno znanja zaposlenih i eksperata iz ove oblasti u okviru preduzeća. Tri glavna razloga za implementaciju lin strategija kod malih i srednjih preduzeća su: smanjenje troškova, smanjenje proizvedenih defekata i poboljšavanje pouzdanosti isporuke (Bhuvaneshwari & Mishrikoti, 2019).

Chiarini i Brunetti (2019) su putem višestrukog modela linearne regresije testirali 11 hipoteza koje se tiču kritičnih faktora uspeha za implementaciju lin strategije. Svoje istraživanje su sprovedi u preko 100 kompanija koje posluju u Evropi. Zanimljivo je da je jedna od hipoteza bila da autonomija i osnaživanje zaposlenih pozitivno utiče na implementaciju što je i u skladu sa osnovnim konceptima *TPS* (*Toyota Production System*), dok su rezultati pokazali da nemaju uticaj. Od testiranih hipoteza samo četiri faktora su imala značajan uticaj na uspešnu implementaciju lin strategija: liderstvo top menadžmenta, obuka zaposlenih o lin alatima i principima, razvoj timskog duha, merenje ekonomskih i finansijskih rezultata.

Metodologija za implementaciju lin strategija koju su razvili Karim i Arif-Uz-Zaman (2013), spaja lin principe sa sistemom za kontinuirano merenje performansi kroz praćenje efikasnosti i efektivnosti. Lin princip „definisanje vrednosti“ treba da definiše sistem i ustanovi da li lin kultura postoji, ukoliko to nije slučaj formira se lin tim. Kroz princip

„mapiranje toka vrednosti“ definišu se indikatori za merenje performansi, kreira se procesna mapa, identifikuju se rasipanja i kao rezultat se dobija sistem za merenje performansi. Dizajniranje i implementacija novog metoda za merenje performansi se vezuje za princip „stvaranja jednokomadnog toka“, dok se princip „primene sistema povlačenja“ vezuje za prilagođavanje metoda. Poslednji princip „težnja ka savršenstvu“ se obezbeđuje kroz održavanje i unapređenje dugoročnog metoda, koji je u skladu sa lin sistemom.

4.3. Uticaj lin strategije na performanse

Jayaram *et al.* (2008) su odlučili da uticaj lin strategija mere u odnosu na finansijske performanse, jer je cilj takve strategije povećanje vrednosti i smanjenje rasipanja. Definisano je da se finansijske performanse mere preko indikatora: povraćaj na investicije (engl. *Return on Investment - ROI*), povraćaj na prodaju (engl. *Return on Sales - ROS*) i povraćaj na imovinu (engl. *Return on Assets - ROA*). Iz rezultata izvučen je zaključak da lin strategije imaju veliki strateški značaj za kompaniju.

Rahman *et al.* (2010) su ispitivali uticaj lin strategija na operativne performanse. Autori su lin prakse i alate grupisali na *JIT (Just-In-Time)*, smanjenje rasipanja i jednokomadni tok, na osnovu kojih su poredili rezultate. Ustanovili su da ove grupe imaju značajan pozitivan uticaj na operativne performanse. *JIT* je imao veći uticaj na operativne performanse u velikim kompanijama, dok je smanjenje rasipanja imalo značajniji uticaj na performanse kod malih i srednjih preduzeća. U oba tipa kompanija upravljanje jednokomadnim tokom nije pokazalo značajan uticaj na performanse. Autori su skrenuli pažnju kako rezultati pokazuju da smanjenje rasipanja ima niži nivo značajnosti u velikim kompanijama, pretpostavljajući da je razlog za to njihov fokus na primenu novih procesnih tehnologija. Istraživanja u istoj oblasti su nastavili Belekoukias *et al.* (2014). U njihovom slučaju, indikatori za praćenje operativnih performansi su bili: kvalitet, brzina, pouzdanost, fleksibilnost i troškovi. Autori su izdvojili pet osnovnih lin metoda: *JIT*, *TPM (Total Productive Maintenance)*, autonomaciju, *VSM* i *Kaizen* kako bi ispitali njihov uticaj na indikatore operativnih performansi. Najveći ukupan uticaj ima *JIT*, time što maksimalno pozitivno utiče na svaki indikator, dok *TPM* ni za jedan indikator ne pokazuje nikakav uticaj. Iznenadjuće je da *VSM* ima negativan uticaj na svaki indikator, osim pouzdanosti na koji nema uticaj. Razlog za ovaj rezultat može biti da ga ispitane kompanije nisu dobro primenile, te samim tim i ne vide pozitivne uticaje.

5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

U analiziranoj literaturi javlja se konfuzija u značenju lin strategije. Različiti autori poistovećuju pojam sa lin alatima, metodama i praksama. Prema definicijama termina strategije i lin pristupa, lin strategija bi trebalo da se tumači kao plan koji treba da dovede do implementacije lina u kompaniji, ali i plan koji treba da dovede do rezultata koji proizilaze iz implementacije lina. Takvo tumačenje je u skladu sa lin strategijama koje su

definisali Tyagi i dr. (2021) koje treba da predstavljaju željeno stanje odnosno cilj, a za lin strategije koje su dali Amin i Karim (2013) trebalo bi ih posmatrati kao deo plana za dostizanje tih ciljeva. Kroz ovakvo tumačenje odabir lin strategije onda podrazumeva razvoj plana kojim će biti predstavljeno koji lin alati će se koristiti, koja ograničenja postoje u vidu vremena i troškova sprovođenja ovih aktivnosti, kako bi se postigli željeni ciljevi. Istraživanja koja su sprovedeli Amin i Karim (2013) i Muthu Baskaran (2018) daju polaznu osnovu za formiranje lin strategije kroz odabir lin alata koji najviše odgovaraju ciljevima organizacije koja je kreira, a kasnije i sprovodi. Što se tiče implementacije lin strategije, ona treba da bude jedinstvena u odnosu na to kako je definisana. Određeni modeli i koraci koji su dati u literaturi, mogu biti samo smernice za lakšu implementaciju, ali ne i strogo pravilo. Metodologija koju su razvili Karim i Arif-Uz-Zaman (2013) poštuje prethodno izložene preduslove, ali se i zalaže za kontinuirano merenje performansi koje omogućava rano otkrivanje problema i konstantno unapređivanje procesa i alata. Kroz analizu uticaja lin strategija na performanse, dobija se uvid u dugoročne efekte i mogućnosti unapređenja lin strategije i rezultata. Lin strategije su pokazale značajan uticaj na finansijske (Jayaram *et al.*, 2008) i operativne performanse (Rahman *et al.*, 2010), što se ogleda kroz smanjenje troškova, povećanje efikasnosti, pouzdanosti i fleksibilnosti.

Na osnovu sprovedene kvalitativne i kvantitativne analize konačnog uzorka, zaključuje se da lin strategije značajno doprinose unapređenju poslovanja i konkurentnosti. Pregled radova pokazuje da je najdominantnija tema implementacija lin strategija, ali je njena veza sa ostalim temama poput odabira i uticaja lin strategija na performanse neraskidiva. Odabir adekvatne lin strategije, zasnovane na analitičkim modelima i jasno definisanim ciljevima, predstavlja osnov za postizanje boljih performansi. Kao važni faktori za uspešno sprovođenje lin strategije ističu se: liderstvo, obuka zaposlenih i timski rad. Sumarno posmatrano, lin strategije pored uloge u implementaciji lina i sprovođenja lin principa, pronalaze svoju svrhu i u unapređenju procesa, prilagođavanju promenama, građenju održive konkurentne prednosti i promeni organizacionog načina razmišljanja i upravljanja.

LITERATURA

- [1] Amin, M. A., & Karim, M. A. (2013). A time-based quantitative approach for selecting lean strategies for manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 51(4), 1146–1167. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.693639>
- [2] Ballé, M., Jones, D., Chaize, J., & Fiume, O. (2017). *The lean strategy: Using lean to create competitive advantage, unleash innovation, and deliver sustainable growth* (1st ed.). McGraw-Hill Education. <https://doi.org/9781259860423>
- [3] Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346–5366. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>
- [4] Bhuvaneshwari, A. S. K. M., & Mishrikoti, A. H. (2019). Lean practices in SMEs towards improvement in production performance: A research. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2S3), 959–965. <https://doi.org/10.35940/ijrte.B1180.0782S319>

- [5] Chahal, V., & Narwal, M. S. (2017). An empirical review of lean manufacturing and their strategies. *Management Science Letters*, 7(7), 321–336. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2017.4.004>
- [6] Chiarini, A., & Brunetti, F. (2019). What really matters for a successful implementation of Lean production? A multiple linear regression model based on European manufacturing companies. *Production Planning & Control*, 30(13), 1091–1101. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1589010>
- [7] Deshpande, R. A., & Chalapathi, P. V. (2019). Developing mathematical models and methodologies to overcome lean strategy selection and leanness assessment problems. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(6), 136–139. <https://doi.org/10.35940/ijeat.D6474.0881019>
- [8] Jayaram, J., Vickery, S., & Droge, C. (2008). Relationship building, lean strategy and firm performance: An exploratory study in the automotive supplier industry. *International Journal of Production Research*, 46(20), 5633–5649. <https://doi.org/10.1080/00207540701429942>
- [9] Karim, A., & Arif-Uz-Zaman, K. (2013). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, 19(1), 169–196. <https://doi.org/10.1108/14637151311294912>
- [10] Marvel, J. H., & Standridge, C. R. (2009). Simulation-enhanced lean design process. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2(1), 90–113. <https://doi.org/10.3926/jiem.2009.v2n1.p90-113>
- [11] Muthu Baskaran, S. (2018). Ranking of Lean tools using weighted scoring method. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 8(1), 1107–1112. <https://doi.org/10.24247/ijmpedfeb2018131>
- [12] Rahman, S., Laosirihongthong, T., & Sohal, A. S. (2010). Impact of lean strategy on operational performance: A study of Thai manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(7), 839–852. <https://doi.org/10.1108/17410381011077946>
- [13] Tyagi, M., Panchal, D., Kumar, D., & Walia, R. S. (2021). Modeling and analysis of lean manufacturing strategies using ISM-fuzzy MICMAC approach. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 4(1), 38–66. <https://doi.org/10.31181/oresta2040123t>
- [14] Wan, H., & Chen, F. F. (2008). A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives. *International Journal of Production Research*, 46(23), 6567–6584. <https://doi.org/10.1080/00207540802230058>

FAKTORI USPEŠNOSTI ZA IMPLEMENTACIJU LIN KULTURE

SUCCESS FACTORS FOR LEAN CULTURE IMPLEMENTATION

Aleksandra Dacević¹

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
aleksandradowicevic98@gmail.com, ORCID: 0009-0009-4406-0287

Apstrakt: Cilj ovog rada predstavlja istraživanje koncepta lin kulture i njenog značaja za dugoročno održavanje lin principa i inicijativa. U radu je prikazano istraživanje koje obuhvata referentnu literaturu vezane za primenu lin kulture. Analizirana su 62 rada iz naučne baze Scopus. Rezultati istraživanja pokazuju da lin kultura nije rezultat jednokratnih projekata, već dugoročnog procesa koji zahteva posvećenost svih nivoa organizacije, a poseban fokus je na razvoju zaposlenih i liderstva. Razumevanje faktora uspeha implementacije i održavanja lin kulture ključno je za stvaranje održivog okruženja koje obezbeđuje pozitivne performansi organizacije i bazira se na kontinualnom unapređenju. U ovom radu grupisani su pozitivni faktori uspešnosti implementacije, razvoja i održavanja lin kulture na osnovu analize literature.

Ključne reči: Lin kultura, Lin princip, Pozitivni faktori.

Abstract: The aim of this paper is to research the concept of lin culture and its importance for the long-term maintenance of lin principles and initiatives. The paper presents research that includes reference literature related to the application of lin culture. 62 papers from the scientific database Scopus were analyzed. The research results show that lean culture is not the result of one-time projects, but a long-term process that requires the commitment of all levels of the organization, with a special focus on employee and leadership development. Understanding the success factors of the implementation and maintenance of lean culture is key to creating a sustainable environment that ensures positive organizational performance and is based on continuous improvement. In this paper, the positive factors of the success of the implementation, development and maintenance of lin culture are grouped based on the literature analysis.

Keywords: Lean culture, Lean principle, Positive factors.

1. UVOD

Lin kultura predstavlja ključnu promenu u načinu razmišljanja i ponašanja ljudi u kompaniji. Zasniva se na uverenjima, vrednostima, podršci top menadžmenta, razvoju i uključivanju zaposlenih na svim nivoima organizacije. Lin koncept baziran isključivo na primeni alata i tehnika za eliminaciju rasipanja i poboljšanje performansi preduzeća nije održiv i dugoročan bez jasne primene elemenata lin kulture (Grigg, 2018). Ovaj rad približiće čitaocu rezultate dosadašnjih istraživanja vezanih za koncept i uspešnost implementacije lin kulture u organizacijama.

U radu su predstavljeni pozitivni faktori uspešnosti implementacije, razvoja i održavanja lin kulture koji imaju efekat na performanse preduzeća. Sprovedena je analiza naučnih radova koji su objavljeni u periodu od 2008. do 2025. godine i nalaze se u naučnoj bazi radova *Scopus*.

2. LIN KULTURA

Organizaciona kultura je jedan od najbitnijih elemenata kompanije. Kultura usmerava i oblikuje prakse i načine upravljanja u preduzeću, predstavlja vrednosti i ponašanje zaposlenih u kompaniji (Iranmanesh et al., 2019). Organizaciona kultura razvila se iz organizacione psihologije, socijalne psihologije i socijalne antropologije (Badurdeen et al., 2011). Organizaciona kultura je jedna od ključnih prednosti u kompaniji na osnovu koje se uspešno implementira strategija i postižu ciljevi. Ona je usko povezana sa kompanijskim učinkom (Iranmanesh et al., 2019). Prema Schein, E. H. (2010) kultura se definiše kao „Obrazac zajedničkih osnovnih pretpostavki koje su naučene tokom rešavanja problema, koje su dovoljno dobro funkcionisale da bi se smatrale validnim i stoga, da bi se podučavale novim članovima kao ispravan način percipiranja, razmišljanja i osećanja u vezi sa tim problemima“. Ova definicija ilustruje da kultura prodire u razmišljanje, osećanje i percepciju zaposlenih u firmi. Kultura utiče na ponašanje, razmišljanje i vrednosti zaposlenih i same kompanije. Lin koncept usmeren je na smanjenje troškova, eliminaciju svih vrsta rasipanja, upravljanje zalihama, kontinualno poboljšanje, skraćivanje vremena ciklusa, praćenje toka materijala, mapiranje toka vrednosti. Primenom lin koncepta, poboljšava se kvalitet i performanse preduzeća, fokus je na razumevanju potreba i zadovoljstvu zaposlenih, kupaca i dobavljača (Belkadi et al., 2018). Različiti autori daju definicije lin kulture. Prema Salah (2015) lin kultura se definiše kao „Verovanja i karakteristike ponašanja zaposlenih koji razumeju šta su ciljevi njihove kompanije, zašto su važni, razumeju svrhe lin poboljšanja, prošli su neophodnu obuku za lin alate i tehnike kako bi sproveli poboljšanja, a zatim im se daje razumna sloboda da to rade kontinuirano“. Höök (2008) se fokusira na lin kulturu takvu da je „Zajednički cilj povećanje dugoročnog profita, ostvareno smanjenjem troškova i rasipanja (performansi), kroz fokus na kupce i ljude koji stvaraju vrednost“. Lotz & Roodt (2014) definišu lin kulturu koju karakteriše „Duboko poštovanje prema ljudima, timski rad i kontinuirano poboljšanje“. Manos & Vincent (2012) analiziraju lin kulturu kao „Zbir svih lin alata, tehnika i znanja koji postoje unutar organizacije na korenskom nivou i koji podstiču celokupno organizaciono usklađivanje putem kolektivnih lin misli, reči i akcija ka eliminaciji rasipanja i stvaranju vrednosti“. Na osnovu analize definicija, zaključujemo da lin kultura u svoj fokus stavlja zaposlene i međusobne odnose, a ne proces. Lin kultura usmerena je na način razmišljanja zaposlenih koji su podržani od strane menadžmenta da daju predloge za stalno unapređenje procesa kako bi se poboljšale performanse preduzeća, smanjila rasipanja, izgradili odnosi sa stejkholderima, a sve kroz uključivanje ljudi na svim organizacionim nivoima na osnovu čega se povećava motivacija i lično zadovoljstvo. Razvoj lin kulture kod zaposlenih pozitivno utiče da se efikasno primene lin prakse u postizanju ciljeva kompanije.

Odnosi sa dobavljačima, kupcima, procesi, oprema i dizajn proizvoda, kao deo lin kulture, imaju pozitivan uticaj na održive performanse preduzeća (Iranmanesh et al., 2019). Koncept lin proizvodnje može da se prikaže modelom „ledenog brega“. Ovakav model prikazuje razliku između vidljivih elemenata lin proizvodnje kao što su: alati, tehnike, procesi, tehnologija i skrivenih elemenata kao što su: strategija i usklađenost, ponašanje, liderstvo i angažovanje zaposlenih. U ovako predstavljenom modelu, viši uticaj na implementaciju i razvoj lin paradigme imaju skriveni elementi koji predstavljaju osnovu lin kulture. Neuspeh implementacije lin principa vezuje se za fokus na elemente „iznad linije“ ledenog breza, umesto na elemente „ispod linije“ koji su osnova za uspeh lin koncepta (Grigg et al., 2018). Kompanije koje žele da implementiraju i uspešno razvijaju lin prakse, svoj fokus treba da usmere ka razvoju lin kulture kao načina razmišljanja i ponašanja kako bi poboljšale performanse preduzeća (Iranmanesh et al., 2019). Preduslov za implementaciju i razvoj lin proizvodnje predstavlja uspostavljanje lin kulture. Implementacija lin kulture zavisi od modela ponašanja u organizaciji. Menadžment tim treba da razvija lidersku uloga kroz koju će uticati na ponašanje zaposlenih. Upravljanje učinkom zaposlenih treba da se fokusira na kontinualno poboljšanje koje treba da bude usmereno na izgradnju sistema nagrađivanja, priznanja, obezbeđenje adekvatne obuke kako bi zaposleni bili motivisani da usvajaju prakse lin kulture (Jaca et al., 2012). Mnogi autori se slažu da je podrška menadžmenta najvišeg nivoa jedna od najkritičnijih faktora uspeha u implementaciji i razvoju lin metodologije. Celokupna organizaciona kultura mora se usmeriti ka lin kulturi. Zaposleni treba da prođu proces lin učenja i da budu uključeni u proces implementacije lin praksi. Menadžeri i zaposleni treba kroz obuku i nastavu da steknu lin znanje što se opisuje kao lin metod učenja (Berlec et al., 2017). Lin kultura, pored uspešne implementacije, utiče na održavanje i razvoj lin proizvodnje. Glavni problemi uspešne implementacije lin procesa odnose se na posvećenost menadžmenta razvoju zaposlenih, probleme sa liderstvom i nerazumevanje radnika (Jaca et al., 2012). Cilj istraživanja odnosi se na bolje razumevanje lin kulture i faktora koji utiču na implementaciju, razvoj i održavanje lin kulture.

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I PREGLED LITERATURE

U prethodnom poglavlju objašnjene su teorijske osnove lin kulture, organizacione kulture, kao i lin koncepti radi omogućavanja osnova za dalju analizu i razumevanje teme. Metodologija se zasniva na sisematičnom pregledu literature koja je dobijena pregledom baze podataka *Scopus*. Pretraga literature ograničena je na recenzirane naučne časopise, članke i knjige na engleskom jeziku. Pretraga je obavljena u avgustu 2025.godine. Za pretragu, korišćena je ključna reč „*Lean culture*“. Ključne reči pretrage odnose se na naslove, apstrakte i ključne reči radova. Kao rezultat pretrage dobijen je 101 članak. Ograničenje koje se tiče godine objavljivanja radova nije primenjeno. Od liste od 101 članka, dostupno za analizu bio je 71 rad. Iz analize je isključeno 9 radova, od kojih se 7 ne bave nužno lin kulturom i 2 rada koja su imala četiri strane. Najveći broj radova (51 rad), predstavlja Empirijsku studiju slučaja, 8 radova je prikazano kroz Pregled literature, dok su 2 rada objašnjena Meta-analizom i 1 rad Teorijskom studijom. Kvantitativno

istraživanje je primenjeno u preko 60% analiziranih radova. U polovini obrađenih radova nisu definisane jasne smernice budućih istraživanja. Metodologija korišćena u ovom radu karakteristična je po istovremenoj proceni efikasnosti, rizika i investicione strategije. Za razliku od tradicionalnih pristupa koji se fokusiraju na jedan aspekt, ovaj višedimenzionalni okvir pruža holističku analizu. Predloženi pristup nudi realnije procene i praktične smernice za implementaciju (Mitrović et al., 2025).

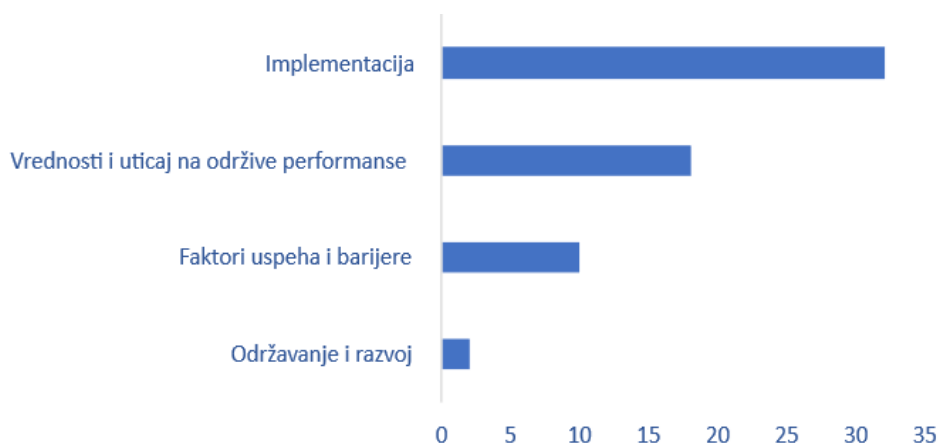
Analizom baze radova po može se zaključiti da je najveći broj radova objavljen između 2019. i 2024. godine (36 radova).

Za dalju analizu radova su definisani kriterijumi koji su podrazumevali sledeće:

- Fokus lin kulture u radovima;
- Pozitivni faktori koji utiču na uspešnost implementacije lin kulture.

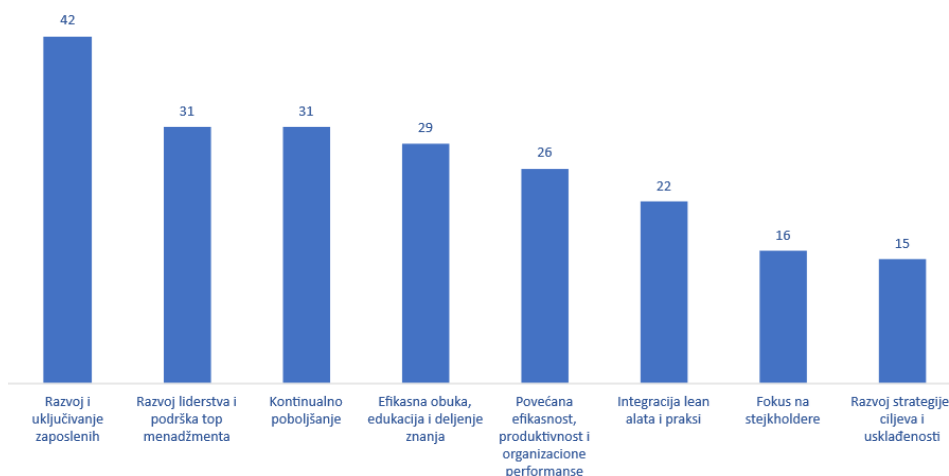
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Hines (2004) objašnjavaju da je lin koncept više od skupa alata i tehnika, da su motivacija, poštovanje i razvoj zaposlenih ključni za održivost svakog lin programa. Ovi elementi su ključni za dugoročnu održivost bilo kog lin programa, bez obzira na industrijski sektor (Grigg et al., 2018). Lin paradigma ne odnosi se samo na proizvodnu industriju, već je široko primenjiva i može se implementirati i u informacionim sistemima (Belkadi et al., 2018). Detaljnim pregledom literature, identifikovane su ključne teme koje se pojavljuju u bazi. Kategorizacija doprinosi boljem razumevanju tematskih okvira u istraženim radovima. Dijagram sa Slike 1. ukazuje da je u najvećem broju radova fokus lin kulture na implementaciji (u čak 32 rada), a najmanji broj radova bavi se održavanjem i razvojem lin kulture.

**Slika 1:** Broj radova po fokusu u radu

Izvor: Autor

Aberdeen Group (2018) je proučavala kompanije koje su implementirale lin prakse i definisala da kompanije koje su razvile lin kulturu u celoj organizaciji implementiraju lin prakse na efikasniji način u poređenju sa onima sa niskim nivoom usvajanja lin kulture, koje su primenjivale lin prakse samo u proizvodnom pogonu (Iranmanesh et al., 2019). Implementacija lin principa predstavlja dug proces transformacije koji se temelji na podršci i promeni organizacionih strategija i praksi. Problemi prilikom implementacije i razvoja lin metodologije vezuju se za nerazumevanje lin kulture (Berlec et al., 2017). Lin filozofija oslanja se na znanje, liderstvo, kontinualno poboljšanje, razvoj i angažovanje zaposlenih (Jaca et al., 2012). Schein, E. H. (2010) tvrdi da razvoj liderstva predstavlja glavni izvor aktivnosti promene organizacione kulture. Kompanije često imaju problem da identifikuju akcije koje dovode do promene kulture od tradicionalnih modela kao lin principima. Razvoj okvira lin organizacione kulture predstavlja aktivnosti koje se smatraju uzrokom lin kulture i predstavljene su u više kategorija uključujući fazu obrazloženja koja opisuje razloge za promenu. Koordinacija ovih aktivnosti zahteva kontinuirano planiranje, komunikaciju i razvoj zaposlenih kako bi se sprečio otpor promenama i implementirala lin kultura (Van der Merwe et al., 2015). Na Slici 2. Prikazan je pregled pozitivnih faktora lin kulture koji se pominju u radovima. Faktori su grupisani induktivnim pristupom od strane autora u odnosu na pregled literature. Faktori se odnose na implementaciju, vrednosti, uticaj, uspeh, održavanje, razvoj lin kulture. Prikazan je pregled pozitivnih faktora. Neki radovi su klasifikovani u više od jedne kategorije pozitivnih faktora. Iz analize nisu isključeni faktori koji su predstavljeni indirektno u radovima.



Slika 2: Broj radova po pozitivnim faktorima lin kulture

Izvor: Autor

U okviru organizacije potrebne su fundamentalne promene u normama, prioritetima i vrednostima kako bi se sa tradicionalnog upravljanja proizvodnjom prešlo na lin upravljanje. Step en u kome se kulturne vrednosti dele određuje uticaj sposobnosti i resursa kompanije na njen učinak. Bez promene i usmerenja organizacione kulture ka lin kulturi, nije moguće postizanje koristi od uvođenja lin proizvodnih sistema. Uspešnost implementacije lin kulture zavisi od posvećenosti i uključivanja lidera. Menadžeri treba da budu usmereni ka aktivnom sprovođenju lin praksi u čitavom sistemu na osnovu čega se razvijaju strategije i ciljevi kompanije. Uloga top menadžmenta odnosi se na lično učešće u primeni lin kulture, unapređenje znanja i veština zaposlenih, kao i na motivisanje radnika za usvajanjem i primenom lin principa. Razvoj ljudskih resursa i stvaranje odgovarajućeg radnog okruženja u organizaciji utiče na ostvarivanje ciljeva lin proizvodnje. Ljudski resursi se razvijaju kroz uključivanje zaposlenih u celokupan proces, autonomno rešavanje problema, osnaživanje radnika, formiranje samostalnih radnih timova za rešavanje problema. Zaposleni treba da prođu formalne obuke kako bi prihvatili i primenili modele lin kulture. Za uspeh održavanja lin praksi u organizaciji, neophodno je stvoriti kulturu kontinualnog poboljšavanja gde poboljšanje postaje deo posla svakog zaposlenog u organizaciji. Kontinualno poboljšanje procesa koje predstavlja jedan od temelja za uspešnu implementaciju lin proizvodnje, zavisi od razvoja ljudskih resursa. Odnosi sa dobavljačima pomažu u usvajanju i razvoju inovativnih tehnologija, povećanju produktivnosti i smanjenju svih vrsta rasipanja. Razvoj odnosa sa dobavljačima ogleda se u zajedničkom planiranju, komunikaciji o očekivanim učincima i načinu merenja performansi. Inovativni odnosi sa kupcima predstavljaju jedan od rezultata implementacije koncepta lin kulture i proizvodnje. Kupci imaju centralnu ulogu u razvoju inovativnih proizvodnih sistema. Odnos sa kupcima baziran na poverenju, može dvesti do poboljšanja performansi preduzeća. Prakse razvoja odnosa sa stejkholderima pozitivno utiču na implementaciju i održavanje lin kulture i proizvodnje. Odluke i

odgovornosti u timu se delegiraju i na taj način se postiže više zadovoljstvo i motivacija zaposlenih (Belkadi et al., 2018). U kompaniji su neophodne korenite promene u vrednostima i prioritetima da bi se sa tradicionalnog oblika upravljanja prešlo na lin koncept razvojem lin kulture. Razvojem lin kulture, kompanije podižu nivo svesti i motivacije kod zaposlenih da efikasno primene lin alate i prakse (Iranmanesh et al., 2019). Zaključujemo da Razvoj i uključivanje zaposlenih predstavlja jedan od najznačajnijih faktora lin kulture, kao i razvoj liderstva i podrška top menadžmenta, kontinualno poboljšanje.

5. ZAKLJUČAK

Lin kultura predstavlja osnovu uspeha lin modela u poboljšanju organizacionih performansi. Pregledom literature, ustanovljeno je da lin kultura u osnovi sadrži uključivanje i povezivanje zaposlenih na svim kompanijskim nivoima, razvoj liderstva, efikasno unapređenje performansi preduzeća na osnovu kontinualnog poboljšanja i integracije lin alata, fokus ka kupcima i dobavljačima. Implementacija, razvoj i održavanje lin kulture predstavljaju složen zadatak koji direktno zavisi od podrške top menadžmenta ka usađivanju lin načina razmišljanja zaposlenima na svim nivoima. Proces primene praksi lin kulture je dugotrajan, složen, dinamičan i bazira se na integraciji teorijskih lin principa sa specifičnim organizacionim i kulturološkim aspektima. Elementi kao što su liderstvo, komunikacija, kontinualno poboljšanje, obuke, deljenje znanja, razvoj sistema nagrađivanja, fokus ka stejkholderima, utiču na jačinu i stabilnost lin kulture u kompaniji. Ovim radom prikazani su ključni faktori koji su usmereni ka pozitivnim efektima implementacije, razvoja, održavanja lin kulture u okviru preduzeća, kao i tematski fokus koji je primenjen u dosadašnjim istraživanjima u akademskoj zajednici. Analiza u radu zasnovana je na dostupnoj literaturi iz naučne baze *Scopus* što predstavlja ograničenje ovog rada jer može dovesti do pristrasnosti u izboru studija i potencijalnog zanemarivanja radova objavljenih u drugim naučnim bazama. Kategorizacija i grupisanje pozitivnih faktora lin kulture i klasifikacija fokusa teme analizirane literature, izvedena je na osnovu interpretacije autora, što može dovesti do subjektivnog elementa u samoj analizi. Organizacije koje primenjuju holistički pristup, sagledavajući lin ne samo kao skup alata, već kao način razmišljanja i ponašanja, imaju mogućnost da ostvare dugoročne pozitivne rezultate preduzeća. Integrisan i strateški pristup može omogućiti održivu transformaciju trajno unapređenih performansi koje se ogledaju u promeni kulture i načina razmišljanja. U okviru analize, fokus je bio samo na pozitivnim faktorima, dok su barijere lin kulture zanemarene. Ograničenja stvaraju prostor za buduća istraživanja. Dalja istraživanja mogu uključiti različite industrije primene lin kulture. Naredna istraživanja mogla bi biti usmerena ka identifikaciji, grupisanju i hijerarhiji direktnih i indirektnih pozitivnih i negativnih faktora lin kulture.

LITERATURA

- [1] Badurdeen, F., Wijekoon, K., & Marksberry, P. (2011). An analytical hierarchy process-based tool to evaluate value systems for lean transformations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(1), 46–65. doi.org/10.1108/17410381111099806
- [2] Belkadi, S., Cherti, I., & Bahaj, M. (2018). Lean thinking applied to the information system. *Asia Life Sciences*.
- [3] Berlec, T., Kleindienst, M., Rabitsch, C., & Ramsauer, C. (2017). Methodology to facilitate successful lean implementation. *Strojniski Vestnik – Journal of Mechanical Engineering*. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2017.4302>
- [4] Dorval, M., Jobin, M.-H., & Benomar, N. (2019). Lean culture: A comprehensive systematic literature review. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2018-0087>
- [5] Grigg, N. P., Goodyer, J. E., & Frater, T. G. (2018). Sustaining lean in SMEs: Key findings from a 10-year study involving New Zealand manufacturers. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(3–4), 403–421. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1436964>
- [6] Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- [7] Höök, M. (2008). Lean culture in industrialized housing: A study of timber volume element prefabrication. Luleå University of Technology.
- [8] Iranmanesh, M., Zailani, S., Hyun, S. S., Ali, M. H., & Kim, K. (2019). Impact of lean manufacturing practices on firms' sustainable performance: Lean culture as a moderator. *Sustainability*, 11(4), 1112. <https://doi.org/10.3390/su11041112>
- [9] Jaca, C., Santos, J., Errasti, A., & Viles, E. (2012). Lean thinking with improvement teams in retail distribution: A case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(3–4), 449–465. <https://doi.org/10.1080/14783363.2011.593907>
- [10] Lotz, G., & Roodt, G. (2014). Values and behaviours that the lean production philosophy supports. In *Proceedings of the 31st Pan Pacific Conference* (pp. 1–3). Pan-Pacific Business, Osaka.
- [11] Manos, A., & Vincent, C. (2012). *The lean certification handbook: A guide to the Bronze Certification Body of Knowledge*. Quality Press.
- [12] Mitrović, D., Demir, G., Badi, I., & Bouraima, M. B. (2025). Balancing efficiency and risk in public sector artificial intelligence with data envelopment analysis and portfolio approaches. *Applied Decision Analytics*, 1(1).
- [13] Salah, S. A., Said, M., & Sobhi, N. (2015). Improving the organizational lean culture by using critical lean culture criteria model. In *16th International Conference on Aerospace Sciences & Aviation Technology* (pp. 1–8). Military Technical College, Cairo.
- [14] Schein, E. H. (2010). *Organizational culture*. American Psychological Association.
- [15] Van der Merwe, K. R., Pieterse, J. J., & Lourens, A. S. (2015). The development of a theoretical lean culture causal framework to support the effective implementation of lean in automotive component manufacturers. *South African Journal of Industrial Engineering*, 25(1), 1–14. <https://doi.org/10.7166/25-1-725>

UPRAVLJANJE POSLOVNIM PROCESIMA

POBOLJŠANJE EFIKASNOSTI PROCESA IZBORA LOKACIJE PRIMENOM DEA METODE

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE LOCATION SELECTION PROCESS THROUGH THE APPLICATION OF THE DEA METHOD

Ilija Ivezić¹, Marija Ćirić², Miloš Danilović³

^{1,2,3} Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,

¹ii20210605@student.fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0004-1981-1249

²marijaciric20@gmail.com, ORCID: 0009-0007-6981-997X

³milos.danilovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-3712-9863

Apstrakt: U savremenim uslovima rastuće kompleksnosti i konkurencije unutar lanaca snabdevanja, odabir lokacije distributivnog centra predstavlja jednu od ključnih strateških odluka. Ovaj rad istražuje primenu metode analize obavljanja podataka (DEA) u evaluaciji efikasnosti 24 potencijalne lokacije u južnoj i centralnoj Srbiji za izgradnju distributivnog centra kompanije A.P. Møller – Maersk. Korišćenjem CCR i BCC DEA modela, uz definisanje ULAZNEI izlazne kriterijume, analiza omogućava identifikaciju najefikasnijih lokacija bez potrebe za subjektivnim dodeljivanjem težina. Rezultati potvrđuju potencijal DEA metode kao objektivnog alata u rešavanju problema odabira lokacije objekata. Dodatno, rad pruža pregled teorije lokacija, klasifikacije i matematičkih modela relevantnih za planiranje logističkih kapaciteta.

Ključne reči: lanac snabdevanja, lokacijski problem, problem odabira lokacija, distributivni centar, DEA metoda

Abstract: In the context of increasing complexity and competitiveness in supply chains, the selection of a distribution center location represents a critical strategic decision. This paper explores the application of Data Envelopment Analysis (DEA) in evaluating the efficiency of 24 potential locations in Southern and Central Serbia for the establishment of a distribution center by the global logistics company A.P. Møller – Maersk. By using both CCR and BCC DEA models, and defining input and output criteria, the study identifies the most efficient locations without the need for subjective weight assignments. The analysis demonstrates DEA's potential to support objective and data-driven decisions in facility location problems. Additionally, the study provides a comprehensive overview of location theory, typologies, and mathematical models relevant to logistics facility planning.

Keywords: supply chain, location problem, facility location, distribution centre, DEA method

1. UVOD

Problem izbora lokacije u savremenom poslovnom okruženju razmatra se kao višekriterijumski proces koji ima direktan uticaj na troškove poslovanja, kvalitet usluge i zadovoljstvo korisnika. U literaturi je prepoznata potreba za upotrebom kvantitativnih metoda koje omogućavaju objektivno poređenje alternativa, pri čemu se posebna pažnja posvećuje metodi analize obavljanja podataka (DEA), razvijenoj od strane Charnes-a, Cooper-a i Rhodes-a (1978), kao alatu za merenje relativne efikasnosti jedinica odlučivanja na osnovu više ulaznih i izlaznih parametara bez potrebe za unapred definisanim ponderima.

Metodološki napredak u oblasti DEA obuhvata niz proširenja i primena u različitim kontekstima, kako je prikazano u pregledima koji obuhvataju period od tri do četiri decenije istraživanja (Cook & Seiford, 2009; Emrouznejad & Yang, 2018). DEA metoda se pokazala pogodnom za ocenu efikasnosti potencijalnih lokacija, jer omogućava identifikaciju najbolje prakse među posmatranim jedinicama, uz visok stepen fleksibilnosti u izboru kriterijuma. Cooper, Seiford i Tone (2007) dodatno razrađuju modele i aplikacije DEA, ističući njenu primenu u logici optimizacije resursa i izlaza.

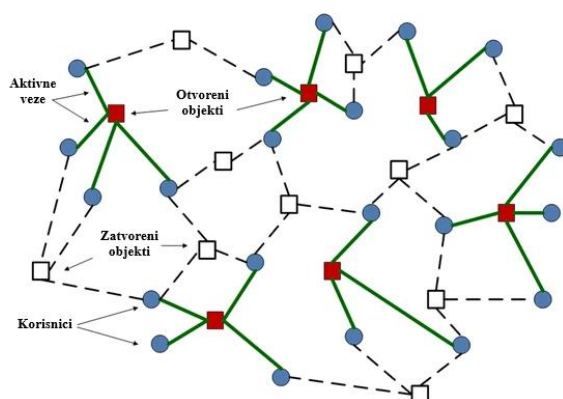
U kontekstu izbora lokacije, Chen, Olhager i Tang (2014) ukazuju na značaj uključivanja održivosti kao kriterijuma odlučivanja, dok radovi poput onog Korpela, Lehmusvaara i Nisonen (2007) prikazuju mogućnosti kombinovanja DEA metode sa drugim višekriterijumskim tehnikama (npr. AHP) radi sveobuhvatnije analize. Slični pristupi primenjeni su i u urbanističkim i zdravstvenim projektima (Pizzolato et al., 2004; Vahidnia et al., 2009), što potvrđuje široku upotrebljivost metode.

Nedavna istraživanja naglašavaju rastuću integraciju DEA metode u odlučivanje o lokaciji u uslovima prostorne, demografske i infrastrukturne složenosti. Upotreba DEA se posebno ističe kada je neophodno ocenjivanje efikasnosti većeg broja alternativnih lokacija bez pretpostavki o distribuciji podataka. Njena primena je zabeležena i u kontekstu planiranja javnih usluga u urbanim sredinama, gde kriterijumi često uključuju pravičnost i pristupačnost (Pizzolato et al., 2004).

U narednom poglavlju biće dat kratak opis lokacijskih problema, njihova priroda i karakteristike. Zatim će se predstaviti metoda obavljanja podataka, DEA metoda, koja služi za merenje efikasnosti datim jedinicama odlučivanja, odnosno za određivanje najpovoljnije lokacije. U četvrtom poglavlju je postavljena osnova zadatka studije slučaja, jedinice odlučivanja i kriterijumi modela. Peto poglavlje opisuje problem koji je rešavan u studiji, kao i uporednu analizu dobijenih rešenja. Na kraju je dat zaključak i predlog mogućeg pravca daljeg istraživanja.

2. LOKACIJSKI PROBLEMI

Ideja o izučavanju teorije lokacija potiče još sa početka XX veka, kada je Alfred Veber objavio knjigu „*Theory of the Location of Industries*“, u kojoj je izložio osnovne koncepte i razvio model za pozicioniranje kompanije na osnovu kriterijuma transportnih troškova i troškova rada. Veliki broj radova na ovu temu u poslednjih par decenija ukazuje na sve veću važnost oblasti operacionog istraživanja i nauke o menadžmentu. Lokacijski problemi imaju široku primenu u odabiru lokacija bolnica (Vahidnia et al., 2009), škola (Pizzolato et al., 2010), javnih institucija (Batta et al., 2014), distributivnih centara (Chen et al., 2014) i kod još mnogo drugih objekata od javnog značaja. Iako su u pitanju objekti različite namere, u osnovi je ideja ista, omogućiti najmanje rastojanje i maksimizirati zadovoljstvo korisnika odnosno povećati profitabilnost. Osnovni ciljevi teorije lokacija jeste da pruži odgovore na pitanja koliki je broj objekata potreban radi obavljanja usluge na mreži i gde ih locirati, kako i na koji način izvršiti alokaciju klijenata koji zahtevaju usluge iz tih objekata. Vremenom su u analizu uključeni razni kriterijumi, faktori i ograničenja, čime je broj razvijenih modela izuzetno porastao. Sve ovo je rezultovalo time da se različite lokacije sada izučavaju kao posebne oblasti, radi veće detaljnosti i specifičnijih rezultata, te se dosta literature može pronaći konkretno na temu odabira lokacija distributivnih centara i logističkih skladišta. Problem odabira lokacije distributivnog centra (DC) odnosno skladišta se smatra odlukom koja je od izuzetne strateške važnosti (Powers, 1989), jer je odluka dugoročna i utiče na profitabilnost



kompanije (Korpela et al., 2007). Primer lokacijskog problema dat je na Slici 1.

Slika 1: Opšti prikaz lokacijskog problema
Izvor: De Armas et al., 2017

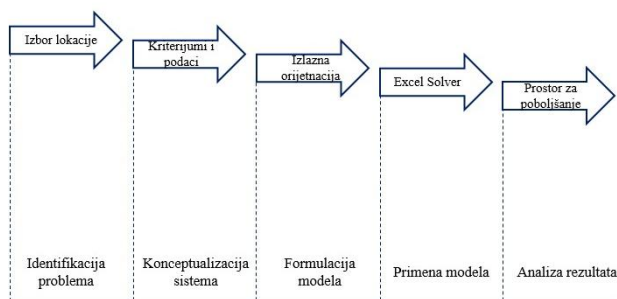
3. METODA OBAVIJANJA PODATAKA – DEA METODA

U XXI veku više pažnje u proizvodnim i uslužnim organizacijama posvećuje se stvaranju vrednosti uz minimalno ulaganje resursa, odnosno maksimalnoj efikasnosti. Efikasnost opisuje u kojoj meri su resursi dobro korišćeni za namenjenu svrhu, merljiv je koncept i

kvantitativno određuje odnos izlaza u odnosu na ulaze. Kako bi se omogućilo merenje relativne efikasnosti na osnovu više ulaznih i izlaznih kriterijuma, kreirana je Analiza obavljanja podataka (*Charnes et al.*, 1978). Metoda analize omeđivanja podataka (DEA), koju su razvili *Charnes, Cooper i Rhodes* (1978), predstavlja neparametarski pristup zasnovan na matematičkom programiranju, namenjen ocenjivanju efikasnosti donošenja odluka u okviru posmatranih jedinica (DMU). DEA model definiše granicu najbolje prakse, koja predstavlja maksimalan nivo izlaza koji se može postići za dati nivo ulaznih resursa, pri čemu se jedinice koje se nalaze na toj granici smatraju tehnički efikasnim (*Emrouznejad & Yang*, 2018). Efikasnost ostalih jedinica se procenjuje kroz njihovo odstupanje od ove optimalne granice (*Cook & Seiford*, 2009). Relativna efikasnost određene posmatrane jedinice, označene kao DMU_p , među ukupno n jedinica, izražava se koeficijentom efikasnosti E_p . Ovaj koeficijent se računa upoređivanjem ponderisanih suma izlaza i ulaza, na osnovu originalnog CCR modela koji su predložili *Charnes, Cooper i Rhodes* (1978).

4. METODOLOGIJA

U ovom istraživanju primenjena je metoda analize obavljanja podataka (DEA) kako bi se evaluirala efikasnost 24 potencijalnih lokacija za izgradnju distributivnog centra. Analiza je sprovedena korišćenjem CCR i BCC modela, pri čemu su uzeti u obzir relevantni ulazni i izlazni kriterijumi. Kao ulazni kriterijumi korišćeni su: udaljenost od aerodroma "Nikola Tesla", udaljenost od aerodroma "Konstantin Veliki", udaljenost od luke "Solun", udaljenost od luke "Koper", udaljenost od državnih autoputeva, dok su za izlazne kriterijume korišćeni: potreban broj radnika u distributivnom centru, broj dostupnog industrijskog zemljišta za izgradnju i količina novca potrebna za poduhvat. DEA modeli su primenjivani u softverskom okruženju *Microsoft Excel*, uz dodatnu analizu *Slack* vrednosti radi identifikovanja potencijalnih poboljšanja za neefikasne jedinice. Krenuli smo od identifikacije problema izgradnje distributivnog centra jedne od najvećih logističkih kompanija na svetu *A.P. Møller – Mærsk*. Osnovna ideja je bila da se pronađe optimalna lokacija u odnosu na definisane kriterijum i relevantne podatke koji su prikupljeni. Na osnovu prirode problema definisan je model ulazne orijentacije, zato što je cilj da se određene fiksne izlaze pronađu što manji ulazi, odnosno što manje razdaljine od ključnih saobraćajnih infrastruktura. U *Microsoft Excel Solver* okruženju izvršeno je pokretanje modela i dobijeni su rezultati koje su dalje istraživani i opisani u radu. Sumarni prikaz koraka je prikazan na Slici 2.



Slika 2: Koraci metodologije
Izvor: Rabe et al., 2021

5. STUDIJA SLUČAJA

Evropa se nalazi na raskrsnici tri kontinenta: na zapadu se nalazi Severna Amerika, na istoku Azija, dok se na južnoj strani nalazi Afrika. Po važnosti se može izdvojiti Azija, odnosno kontinentalna veza Evrope sa njom. Prirodom stvari, veliki broj predmeta iz Azije u svet kroz Evropu i obrnuto. Balkan se nalazi jugoistočno na Evropskom kontinentu, odnosno države koje pripadaju ovoj regiji čine ključnu magistralnu vezu ka istoku. Republika Srbija zauzima centralni deo Balkanskog poluostrva, što privlači mnoge svetske logističke kompanije da svoje distributivne razvijaju baš na njenoj teritoriji. Kao prednosti Republike Srbije jesu ljudi, male jezičke barijere koje postoje u govoru stranih jezika, kao i visok procenat obrazovanih ljudi iz oblasti logistike. Danska multinacionalna kompanija *A.P. Moller – Maersk* je odlučila da izgradi distributivni centar na području južno od Beograda, konkretno u Pomoravskom okrugu.

Kako bi se ocenila efikasnost logističkih potencijala u južnoj i centralnoj Srbiji, moguće je primeniti DEA (*Data Envelopment Analysis*) metodu kao odgovarajući kvantitativni alat. DEA se koristi za merenje relativne efikasnosti jedinica koje koriste više ulaznih resursa za ostvarivanje više izlaznih rezultata. U kontekstu logistike, ova metoda omogućava evaluaciju gradova ili industrijskih zona, kao jedinica odlučivanja (*DMU – Decision Making Units*), pri čemu se kao ulazni kriterijumi mogu posmatrati faktori poput udaljenosti od ključnih saobraćajnih pravaca, dostupnosti radne snage i infrastrukture, dok izlazne vrednosti mogu uključivati broj realizovanih logističkih operacija, dostupnu skladišnu površinu i nivo investicija.

Trend na tržištu Republike Srbije jeste izgradnja ove vrste objekata severno od Beograda. Zbog velike gustine konkurenata, kompanija *A.P. Moller – Maersk* se odlučila za drugačiji potez.

Odlazak južno od Beograda daje veći prostor za rad, u smislu manje konkurencije i stavlja akcenat na sledeća zapažanja:

- 1) Teretni saobraćaj predstavlja osnovu na kojoj se ubrzano razvija aerodrom u Nišu;
- 2) Pomoravski okrug se nalazi između dva aerodroma u Republici Srbiji: Niš i Beograd;
- 3) Turistički sektor u Srbiji eksponencijalno raste, pa je učestala gužva i pomeranje ETA (*Estimated Time of Arrival*) za teretne avione i robu;
- 4) Blizina lukama u Solunu i Baru smanjuje troškove prevoza kontejnera do odredišta na kopnu.

DEA metoda zahteva definisanje jedinica odlučivanja, kao i ulaznih i izlaznih kriterijuma za svaku. Takođe, mora biti ispoštovano pravilo da je broj jedinica odlučivanja barem 3 puta veći od zbira ulaznih i izlaznih kriterijuma ($3 * (\text{ulazi} + \text{izlazi}) \leq \text{broj jedinica odlučivanja}$). Ulazni kriterijumi su: udaljenost od aerodroma u Beogradu, udaljenost od Aerodroma u Nišu, udaljenost od luke Solun, udaljenost od luke Bar, udaljenost autoputa E-75. Izlazni kriterijumi su: potreban broj radnika u centru (kompanija sama definiše koliko joj je radnika potrebno u početku); slobodan broj industrijskog zemljišta za izgradnju (kako bismo izabrali adekvatnu opciju, potreban je veći izbor); količina novca potrebna za poduhvat (različite su cene za različite lokacije). Gradovi u južnoj i centralnoj Srbiji obuhvaćeni analizom su Jagodina, Paraćin, Čurpija, Kruševac, Trstenik, Svilajnac, Kraljevo, Raška, Novi Pazar, Batočina, Niš, Prokuplje, Kuršumlija, Blace, Leskovac, Lebane, Vlasotince, Vranje, Bujanovac, Preševo, Pirot, Dimitrovgrad, Sudrulica i Svrlijig.

Zadatak studije je pronalaženje najbolje lokacije za otvaranje distributivnog centra kompanije *A.P. Moller – Maersk*. Za svaku od lokacije se posmatra odnos ulaznih i izlaznih kriterijuma i gleda najefikasnija od njih. Izabrana je izlazna orijentacija modela, iz razloga što je potrebno za predefinisane izlaze, naći lokaciju koja obuhvata kombinaciju što manjih ulaza.

Za studiju je korišćena baza podataka sa nenegativnim vrednostima. Podaci su prikupljeni na internetu, sa relevantnih stranica, i istraživanjem dužina između lokacija jedinica odlučivanja i lokacija kriterijuma. Prikupljena je baza za svaku od 24 jedinica odlučivanja po svakom od 8 kriterijuma (Janković & Radojević, 2020; Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, 2022; Republički zavod za statistiku, 2023; Stojčić & Petrović, 2021).

U daljem tekstu će biti opisani rezultati primene DEA metode na kreiranoj bazi relevantnih podataka. Zbog prirode same metode, primenjeni su i model sa konstantnim prinosom na obim (CCR) i model sa varijabilnim prinosom na obim (BCC). Uporedna analiza rezultata dobijenih primenom CCR i BCC modela omogućava dublje razumevanje izvora efikasnosti posmatranih jedinica odlučivanja. CCR model pretpostavlja konstantne prinose na obim, dok BCC model uzima u obzir varijabilne prinose, što ga čini pogodnijim u slučajevima kada jedinice posluju u različitim uslovima. Zbog toga se često dešava da

broj efikasnih jedinica bude veći u BCC modelu, jer omogućava veću fleksibilnost u proceni efikasnosti. Poređenje rezultata ova dva modela može ukazati na prisustvo skalne neefikasnosti i pomoći u identifikaciji da li je efikasnost uslovljena internim faktorima ili veličinom poslovanja (Cooper et al., 2007; Emrouznejad & Yang, 2018). U daljem tekstu će biti prikazana tabela efikasnosti CCR-O i BCC-O modela (Tabela 1):

Tabela 1: Uporedna analiza efikasnosti CCR i BCC modela

RB	DMU	Score		RB	DMU	Score	
		CCR	BCC			CCR	BCC
1	Jagodina	1	1	13	Trstenik	0,5	0,5
2	Kruševac	1	1	14	Bujanovac	0,4769	1
3	Kraljevo	1	1	15	Surdulica	0,4308	0,5352
4	Raška	1	1	16	Novi Pazar	0,409	0,4244
5	Niš	1	1	17	Dimitrovgrad	0,3903	0,4543
6	Leskovac	1	1	18	Vlasotince	0,3839	0,4225
7	Čuprija	0,9437	1	19	Pirot	0,367	0,3921
8	Paraćin	0,892	0,8928	20	Lebane	0,349	0,3651
9	Batočina	0,7592	1	21	Prokuplje	0,3405	0,3407
10	Vranje	0,7005	1	22	Blace	0,3344	0,3372
11	Svilajnac	0,6476	1	23	Kuršumlija	0,3271	0,3384
12	Preševo	0,519	1	24	Svrljig	0,3236	0,3333

U CCR modelu je prisutno 6 efikasnih jedinica odlučivanja, dok je u BCC modelu prisutno 12. Izbor lokacije bi trebalo da rezultira izborom 1 konkretne lokacije na kojoj će biti razvijen projekat izgradnje distributivnog centra. Sa tim u vezi, CCR model, iako ne potpuno adekvatan, predstavlja bolji izbor, zato što daje manji broj efikasnim lokacija. Daljim istraživanjem i primenom metoda poput grubih brojeva (OPA) ili merenjem atraktivnosti pomoću tehnike kategorizovane evaluacije (MACBETH), bi problem mogao da svede skup efikasnih lokacija na jednu.

6. ZAKLJUČAK

Rezultati analize efikasnosti pokazuju da je samo ograničen broj razmatranih jedinica dostigao maksimalnu efikasnost prema CCR i BCC modelima. Ove jedinice karakteriše optimalna kombinacija ulaznih i izlaznih kriterijuma, što ukazuje na njihovu dobru lokaciju i operativnu organizaciju. Sa druge strane, veliki broj jedinica pokazao je različit stepen neefikasnosti, što može ukazivati na strukturne nedostatke, nedovoljnu iskorišćenost resursa ili loše planiranje. Ovakvi nalazi su u skladu sa prethodnim istraživanjima u kojima je primena DEA metode u oceni lokacija ukazala na značajne razlike u efikasnosti, uslovljene pre svega geografskim položajem, infrastrukturnom

povezanošću i radnom snagom. Konkretno, blizina autoputeva i aerodroma pokazala se kao odlučujući faktor u oceni efikasnosti, odnosno da logistička pristupačnost znatno utiče na ukupnu operativnu vrednost lokacije. Iako su podaci pažljivo odabrani i analiza sprovedena na reprezentativnom uzorku, određena ograničenja moraju biti uzeta u obzir. Pre svega, analiza je sprovedena na osnovu dostupnih sekundarnih podataka, bez uzimanja u obzir dinamike tržišta rada, lokalnih podsticaja ili dugoročnih razvojnih planova opština.

Uprkos navedenim ograničenjima, rezultati pružaju vredan uvid u komparativne prednosti pojedinih lokacija i mogu poslužiti kao osnova za dalje istraživanje i odlučivanje u procesu izbora lokacije distributivnih centara. Buduća istraživanja trebalo bi da uključe širi skup pokazatelja i da ispituju dugoročne efekte izbora lokacije na poslovanje, uključujući i održivost, uticaj na životni sredinu i društvenu odgovornost.

LITERATURA

- [1] Batta, R., Lejeune, M., & Prasad, S. (2014). Public facility location using dispersion, population, and equity criteria. *European Journal of Operational Research*, 234(3), 819-829.
- [2] Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- [3] Chen, L., Olhager, J., & Tang, O. (2014). Manufacturing facility location and sustainability: A literature review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, 149, 154-163.
- [4] Cook, W. D., & Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA)—Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192(1), 1-17.
- [5] Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software* (2nd ed.). Springer.
- [6] Emrouznejad, A., & Yang, G.-I. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978-2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4-8.
- [7] Janković, M., & Radojević, M. (2020). Logistički kapaciteti i infrastrukturne veze centralne i južne Srbije. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [8] Korpela, J., Lehmusvaara, A., & Nisonen, J. (2007). Warehouse operator selection by combining AHP and DEA methodologies. *International Journal of Production Economics*, 108(1-2), 135-142.
- [9] Ministarstvo građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture. (2022). Izveštaj o razvoju transportne infrastrukture u Republici Srbiji 2022. <https://www.mgsi.gov.rs/>
- [10] Pizzolatto, N. D., Barcelos, F. B., & Nogueira Lorena, L. A. (2004). School location methodology in urban areas of developing countries. *International Transactions in Operational Research*, 11(6), 667-681.
- [11] Powers, R., (1989). Optimization models for logistics decisions. *Journal of Business Logistics*, 10 (1), 106-121.
- [12] Republički zavod za statistiku. (2023). Regionalna statistika – Popis stanovništva i industrijska proizvodnja. <https://www.stat.gov.rs/>
- [13] Stojčić, M., & Petrović, J. (2021). Perspektive razvoja logistike u unutrašnjosti Srbije. *Logistika i lanac snabdevanja*, 17(2), 45-59.
- [14] Vahidnia, M. H., Alesheikh, A. A., & Alimohammadi, A. (2009). Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives. *Journal of environmental management*, 90(10), 3048-3056.

**MENADŽMENT
KVALITETA I
STANDARDIZACIJE**

MENADŽMENT PROCESA U VISOKOŠKOLSKIM USTANOVAMA U INDUSTRIJI 5.0

PROCESS MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN INDUSTRY 5.0

Nedeljka Živković¹, Maja Glogovac²

¹Beogradska akademija poslovnih i umetničkih strukovnih studija,
nedeljka.zivkovic@bpa.edu.rs, ORCID: 0000-0001-6663-7467

²Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
maja.glogovac@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-3268-8543

Apstrakt: Industrija 5.0 je društvena promena koja predstavlja razvoj i dostignuća digitalnih tehnologija sa posebnim osvrtom na održivost društva. Ova industrijska revolucija u visokom obrazovanju podrazumeva integrisanje digitalnih tehnologija u nastavni i nenastavni proces visokoškolskih ustanova. Jedan od snažnijih uticaja Industrije 5.0 odražava se na nastavni i nenastavni proces u visokoškolskim ustanovama. U takvim okolnostima menadžment procesa je od ključne važnosti za funkcionisanje i rad visokoškolskih ustanova. S tim u vezi, cilj rada je primena i analiza deskriptivne statistike na ključne varijable u okviru menadžmenta procesa u visokoškolskim ustanovama, imajući u vidu da je nastavni proces primarni proces u visokom obrazovanju. Dobijeni rezultati istraživanja bi mogli poslužiti rukovodstvu visokoškolskih ustanova kao smernice za identifikovanje varijabli koje utiču na performanse procesa u visokoškolskim ustanovama. Rad doprinosi jasnijem sagledavanju performansi procesa u visokoškolskim ustanovama.

Ključne reči: Industrija 5.0, visokoškolske ustanove, menadžment procesa.

Abstract: Industry 5.0 represents a social transformation driven by the development and achievements of digital technologies, with particular emphasis on the sustainability of society. This industrial revolution in higher education involves integrating digital technologies into both teaching and administrative processes within higher education institutions. One of the strongest impacts of Industry 5.0 is evident in these processes. Under such circumstances, process management becomes a key factor for the effective functioning and operation of higher education institutions. Accordingly, the aim of this paper is to apply and analyze descriptive statistics for key variables related to process management in higher education institutions, bearing in mind that the teaching process is the primary process in this context. The obtained research results could serve as guidelines for the management of higher education institutions in identifying variables that influence process performance in higher education. This paper contributes to a clearer understanding of process performance in higher education institutions.

Keywords: Industry 5.0, higher education institutions, process management.

1. INTRODUCTION

The development of digital technologies permeates all spheres of social life and affects every individual. In recent decades, the importance of the digital era has become increasingly significant (Valdés et al., 2021). Digital technologies are constantly evolving (Ferreira et al., 2022), and their application significantly influences organizational success (Valdés et al., 2021). Digital transformation essentially represents digitalization and relies exclusively on the development and achievements of digital technologies. The development of digital technologies extends to all sectors, including higher education (Ferreira et al., 2022). Higher education institutions should follow educational trends such as the adoption and application of digital technologies in the teaching and non-teaching processes (Cerdá Suárez et al., 2021). The industrial revolution known as digital transformation has influenced the improvement of efficiency and effectiveness of operations in all organizations, including higher education institutions. The rapid development of information and communication technologies, along with the development of the internet, has created a social change known as digital transformation (Zhao et al., 2019). Digital transformation represents a digital revolution that enables the creation of innovative higher education, and there is a positive impact of digital technologies on improving the efficiency of the teaching process (Jain et al., 2025). The adoption and application of digital technologies also play a significant role in enhancing competitive advantage (Jackson, 2019). One of the main challenges for leadership in higher education institutions is managing the complexity of both teaching and administrative processes while integrating digital technologies. Higher education institutions that fail to seize the opportunities brought by Industry 5.0 may also miss the benefits it offers (Mian et al., 2020). There is a need for more in-depth research related to the adaptation to Industry 5.0 in higher education institutions (Mian et al., 2020). Furthermore, performance indicators in higher education have not been sufficiently explored, highlighting the need for more comprehensive research on key performance factors within higher education institutions (Stejskal et al., 2020). Similarly, research indicates that although digital technologies are well integrated into higher education, further investigation is needed regarding their application and impact in higher education (Alam & Asimiran, 2021). Accordingly, the research question addressed in this study is: How does process management in higher education institutions affect the implementation of digital technologies within these institutions? Therefore, the aim of the paper is to use research on key variables within process management to present the achievements of Industry 5.0 in higher education institutions. By investigating the factors that influence the adoption of Industry 5.0, this study provides a clearer understanding of its impact on the implementation of digital technologies. Digitalization is known to enhance productivity and improve the efficiency and effectiveness of both teaching and administrative processes in higher education institutions. Considering the gap in the existing literature, this study aims to address unexplored aspects of Industry 5.0 in higher education and its impact on both teaching and administrative processes. The results of

this study may be significant for leadership in higher education institutions by providing a roadmap that highlights the importance of implementing digital technologies. Additionally, the findings can enhance understanding of the performance of both teaching and administrative processes.

2. LITERATURE REVIEW

Although each country has a specific context for the adoption of digital technologies, most strive to modernize their implementation strategies (Cerdá Suárez et al., 2021). Higher education institutions should adopt digitalization models that best support their strategies, goals, vision, and mission (Valdés et al., 2021).

In 2020, to prevent the spread of COVID-19, nearly all higher education institutions were forced to shift from traditional teaching methods to online learning. The Covid-19 pandemic represents a turning point that marks the digital transformation in higher education (Abumalloh et al., 2021). Online education became the only method of delivering the teaching process (Abumalloh et al., 2021). Higher education institutions had to adapt to the new situation, facing numerous challenges that the new method of teaching delivery brought.

Digital transformation in higher education requires a systematic approach, meaning it should be integrated into all aspects of operations within the business processes of higher education institutions (Cerdá Suárez et al., 2021). The transition to digital education has prompted the digital transformation of higher education (Cerdá Suárez et al., 2021). It is defined as the process of integrating digital technologies into all dimensions of teaching and non-teaching processes, encompassing the development of skills and competencies necessary for the effective use of digital technologies (Valdés et al., 2021). Digital transformation also implies a shift in the way educational services are delivered, moving from traditional methods to online education. Consequently, it can influence the knowledge economy (Hill & Lawton, 2018). The application of digital technologies in higher education is particularly significant for national development, especially in developing countries (Alam & Asimiran, 2021). Furthermore, the adoption and implementation of digital technologies can affect the sustainability of operations within higher education institutions.

Digital transformation in higher education can also have a significant impact on the orientation of society (Taimur & Onuki, 2022). Although digital technologies had already been applied in higher education institutions prior to the Covid-19 pandemic—particularly in developed countries—the pandemic is considered a turning point for higher education (Nurhas et al., 2021). The use of digital technologies was more widespread in other service sectors than in higher education institutions. According to Arnold et al. (2021) and others, investment in technological capacity is a key factor for organizations, including higher education institutions, in both developed and developing

countries. Given that the teaching process is the primary activity of higher education institutions, investment in the development and infrastructure of digital technologies is of crucial importance for their leadership.

3. BUSINESS PROCESS MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN THE DIGITAL ERA

In the digital era, business process management is of key importance. This is because traditional (analog) business processes are being transformed into digital ones (Cerdá Suárez et al., 2021). Within higher education institutions, the primary business process is the teaching process. This means that digital technologies should be integrated into the teaching process. However, besides the teaching process, investment in the non-teaching process as well as the research process is also very important. Business processes represent a set of interconnected activities that transform input elements into outputs. For the improvement of the teaching process, it is very important that digital technologies are well integrated with the teaching process as the primary process of the higher education institution. The adoption and application of digital technologies in the teaching and non-teaching processes could contribute to cost reduction (Ghemawat, 2017). This cost reduction can be analyzed from the perspectives of both higher education institutions and students.

The leadership of higher education institutions must establish effective strategies for managing both teaching and non-teaching processes, with a primary focus on enhancing student satisfaction. The application of digital technologies in higher education can be an alternative for the future, by establishing the best strategies that will serve to meet the demands primarily of students, but also of other relevant stakeholders (Arnold et al., 2021). Decision-makers in higher education should also consider students' access to digital equipment as a key factor for the successful implementation of online education (Muflih et al., 2021). Some authors, such as Lacka et al. (2021), point out that there is a lack of research on the representation of digital technologies in higher education.

4. RESEARCH METHODOLOGY

The structure of the variables used in this research was taken in its original form from the ISO 9004:2018 standard, that is, the guidelines for achieving sustainable success. The research included public and private higher education institutions in Serbia and its surrounding region. The technique used for data collection in the research was a questionnaire. The structure of the sample consisted primarily of teaching staff, but also included relevant non-teaching, administrative, staff employed in student services and other departments connected to the teaching process. The demographic structure of the questionnaire consisted of four items, while six items referred to the performance of process management in the context of Industry 5.0 in higher education institutions. The distribution of the questionnaire was carried out via email. The analyzed variables of

process management were assessed using a Likert scale from 1 to 5. The research identified key variables within process management in higher education institutions. A total of 374 correctly completed responses were collected. By analyzing descriptive statistics, the performance of process management variables in higher education institutions in the context of the application of digital technologies was observed. In this sense, the questions used in this research were as follows (MP_1 – MP_6): how are the processes that are significant for Industry 5.0 defined; how are the processes that are significant for Industry 5.0 managed; how are responsibilities and authorities for the processes that are significant for Industry 5.0 established; how are the relationships between the processes that are significant for Industry 5.0 managed; how is the improvement of the performance of the processes that are significant for Industry 5.0 evaluated; and how is the achieved level of performance of the processes that are significant for Industry 5.0 maintained?

5. RESEARCH RESULTS

Analyzing the demographic structure of the respondents, it was determined that the study included 176 male and 198 female participants. Then, based on age, 29 respondents are up to 30 years old, 94 respondents are between 31 and 40 years old, 124 respondents are between 41 and 50 years old, 88 respondents are between 51 and 60 years old, while 39 respondents are over 60 years old. Analyzing the positions within the higher education institution, 268 professors participated in the research, 63 teaching assistants, and 63 respondents employed in administrative services. Analyzing the structure of founders of higher education institutions, the study predominantly included institutions founded by the state, while only 35 higher education institutions had private individuals as founders.

In addition to the analysis of demographic data, descriptive statistics were performed. Descriptive statistics is the analysis of the characteristics of a data sample (Fisher & Marshall, 2009). The primary role of descriptive statistical analysis is to better understand the description of the characteristics of a data set. Also, the role of this analysis is to describe the sample for data analysis (Fisher & Marshall, 2009). This type of statistical analysis allows insight into the distribution of data based on the sample (Frankfort-Nachmias & Nachmias, 2008). Furthermore, this analysis describes the relationships between variables, which also represents the first step in research (Kaur et al., 2018).

Based on this analysis, researchers are enabled to gain insight into the characteristics of the data. Descriptive statistics provide researchers with insight into numerical data, which is very important for understanding the analysis of the entire data set. Based on this statistical analysis, it is possible to clearly and very simply observe the relationships between the observed variables. The measures used within descriptive statistics are: arithmetic mean, mode, median, standard deviation, minimum, maximum, and percentage distribution. These measures represent the foundation for future statistical

analyses within quantitative research (Cooksey, 2020; Mishra et al., 2019; Thompson, 2009; Kaur et al., 2018). Table 1 shows the descriptive statistical analysis for the process management variables in the context of Industry 5.0.

Table 1: Descriptive statistics

Variables	Item	Mean	Std. Deviation	Median	Mode	Range
Process Definition	MP_1	3,17	1,065	3,00	3	4
Process Management	MP_2	3,16	1,077	3,00	3	4
Establishing Responsibilities and Authorities for Processes	MP_3	3,14	1,116	3,00	3	4
Managing the Relationships Between Processes	MP_4	3,13	1,105	3,00	3	4
Improving Process Performance	MP_5	3,22	1,089	3,00	3	4
Maintaining the Achieved Level of Process Performance	MP_6	3,15	1,055	3,00	3	4

Source: the authors' research

In addition, the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test for measuring adequacy was analyzed, with a value of 0.935, which is in accordance with Williams et al. (2010), while the Cronbach's Alpha test was used to measure internal consistency, with a value of 0.960. According to Cronbach (1951), values of 0.70 and above confirm the reliability of the measurement instrument.

6. DISCUSSION

In Table 1, the values range from 3.13 to 3.22, indicating no significant fluctuations in the respondents' attitudes. The standard deviation values range from 1.055 to 1.116. The median and mode values are both 3, while the range is 4 for all research questions. Analyzing these values, it can be summarized that respondents least agree with the statement regarding the management of relationships between processes, whereas the highest-rated variable concerns the improvement of process performance, which aligns with the findings of Yeung (2018). Processes are specific to each organization and largely depend on the nature of their operations. The observed results likely reflect the specificity of higher education institutions. Higher education involves sensitive and complex processes, among which the teaching process is particularly prominent (Falch et al., 2022). Within higher education, the process perspective is considered crucial for the sustainability of society (Al-Bahi et al., 2021). Measuring process performance is especially significant for higher education institutions because these performances directly impact the outcomes for relevant stakeholders (Stejskal et al., 2020). Further analysis indicated that the obtained KMO test value for sampling adequacy is 0.935,

which is considered appropriate and consistent with the recommendations of Hair et al. (2014) and Williams et al. (2010).

CONCLUSION

The aim of the paper was to identify variables within process management and to examine key aspects using descriptive statistical analysis in the context of Industry 5.0 in higher education institutions in Serbia and its region. Based on the study's objective, it can be concluded that, for the leadership of higher education institutions, it is crucial to establish strategies that meet the demands of students and other relevant stakeholders. Additionally, the integration of digital technologies is essential for improving both teaching and non-teaching processes in higher education institutions, primarily to enhance the efficiency and effectiveness of the teaching process, which is the primary process in these institutions (Ghemawat, 2017). Organizational systems should periodically implement monitoring and measurement of processes to further improve their efficiency and effectiveness (Filipović & Đurić, 2010).

Future research may include additional relevant variables, such as resource management in the context of Industry 5.0. Moreover, future studies could focus on other geographic areas, given the lack of research on the application of digital technologies within Industry 5.0. This aligns with the conclusions of many authors who emphasize that it remains unclear whether this industrial revolution is uniformly implemented worldwide, and to what extent it is represented across organizational systems, including higher education institutions

REFERENCES

- [1] Abumalloh, R. A., Asadi, S., Nilashi, M., Minaei-Bidgoli, B., Nayer, F. K., Samad, S., ... & Ibrahim, O. (2021). The impact of coronavirus pandemic (COVID-19) on education: The role of virtual and remote laboratories in education. *Technology in Society*, 67, 101728. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101728>
- [2] Alam, G. M., & Asimiran, S. (2021). Online technology: Sustainable higher education or diploma disease for emerging society during emergency—comparison between pre and during COVID-19. *Technological Forecasting and Social Change*, 172, 121034. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121034>
- [3] Arnold, M. G., Vogel, A., & Ulber, M. (2021). Digitalizing higher education in light of sustainability and rebound effects—Surveys in times of the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 13(22), 12912. <https://doi.org/10.3390/su132212912>
- [4] Cerdá Suárez, L. M., Núñez-Valdés, K., & Quirós y Alpera, S. (2021). A systemic perspective for understanding digital transformation in higher education: Overview and subregional context in Latin America as evidence. *Sustainability*, 13(23), 12956. <https://doi.org/10.3390/su132312956>
- [5] Cooksey, R. W. (2020). Illustrating statistical procedures: Finding meaning in quantitative data. Springer Nature.

- [6] Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334.
- [7] Falch, T., Iversen, J. M. V., Nyhus, O. H., & Strøm, B. (2022). Quality measures in higher education: Norwegian evidence. *Economics of Education Review*, 87, 102235. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2022.102235>
- [8] Ferreira, B. M., Abrantes, J. L., Seabra, A., & Rubio, I. M. (2022). Digital technology and eWOM in the context of higher education: a study from Portugal and Spain. *Journal of Marketing for Higher Education*, 32(2), 159-178. <https://doi.org/10.1080/08841241.2020.1834488>
- [9] Filipović, J., & Đurić, M., (2010). Sistem menadžmenta kvaliteta. Fakultet organizacionih nauka, Beograd.
- [10] Fisher, M. J., & Marshall, A. P. (2009). Understanding descriptive statistics. *Australian critical care*, 22(2), 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2008.11.003>
- [11] Frankfort-Nachmias, C., & Leon-Guerrero, A. (2008). *Student Resources*. Sage, 8, 8-293.
- [12] Ghemawat, P. (2017). Strategies for higher education in the digital age. *California Management Review*, 59(4), 56-78. <https://doi.org/10.1177/0008125617717706>
- [13] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2013). *Multivariate data analysis: Pearson new international edition PDF eBook*. Pearson Higher Ed.
- [14] Hill, C., & Lawton, W. (2018). Universities, the digital divide and global inequality. *Journal of higher education policy and management*, 40(6), 598-610. <https://doi.org/10.1080/1360080X.2018.1531211>
- [15] Jackson, N. C. (2019). Managing for competency with innovation change in higher education: Examining the pitfalls and pivots of digital transformation. *Business Horizons*, 62(6), 761-772. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.08.002>
- [16] Jain, A., Naik, K. R., Kakade, K., Bhanot, S., & Kulkarni, S. C. (2025). Reimagining management education: Navigating the shift to education 4.0 in the digital era. *The International Journal of Management Education*, 23(2), 101182. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2025.101182>
- [17] Kaur, P., Stoltzfus, J., & Yellapu, V. (2018). Descriptive statistics. *International Journal of Academic Medicine*, 4(1), 60-63.
- [18] Lacka, E., Wong, T. C., & Haddoud, M. Y. (2021). Can digital technologies improve students' efficiency? Exploring the role of Virtual Learning Environment and Social Media use in Higher Education. *Computers & Education*, 163, 104099. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104099>
- [19] Mian, S. H., Salah, B., Ameen, W., Moiduddin, K., & Alkhalefah, H. (2020). Adapting universities for sustainability education in industry 4.0: Channel of challenges and opportunities. *Sustainability*, 12(15), 6100. <https://doi.org/10.3390/su12156100>
- [20] Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals of cardiac anaesthesia*, 22(1), 67-72. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_157_18
- [21] Muflih, S., Abuhammad, S., Al-Azzam, S., Alzoubi, K. H., Muflih, M., & Karasneh, R. (2021). Online learning for undergraduate health professional education during COVID-19: Jordanian medical students' attitudes and perceptions. *Heliyon*, 7(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08031>
- [22] Nurhas, I., Aditya, B. R., Jacob, D. W., & Pawlowski, J. M. (2022). Understanding the challenges of rapid digital transformation: the case of COVID-19 pandemic in higher education. *Behaviour & Information Technology*, 41(13), 2924-2940. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2021.1962977>

- [23] Stejskal, K., Sayed, N., & Lento, C. (2020). Mapping stakeholder expectations of a publicly funded post-secondary institution: a balanced scorecard perspective. *Accounting and the Public Interest*, 20(1), 104-137. <https://doi.org/10.2308/api-19-002>
- [24] Taimur, S., & Onuki, M. (2022). Design thinking as digital transformative pedagogy in higher sustainability education: Cases from Japan and Germany. *International Journal of Educational Research*, 114, 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101994>
- [25] Thompson, C. B. (2009). Descriptive data analysis. *Air medical journal*, 28(2), 56-59. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2008.12.001>
- [26] Valdés, K. N., y Alpera, S. Q., & Cerdá Suárez, L. M. (2021). An institutional perspective for evaluating digital transformation in higher education: Insights from the Chilean case. *Sustainability*, 13(17), 9850. <https://doi.org/10.3390/su13179850>
- [27] Williams, B., Onsman, A., & Brown, T. (2010). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices. *Australasian journal of paramedicine*, 8, 1-13. <https://doi.org/10.33151/ajp.8.3.93>
- [28] Yeung, S. M. C. (2018). Linking ISO 9000 (QMS), ISO 26000 (CSR) with accreditation requirements for quality indicators in higher education. *Total quality management & business excellence*, 29(13-14), 1594-1611. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1282310>
- [29] Zhao, Y., Llorente, A. M. P., & Gómez, M. C. S. (2021). Digital competence in higher education research: A systematic literature review. *Computers & education*, 168, 104212. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104212>

EFEKTI KVALITETA USLUGE I EMOCIONALNIH REAKCIJA NA ZADOVOLJSTVO I LOJALNOST BANKARSKIH KLIJENATA

EFFECTS OF SERVICE QUALITY AND EMOTIONAL REACTIONS ON CUSTOMER SATISFACTION AND LOYALTY IN BANKING

Igor Milojević¹, Dragana Rejman Petrović², Ivana Nedeljković³

^{1,2,3} Ekonomski fakultet Univerziteta u Kragujevcu,

¹igor.milojevic@ef.kg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-4222-0963

²rejman@kg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-3255-9701

³ivana.nedeljkovic@kg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-9392-1965

Apstrakt: Shodno dinamičnom i turbulentnom okruženju, potrebe bankarskih korisnika se konstantno menjaju i samim tim neophodno je da banke konstantno unapređuju i razvijaju kvalitet pružene usluge, kako bi rentabilno poslovale u konkurentskom okruženju. Predmet ovoga rada jeste percepcija bankarskih klijenata o kvalitetu bankarskih usluga, zatim njen uticaj na zadovoljstvo i lojalnost klijenata, sa dodatnim fokusom na posredničku ulogu emocionalnih reakcija bankarskih korisnika u odnosu između percepcija kvaliteta korisnika i njihove lojalnosti. Istraživanje je sprovedeno na području Šumadije, Pomoravlja, Raškog, Moravičkog i Beogradskog okruga sa korišćenjem namernog prigodnog uzorka. Onlajn anketi je pristupilo 196 ispitanika, odnosno bankarskih klijenata. Kako bi se izmerila percepcija kvaliteta bankarskih usluga korišćen je adaptiran SERVPERF model.

Cljučne reči: SERVPERF model, percepcija kvaliteta usluga, zadovoljstvo klijenata, lojalnost, emocionalne reakcije korisnika, banka.

Abstract: In line with the dynamic and turbulent environment, the needs of banking customers are constantly changing. Therefore, it is essential for banks to continuously improve and develop the quality of their services in order to operate profitably in a competitive market. The subject of this paper is the perception of banking clients regarding the quality of banking services and its impact on customer satisfaction and loyalty, with an additional focus on the mediating role of clients' emotional reactions in the relationship between perceived service quality and customer loyalty. The research was conducted in the regions of Šumadija, Pomoravlje, Raška, Moravica, and Belgrade, using a purposive convenience sample. A total of 196 respondents, i.e., banking clients, participated in the online survey. To measure the perception of banking service quality, an adapted SERVPERF model was used.

Keywords: SERVPERF model, service quality perception, customer satisfaction, loyalty, users' emotional reactions, bank.

1. UVOD

Finansijski sektor u Republici Srbiji doživeo je kompleksne i dinamične promene iz oblasti liberalizacije i deregulacije finansijskih tržišta, razvoj novih tehnologija kao i pravne inicijative na globalnom nivou (Ljumović et. al., 2014). Formulirane su različite strategije i politike kako bi se zadržao klijent, a rešenje za to je povećanje nivoa kvaliteta usluge. Kvalitet usluge je posebno bitan u kontekstu bankarskih usluga jer obezbeđuje visok nivo satisfakcije i lojalnosti klijenata, a shodno tome postaje ključ konkurentске prednosti (Almossavi, 2001). Sa druge strane, kvalitet bankarske usluge ima bitan uticaj na uspeh i performanse banke (Mouawad & Kleiner 1996). Predmet ovoga rada jeste percepcija bankarskih klijenata o kvalitetu bankarskih usluga, zatim njen uticaj na zadovoljstvo i lojalnost klijenata, sa dodatnim fokusom na posredničku ulogu emocionalnih reakcija bankarskih korisnika u odnosu između percepcija kvaliteta korisnika i njihove lojalnosti. Za merenje percepcija korisnika o kvalitetu bankarskih usluga, u ovom radu će se koristiti prilagođeni SERVPERF model. Cilj rada je utvrditi kako klijenti banaka percipiraju kvalitet u svojoj banci i da li takav percipirani kvalitet utiče pozitivno ili negativno na njihovu satisfakciju i lojalnost, sa dodatnim istraživanjem emocionalnih reakcija tih klijenata i njihove povezanosti sa pruženom bankarskom uslugom, i njihovom lojalnošću. U radu su postavljena dva istraživačka modela, prvi u kojima je posebno ispitivan uticaj percipiranog kvaliteta bankarskih usluga na zadovoljstvo i lojalnost klijenata i drugi koji se odnosi na ispitivanje medijatorske uloge emocionalnih reakcija bankarskih klijenata u uticaju percipiranog kvaliteta korisnika na njihovu lojalnost. Rad pruža korisne implikacije menadžmentu banaka u cilju unapređenja kvaliteta pružanja usluga i odnosa sa klijentima.

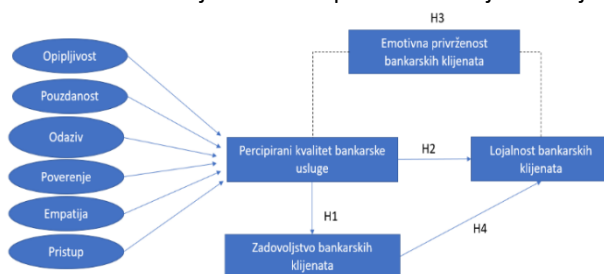
2. TEORIJSKI OSNOV ZA FORMULISANJE HIPOTEZA I KONCEPTUALNI OKVIR

Brojna istraživanja su se bavila vezom između kvaliteta usluge i zadovoljstva korisnika (Kotler & Armstrong, 2012; Maričić, 2011; Arbore & Busacca, 2009; Ting, 2004; Hazlina, 2011; Jamal & Anastasiadou, 2009; Ravichandran, 2010). Takođe, istraživanja potvrđuju postojanje značajne veze između zadovoljstva i lojalnosti korisnika (Grönroos, 2000; Mohsan, 2011; He & Song, 2009). Empirijska istraživanja i na ukazuju na značaj emocija i emocionalne povezanosti klijenata sa bankama, kao faktora koji utiču na njihovo zadovoljstvo i lojalnost (Thomson et al., 2005; Fullerton, 2003; Čater & Čater, 2009; Phillips & Baumgartner, 2002; Yu & Dean, 2001; Ladhari, 2007; Lenka et al., 2009). Primarni model za merenje kvaliteta usluga SERVQUAL (Parasuraman, Zeithaml & Berri, 1991, 1994), suočio se sa mnogim problemima i mnogi autori nisu bili saglasni da se merenje kvaliteta usluga sprovodi na osnovu razlike između očekivanja korisnika o usluzi i percepcije korisnika nakon izvršene usluge. U cilju prevazilaženja tih problema nastao je novi model SERVPERF (Cronin & Taitor, 1992) koji uzima u obzir nivo percepcije korisnika i koji se pokazao efikasnijim od SERVQUAL modela (Brady et al., 2002). Empirijski deo ovog rada je kreiran sa SERVPERF skalom, kako bi se izmerio nivo

percepcije bankarskih klijenata, zajedno sa dodatnom dimenzijom „PRISTUP“, koja je već bila uključena i izmerena u SERVQUAL modelu (Parasuraman et al. 1988). Dodatna dimenzija ukazuje na to koliko je pristupačno doći do pružaoca usluge, u ovom slučaju do izabrane banke i lakoća ostvarivanja kontakta sa zaposlenima u banci. Korišćeni SERVPERF model se sastoji od 25 ujednačenih pitanja za merenje kvaliteta bankarskih usluga od strane njenih klijenata. Osim za merenje percipiranog kvaliteta bankarskih usluga, korišćena su još četiri pitanja za merenje zadovoljstva korisnika, četiri pitanja za merenje lojalnosti korisnika bankarskih usluga i tri pitanja za merenje emocionalnih reakcija bankarskih klijenata (Johnson et al., 2001). Osim ovih pitanja, anketni upitnik za potrebe ovog istraživanja obuhvatao je pitanja u vezi sa polom ispitanika, godinama starosti kao i frekvencijom korišćenja bankarskih usluga. Istraživanje je sprovedeno u periodu od aprila do maja 2022. godine. U ovom istraživanju je korišćen namerni prigodni uzorak tj. ispitivani su klijenti banaka na području Šumadije, Pomoravlja, Raškog, Moravičkog i Beogradskog okruga (okruzi Republike Srbije) uz pomoć onlajn upitnika. Statistička analiza prikupljenih podataka je sprovedena uz pomoć programskog alata SPSS.

U skladu sa prethodno predstavljenim teorijskim okvirom i analizom dosadašnjih istraživanja, za sprovođenje empirijskog dela rada formulisane su sledeće hipoteze:

- H1: Percipirani kvalitet bankarskih usluga utiče pozitivno na satisfakciju klijenata.
- H2: Percipirani kvalitet bankarskih usluga utiče pozitivno na lojalnost klijenata.
- H3: Emocionalna privrženost bankarskih klijenata predstavlja medijator pozitivnog odnosa između percipiranog kvaliteta bankarske usluge i lojalnosti bankarskih klijenata.
- H4: Zadovoljstvo bankarskih klijenata utiče pozitivno na njihovu lojalnost.



Slika 1: Predloženi konceptualni model

Izvor: autori rada

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Onlajn anketa sprovedena je u periodu od 17. aprila do 10. maja 2022.godine. Ispitano je 196 ispitanika. Uzorak je segmentiran prema polu, starosti, obrazovanju, radnom statusu i frekvenciji korišćenja bankarskih usluga. Od ukupnog broja ispitanika, njih 80 (40,8%) su muškog, a 116 ženskog pola (59,2%). U uzorku je 33,7% ispitanika starosti do 27 godina,

28,1% ispitanika starosti od 28 do 47 godina, zatim 31,1% starosti od 48 do 57 godina, 6,1% starosti od 58 do 76 godina i 1% starosti ispitanika od 77 godina i više. Kada je obrazovna struktura u pitanju, 1 ispitanik (0,5%) ima osnovnu školu, 35 (17,9%) ispitanika srednju školu, 32 ispitanika visoku školu (16,3%), a najviše ispitanika, njih 82 (41,8%) ima visoko obrazovanje, dok preostalih 37 ispitanika (18,9%) imaju završene magistarske ili master studije i 9 ispitanika završen doktorat (4,6%). Što se tiče radnog statusa, najveći broj ispitanika je stalno zaposlen, njih 126 (64,3%), dok ostalih 26 ispitanika (13,3%) su privremeno zaposleni, 14 nezaposleno (7,1%), 20 ispitanika se izjasnilo kao student ili učenik (10,2%) i preostalih 10 ispitanika su penzioneri (5,1%). Na pitanje, koliko često koriste bankarske usluge, najveći broj korisnika, njih 87 (44,4%) su odgovorili da koriste bankarske usluge nekoliko puta mesečno, 60 (30,6%) ispitanika se izjasnilo da nekoliko puta nedeljno koristi bankarske usluge, a 23 ispitanika ističu da usluge banke koriste svakodnevno (11,7%), dok 26 ispitanika ističe da nekoliko puta godišnje (13,3%) koriste bankarske usluge. Kako bi se ispitala interna konzistentnost formiranih varijabli, sprovedena je analiza pouzdanosti, odnosno izračunate su vrednost Cronbach's Alpha koeficijenta. Vrednosti ovog koeficijenta se kreću između 0 i 1, kada je vrednost veća od 0,7 može se reći da je pouzdanost i konzistentnost tvrdnji adekvatna (Hair et al., 2014). Na osnovu tabele 1, može se zaključiti da svih 9 varijabli, koje su posmatrane u istraživanju, imaju veoma dobru unutrašnju usaglašenost.

Tabela 1: Analiza pouzdanosti

Varijabla	Opipljivost	Pristup	Pouzdanost	Odaziv	Poverenje	Empatija	Emocionalne reakcije	Zadovoljstvo	Lojalnost
Cronbach's Alpha	0.802	0.718	0.923	0.901	0.881	0.898	0.886	0.917	0.952

Izvor: Autori

Za testiranje postavljenih istraživačkih hipoteza sprovedena je višestruka regresiona analiza kojom se ispituje uticaj 6 nezavisnih varijabli na zavisnu varijablu Satisfakcija klijenata. U tabeli 2 su prikazani dobijeni rezultati.

Tabela 2: Uticaj percipiranog kvaliteta bankarskih usluga na zadovoljstvo klijenata

Model	Beta	t	Značajnost (p)	R ²	VIF
(Konstanta)		-4.476	.000	.827	
Opipljivost	.045	1.019	.310		2.098
Pristup	.109	2.645	.009		1.856
Pouzdanost	.077	1.308	.192		3.827
Odaziv	.135	1.914	.057		5.424
Poverenje	.335	5.202	.000		4.533
Empatija	.320	5.712	.000		3.431

Zavisna varijabla: Satisfakcija

Izvor: Autori

Kod višestruke regresione analize potrebno je da bude ispunjen uslov multikolinearnosti. Smatra se da multikolinearnost ne predstavlja ozbiljan problem ukoliko je vrednost VIF koeficijenta (Variance Inflation Factor) manja od 10 u svim parovima varijabli. Na osnovu toga se zaključuje da su prikupljeni podaci prikladni za sprovođenje višestruke regresione analize i što znači da je ispunjen uslov multikolinearnosti. Ovim modelom je uz pomoć nezavisnih varijabli (Pristup, Odaziv, Poverenje, Empatija) objašnjeno 82,7% vrednosti zavisne varijable (Satisfakcija), što pokazuje koeficijent determinacije (R^2). Najvažniji pokazatelj na osnovu kog se prihvata ili odbacuje istraživačka hipoteza je statistička značajnost zbirnog modela (p). Rezultati istraživanja pokazuju da statistički značajan uticaj na zavisnu varijablu Satisfakcija imaju nezavisne varijable Pristup ($\beta=0,109$, $p<0,01$), Poverenje ($\beta=0,335$, $p<0,01$) i Empatija ($\beta=0,320$, $p<0,01$). Najjači uticaj na Zadovoljstvo bankarskih klijenata ima varijabla Poverenje, zatim sledi Empatija i Pristup. Granične vrednosti statističke značajnosti ostvaruje i varijabla Odaziv ($\beta=0,135$) i ona se može identifikovati kao statistički umereno značajna varijabla ($p\leq 0,05$), koja utiče na zadovoljstvo bankarskih klijenata. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je prva testirana hipoteza, dokazana: Percipirani kvalitet bankarskih usluga pozitivno utiče na satisfakciju klijenata ($p<0,01$; $F=150,632$).

Nakon empirijskih dokaza da percipiran kvalitet bankarskih usluga ima signifikantan uticaj na zadovoljstvo njenih klijenata, u ovom istraživanju postoje dimenzije kvaliteta usluge koje ne ostvaruju pozitivan uticaj na zadovoljstvo klijenata, kao što su Opipljivost ($\beta=0,045$, $p=0,310$) i Pouzdanost ($\beta=0,077$, $p=0,192$). Do sličnih rezultata došao je i Saha (2014) koji je empirijski dokazao da Empatija, Poverenje i Odaziv korisnika imaju signifikantan uticaj na Zadovoljstvo bankarskih klijenata, sa 95% statističke značajnosti ($p<0,05$). Nasuprot tome, Opipljivost i Pouzdanost nema statistički značajan uticaj na Zadovoljstvo klijenata. Doprinos potvrđivanju ove hipoteze upućuje na to da dodatna SERVQUAL dimenzija Pristup (izvan 5 uobičajenih), je rezultirala pozitivnim uticajem na Zadovoljstvo bankarskih korisnika. Višestrukom regresionom analizom ispitan je uticaj nezavisnih varijabli (Opipljivost, Pristup, Pouzdanost, Odaziv, Poverenje, Empatija) na zavisnu varijablu (Lojalnost). Na osnovu tabele 3 sumiraju se rezultati regresione analize potrebne za testiranje druge hipoteze.

Tabela 3: Uticaj percipiranog kvaliteta bankarskih usluga na lojalnost klijenata

Model	Beta	t	Značajnost (p)	R^2	VIF
(Konstanta)		-3.525	.001	.718	
Opipljivost	.071	1.265	.208		2.098
Pristup	.067	1.276	.204		1.856
Pouzdanost	.255	3.376	.001		3.827
Odaziv	.144	1.601	.111		5.424
Poverenje	.109	1.325	.187		4.533
Empatija	.310	4.325	.000		3.431

Zavisna Varijabla: Lojalnost; Izvor: Autori

Multikolinearnost je takođe proverena na osnovu vrednosti VIF koeficijenta (faktor povećanja varijanse). Vrednost VIF koeficijenta kreće od 1,856 do 5,424 što je dosta ispod presečne tačke 10. Stoga, ne postoji problem multikolinearnosti između posmatranih varijabli. Koeficijent determinacije (R^2) iznosi 0,718, što podrazumeva da je u ispitivanom uzorku 71,8% varijanse Lojalnost bankarskih klijenata determinisano varijansom skupa nezavisnih varijabli, koje se nalaze u posmatranom modelu. Nakon regresione analize, u modelu je zadržano 2 od 6 varijabli. Pokazano je da Pouzdanost i Empatija imaju statistički značajan pozitivan uticaj na Lojalnost korisnika bankarstva ($p < 0,01$). Najjači uticaj na Lojalnost korisnika ima varijabla Empatija jer je kod ove varijable β vrednost najviša ($\beta = 0,310$, $p < 0,01$), zatim sledi varijabla Pouzdanost ($\beta = 0,255$, $p < 0,01$). Što se tiče druge testirane istraživačke hipoteze, vrednost statističke značajnosti istraživnog modela implicira da se prihvata i druga hipoteza: Percipirani kvalitet bankarskih usluga pozitivno utiče na lojalnost klijenata ($p < 0,01$; $F = 80,143$). S druge strane, dobijeni rezultati pokazuju da su varijable Opipljivost ($\beta = 0,071$, $p = 0,208$), Pristup ($\beta = 0,067$, $p = 0,204$), Odaziv ($\beta = 0,144$, $p = 0,111$) i Poverenje ($\beta = 0,109$, $p = 0,187$) isključene iz modela, što znači da nemaju statistički značajan uticaj na Lojalnost bankarskih klijenata. Medijatorska analiza je sprovedena kako bi bilo utvrđeno postoji li posrednička uloga Emocionalnih reakcija bankarskih klijenata u odnosu između Percipiranog kvaliteta bankarskih usluga i Lojalnosti bankarskih klijenata. Rezultati prikazani u Tabeli 4 ukazuju da postoji statistički značajna ($p < 0,01$) ali delimična medijatorska uloga (specifični indirektni efekat) Emocionalnih reakcija u odnosu između Percipiranog kvaliteta bankarskih usluga i Lojalnosti klijenata (0,287, Sig.=0,000).

Tabela 4: Specifičan indirektan (medijatorski) efekat

	Beta	S. D.	t	Značajnost (p)
Percipiran kvalitet bankarske usluge > Emocionalne reakcije bankarskih klijenata > Lojalnost klijenata	0,287	0,059	4,588	0,000

Izvor: Autori

Na kraju, shodno rezultatima prikazanim u Tabeli 3 i Tabeli 4, utvrđeno je da Percipirani kvalitet bankarskih usluga ima direktan i ukupan pozitivan uticaj na Lojalnost klijenata. Takođe, potvrđeno je postojanje delimične medijatorske uloge Emocionalnih reakcija klijenata u odnosu između Percipiranog kvaliteta bankarske usluge i Lojalnosti klijenata. Na osnovu ovih nalaza može se zaključiti da je potvrđena treća istraživačka hipoteza — Emocionalna privrženost bankarskih klijenata predstavlja medijator pozitivnog odnosa između Percipiranog kvaliteta bankarske usluge i Lojalnosti bankarskih klijenata. U tabeli 5 dat je koeficijent determinacije koji iznosi 0,610 i pokazuje da u ukupnom uzorku 61% varijanse Lojalnost bankarskih klijenata, uslovljeno je nezavisnom varijablom Emocionalne reakcije bankarskih klijenata.

Tabela 5: Koeficijent determinacije

	R^2	Prilagodjeni R^2
Emocionalne reakcije bankarskih klijenata	0,610	0,608

Izvor: Autori

Na osnovu ispitivanja poslednje istraživačke hipoteze rada, zadovoljstvo bankarskih klijenata se postavlja kao nezavisna varijabla, dok lojalnost klijenata definišemo kao zavisnu varijablu. Prostim linearnom regresijom se ispitivao uticaj Zadovoljstva bankarskih klijenata kvalitetom usluge, na Lojalnost tih klijenata. U tabeli 6 dat je koeficijent determinacije koji pokazuje, koji deo varijacija zavisne varijable je objašnjen modelom, odnosno varijacijama nezavisne varijable. Prost regresioni model objašnjava 75% varijanse zavisne promenljive jer prilagođeni koeficijent determinacije iznosi $R^2 = 0,750$.

Finalno, na osnovu tabele 6 možemo zaključiti da zadovoljstvo klijenata pozitivno utiče na lojalnost klijenata u bankarskom sektoru Republike Srbije i da je uticaj statistički značajan na nivou $p < 0,01$.

Tabela 6: Uticaj zadovoljstva bankarskih klijenata kvalitetom usluge na njihovu lojalnost

Model	Beta	t	Značajnost (p)	R^2	VIF
(Konstanta)		1.094	.275	.750	1.000
Satisfakcija	.866	24.101	.000		

Zavisna Varijabla: Lojalnost

Izvor: Autori

Shodno tome, poslednja istraživačka hipoteza je apsolutno zadovoljena: Zadovoljstvo bankarskih klijenata utiče pozitivno na njihovu lojalnost.

4. DISKUSIJA I ANALIZA RADA

Analizom rezultata je utvrđeno da percipirani kvalitet bankarskih usluga pozitivno utiče na satisfakciju klijenata, što je u skladu sa rezultatima određenog broja prethodnih istraživanja. To znači da klijenti koji banku doživljavaju kao pouzdanu, efikasnu i orijentisanu ka korisnicima, pokazuju veću sklonost da budu zadovoljni njenim uslugama. Takođe, višestruka regresiona analiza je pokazala da percipirani kvalitet bankarskih usluga značajno pozitivno utiče na lojalnost klijenta. Klijenti koji percipiraju uslugu kao kvalitetnu češće ponavljaju saradnju sa istom bankom i ređe prelaze konkurenciji. Ovakav nalaz sugerise da kvalitet treba posmatrati kao ključni element u izgradnji dugoročnog poverenja i lojalnosti, što bankama omogućava stabilniju bazu klijenata.

Kao dodatak istraživanom modelu višestruke linearne regresije i ispitivanju uticaja percipiranog kvaliteta bankarske usluge na lojalnost klijenata, uvedena je medijatorska varijabla – emocionalne reakcije bankarskih klijenata, koja predstavlja posredničku ulogu u odnosu između percipiranog kvaliteta bankarske usluge i lojalnosti klijenata. Utvrđeno je da postoji delimična medijatorska uloga, ali da je direktan efekat percipiranog kvaliteta bankarske usluge na lojalnost klijenata superiorniji. To znači da kvalitetne usluge ne samo da racionalno zadovoljavaju potrebe klijenata, već i emocionalno povezuju klijente sa bankom. Ipak, budući da je direktan efekat kvaliteta na lojalnost jači, može se zaključiti

da emocionalna povezanost doprinosi, ali nije presudna – kvalitet usluge ostaje osnovni pokretač lojalnosti.

Na kraju, prosta linearna regresija je pokazala da zadovoljstvo klijenata bankarskom uslugom dovodi do veće lojalnosti klijenata prema bankama, na šta su ukazali autori He i Song (2009). Pozitivan i značajan odnos između zadovoljstva i lojalnosti ukazuje da su zadovoljni klijenti skloniji dugoročnom odnosu sa bankom i preporučivanju njenih usluga drugima. Ovo potvrđuje da zadovoljstvo ima ključnu ulogu u procesu zadržavanja klijenata i jačanju njihovog poverenja. Banke koje kontinuirano mere i unapređuju zadovoljstvo svojih korisnika mogu efikasnije graditi lojalnost i ostvariti konkurentsku prednost na tržištu.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenog istraživanja može se zaključiti da percipirani kvalitet bankarskih usluga ima značajnu ulogu u formiranju satisfakcije i lojalnosti klijenata, čime potvrđuje teorijske pretpostavke definisane u radu. Dobijeni rezultati pokazali su da kvalitet usluga nije samo faktor trenutnog zadovoljstva korisnika, već i ključni pokretač dugoročnih odnosa sa bankom. Klijenti koji percipiraju visoki nivo kvaliteta usluga pokazuju veću sklonost zadovoljstvu, a samim tim i lojalnosti prema banci. Uvođenjem emocionalnih reakcija kao medijatorske varijable potvrđeno je da emocije klijenata imaju delimičnu posredničku ulogu u vezi između kvaliteta i lojalnosti, ali da je direktan uticaj kvaliteta i dalje snažniji. Takođe, potvrđeno je da zadovoljstvo predstavlja ključnu kariku koja vodi ka većoj lojalnosti, što naglašava potrebu da banke kontinuirano mere percepcije svojih klijenata, unapređuju kvalitet i stvaraju emocionalnu povezanost sa korisnicima. Sveukupno, rezultati ukazuju na to da kvalitet usluga, zadovoljstvo i emocionalna povezanost zajedno grade osnovu za stabilne i profitabilne odnose između banaka i njihovih klijenata, što predstavlja važnu osnovu za formulaciju daljih menadžerskih preporuka i strateških pravaca razvoja.

Iako se ova studija bavila merenjem percepcije korisnika o kvalitetu usluge i njenim uticajem na zadovoljstvo i lojalnost klijenata u srpskom bankarskom sektoru, veličina uzorka za ovakvo istraživanje je mala i područje istraživanje predstavlja ograničenje jer su istražena šest okruga u Srbiji, od ukupno 29 okruga. Dobijeni rezultati istraživanja nisu reprezentativni za zemlju u celini, koja ima bankarske korisnike sa različitim demografskim profilima, u različitim okruzima. S obzirom da bankarski sektor funkcioniše u celoj zemlji, postoji znatno veći prostor za potencijalno poboljšanje kvaliteta bankarskih usluga i stoga se preporučuje da buduća empirijska istraživanja budu sprovedena u različitim regionima, uzimajući u obzir uključivanje dodatnih demografskih varijabli. Takođe, preporuka u budućim istraživanjima jeste korišćenje modela strukturnih jednačina, kako bi se preciznije ispitali odnosi između varijabli.

LITERATURA

- [1] Almosswawi, M. (2001). Bank selection criteria employed by college students in Bahrain: An empirical analysis. *International Journal of Bank Marketing*, 19(3), 115–125.
- [2] Arbore, A., & Busacca, B. (2009). Customer satisfaction and dissatisfaction in retail banking: Exploring the asymmetric impact of attribute performances. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 16(4), 271–280.
- [3] Brady, M. K., Cronin, J. J., Jr., & Brand, R. R. (2002). Performance-only measurement of service quality: A replication and extension. *Journal of Business Research*, 55(1), 17–31.
- [4] Cronin, J. J., & Taylor, S. A. (1992). Measuring service quality: A reexamination and extension. *Journal of Marketing*, 56(3), 55–67.
- [5] Čater, B., & Čater, T. (2009). Emotional and rational motivations for customer loyalty in business-to-business professional services. *The Service Industries Journal*, 29(8), 1151–1169.
- [6] Fullerton, G. (2003). When does commitment lead to loyalty? *Journal of Service Research*, 5(4), 333–344.
- [7] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2014). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Harlow, Essex: Pearson Education Limited.
- [8] Hazlina, N. (2011). Impacts of service quality on customer satisfaction: Study of online banking and ATM services in Malaysia. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 2(1), 1–7.
- [9] He, Y., & Song, H. (2009). A mediation model of tourists' repurchase intentions for packaged tour services. *Journal of Travel Research*, 47(3), 317–331.
- [10] Jamal, A., & Anastasiadou, K. (2009). Investigating the effects of service quality dimensions and expertise on loyalty. *European Journal of Marketing*, 43(3/4), 398–420.
- [11] Johnson, M. D., Gustafsson, A., Andreassen, T. W., Lervik, L., & Cha, J. (2001). The evolution and future of national customer satisfaction index models. *Journal of Economic Psychology*, 22(2), 217–245.
- [12] Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). *Principles of marketing* (14th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- [13] Ladhari, R. (2007). The effect of consumption emotions on satisfaction and word-of-mouth communications. *Psychology & Marketing*, 24(12), 1085–1108.
- [14] Lenka, U., Suar, D., & Mohapatra, P. K. (2009). Service quality, customer satisfaction, and customer loyalty in Indian commercial banks. *The Journal of Entrepreneurship*, 18(1), 47–64.
- [15] Ljumović, I., Pavlović, V., & Cvijanović, M. J. (2014). Two aspects of concentration in the Serbian banking sector. *Industrija*, 42(3), 61–77.
- [16] Maričić, B. (2011). *Ponašanje potrošača*. Beograd: CID Ekonomski fakultet.
- [17] Mohsan, F. (2011). Impact of customer satisfaction on customer loyalty and intentions to switch: Evidence from banking sector of Pakistan. *International Journal of Business and Social Science*, 2(16), 263–270.
- [18] Mouawad, M., & Kleiner, B. (1996). New developments in customer service training. *Managing Service Quality*, 6(2), 49–56.
- [19] Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring customer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12–40.
- [20] Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1991). Refinement and reassessment of the SERVPERF scale. *Journal of Retailing*, 67(4), 420–450.
- [21] Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1994). Reassessment of expectations as a comparison standard in measuring service quality: Implications for further research. *Journal of Marketing*, 58(1), 111–124.

- [22] Phillips, D. M., & Baumgartner, H. (2002). The role of consumption emotions in the satisfaction response. *Journal of Consumer Psychology*, 12(3), 243–252.
- [23] Ravichandran, K. (2010). Influence of service quality on customer satisfaction: Application of SERVQUAL model. *International Journal of Business and Management*, 5(4), 117–124.
- [24] Thomson, M., MacInnis, D. J., & Park, C. W. (2005). The ties that bind: Measuring the strength of consumers' emotional attachments to brands. *Journal of Consumer Psychology*, 15(1), 77–91.
- [25] Ting, D. H. (2004). Service quality and satisfaction perceptions: Curvilinear and interaction effects. *International Journal of Bank Marketing*, 22(6), 407–420.
- [26] Yu, Y. T., & Dean, A. (2001). The contribution of emotional satisfaction to consumer loyalty. *International Journal of Service Industry Management*, 12(3), 234–250.

**MARKETING
MENADŽMENT I
POSLOVNE
KOMUNIKACIJE**

MEDICINSKI TURIZAM I DIGITALNA TRANSFORMACIJA U OBLASTI REPRODUKTIVNE MEDICINE U REPUBLICI SRBIJI

MEDICAL TOURISM AND DIGITAL TRANSFORMATION IN THE FIELD OF REPRODUCTIVE MEDICINE IN REPUBLIC OF SERBIA TITLE OF PAPER IN ENGLISH

Biljana Đorđević¹, Radmila Janičić²

¹Specijalna bolnica Teofanović, biljana.dimitrijevic@yahoo.com,
ORCID: 0000-0000-0000-0000

²Fakultet organizacionih nauka, radmila.janicic@fon.bg.ac.rs,
ORCID: 0000-0001-9466-9984

Apstrakt: U radu je predstavljen teorijski i praktični aspekti novih oblika zdravstvenog i turističkog sektora, gde korisnici zdravstvenih usluga putuju u drugu zemlju u nameri da koriste zdravstvene usluge koje su povoljnije, brže ili dostupne, u odnosu na zemlju iz koje korisnici zdravstvenih usluga dolaze. Medicinski turizam je naročito istaknut u oblastima kao što su stomatologija, oftalmologija, plastična hirurgija, ortopedska hirurgija, kardiologija, kao i rehabilitacija u banjama, međutim, iako je potencijal ponude ogroman ograničenja postoje u promociji i prezentaciji pružanja zdravstvenih usluga. U novije vreme su prisutne i usluge reproduktivne medicine. Ovaj rad prikazuje zastupljenost ključnih oblasti digitalne transformacije pet reproduktivnih klinika iz Srbije iz perspektive stručnjaka kao i procene autora na osnovu: web sajtova klinika. .

Ključne reči: Medicinski turizam, zdravstvene usluge, digitalna transformacija.

Abstract: The paper presents theoretical and practical aspects of new approaches to medical and touristical sectors, where customers of healthcare services travel in other countries in order to use healthcare services which are available and in appropriate to them. Medical tourism is noticed in the field of stomatology, ophthalmology, plastic surgery, orthopedic surgery, cardiology, as well as, rehabilitation in the medical centers, but, even medical healthcare services offer are with wide range, there are many obstacles in promotion and presentation of healthcare services. Nowadays, there are healthcare services of reproductive medicine. This field of medicine services will be in focus in this paper.

Keywords: Medical tourism, healthcare services, digital transformation.

1. UVOD

Medicinski turizam predstavlja specifičan oblik zdravstvenog i turističkog sektora, u kojem pacijenti putuju u druge zemlje radi dobijanja medicinskih usluga koje su povoljnije, kvalitetnije ili brže dostupne u odnosu na matičnu zemlju. Ova industrija poslednjih decenija beleži značajan rastući fenomen koji povezuju sa procesima globalizacije (1), posebno u regionima kao što su jugoistočna Evropa, Azija i Latinska Amerika. Srbija ima potencijal da se pozicionira kao atraktivna destinacija zahvaljujući kvalitetnim stručnjacima, nižim troškovima u poređenju sa razvijenim zemljama i sve većem broju privatnih klinika. Medicinski turizam je naročito istaknut u oblastima kao što su stomatologija, oftalmologija, plastična hirurgija, ortopedska hirurgija, kardiologija, kao i rehabilitacija u banjama, međutim, iako je potencijal ponude ogroman ograničenja postoje u u promociji i prezentaciji pružanja zdravstvenih usluga (2). U novije vreme su prisutne i usluge reproduktivne medicine (CBRC- Cross border reproductive care or fertility tourism) (3).

Međutim, tradicionalni modeli medicinskog turizma sve više ustupaju mesto digitalizaciji. U eri Industrije 4.0, digitalne tehnologije menjaju način na koji pacijenti pronalaze informacije, donose odluke i ostvaruju kontakt sa zdravstvenim institucijama. Telemedicina, digitalne platforme za rezervaciju usluga, elektronski zdravstveni kartoni, big data analitika i veštačka inteligencija postaju ključni alati za unapređenje iskustva pacijenata, optimizaciju procesa i povećanje konkurentnosti zemlje na globalnom tržištu. Telemedicina obuhvata upotrebu informacionih i telekomunikacionih tehnologija za pružanje medicinskih usluga, primenjuje se još od 1900-ih i obuhvata svaki oblik elektronske komunikacije između zdravstvenih radnika i pacijenata sa udaljene lokacije (4). Digitalne platforme i portali za pacijente koji povezuju pacijente sa klinikama (WhatClinic, Health-Tourism.com), primer je platforma koja je uspešno registrovala medicinske i turističke usluge unutar prekograničnog regiona razvijena u okviru projekta In-MedTour, realizovanog između Grčke i Italije (5). Kvalitet podataka kod elektronskih zdravstvenih kartona (EHR) obuhvataju potpunost, tačnost, relevantnost, doslednost i pristupačnost podataka dok najbolji pristupi za njihovu procenu još uvek nisu standardizovani (6). IoT (Internet of Things) i nosivi uređaji, pametni satovi, senzori, monitori za praćenje vitalnih funkcija nakon povratka u zemlju porekla. IoT u reproduktivnoj medicini povezuje uređaje i laboratorijsku opremu radi automatizacije, personalizovanog tretmana i analitike u realnom vremenu, uz nadzor stručnih kliničkih embriologa (7). Digitlni marketing i socijalni marketing korišćenje društvenih mreža, recenzija i kampanja za privlačenje pacijenata (posebno važno kod IVF, estetske hirurgije, transplantacije). Digitalni marketing u reproduktivnoj medicini putem aplikacija i platformi može osnažiti korisnike pružajući im pristup zdravstvenim informacijama, obrazovanju i zajednici, ali istovremeno nosi rizik od jačanja stereotipa, društvenih pritisaka i komercijalnih interesa, poput pretplatničkih modela i prodaje podataka (8).

Logistika i upravljanje lancem snabdevanja koja obuhvata transport lekova, medicinske opreme i biološkog materijala, u reproduktivnoj medicini podrazumeva koordinaciju i praćenje materijala, opreme i informacija kako bi sve stiglo na vreme i u odgovarajućem stanju, uz cilj očuvanja kvaliteta i bezbednosti.

Cilj ovog rada je da kroz studiju slučaja analizira pet privatnih klinika reproduktivne medicine u Srbiji iz perspektive stranih pacijenata u okviru medicinskog turizma, sa posebnim fokusom na to koliko digitalne tehnologije – elektronski zdravstveni kartoni (EHR), IoT uređaji, upravljanje lancem snabdevanja (SCM) i digitalni marketing – olakšavaju pristup, organizaciju tretmana i kvalitet iskustva pacijenata.

2. METODOLOGIJA RADA

Ova studija koristi pristup studije slučaja sa fokusom na pet privatnih klinika reproduktivne medicine u Srbiji. Cilj je analizirati koliko digitalna transformacija olakšava stranim pacijentima da se snađu i organizuju tretman u okviru medicinskog turizma, uključujući procenu dostupnosti, efikasnosti i kvaliteta iskustva pacijenata. Podaci su prikupljeni iz javno dostupnih izvora, uključujući sajtove klinika, mobilne aplikacije i promotivne materijale. Posebna pažnja posvećena je informacijama relevantnim za strane pacijente, kao što su online konsultacije, mogućnosti zakazivanja termina, digitalno praćenje pacijenata i laboratorijskih uzoraka, kao i digitalni marketing i komunikacija sa pacijentima na engleskom jeziku ili drugim relevantnim jezicima.

U metodologiju je uključen i strukturisani upitnik koji popunjavaju stručnjaci iz klinika. Upitnik omogućava prikupljanje dodatnih informacija i potvrdu digitalnih funkcionalnosti, uključujući EHR sisteme, IoT uređaje za praćenje laboratorijskih uzoraka, upravljanje lancem snabdevanja (SCM), digitalni marketing i komunikaciju, kao i informacije o prisustvu stranih pacijenata i njihovom procentu. Stručnjaci mogu dati i dopunske komentare ili pojašnjenja.

Upitnik je urađeno online i obrađen u programskom paketu SPSS. Istraživanje je sprovedeno tokom od maja 2024. godine do jula 2025. godine. Istraživanje se kontinuirano sprovodi, jer se veliko interesovanje za ovu vrstu zdravstvenih usluga, a medicina u ovom oblasti brzo napreduje. Zato je neophodno kontinuirano pratiti trendove, učestvovati na konferencijama, radionicama i sprovoditi istraživanje novih pravaca razvoja. U empirijskom delu istraživanja su korišćena sekundarna i primarna istraživanja.

Za analizu podataka koristi se tabela/matrica sa ključnim sekcijama, koja kombinuje informacije iz javnih izvora i odgovore stručnjaka. Ključne sekcije obuhvataju: online konsultacije, IoT uređaje, SCM, digitalni marketing, dostupnost informacija, prednosti/slabosti, prisutnost stranih pacijenata i procenat stranih pacijenata, kao i

potvrdu stručnjaka. Na osnovu ovih podataka procenjuje se koliko digitalne tehnologije olakšavaju pristup i kvalitet iskustva stranih pacijenata u reproduktivnoj medicini u Srbiji, čime se pruža sveobuhvatna analiza medicinskog turizma iz digitalne perspektive.

3. REZULTATI RADA

Analiza website-ova i potvrda stručnjaka iz pet IVF klinika u Srbiji (Prilog 1) ukazala je na heterogenost u stepenu implementacije digitalnih funkcionalnosti. Najveće razlike uočene su u oblasti dvojezične dostupnosti (srpski i engleski jezik), online konsultacija i primene digitalnih rešenja u kliničkoj praksi. Tabela 1 prikazuje procenat zastupljenosti na osnovu analize website-ova, dok Tabela 2 daje procentualne podatke potvrde stručnjaka. Posebno se izdvaja domen medicinskog turizma- iako 60% klinika u određenoj meri nudi informacije vezane za ovu oblast, samo jedna klinika (20%) ima kompletno razvijenu i transparentno predstavljenu ponudu medicinskog turizma na svom sajtu, uključujući jasna objašnjenja procedura. dok je kod 40% potpuno implementirana. Online konsultacije su zastupljene u većini ustanova: 20% klinika ih nudi u potpunosti, 60% delimično, dok 20% uopšte nema ovu uslugu.

Dvojezična dostupnost pokazala se kao izostajući element, a od najveće je važnosti za strane pacijente koji bi se informisali o dostupnosti ovih usluga- čak 60% klinika uopšte nema ovu mogućnost, dok je u 40% potpuno implementirana. Online konsultacije su zastupljene u većini centara za BMPO, 20% klinika ih nudi u potpunosti, 60% delimično, dok 20% uopšte nema ovu uslugu. Digitalno praćenje pacijenata (EHR) prisutno je u svim klinikama, ali isključivo na delimičnom nivou (100%), bez ijednog slučaja potpune implementacije, dok prema proceni stručnjaka jedna klinika je potpuno opremljena. IoT uređaji i upravljanje lancem snabdevanja (SCM) i laboratorijska automatizacija gotovo u potpunosti izostaje. U oblasti komunikacije, digitalni marketing pokazuje najviši nivo razvijenosti – 80% klinika ga koristi u potpunosti, dok ga 20% uopšte ne primenjuje. Slično tome, medicinski turizam je prisutan u 60% klinika, ali sa različitim stepenom razvijenosti: 20% ga imaju potpuno integrisanog, 40% delimično, dok u preostalih 40% nije zastupljen.

Tabela 1. Procenat zastupljenosti na osnovu analize website-ova

Kategorija	Dvojezična dostupnost (SR/ENG)	Online konsultacije	Digitalno praćenje pacijenata (EHR)	IoT uređaji / laboratorijska automatizacija	Upravljanje lancem snabdevanja (SCM)	Digitalni marketing i komunikacija	Medicinski turizam/Link4MED
0	60%	20%	0%	100%	100%	20%	40%
1	0%	60%	100%	0%	0%	0%	40%
2	40%	20%	0%	0%	0%	80%	20%

Tabela 2. Procenti zastupljenosti na osnovu potvrde stručnjaka iz centara za BMPO

Potvrda stručnjaka	Dvojezična dostupnost (SR/ENG)	Online konsultacije	Digitalno praćenje pacijenata (EHR)	IoT uređaji / laboratorijska automatizacija	Upravljanje lancem snabdevanja (SCM)	Digitalni marketing i komunikacija	Medicinski turizam/Link4MED
0	60%	40%	0%	100%	100%	20%	40%
1	0%	60%	80%	0%	0%	0%	40%
2	40%	0%	20%	0%	0%	80%	20%

Sveukupno, nalazi ukazuju da digitalne funkcionalnosti u IVF klinikama u Srbiji postoje, ali se u najvećem broju slučajeva primenjuju fragmentarno, bez potpunog iskorišćavanja potencijala. Najveći stepen razvijenosti beleži se u domenu digitalnog marketinga i komunikacija, dok su EHR sistemi, IoT tehnologije i upravljanje lancem snabdevanja najmanje razvijeni segmenti. Poseban izazov predstavlja oblast medicinskog turizma – iako većina sajtova pruža određene informacije o tretmanima, samo manjina centara za BMPO ima dvojezične prezentacije website-ova, čime se praktično isključuju strani pacijenti sa direktnog informisanja. S druge strane 60% centara BMPO se može naći bar na jednoj međunarodnoj platformi za medicinski turizam, što je opet značajan kanal na globalnom tržištu.

4. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen teorijski i praktični okvir medicinskog turizma u Republici Srbiji, sa fokusom na zdravstvene usluge reproduktivne medicine. Naglašeno je da medicinski turizam predstavlja specifičan oblik zdravstvenog i turističkog sektora, u kojem pacijenti putuju u druge zemlje radi dobijanja medicinskih usluga koje su povoljnije, kvalitetnije ili brže dostupne u odnosu na matičnu zemlju. Istaknuto je da ova industrija poslednjih decenija beleži značajan rastući fenomen koji povezuju sa procesima globalizacije, posebno u regionima kao što su jugoistočna Evropa, Azija i Latinska Amerika. Zaključeno je da Srbija ima potencijal da se pozicionira kao atraktivna destinacija zahvaljujući kvalitetnim stručnjacima, nižim troškovima u poređenju sa razvijenim zemljama i sve većem broju privatnih klinika. Medicinski turizam je naročito istaknut u oblastima kao što su stomatologija, oftalmologija, plastična hirurgija, ortopedska hirurgija, kardiologija, kao i rehabilitacija u banjama, međutim, iako je potencijal ponude ogroman ograničenja postoje u u promociji i prezentaciji pružanja zdravstvenih usluga. U novije vreme su

prisutne i usluge reproduktivne medicine (*CBRC- Cross border reproductive care or frtility turism*).

U istraživačkom delu rada zaključeno je da su zdravstvene usluge reproduktivne medicine u Republici Srbiji u skladu sa svetskim klinikama, uz naglasak da je u klinikama u Srbiji reproduktivna medicina jedna od vodećih u svetu, po naučnim dostignućima.

Rad pruža vredan uvid u trenutno stanje digitalne transformacije i medicinskog turizma u oblasti reproduktivne medicine u Srbiji. Rad ima naučni, stručni i društveni doprinos. U daljim istraživanjima pažnja će biti usmerena na optimizaciju digitalnih platformi, uz naglasak da je digitalna transformacija platforma razvoja medicinskog turizma.

LITERATURA

- [1] Alenoghena, C. O., Ohize, H. O., Adejo, A. O., Onumanyi, A. J., Ohihoin, E. E., Balarabe, A. I., & Alenoghena, B. (2023). Telemedicine: A survey of telecommunication technologies, developments, and challenges. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 12(2), 20.
- [2] Halkiopoulos, C., Dimou, E., Kompothrekas, A., Telonis, G., & Boutsinas, B. (2021, June). The E-tour facilitator platform supporting an innovative health tourism marketing strategy. In *Culture and Tourism in a Smart, Globalized, and Sustainable World: 7th International Conference of IACuDiT, Hydra, Greece, 2020* (pp. 609–623). Springer International Publishing.
- [3] Ignjatijević, S., & Čavlin, M. S. (2016, June). The analysis of the offers of medical tourism in Serbia. In *Tourism International Scientific Conference Vrnjačka Banja–TISC* (Vol. 1, No. 1, pp. 70–87).
- [4] Lewis, A. E., Weiskopf, N., Abrams, Z. B., Foraker, R., Lai, A. M., Payne, P. R., & Gupta, A. (2023). Electronic health record data quality assessment and tools: A systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 30(10), 1730–1740.
- [5] Lunt, N., Smith, R. D., Mannion, R., Green, S. T., Exworthy, M., Hanefeld, J., & King, H. (2014). Systematic review: What do we know about medical tourism? Implications for the NHS of inward and outward medical tourism: A policy and economic analysis using literature review and mixed-methods approaches. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK263164/>
- [6] Palmer, G. A., Tomkin, G., Martín-Alcalá, H. E., Mendizabal-Ruiz, G., & Cohen, J. (2023). The Internet of Things in assisted reproduction. *Reproductive BioMedicine Online*, 47(5), 103338. [https://www.rbmojournal.com/article/S1472-6483\(23\)00438-8/fulltext](https://www.rbmojournal.com/article/S1472-6483(23)00438-8/fulltext)
- [7] Salama, M., Isachenko, V., Isachenko, E., Rahimi, G., Mallmann, P., Westphal, L. M., & Patrizio, P. (2018). Cross border reproductive care (CBRC): A growing global phenomenon with multidimensional implications (a systematic and critical review). *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 35(7), 1277–1288.
- [8] Sheridan Clay, K., Ziebland, S., & Powell, J. (2025). Algorithms, allyship, and advice: A qualitative analysis of fertility tracker marketing. *Digital Health*, 11, 20552076251356395. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/20552076251356395>

PRILOG

Tabela 2. Tabela analize website-ova i potvrde stručnjaka iz pet centara za BMPO

Klinika / Sekcija	Dvojezična dostupnost (SR/ENG)	Potvrda stručnjaka	Online konsultacije	Potvrda stručnjaka	Digitalno praćenje pacijenata (EHR)	Potvrda stručnjaka	IoT uređaji / laboratoriji / automizacija	Potvrda stručnjaka	Upravljanje lancem snabdevanja (SCM)	Potvrda stručnjaka	Digitalni marketing i komunikacija	Potvrda stručnjaka	Medicinski turizam / Link4MED	Potvrda stručnjaka	Procenat stranih pacijenata / potvrda stručnjaka
Klinika A	2	2	2	1	1	2	0	0	0	0	2	2	2	2	10%
Klinika B	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	2	1	10%
Klinika C	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	1	1	5%
Klinika D	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5%
Klinika E	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	5%

Legenda

0= Ne postoji/ ne koristi se/nema informacija na sajtu

1= Delimično prisutno/ osnovna funkcionalnost

2= Potpuno implementirano/ aktivno u upotrebi

PATIENT VALUE CO-CREATION ON DIGITAL HEALTHCARE
PLATFORM: ORION HEALTH CASE STUDY
KO-KREIRANJE VREDNOSTI ZA PACIJENTA DIGITALNE
ZDRAVSTVENE PLATFORME: ORION HEALTH STUDIJA
SLUČAJA

Vesna Damnjanovic¹, Jasmina Dlacic² Jana Pliško³

¹University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences,
vesna.damnjanovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-8713-4831

² University of Rijeka, Faculty of Economics and Business,
jasmina.dlacic@efri.uniri.hr, ORCID: 0000-0002-3592-1876

³University of Rijeka, Faculty of Economics and Business,
jana.plisko@efri.uniri.hr, ORCID: 0009-0007-0978-9967

Abstract: *This paper discusses how digitalization, as a leading transformation trend in Industry 4.0 and healthcare, empowers stakeholders to interact and co-create platform value. We present a big data approach and a precision medicine strategy, focusing on individual patient needs to provide better personalised prevention and treatment healthcare services. The digital platform connects people, healthcare providers, and data to achieve better outcomes for all, from individual patients to entire populations, and to improve wellbeing in society. We present the healthcare experience using the case study of the Orion Health digital platform from New Zealand and its successful market positioning strategy in the North American market. The study is relevant for Serbia, as well as for health professionals and startup founders who plan to launch their healthcare platform business in the USA or globally outside Europe.*

Keywords: *value co-creation, digital platform, stakeholders, healthcare services*

Apstrakt: *Ovaj rad razmatra kako digitalizacija, kao vodeći trend transformacije Industrije 4.0 i zdravstva, osnažuje zainteresovane strane da međusobno deluju i zajedno ko-kreiraju vrednost platforme. Predstavljamo pristup temeljen na velikim podacima i strategiju precizne medicine i fokusiramo se na individualne potrebe pacijenata kako bi se kroz digitalnu platformu pružile bolje personalizovane zdravstvene usluge prevencije i lečenja. Digitalna platforma povezuje ljude, zdravstvene radnike i podatke kako bi se postigli bolji ishodi za sve, od pojedinačnih pacijenata do cele populacije i poboljšalo blagostanje u društvu. Predstavlja se iskustvo u zdravstvu koristeći studiju slučaja digitalne platforme Orion Health sa Novog Zelanda i njihovu uspešnu strategiju pozicioniranja na tržištu Severne Amerike. Studija je relevantna za Srbiju i zdravstvene stručnjake kao i osnivače startupova koji planiraju da pokrenu svoj posao sa platformama za zdravstvenu zaštitu na tržištu SAD ili globalno van Evrope.*

Ključne reči: *ko-kreiranje vrednosti, digitalna platforma, zainteresovane strane, zdravstvene usluge*

1. INTRODUCTION

To enhance service quality and personalisation it is now crucial to understand digital platform co-creation interactions between various actors in healthcare, including patients and healthcare providers. Digitalisation enables patients to become active participants in the platform co-creation process and allows both individuals and healthcare stakeholders to benefit from a more patient-centric approach and an improved patient journey and healthcare experience (Hendricks et al., 2025).

Many authors describe the role of patient co-creation and focus on outcomes in healthcare: better quality, lower costs, and higher customer satisfaction (Fusco et al., 2023; Danaher et al., 2023). This affects all healthcare stakeholders and providers, enabling them to gain market advantage and achieve higher revenue growth and market share (Ramaswamy & Ozcan, 2019). According to Pojiltov and Mainela (2025), bringing an innovation approach to a Nordic healthcare innovation network depends on actor roles and conditions developing within and outside the network, as well as understanding organisational and social value as a sustainable approach.

However, there is an opportunity to better understand precision medicine strategies, where each patient is unique, by using machine learning algorithms. Orion Health serves as a successful case study example. Orion Health, a New Zealand-based global platform company, primarily targets two segments of the US health market: the provider segment (including private and public hospitals) and the payer segment (health insurers and governmental health providers), offering solutions from integration through to population health management and precision medicine. The company has more than 450 customers in 25 countries and over 600 employees globally (McQueen et al., 2016).

From a methodological perspective, we used the case study method, collecting secondary data from various sources, including public reports and case documents, by selecting the specific case study Orion Health platform from 2016 to 2025. This data helped us address the research question: How can patients become active partners in the co-creation of their own personalised healthcare services and achieve better health outcomes?

The paper builds on Konopik's (2023) idea regarding mechanisms of value creation in digital platforms and healthcare systems. As emphasised in the paper, digital platforms (and ecosystems) are viewed as an opportunity to enhance collaboration and cooperation among different stakeholders, particularly with a focus on healthcare systems (Nielsen and Sahay, 2022). Our case study fits within Konopik's (2023) classification of the strategic use of knowledge and data by providers, where it is highlighted that healthcare providers have already recognised that digital platforms can positively impact their business. By answering the research question posed, we extend

this framework by including patients as active partners in the co-creation of healthcare services.

2. HEALTH MARKET SEGMENTS

According to Markets&Markets (2025) the growth of the North American healthcare IT market is driven by increasing cost pressures, an ageing population, and a rise in chronic diseases. As a result, healthcare analytics and precision medicine models are being intergrated into all aspects of the industry to improve patient care and enhance industry operations (Harrill & Merlon, 2021).

Harrill and Melon (2021) described the shifts in the North American healthcare market, which is rapidly evolving from a „volume based” system to “value-based” care. Previously, the traditional fee-for-service (FFS) model rewarded physicians based on the number of procedures and visits, often resulting in unnecessary treatments without improving patient health outcomes. In contrast, a value-based care model rewards physicians for maintaining patient health, not merely for treating illnesses. This approach prioritises prevention, early intervention, and holistic patient management to reduce hospitalisations, emergency visits, and complications from chronic diseases (Lanzo, 2024). This transformation affects all healthcare stakeholders and presents opportunities for providers to establish competitive advantages and develop new revenue streams. Sharing information and delivering more efficient, community-based, patient-centric care is at the hearth of US healthcare reform. Legislative initiatives such as the Affordable Care Act are contributing to this transformation. However, there are significant challenges for payers, including growing margin pressures, increased competition, and the convergence of providers into the health insurance sector (Ellis et al., 2025).

Figure 2: Market segments in North America Health Care Industry



Source: McQueen et al. (2016)

Figure 1 presents the various stakeholders and the two main market segments: payers and providers in the North American health care industry. The US healthcare payer services market is segmented into private insurance companies and government-funded programmes. A health “providers” is a licensed individual or organisation that delivers health care services. Examples of health care providers include doctors,

psychologists, physical therapists, and health care facilities such as hospitals, urgent care clinics, or pharmacies (McQueen et al., 2016).

The main difference is that the USA health system relies predominantly on private funding, with and government programmes for specific populations (e.g. veterans, low-income groups), while most European countries, including Serbia, focus more on public funding and equal access for all citizens. An ageing population and technological advances contribute to growth in the European healthcare market. However, in Serbia, healthcare growth is driven by a combination of strong private spending, public infrastructure, and treatment outcomes. Orion Health is an excellent example of providing healthcare services to both public and private sectors.

3. DIGITAL HEALTHCARE PLATFORM

The digital platform market in the USA can be attributed to increasing awareness of digital health, government and financial initiatives, and a shift towards value-based healthcare systems. The rising use of big data, cloud-based solutions, and advanced technologies such as AI and IoT is creating new opportunities for all participants in the healthcare industry.

A digital health platform is a technology solution that helps manage healthcare services and processes, improving patient care and engagement. By adopting these platforms, healthcare organisations can enhance the patient experience and the quality of care (Fürstenau et al., 2019). A modern digital health platform enables health organisations to efficiently manage healthcare policies, offering 24/7 access to virtual consultations and medical services. Digital platforms are leading the shift in healthcare from a traditional, provider-centric model to a more patient-empowered one, driven by digital and decentralised technologies. Key points include:

- **Increased Engagement:** Patients now interact more frequently with healthcare providers, supported by third-party platforms and services.
- **Mediated Services:** These include information platforms, blockchain-based personal health records, and remote, on-demand healthcare, enhancing accessibility and convenience.
- **Patient Empowerment:** Patients can inform themselves, select providers, and control their personal data securely, making them active participants or prosumers in their healthcare.
- **Value Co-Creation:** Platforms such as doctor recommender systems allow patients to rate and review doctors, adding value for future users. Blockchain records enable patients to manage access to their health data, fostering more personalised and effective diagnostics and treatments.
- **Collaborative Data Use:** Patients contribute to improved datasets and algorithms by sharing data securely, benefiting the entire healthcare ecosystem.

These developments are transforming healthcare into a more participatory, transparent, and data-driven sector. The goal is to provide efficient healthcare services via digital platforms (Hermes et al., 2020).

4. BIG DATA AND PRECISION MEDICINE STRATEGY

Digital transformation tools are becoming part of health professionals' daily lives including automated processes, telemedicine, and exchange platforms, enabling health providers to share tasks with a larger workforce. This also increases the training needs for healthcare staff to develop interoperability standards between electronic health care systems, which places a significant burden on physicians and their staff and contributes to inefficiency in delivering excellent healthcare service experiences.

Three main challenges have been identified in supporting the patient's healthcare journey using the Orion Health software solution. The challenges of interoperability and seamless data sharing include data fragmentation, a significant lack of resources, and higher consumer expectations (Lanzo, 2024).

Modern technology is rapidly changing the healthcare landscape and the participation of internal and external stakeholders. It is crucial to understand the determinants of the individual patients and the impact that data have on their health. Figure 2 shows that 80-90% of health determinants are not related to health care.

Figure 3: Determinants of health: most data exist outside medical systems



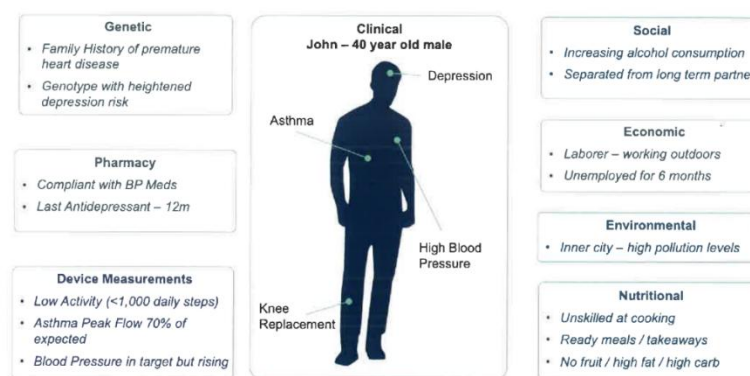
Source: McQueen et al. (2016)

Big data is characterised by a high volume and high variety of information that must be stored and processed. A patient will have health data generated from various input streams such as general practitioners. Clinical specialists and laboratory researchers obtain results within the health system, alongside genomic information, and data from external sources such as smart watches. This highlights the importance of

interoperability to enable the effective exchange of health information across technological solutions.

Precision medicine is an emerging model of healthcare that combines all information unique to an individual and identifies disease diagnosis, treatment, and prevention that consider individual variability in genes, physiology, anatomy, environment, and lifestyle factors. The precision medicine strategy is a combination of medical and IT innovations, focusing on a “who” approach that considers patient engagement and patient analytics, healthcare management and personal health smart devices.

Figure 4: Determinants for health: Individual patient view



Source: McQueen et al. (2016)

According to Figure 3, the example of patient John, who is 40 years old and has health challenges including asthma, depression, high blood pressure, and requires a knee replacement, illustrates this approach. This approach provides a strategic marketing roadmap for tracking patient journeys to achieve better health outcomes by reducing healthcare costs, delivering population health management, and enabling a future-proof precision medicine strategy.

5. THE ORION HEALTH MODEL FOR INTEGRATED CARE

Orion Health offers integrated care by providing an end-to-end solution with seamless data integration and visualization, built on a massively scalable open platform, the Orion Health Amadeus platform. Clinicians need only log in once to access the longitudinal patient record, perform analytics queries over large data sets, and turn insights into clinical workflow, from individual care plans to customised care pathways. This model supports proactive management of the social determinants of health alongside immediate health needs. It also enables prioritisation of resources across care settings and, most importantly, prioritization of patient needs and value-based health care. Using this integrated Orion Health model, individuals, partners and communities experience

better care, and improved support, with reduced inequality and achieving better outcomes (Stout, 2019).

Additionally, the joint use of the Orion Health Amadeus platform offers multifaceted benefits. It becomes easier to track patients and support the overall well-being of both patients and organisations involved in the platform. The platform consolidates various types of information in one place, enabling faster and more accurate decision-making regarding the need for intervention, while also focusing on holistic patient well-being. Through joint value co-creation of value, Orion Health Amadeus platform and healthcare service providers deliver the individual support and approach that is sought after in today's dynamic environment. Furthermore, healthcare systems benefit from insights into the patient journey and can optimise both human and financial resources, thereby providing comprehensive care for patients.

6. CONCLUSION

Healthcare systems, by digitalising their operations and focusing on digital healthcare platforms, can achieve several benefits. Enhancing service quality and personalising services through value co-creation among all stakeholders enables healthcare systems to offer services tailored to patients' needs, optimise service provision, and more accurately allocate services, personnel, and finances, while maintaining a focus on patient well-being. The Orion Health Amadeus platform exemplifies a holistic approach that prioritises patient needs and helps optimise the healthcare system.

This study has limitations as it focuses on a single case study. Further research is needed to compare additional cases to identify best practices for digital health platform precision medicine strategies. The study offers academic implications for the digital platform literature in the healthcare sector, particularly regarding how digital platforms such as Orion Health are changing the nature of value co-creation in healthcare. For practitioners, the Orion Health platform helps reduce costs and improve the quality of healthcare services. Digital healthcare platforms like Orion Health have significant policy implications for leaders responsible for advancing Serbia's digital health strategy. Policymakers should promote better use of health data to address population health needs, reduce inefficiencies in healthcare, ensure data security, and encourage health technology innovation.

Acknowledgement:

This paper has been supported by the University of Rijeka under project number uniri-iskusni-drustv-23-251.

REFERENCES

- [1] Danaher, T. S., Danaher, P. J., Sweeney, J. C., & McColl-Kennedy, J. R. (2023). Dynamic Customer Value Cocreation in Healthcare. *Journal of Service Research*, 27(2), 177-193. <https://doi.org/10.1177/10946705231161758>

- [2] Ellis, R. P., Hoagland, A., & Acquatella, A. (2025). Managed competition in the United States: How well is it promoting equity and efficiency?. *Health Economics, Policy and Law*, 20(2), 160–174. <https://doi.org/10.1017/S174413312300035X>
- [3] Fürstenau, D., Auschra, C., Klein, S., & Gersch, M. (2019). A process perspective on platform design and management: evidence from a digital platform in health care. *Electron Markets*, 29(4), 581–596. <https://doi.org/10.1007/s12525-018-0323-4>
- [4] Fusco, F., Marsilio, M., & Guglielmetti, C. (2023). Co-creation in healthcare: framing the outcomes and their determinants. *Journal of Service Management*, 34 (6): 1–26. <https://doi.org/10.1108/JOSM-06-2021-0212>
- [5] Harrill, W. C., & Melon, D. E. (2021). A field guide to U.S. healthcare reform: The evolution to value-based healthcare. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 6(3), 590–599. <https://doi.org/10.1002/liv.2.575>
- [6] Hendricks, L., Matthyssens, P., & Kowalkowski, C. (2025). The co-evolution of actor engagement and value co-creation on digital platforms, *International Journal of Production Economics*, 279, 109467. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109467>
- [7] Hermes, S., Riasanow, T., Clemons, E.K., Böhm, M., & Krcmar, H. (2020). The digital transformation of the healthcare industry: exploring the rise of emerging platform ecosystems and their influence on the role of patients. *Business Research*, 13(3), 1033–1069. <https://doi.org/10.1007/s40685-020-00125-x>
- [8] Konopik, J., 2023. The impact of digital platforms and ecosystems in healthcare on value creation—a integrative review and research agenda. *IEEE access*, 11, pp.135811-135819. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3336983>.
- [9] Lanzo, F. (2024). *The Interoperability Hype – can we trust it?* [White paper]. Orion Health. <https://orionhealth.com/wp-content/uploads/Orion-Health-White-Paper-The-Interoperability-hype-Can-we-trust-it.pdf>
- [10] MarketsandMarkets. (2025). *North American Healthcare IT Market: Growth, Size, Share, and Trends*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/north-america-healthcare-it-market-1190.html>
- [11] McQueen, M., Hariharan, D., & Sunny, G. (2016). Case Study, Orion Health. The University of Auckland Business School. <https://www.champions-trophy.co.nz/wp-content/uploads/2024/04/CT-2016-Orion-Health.pdf>
- [12] Nielsen, P. and Sahay, S., 2022. A critical review of the role of technology and context in digital health research. *Digital health*, 8, p.20552076221109554. <https://doi.org/10.1177/20552076221109554>.
- [13] Pojiltov, A., & Mainela, T. (2025). Goals and objects in value co-creation within healthcare innovation networks. *Journal of Business & Industrial Marketing* 18, 40 (6), 1389–1401. <https://doi.org/10.1108/JBIM-04-2024-0296>
- [14] Ramaswamy, V., & Ozcan, K. (2018). What is co-creation? An interactional creation framework and its implications for value creation. *Journal of Business Research*, 84, 196-205. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.11.027>
- [15] Stout, P. (2019). *The Journey to Integrated Care*, [White Paper]. Orion Health. https://orionhealth.com/wp-content/uploads/Navigating-the-Journey-to-Integrated-Care-A4-082019_Web-Final.pdf

IMPLEMENTACIJA CHATBOTA U MARKETING KOMUNIKACIJI

IMPLEMENTATION OF CHATBOTS IN MARKETING
COMMUNICATIONVanja Urošev¹, Iva Šidjanin², Jelena Spajić³, Danijela Lalić⁴^{1,2,3,4} Fakultet tehničkih nauka,¹urosev.di5.2023@uns.ac.rs, ORCID: 0009-0003-0288-8349²iva.sidjanin@uns.ac.rs, ORCID: 0000-0002-4223-5452³stankovici@uns.ac.rs, ORCID: 0000-0003-2890-969X⁴danijelalalic@uns.ac.rs, ORCID: 0000-0002-1277-5116

Apstrakt: Savremeni procesi digitalne transformacije intenzivno utiču na sve aspekte industrije, menjajući pristupe njihovog dosadašnjeg poslovanja. U oblasti marketinga veštačka inteligencija postaje ključni pokretač inovacija u načinu komunikacije sa korisnicima. Suočavajući se sa promenama u domenu digitalizacije, brojne kompanije su implementirale chatbotove kako bi unapredile brzinu, efikasnost i kvalitet interakcije sa svojim korisnicima. U okviru rada analizirana je primena chatbotova kroz primere globalnih brendova kao što su Sephora i H&M, ali i uloga chatbotova u komunikacionim uslugama avio kompanije KLM i Domino's Pizza. Očekuje se da će u godinama koje su pred nama, dalja integracija veštačke inteligencije u komunikacione platforme dodatno unaprediti korisničko iskustvo i ostvariti dugoročnu lojalnost korisnika prema omiljenom brendu ili kompaniji.

Ključne reči: veštačka inteligencija, chatbot, marketing, komunikacija

Abstract: Modern processes of digital transformation intensively affect all aspects of the industry, changing the approaches of their previous operations. In the field of marketing, artificial intelligence is becoming a key driver of innovation in the way of communicating with users. Facing changes in the field of digitization, many companies have implemented chatbots to improve the speed, efficiency and quality of interaction with their users. This paper analyzed the application of chatbots through the examples of global brands such as Sephora and H&M, as well as the role of chatbots in the communication services of the airline company KLM and Domino's Pizza. It is expected that in the years ahead, the further integration of artificial intelligence into communication platforms will further improve the user experience and achieve long-term user loyalty towards a favorite brand or company.

Keywords: artificial intelligence, chatbot, marketing, communication

1. UVOD

Uvođenjem veštačke inteligencije u oblast marketinga značajno se menja način komunikacije između kompanija i korisnika. Primena naprednih algoritama, tehnike mašinskog učenja i implementacija chatbova, omogućava bolje razumevanje potreba i ponašanja ciljnih grupa. Danas je proces komunikacije prilagođeniji pojedincima, što doprinosi većem angažovanju korisnika i jačanju njihovog odnosa sa brendom. U skladu s tim, korišćenjem chatbova u komunikacijskim procesima, ne samo da se optimizuje protok informacija, već se uspostavljaju i novi oblici interaktivne i efikasne komunikacije između kompanija i njihovih korisnika.

Chatbotovi se mogu definisati kao softverski alati koji omogućavaju komunikaciju sa korisnicima u okviru određene teme ili oblasti, pri čemu komunikacija teče prirodnim tokom, korišćenjem teksta ili govora (Smutny i Schreiberova, 2020). Poseban značaj chatbotovi su dobili tokom pandemije COVID-19, kada su kompanije, usled nedostatka ličnog kontakta, bile primorane da ubrzano implementiraju digitalna rešenja (Cheng i Jiang, 2022). Chatbotovi omogućavaju korisničku podršku i interakciju 24/7, što predstavlja sve bitniji faktor u današnjem ubrzanom digitalnom okruženju (Kushwaha i Kar, 2024).

U radu se analizira primena chatbotova u marketinškoj komunikaciji kroz studije slučaja globalnih brendova *Sephora* i *H&M*, kao i uloga chatbotova u komunikacionim uslugama avio kompanije *KLM* i *Domino's Pizza*. Korišćena je komparativna analiza studija slučaja pomenutih primera, sa ciljem prikazivanja načina na koji chatbotovi unapređuju interakciju sa korisnicima i doprinose izgradnji dugoročne lojalnosti prema brendu i kompanijama.

U prošloj godini, globalno tržište chatbotova procenjeno je na 7,76 milijardi dolara prema istraživanju Grand View Research-a. Takođe, predviđa se da će do 2030. godine dostići 27,29 milijardi dolara, uz prosečnu godišnju stopu rasta od 23,3% u periodu od 2025. do 2030. godine. Zahvaljujući napretku u oblasti veštačke inteligencije i mašinskog učenja, industrija chatbotova beleži ovaj neverovatan rast (Grand View Research, 2025). Primena veštačke inteligencije u komunikaciji menja način na koji kompanije danas pristupaju marketingu. Implementacijom chatbotova moguće je obezbediti optimalno komunikaciono rešenje za korisnike koji očekuju brzo i personalizovano rešavanje svojih upita.

2. MARKETING KOMUNIKACIJA

Različite industrije pretrpele su velike promene prilikom razvoja veštačke inteligencije, posebno u načinu komunikacije između kompanija i njihovih korisnika (Gkikas i Theodoridis, 2022). Uvođenjem personalizovanih interakcija u programe lojalnosti, kao i usmeravanjem pažnje na pojedinačne kupce kroz fleksibilniji i manje standardizovan

pristup, kompanije mogu značajno da unaprede iskustvo svojih korisnika i povećaju nivo njihovog zadovoljstva.

U pogledu inovacija, chatbotovi se smatraju najistaknutijim alatom veštačke inteligencije u oblasti komunikacije. Kompanije koje primenjuju chatbotove u komunikaciji poboljšavaju i pojednostavljaju interakciju sa svojim korisnicima. Pored toga, još jedna prednost korišćenja chatbotova je unapređena korisnička podrška (Babatunde i drugi, 2024).

3. KONVERZACIJSKI MARKETING

Prema Cancel i Gerhard (2019) konverzacijski marketing predstavlja pristup u kom se potencijalni korisnici identifikuju kroz razgovor u realnom vremenu. U skladu s tim, dijalog koji se vodi daje kompanijama mogućnost da ostvare direktnu interakciju sa posetiocima njihovih sajtova. Zadatak chatbotova je da šalju ciljana obaveštenja u realnom vremenu, podstičući potencijalne korisnike da stupe u komunikaciju sa kompanijom. Nguyen i saradnici (2022) smatraju da je danas najnapredniji tip chatbota onaj koji se zasniva na principima veštačke inteligencije i mašinskog učenja, jer time unapređuje svoju funkcionalnost kroz komunikaciju sa korisnicima. U okviru toga, chatbotovi se kroz svaki razgovor sa korisnicima, i kontekst u kojima se ta komunikacija odvija, vremenom unapređuje. Upravo to doprinosi povećanju stepena personalizacije odgovora u dijalogu sa korisnicima.

4. CHATBOTOVI

Lee i saradnici (2020) definišu chatbotove kao kompjuterski program kreiran da oponaša razgovor sa ljudima, ali u onlajn okruženju. Kompanije koje implementiraju chatbotove radi poboljšane komunikacije, imaju mnogo veće šanse da na direktniji i efikasniji način ostvare konverzaciju sa svojim korisnicima. U pogledu marketinga, chatbotovi doprinose efikasnijem korišćenju dostupnih podataka, jer osim što odgovaraju na veliki broj različitih pitanja, mogu da promovišu proizvode, usluge ili događaje. Kako bi kompanija što uspešnije poslovala, bitno je da što pre privuče potencijalne kupce, isplanira konverzaciju sa njima, te prikupi vredne informacije (Baris, 2020). Shodno tome, Wagobera i drugi (2024) smatraju da su chatbotovi kreirani da simuliraju ljudsku konverzaciju, pri čemu obezbeđuju trenutne odgovore na korisničke upite i omogućavaju da se komunikacija odvija neometano. Prema Wahbi i saradnicima (2023) sposobnost chatbotova da pruže dostupnost 24/7, brze odgovore i personalizovane interakcije značajno unapređuje zadovoljstvo korisnika u kontekstu komunikacije. Kako se digitalno tržište i dalje razvija, korišćenjem potencijala chatbotova biće od suštinskog značaja za kompanije koje teže unapređenju korisničkog iskustva, komunikacije i postizanju održive konkurentske prednosti (Alsadoun i Alnasser, 2025).

5. STUDIJE SLUČAJA USPEŠNE IMPLEMENTACIJE CHATBOTOVA

Ashfaq (2020) smatra da su chatbotovi konverzacijski softveri koji simuliraju razgovor sa korisnicima. Chatbotovi mogu pružiti odgovor u realnom vremenu na svako pitanje korisnika, koje se najčešće tiče informacije o određenom proizvodu ili usluzi, ceni, kontaktu, procesu reklamacije ili povraćaju novca. Smatra se da je ovaj način vođenja komunikacije sa korisnicima doveo to rezultata da 80% kompanija koristi ili će u budućnosti početi sa upotrebom chatbotova (Ashfaq, 2020). Sve to u cilju neprekidne komunikacije čime se postiže efikasno rešavanje korisničkih upita i problema na koje nailaze (Ashfaq, 2020). Komparativna analiza studija slučaja izvedena je kroz pregled primene chatbotova kod četiri globalna brenda: Sephora, H&M, KLM i Domino's Pizza. Fokus su tri ključna kriterijuma: funkcionalnost chatbotova, nivo personalizacije i uticaj na korisničko iskustvo.

5.1. Sephora

U njihovim maloprodajnim objektima kupci mogu da isprobavaju i kupe različite proizvode birajući među mnogobrojnim brendovima iz kozmetičke industrije. Kompanija se prilagodila eri veštačke inteligencije i unapredila komunikaciju sa svojim korisnicima, kao i prodaju (Taddimari i drugi, 2024).

Sephora svojim korisnicima pruža različite usluge putem chatbotova, posebno kroz aplikaciju Kik Messenger. Putem ove aplikacije korisnici su popunjavali niz pitanja komunicirajući sa chatbotom, dajući lične podatke na osnovu kojih predlaže personalizovane proizvode. Pored pregleda, ovaj chatbot je nudio personalizovane savete o nezi lepote, preporuke proizvoda, ali i recenzije. Poput stvarnog prodavca, Sephorin bot je postavljao pitanja korisnicima kako bi im preporučio idealan proizvod. Takođe, kupovina proizvoda mogla je da se obavi bez napuštanja platforme zahvaljujući integraciji Sephore sa Kik Messenger-om. Pored toga, Sephora je pokušala da unapredi onlajn komunikaciju sa korisnicima implementacijom veštačke inteligencije. Prema tome, na Facebook platformi je ravijen chatbot pod nazivom Sephora Virtual Artist, omogućavajući korisnicima da virtuelno isprobaju različite nijanse ruževa koristeći sopstvene fotografije (Bom Lee, 2020). Takođe, u cilju lakše i brže komunikacije sa korisnicima Sephora od 2016. godine implementirala i Sephora Reservation Assistant, koji je integrisan u Facebook Messenger platformu. Kupcima je omogućena jednostavna rezervacija termina za šminkanje u Sephora prodavnicama. Prema autoru Parsani (2024) za nešto manje od dve godine, ovakav način komunikacije dosegao je do 11% povećanog zakazivanja. Jednostavnije zakazivanje izazvalo je veće zadovoljstvo kod kupaca i na kraju je povećana i prodaja njihovih proizvoda.

5.2. H&M

Švedska kompanija odeće H&M kako bi ostvarila neprekidnu komunikaciju sa svojim korisnicima i pružila dodatnu pomoć prilikom njihovih upita, uložila je chatbotove (Walk-Morris, 2020). Kao globalni brend odeće nastoje da prikupe što veći broj podataka korisnika kako bi ostvarili personalizovanu uslugu (Chung i drugi, 2020; Haleem i drugi, 2022). Prikupljeni podaci odnose se na modne događaje, dešavanja na društvenim mrežama, ali i povratne informacije njihovih kupaca. Sve to, u cilju otkrivanja najnovijih trendova i ostvarivanja interakcije sa kupcima (Frattali i Hwang, 2021; H&M Group, 2024).

H&M se, kao i drugi modni lideri, oslanja na chatbotove kako bi automatizovao interakcije i obezbedio podršku u realnom vremenu. Kao primer tome, interaktivni H&M chatbot na Kik aplikaciji ima mogućnost da kreira stilski profil na osnovu preferencija kupca i na osnovu toga preporučuje odgovarajuće proizvode (Kang i Choi, 2023). Chatbotovi na platformama poput Kik-a omogućavaju korisnicima da pretražuju odeću po kategoriji, boji i dizajnu, pri čemu tehnološka spremnost kupca pozitivno utiče na njihovu percepciju lakoće korišćenja (Myin i Watchravesringkan, 2020). Pored chatbotova, H&M koristi veštačku inteligenciju i u fizičkim radnjama, olakšavajući komunikaciju među zaposlenima i kupcima. Shodno tome, saradnja sa kompanijom Ombori dovela je do postavljanja pametnih ogledala koja prikazuju stanje zaliha, omogućavajući komunikaciju sa osobljem i pružaju informacije o željenim proizvodima (Grewal i drugi, 2023). H&M koristi veštačku inteligenciju i chatbotove kako bi unapredio komunikaciju sa potrošačima kroz personalizovane poruke, podršku u realnom vremenu i interaktivne alate.

5.3. KLM

KLM (*Royal Dutch Airlines*) je počeo da istražuje načine pružanja konverzijskog iskustva korisnicima još 2016. godine. Tokom 2017. godine prvi projekat je bila aplikacija za rezervacije na Facebook Messenger-u koju je KLM nazvao "BlueBot", skraćeno BB. Krajem te godine, lansiran je i servis za pakovanje putem Google Asstanta-a, gde je BB postavljao pitanja o putovanju, dužini istog, saveta, kao i informacija o vremenskoj prognozi koja očekuje putnika kada sleti na destinaciju (Dialogflow, 2017).

Za kompaniju kao što je KLM, chatbotovi umnogome olakšavaju komunikaciju korisnicima koji postavljaju veliki broj upita. Upravo chatbotovi zasnovani na veštačkoj inteligenciji mogu da upravljaju velikim brojem dolaznih upita od strane korisnika kada su u pitanju krizne situacije, a za koje odgovori već postoje, kao što su smernice, mere bezbednosti, akutne informacije i politika refundacije (Kedi i saradnici, 2024). Međutim, ukoliko korisnik zahteva interakciju sa čovekom, KLM preusmerava komunikaciju sa BlueBot-a, na njihove agente (Bhuiyan, 2024).

5.4. Domino's Pizza

Domino's Pizza koristi svestrani chatbot pod nazivom Domino's AnyWare, sa ciljem efikasnijeg procesa naručivanja i brže komunikacije sa svojim korisnicima. Putem Facebook Messenger-a, Google Assistant-a, Amazon Alexa ili Slack-a može se pristupiti ovom chatbotu, omogućavajući korisnicima da poručuju preko različitih platformi ili glasovnog asistenta. Kako bi razumeo zahteve korisnika, obrađivao porudžbine i pružao trenutna obaveštenja o statusu porudžbine, kao i procenjenom vremenu isporuke (Mu i Zhang, 2021). Ovim načinom komunikacije sa svojim korisnicima, Domino's AnyWare je pojednostavio proces naručivanja, smanjio potencijalne greške, ali i pobošljao ukupno zadovoljstvo svojih kupaca (Mu i Zhang, 2021).

6. ZAKLJUČAK

Napredak tehnologije je poslednjih decenija uticao na različite industrije. Uvođenjem veštačke inteligencije u vidu chatbotova i virtuelnih asistenata, postalo je jasno da je to savremeni pravac na koje kompanije komuniciraju sa svojim korisnicima. Posebno je interesatno što su kompanije koje su analizirane u ovom radu, Sephora (Taddimari i drugi, 2024; Bom Lee, 2020; Parsani, 2024), H&M (Walk-Morris, 2020; Chung i drugi, 2020; Haleem i drugi, 2022; Frattali i Hwang, 2021; H&M Group, 2024; Kang i Choi, 2023; Myin i Watchravesringkan, 2020; Grewal i drugi, 2023), KLM (Kedi i saradnici, 2024; Bhuiyan, 2024) i Domino's Pizza (Mu i Zhang, 2021), uspele da koriste ove AI alate za rešavanje čestih korisničkih upita. Iako chatbotovi pružaju brojne prednosti u komunikaciji i personalizaciji korisničkog iskustva, postoje i određena ograničenja. Autimizovana komunikacija može dovesti do grešaka u razumevanju zahteva korisnika, nezadovoljstvo zbog nedostatka ljudskog kontakta, ali i potencijalnih problema za zaštitom privatnosti i etikom prikupljanja podataka (Kushwaha i Kar, 2024; Alsadoun i Alnasser, 2025). Budućnost komunikacije sa korisnicima jasno pokazuje rastući trend integracije AI tehnologije. Očekuje se da će dalji razvoj u veštačkoj inteligenciji i mašinskom učenju omogućiti još naprednije chatbotove koji će korisnicima pružiti brže, personalizovanije i konkretnije odgovore korisnicima (Kushwaha i Kar, 2024; Alsadoun i Alnasser, 2025). Budućnost implementacije chatbotova u marketingu očekuje se kroz dalju integraciju sa digitalnim kanalima poput glasovnih asistenata, društvenih mreža i aplikacija za e-trgovinu. Time se omogućava neprekidno praćenje interakcije sa korisnicima (Kushwaha i Kar, 2024; Alsadoun i Alnasser, 2025). Budućnost komunikacije sa korisnicima jasno pokazuje rastući trend integracije AI tehnologije. Kompanije mogu da unaprede nivo personalizacije, povećaju angažovanje korisnika i ostvare dugoročnu lojalnost prema brendu (Cheng i Jiang, 2022; Babatunde i drugi, 2024).

ZAHVALNOST

Rezultati prezentovani u ovom radu predstavljaju deo istraživanja u okviru projekta "Unapređenje kvaliteta nastave na studijskim programima Departmana kroz

implementaciju rezultata naučno-istraživačkog rada u oblasti Industrijskog inženjerstva i menadžmenta”, Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Republika Srbija.

LITERATURA

- [1] Alsadoun, A. A., & Alnasser, A. N. (2025). Role of artificial intelligence chatbot marketing in enhancing customer satisfaction and loyalty in digital shopping experiences. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 8(1), 1902–1909. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v8i1.4826>
- [2] Bariş, A. (2020). A new business marketing tool: chatbot. *GSI Journals Serie B: Advancements in Business and Economics*, 3(1), 31–46.
- [3] Babatunde, S. O., Odejide, O. A., Edunjobi, T. E., & Ogundipe, D. O. (2024). The role of AI in marketing personalization: A theoretical exploration of consumer engagement strategies. *International Journal of Management and Economic Research*, 6(3), 936–949. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i3.964>
- [4] Bhuiyan, M. S. (2024). The role of AI-enhanced personalization in customer experiences. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 6(1), 162–169. <https://doi.org/10.32996/jcsts.2024.6.1.17>
- [5] Bom Lee, S. (2020). Chatbots and communication: The growing role of artificial intelligence in addressing and shaping customer needs. *Business Communication Research and Practice*, 3(2), 103–111. <https://doi.org/10.22682/bcrp.2020.3.2.103>
- [6] Cheng, Y., & Jiang, H. (2022). Customer–brand relationship in the era of artificial intelligence: Understanding the role of chatbot marketing efforts. *Journal of Product & Brand Management*, 31(2), 252–264. <https://doi.org/10.1108/JPBM-05-2020-2907>
- [7] Chung, M., Ko, E., Joung, H., & Kim, S. J. (2020). Chatbot e-service and customer satisfaction regarding luxury brands. *Journal of Business Research*, 117, 587–595. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.004>
- [8] Frattali, A., & Hwang, C. (2021). Interactive technologies in the fashion industry: Applications of AI, AR, and VR. *Journal of Retail Innovation*, 7(2), 45–62. <https://doi.org/10.31274/itaa.11815>
- [9] Gkikas, D. C., & Theodoridis, P. K. (2022). AI in consumer behavior. In *Advances in artificial intelligence-based technologies: Selected papers in honour of Professor Nikolaos G. Bourbakis* (Vol. 1, pp. 147–176). https://doi.org/10.1007/978-3-030-80571-5_10
- [10] Grewal, D., Benoit, S., Noble, S., Guha, A., Ahlbom, C.-P., & Nordfält, J. (2023). Leveraging instore technology and AI: Increasing customer and employee efficiency and enhancing their experiences. *Journal of Retailing*, 99(4), 487–504. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2023.10.002>
- [11] Grand View Research. (2024). Chatbot market size, share & trends analysis report by offering (solution, services), by type, by medium, by business function, by application, by vertical, by region, and segment forecast, 2025–2030. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/chatbot-market>
- [12] Haleem, A., Javid, M., Qadri, M. A., Singh, R. P., & Suman, R. (2022). Artificial intelligence (AI) applications for marketing: A literature-based study. *International Journal of Intelligent Networks*, 3, 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2022.08.005>

- [13] H&M Group. (2024, March 27). H&M Group annual and sustainability report 2024. <https://hmgroupp.com/investors/annual-and-sustainability-report/>
- [14] Ju-Young M. Kang, & Choi, D. (2023). Artificial intelligence-powered digital solutions in the fashion industry: A mixed-methods study on AI-based customer services. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 16(3), 271–286. <https://doi.org/10.1080/17543266.2023.2261019>
- [15] Dialogflow KLM. (2017). Dialogflow case study: KLM. Google Cloud. <https://cloud.google.com/static/dialogflow/docs/case-studies/klm/KLM.pdf> pristupljeno dana 12.09.2025.
- [16] Kushwaha, A. K., & Kar, A. K. (2024). MarkBot—a language model-driven chatbot for interactive marketing in post-modern world. *Information Systems Frontiers*, 26(3), 857–874. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10184-y>
- [17] Lee, J. H., Yang, H., Shin, D., & Kim, H. (2020). Chatbots. *ELT Journal*, 74(3), 338–344. <https://doi.org/10.1093/elt/ccaa035>
- [18] Mu, J., & Zhang, J. Z. (2021). Seller marketing capability, brand reputation, and consumer journeys on e-commerce platforms. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49. <https://doi.org/10.1007/s11747-021-00773-3>
- [19] Myin, M. T., & Watchravesringkan, K. (2020). Examining the drivers and barriers of intention to use AI chatbot to purchase apparel online. *Proceedings of the International Textile and Apparel Association Annual Conference*, 77. <https://doi.org/10.31274/itaa.12063>
- [20] Nguyen, Q. N., Sidorova, A., & Torres, R. (2022). User interactions with chatbot interfaces vs. menu-based interfaces: An empirical study. *Computers in Human Behavior*, 128, 107093. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107093>
- [21] Parsani, P. (2024). Beauty and the bot: How Sephora reimagined customer experience with AI. <https://www.cut-the-saas.com/ai/beauty-and-the-bot-how-sephora-reimagined-customer-experience-with-ai>
- [22] Smutny, P., & Schreiberova, P. (2020). Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. *Computers & Education*, 151, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103862>
- [23] Tadimarri, A., Jangoan, S., Sharma, K. K., & Gurusamy, A. (2024). AI-powered marketing: Transforming consumer engagement and brand growth. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 6(2). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i02.14595>
- [24] Walk-Morris, T. (2020, October 7). H&M integrates virtual assistant, live chat with Google services. <https://www.retaildive.com/news/hm-integrates-virtual-assistant-live-chat-with-google-services/586560/>
- [25] Wagobera, E. K., Chibundom, E., Idemudia, C., & Ijomah, T. I. (2024). AI chatbot integration in SME marketing platforms: Improving customer interaction and service efficiency. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 6(7), 2332–2341. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i7.1327>

**DOBRE PRAKSE U KOMUNIKACIJI I DISEMINACIJI ZNAČAJNIH
REZULTATA PROJEKATA FINANSIRANIH OD STRANE EU****GOOD PRACTICES IN THE COMMUNICATION AND
DISSEMINATION OF SIGNIFICANT RESULTS OF EU-FUNDED
PROJECTS**

Sandra Kolarić¹, Jelena Spajić², Mladen Radišić³, Danijela Lalić⁴, Maja Radišić⁵

^{1,2,3,4} Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad

¹kolaricsandra900@gmail.com, ORCID: 0009-0008-5602-4905

²stankovicj@uns.ac.rs, ORCID: 0000-0003-2890-969X

³mladenr@uns.ac.rs, ORCID: 0000-0002-6689-7717

⁴danijelalalic@uns.ac.rs, ORCID: 0000-0002-1277-5116

⁵ Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, maja.radisic@polj.edu.rs,
ORCID: 0009-0004-3001-7564

Apstrakt: Ovaj članak istražuje dobre prakse u diseminaciji i komunikaciji evropskih projekata. Cilj rada je da analizira kako tri inicijative iz programa Horizont Evropa - STELAR, Farmtopia i InPlasTwin - primenjuju ove prakse u realnom okruženju. Iako su komunikacija i diseminacija od ključnog značaja za pretvaranje istraživanja u konkretan uticaj, one su i dalje nedovoljno proučene i često se nedosledno sprovode u okviru EU projekata. Ovo istraživanje popunjava taj jaz identifikovanjem efektivnih, prenosivih strategija zasnovanih na dostavljenim izveštajima, veb-sajtovima i društvenim mrežama. STELAR predstavlja zaokružen primer, Farmtopia se ističe kroz Open Call aktivnosti, dok InPlasTwin naglasak stavlja na izgradnju kapaciteta. Nalazi pružaju praktične smernice za buduće projekte programa Horizont Evropa u unapređenju vidljivosti, angažovanja stejkholdera i razmene znanja.

Ključne reči: Diseminacija, komunikacija, evropski projekti, Horizont Evropa

Abstract: This article explores good practices in dissemination and communication of European projects. Its aim is to analyse how three Horizon Europe initiatives - STELAR, Farmtopia and InPlasTwin - apply these practices in real settings. Despite being vital for translating research into impact, communication and dissemination remain underexplored and often inconsistently applied across EU projects. This study addresses this gap by identifying effective, transferable strategies based on deliverables, websites and social media. STELAR offers a complete example, Farmtopia excels in Open Calls, and InPlasTwin in capacity-building. The findings provide practical guidance for future Horizon Europe projects to enhance visibility, stakeholder engagement and knowledge exchange.

Keywords: Dissemination, communication, European projects, Horizon Europe

1. INTRODUCTION

According to the European Commission, the European Union implements its strategic priorities and policies through a wide range of funding programmes established under the Multiannual Financial Framework 2021–2027 and NextGenerationEU. Some of these programmes include Horizon Europe, Erasmus+, Interreg and LIFE, designed to support research and innovation, cooperation, skills development, and environmental and climate action across the EU (European Commission, [5]).

Horizon Europe is the programme designed to confront climate change, advance the UN Sustainable Development Goals and at the same time reinforce the EU's economic and global standing. It amplifies the reach and policy relevance of research and innovation addressing major societal and environmental challenges (European Commission, [5]). The European Commission emphasises that public investment in research should convert ideas developed in laboratories into innovative products and services capable of reaching the market, generating economic growth, employment, and improved living standards across the EU and beyond (Campos, A., & Codina, L., 2021).

Researchers supported by the European Union generate numerous findings each year, but these only reach their full potential when shared with those best positioned to use them making results accessible and impactful beyond academia. Dissemination goes beyond publishing scientific papers; making results accessible so researchers, industry, policymakers, and others can apply them. This highlights societal relevance, encourages scientific uptake, and opens pathways for new products, services, and opportunities (European Commission, [4]).

Communication is a vital component of EU-funded projects, increasing visibility, ensuring transparency, raising public awareness of EU fund use, and facilitating engagement with partners and stakeholders (European Commission, 2021). Effective communication requires clear messages and appropriate channels for each audience, supporting project success during implementation and sustaining impact afterward. Close collaboration with stakeholders and end-users enhances knowledge exchange, fosters innovation, and improves the uptake of results by decision-makers, industry, and academia (Henriksson, Ruoslahti & Hyttinen, 2018).

This paper focuses on three Horizon Europe projects and analyses their best practices in communicating and disseminating key results, with the aim of identifying lessons that can be transferred to future initiatives.

2. SELECTION CRITERIA AND SOURCES OF DATA

Projects were selected to represent diverse yet comparable Horizon Europe initiatives, each providing distinct communication and dissemination experiences. *STELAR* represents a completed project with a full communication and dissemination cycle.

Farmtopia demonstrates how a Horizon Europe project integrates an Open Call and promotes it. *InPlasTwin* highlights scientific collaboration and capacity-building actions.

Information was collected from publicly available deliverables where possible, and supplemented with content from official project websites, news updates, social media posts, and the European Commission’s CORDIS portal.

3. ANALYTICAL FRAMEWORK

“Good practice” is defined as communication and dissemination actions that are clearly planned, well executed and demonstrate measurable engagement with target audiences. “Significant results” refers to outputs that have a tangible impact - for example, producing platforms or toolkits, increasing uptake of Open Calls, generating open-access publications or building lasting capacity among stakeholders. Table 1 provides an overview of the three selected projects, including their names, funding type/call, duration, and the main goal of each.

Table 1: Overview of Selected Projects

Project name	Funding type/ Call	Duration	Main goal
STELAR (Knowledge Lake Management System) (STELAR Website, 2022)	Horizon Europe – HORIZON-CL4-2021-DATA-01-03 (Innovation Action) No. 101070122	1 Sept 2022 – 31 Aug 2025 (36 months)	Design, develop and evaluate a Knowledge Lake Management System (KLMS) – a platform and set of tools enabling simple and intelligent data discovery, AI-ready data, and semantic interoperability for smart agriculture & food safety.
Farmtopia (Democratizing Digital Farming) (Farmtopia deliverable, 2023)	Horizon Europe – HORIZON-CL6-2022-FARM2FORK-02-04-two-stage (Innovation Action) No. 101083541	1 Sept 2023 – 31 Aug 2026 (36 months)	Democratise digital farming by making Agricultural Digital Solutions (ADSs) accessible, affordable and tailored to small farms. Includes an Open Call to bring in additional solutions.
InPlasTwin (Increasing expertise in micro- and nanoplastics analysis through twinning action) (Cordis, 2024)	Horizon Europe – HORIZON-WIDERA-2023-ACCESS-02 / Topic 02-01 (Coordination and Support Action) Project No. 101160289	1 Oct 2024 – 30 Sept 2027 (36 months)	Advance understanding of micro- and nanoplastic impacts in environment and food (focus on strawberries). Enhance partner skills through knowledge exchange and training on MNP extraction, identification, and characterisation, fostering an inclusive, skilled scientific community.

Following this, Table 2 presents a comparative analysis of these projects based on their communication and dissemination activities.

Table 2: Comparative Analysis of Selected Projects

Category	STELAR	Farmtopia	InPlasTwin
Visual Identity & Branding	Consistent visual identity via brand book; creative promo items	Consistent visual identity; combines traditional and modern elements;	Consistent visual identity; reflects project narrative and core values
Multi-Channel Approach	Website, 6 social media profiles, newsletter, amplification through partner channels	Website, 6 social media profiles, newsletter, amplification through partner channels	Website, 5 social media profiles, newsletter, amplification through partner channels
Website Specific Features	News, blogs, infographics; media partnerships; KLMS platform and Toolkit	News, blogs, infographics; "Farmtopia Ecosystem" section	News, blogs; Capacity-building section + Synergy page
SEO & Analytics	Uses SEO and analytics to monitor & reach	Uses SEO and analytics to monitor & reach	SEO and analytics not confirmed.
Events, training & interactive outreach	Participation at events, fairs, open days and webinars with interactive demos, quizzes and showcases	Participation at events, fairs, open days and webinars with interactive demos, quizzes and showcases	Participation at events, fair, open days, webinars, workshops, trainings, staff exchanges, and showcases
Media outreach & content production	Press releases via partners/media contacts/Prowly, media statements, featured articles in magazines and online portals, editorial backlinks, interviews with experts ; "Data Stories 360°" podcast;	Press releases via partners/media contacts/Prowly, media statements, featured articles in magazines and online portals, editorial backlinks	No openly accessible information could be found regarding its media outreach and content production
Ecosystem & synergies	Cooperation with EU initiatives and sister projects	Collaboration with EU initiatives, Digital Innovation Hubs,	Cooperation with sister projects, planning joint

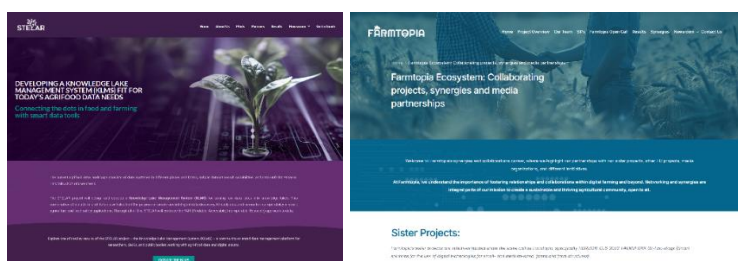
Category	STELAR	Farmtopia	InPlasTwin
	through joint activities such as events, joint press releases, etc.	AKIS; MoUs, joint workshops	activities, thematic events and other actions.
Scientific publications/ Open Access	Peer-reviewed papers, conference contributions, technical briefs; open access	Peer-reviewed papers, conference contributions, practice abstracts, policy briefs; open access	Open Access articles and conference contributions; more publications planned

4. ANALYSIS AND DISCUSSION

All three projects began with a clearly defined visual identity - logo, brand book, templates, and offline materials - to ensure consistency across partners and channels. Longer-running projects like STELAR and Farmtopia show that branding and websites must evolve with feedback, underscoring the value of continuous adaptation. STELAR also used creative promo items (anti-stress balls, bookmarks, lens-cleaning tissues) to extend its presence beyond events and reinforce the brand.

Each project employs a multi-channel communication strategy to reach different audiences and showcase activities, events, publications, and results in accessible, engaging formats. In STELAR, YouTube hosted recordings of webinars, Open Days, and other events for on-demand access to project knowledge.

Websites (Picture 1) serve as central hubs for news, results, and stakeholder engagement. STELAR and Farmtopia applied SEO and analytics to maximise visibility, while no information is available for InPlasTwin. Dedicated sections, such as Farmtopia's "Ecosystem," highlight sister projects, synergies, and media partnerships. STELAR's website provides access to key results, the KLMS platform, and Toolkit, while InPlasTwin features a capacity-building section with trainings, staff exchanges, and knowledge-transfer activities.



Picture 1: STELAR and Farmtopia websites.

Scientific knowledge is disseminated via peer-reviewed papers, conference contributions, technical briefs, and other open-access outputs. Projects promote these materials through websites, social media, and platforms such as Zenodo, EU-FarmBook, Medium, Open Research Europe, and GitHub, ensuring broad reuse and uptake by researchers and practitioners.

Stakeholder engagement occurs through webinars, Open Days, workshops, thematic meetings, and sector fairs, enabling projects to present results, demonstrate technologies, collect feedback, and build trust. Open Days, in particular, provide interactive platforms for demonstrations and informal discussions.

Projects also collaborate with related EU initiatives, sister projects, and innovation hubs to exchange knowledge, foster synergies, and enhance visibility. Joint webinars, events, papers, and press releases support two-way knowledge exchange and further extend each project's reach and credibility.

While these projects share many similarities, they differ in focus and implementation. As a completed project, STELAR had more time to promote its key results, enabling more media outreach and content production that supported direct knowledge exchange and demonstrated practical applications. Meanwhile, Farmtopia focused on promoting its Open Call via a dedicated webpage, social media, webinars, and sectoral presentations. While InPlasTwin focuses on capacity building, trainings, staff exchanges, and knowledge-transfer activities to strengthen partner expertise and skills. Farmtopia targeted broader audiences, while InPlasTwin used science-oriented communication within research and academia.

5. TRANSFERABLE PRACTICES AND POTENTIAL CHALLENGES

Several practices are transferable to other initiatives: clear visual identity and branding, multi-channel communication, regular stakeholder engagement, and dedicated initiatives such as media outreach, podcasts, or Open Calls. While open science practices such as publishing peer-reviewed papers, conference contributions and technical briefs on openly accessible platforms can maximise reuse, citations and uptake, they may pose challenges for projects with limited resources, shorter timelines, or sensitive data that cannot be fully shared publicly.

Furthermore, challenges can occur when partners do not provide the necessary information or when the technology does not advance as planned. To address this, establishing clear communication protocols and regular progress reviews can help ensure transparency and timely information sharing. Presenting complex innovations in a clear and understandable way for different target groups can also be difficult; therefore, using tailored communication materials and visual storytelling may enhance comprehension. Additionally, reaching or gaining access to certain stakeholders may be

limited, which can affect engagement and the dissemination of project results. Developing targeted outreach strategies and leveraging existing networks could mitigate these limitations.

6. CONCLUSION

The literature highlights that effective communication and dissemination are crucial for maximizing the impact of EU-funded research, ensuring results reach beyond academic publications, engage diverse stakeholders, and foster collaboration with end-users. The analysis of the Horizon Europe projects - STELAR, Farmtopia, and InPlasTwin - shows these principles are largely implemented in practice. Each project applied communication and dissemination strategies aligned with its focus: STELAR on promoting results, Farmtopia on its Open Call and ecosystem, and InPlasTwin on capacity-building and knowledge transfer. Collectively, these projects demonstrate how structured communication strategies enhance societal relevance, stakeholder engagement, and practical application of research outcomes.

For future European projects, it is recommended to invest in consistent and flexible branding, multi-channel communication including SEO and Open Science practices, and interactive events that foster collaboration with related initiatives and innovation hubs to create lasting synergies. Finally, further research could explore the measurable impact of these communication strategies on broader audiences and the uptake of project results, as well as the effectiveness of different event formats and tailored approaches for engaging diverse stakeholder groups.

ACKNOWLEDGEMENT

The results presented in this paper are part of the research within the project "Improving the quality of teaching in the Department's study programs through the implementation of the results of scientific research in the field of Industrial Engineering and Management", Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Technical Sciences in Novi Sad, University of Novi Sad, Republic of Serbia.

REFERENCES

- [1] Campos, A., & Codina, L. (2021). Communication, dissemination and exploitation strategy analysis in Horizon 2020: Keys to multiply the impact of European projects. *Prisma Social Journal*, 32, 293–319.
- [2] CORDIS. (2024, May). *Increasing expertise in micro- and nanoplastics analysis through twinning action (InPlasTwin)*. CORDIS. <https://cordis.europa.eu/project/id/101160289>
- [3] European Commission. (2021). Why is communication important?. Retrieved September 7, 2025, from https://cinea.ec.europa.eu/beneficiaries-corner/communication-and-raising-eu-visibility/why-communication-important_en

- [4] European Commission. (n.d.). Dissemination and exploitation of research results. Retrieved September 7, 2025, from https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/dissemination-and-exploitation-research-results_en
- [5] European Commission. (n.d.). Horizon Europe – Research and innovation funding programme 2021–2027. Retrieved September 7, 2025, from https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en
- [6] Farmtopia Consortium (2023). D4.1. - First Dissemination, Exploitation & Communication Plan. Farmtopia – Horizon Europe. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5051ddb23&appId=PPGMS>
- [7] Farmtopia Consortium (2024). D4.2. - Second Dissemination, Exploitation & Communication Plan [Project deliverable]. Farmtopia – Horizon Europe. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e511536e12&appId=PPGMS>
- [8] Farmtopia Website. (2023). Farmtopia: Democratizing digital farming for all. Horizon Europe. Retrieved September 11, 2025, from <https://farmtopia.eu/>
- [9] Henriksson, K., Ruoslahti, H., & Hyttinen, K. (2018). Opportunities for strategic public relations – Evaluation of international research and innovation project dissemination. In *Public Relations and the Power of Creativity* (pp. 197–214). Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/S2398-391420180000003012>
- [10] InPlasTwin Website (2024). InPlasTwin: Increasing expertise in micro- and nanoplastics analysis through twinning action. Horizon Europe. Retrieved September 11, 2025, from <https://inplastwin.eu/>
- [11] STELAR Website (2022). STELAR project website. <https://stelar-project.eu/>
- [12] STELAR Consortium. (2022). D6.1 Dissemination, communication and exploitation plan and reports (Version 1) [Project deliverable]. STELAR – Horizon Europe. <https://stelar-project.eu/wp-content/uploads/2024/07/STELAR-D6.1-Dissemination-communication-and-exploitation-plan-and-reports-v1.pdf>
- [13] STELAR Consortium. (2023). D6.3 Dissemination, communication and exploitation plan and reports (Version 2) [Project deliverable]. STELAR – Horizon Europe. <https://stelar-project.eu/wp-content/uploads/2024/07/STELAR-D6.3-Dissemination-communication-and-exploitation-plan-and-reports-v2.pdf>
- [14] STELAR Consortium. (2024). D6.4 Dissemination, communication and exploitation plan and reports (Version 3) [Project deliverable]. STELAR – Horizon Europe. <https://stelar-project.eu/wp-content/uploads/2024/07/STELAR-D6.4-Dissemination-communication-and-exploitation-plan-and-reports-v3-1.pdf>

UTICAJ INFLUENSER MARKETINGA NA POVEĆANJE PRODAJE THE IMPACT OF INFLUENCER MARKETING ON SALES GROWTH

Milica Milošević¹, prof. dr Branka Novčić-Korać²

^{1,2}Fakultet organizacionih nauka,

¹mmilosevic712@gmail.com, ORCID: 0000-0000-0000-0000

²branka.novcic.korac@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-7542-3735

Apstrakt: Rad istražuje uticaj influencer marketinga na povećanje prodaje organizacija u savremenom i dinamičnom poslovnom okruženju. Cilj rada jeste da teorijski objasni i približi koncept influencer marketinga kao relativno novog načina onlajn promocije proizvoda. Dodatno, kroz rad se istražuju načini na koje influenceri, kao osobe od uticaja, utiču na povećanje prodaje brendova. Razumevanjem koncepta influencer marketinga rad sumira ključne elemente uticaja, kao i psiholoških faktora koji se kriju iza donošenja konačne odluke o kupovini. Rad je zaokružen praktičnim primerom kompanije Chez Pierre koja se bavi proizvodnjom parfema. Analizom poslovnih praksi kroz rad se prikazuje upotreba influencersa u promotivne svrhe od strane jednog malog biznisa u Srbiji, kao i benefita od korišćenja ovakog vida komunikacije, te posledično doprinos koji ima na unapređenje prodaje brenda.

Ključne reči: influencer marketing, osobe od uticaja, marketing na društvenim medijima, digitalni marketing, e-trgovina

Abstract: The paper explores the impact of influencer marketing on organizations' sales growth within the contemporary and dynamic business environment. The primary objective of the paper is to explain the concept of influencer marketing as one of the forms of online promotion. Additionally, the paper examines the ways in which influencers contribute to increasing brand sales. By providing an understanding of the influencer marketing concept, the paper summarizes the key elements of the influence, as well as psychological factors underlying the final consumer purchase decision. The paper is concluded with a case study, which illustrates how one small business in Serbia uses influencer marketing practices for promotional purposes, along with the benefits of such marketing communication and its contribution to sales enhancement.

Keywords: influencer marketing, influencers, social media marketing, digital marketing, e-commerce

1. UVOD

Influencer marketing donosi nov koncept oglašavanja proizvoda, angažovanjem kreatora sadržaja, osoba od uticaja u digitalnom svetu, koji poseduju značajnu publiku na društvenim mrežama. Koristeći osobe od uticaja, odnosno influencers u svojim marketinškim strategijama, brendovi najčešće teže da ostvare dva cilja - povećanje vidljivosti ili prodaje. Međutim, glavni izazov u praksi leži u identifikaciji adekvatnih influencersa za sprovođenje kampanja, kao i u isplativosti date vrste oglašavanja. Sa tim u vezi, rad ima za cilj da se analizom studije slučaja, na praktičnom primeru pokaže kako jedan mali brend u Srbiji, koji se bavi proizvodnjom parfema, vrši odabir influencersa za svoje influencer marketing kampanje, kao i kako datu vrstu oglašavanja koristi za ispunjenje svojih prodajnih ciljeva. Informacije i zaključci prezentovani u radu mogu dati opšte smernice za efikasnije sprovođenje influencer marketing kampanja i postizanje željenih rezultata.

2. POJAM INFLUENSER MARKETINGA

Influencer marketing je postao jedna od najmoćnijih digitalnih marketinških strategija za povezivanje brendova sa njihovim ciljnim auditorijumom. Iako se smatra fenomenom 21. veka, dati vid marketinga, izgrađen na konceptu uticaja, ima korene vekovima unazad. Uticaj je oduvek imao veliku važnost u komunikaciji i savršeno je sredstvo za usmeravanje, promenu ili oblikovanje mišljenja i ponašanja ljudi. U biti priče o influencer marketingu nalazi se psihologija ubeđivanja i načini na koje jedan pojedinac može da utiče na mišljenje drugih. Danas je influencer marketing sastavni deo marketinških komunikacija i strategija kompanija i brendova (Harun i dr, 2025). „Influencer ili „osoba od uticaja“ jeste ona osoba ili pojedinac koji može da utiče na promenu ponašanja i percepcije drugih, često kroz poverenje, znanje i kreiranjem sadržaja“ (Glenister, 2024). Influencer marketing je vrsta marketinške komunikacije zasnovane na saradnji brendova i pojedinaca koji imaju značajan uticaj na kanalima društvenih medija (Agustian i dr, 2023). Influenseri predstavljaju pojedince koje prati manji ili veći broj ljudi na društvenim mrežama i koji imaju mogućnost da vrše uticaj na svoju publiku posredstvom kanala društvenih medija i kreiranjem sadržaja koji plasiraju (Agustian, i dr, 2023). Data vrsta oglašavanja ima svoje osnove u kontent marketingu i marketingu „od usta do usta“ (engl – *word of mouth marketing*) koji sada dobija svoju elektronsku formu (Kostić-Stanković, i dr, 2024). Date dve komponente, inkorporirane u influencer marketing, stvaraju dobre primere marketing kampanja, gde se sadržaj prirodno deli među korisnicima, često prelazeći u viralnost. Kada influencers dele sadržaj koji rezonuje sa njihovom publikom, poruka se širi brže i dublje, dosežući nove krugove ljudi i stvarajući efekat lančane reakcije koja može eksponencijalno povećati vidljivost brenda (Glenister, 2024).

3. RELACIJE U INFLUENSER MARKETINGU

Influencer marketing predstavlja odnos između brenda i influencersa (osobe od uticaja), koji je angažovan od strane brenda, kako bi brend na što bolji i neposredniji način preneo svoju poruku ciljnoj publici (Agustian i dr, 2023). Osnova influencer marketinga može se

opisati kroz međusobnu interakciju i izgradnju odnosa između tri ključne strane: brenda, influensera i kupca (Campbell i Farrell, 2020).



Grafik 1 : Relacije u influencer marketingu

Izvor: (Campbell i Farrell, 2020).

Campbell i Farrell (2020) navode da uspeh strategija influencer marketinga zavisi od harmonične i efikasne interakcije između sve tri strane. Brendovi sa velikom pažnjom treba da biraju influensere sa kojima sa sarađuju i to one koji se poklapaju sa njihovim vrednostima i ciljevima, jer jedino tako mogu da prenesu poruku na pravi način i doprinesu brendu. Sa druge strane, preduslov za influensere jeste da na autentičan način predstavljaju proizvode svojoj publici, a opet u saglasnosti sa brendom, jer jedino takve poruke će rezonovati sa njihovom ciljnom publikom.

Relacija influensera i njihovih pratilaca predstavlja parasocijalnu povezanost (Samadi, i dr, 2025). Autori dalje objašnjavaju da pod parasocijalnom vezom smatraju jednostran odnos najčešće prema onima koje ne poznajemo, ali percipiramo ih sličnim nama. Potrošači sa visokom parasocijalnom povezanošću i bliskošću sa influencerom su skloniji da preferiraju proizvode koje ta ličnost promoviše, zaključuju autori. U tom slučaju dolazi do pojave takozvanog halo efekta gde se pozitivne osobine influensera prenose na brend ili proizvod koji on reklamira. Samim tim se dobija halo efekat gde reputacija influensera utiče na reputaciju brenda (Samadi, i dr, 2025). Sa druge strane, ukoliko influencer ima lošu reputaciju, negativna percepcija može direktno da utiče na to kako potrošači doživljavaju brend koji promoviše. Halo efekat tada ide u suprotnom smeru i stvara negativnu percepciju. Iz tog razloga veoma je važno pažljivo birati influensere koji će na pozitivan način uticati na percepciju imidža brenda i same organizacije.

4. PRINCIPI OSTVARIVANJA UTICAJA NA CILJNU JAVNOST

Influenseri ostvaruju veliki uticaj na kupovne navike i izbore svojih pratilaca, pogotovo generacije Z. Generacija Z prepoznata je kao glavna ciljna grupa na koju influenseri i njihove preporuke imaju uticaj prilikom donošenja odluka o kupovini (Cruz i dr, 2025). Pitanje koje se sve češće postavlja jeste na koji način influenseri ostvaruju taj uticaj. Jedan od najznačajnijih autora u oblasti influencer marketinga, Robert Cialdini, opisuje 7 principa kroz koje se vrši uticaj na ponašanje i postupke pojedinca prilikom donošenja odluka o kupovini. Prema autoru Cialdini (2023), osnovni principi uticaja su:

- **Reciprocitet** - Pravilo reciprociteta odnosi se na to da ljudi imaju potrebu da uzvrate uslugu kada im je nešto dato, poklonjeno ili kada su dobili neku vrstu koristi od nekoga. U influencer marketingu navedena taktika se ogleda u tome da što veću vrednost influencer svojim sadržajem daje korisniku, korisnik ima veću potrebu da mu uzvрати kupovinom proizvoda ili korišćenjem ekskluzivnih ponuda koje influencer promovira;
- **Doslednost** – Pravilo doslednosti govori o dobrovoljnom i javnom obavezivanju osobe od uticaja da se nešto preduzme ili uradi. Obavezivanje na bavljenje jednom temom na dosledan i posvećen način, čini snažnu polugu uticaja jer se osoba javno obavezala i pokazala moć aktivnog, javnog i dobrovoljnog obavezivanja. U marketingu princip doslednosti nalazi primenu u brand testimonijalima, gde drugi govore o brendu, odnosno testiranju proizvoda iz određene industrije ili obradi jedne teme na isti dosledan način. Kroz ovakav pristup gradi se odnos poverenja između influensera i publike jer im se kroz dela stalno dokazuje, te je publika posledično spremnija da isproba preporuku;
- **Društveno odobravanje** - Društveno odobravanje ili društvena potvrda je jedan od najvećih okidača u influencer marketingu. Društvena potvrda predstavlja prirodnu tendenciju ljudi da se oslone ili razmotre mišljenja drugih pri donošenju odluka, posebno kada u te odluke pojedinci nisu sasvim sigurni. Ljudi su spremniji da preduzmu neku akciju, ukoliko je neko to uradio pre njih (eng. - *Monkey see, monkey do*). Recenzije i preporuke influensera pokazale su se kao izuzetno efektivne kada se radi o podsticaju kupovine direktno i u ovome se ogleda moć interpersonalnog marketinga. Međutim, indirektno, influenseri su često pokretači mnogih društvenih trendova u današnjem svetu, pa se potreba za društvenom potvrdom i pripadanjem grupi najviše ogleda u datom aspektu;
- **Sviđanje** - Bilo da se radi o fizičkom izgledu i atraktivnosti ili sličnostima koje imamo sa nekim, sviđanje je važan aspekt u marketingu i prodaju. Ljudi su skloni da više veruju ljudima koji im se dopadaju, tako da su influenseri često oni pojedinci koji se dopadaju većem broju ljudi, pa ih iz tog razloga ljudi i prate. Što se više sviđaju svojoj publici, publika influencerima više veruje i prodajne sposobnosti influensera se povećavaju;
- **Autoritet** - Ljudi su skloni da veruju i slede savete autoriteta i stručnjaka u različitim oblastima, posebno oblastima u kojima sami nisu stručni i dovoljno

edukovani. S obzirom na činjenicu da društvene mreže imaju veliki edukativni potencijal, influenseri koji su izgradili svoj brend na osnovu edukativnog sadržaja i svoje ekspertize, su oni kojima publika najviše veruje. Primer ovoga su često dermatolozi, farmaceuti, psiholozi koji snimaju i dele edukativan sadržaj u skladu sa svojom profesijom i čijim preporukama ljudi veruju;

- **Ograničenost** – Ograničena ponuda ili ograničen broj nečega stvara osećaj ekskluzivnosti i retkosti ponude, pa ga samim tim ljudi više žele. S toga, dolazi do hitnosti da se reaguje, odnosno kupi proizvod kako bi potrošač bio u grupi „odabranih“. Princip ograničenosti, najčešće se odnosi na vremenski ograničene ponude, popuste ili poklone, odnosno limitirane edicije, jednokratne ponude koje influenseri ekskluzivno dele sa svojim pratiocima;
- **Jedinstvo/zajednica** - Moć zajednice u digitalnom svetu je velika. Internet zajednice postale su nove referentne grupe, a uticaj influensera jeste veći, što je veća njegova zajednica na mrežama. Publika koja prati influensera u određenoj oblasti, ima međusobno slična interesovanja i influencer sa njom gradi povezanost. Osećaj pripadanja grupi i bliskosti, motiviše pratioce da slede preporuke. Što su jače veze u zajednici, veći je stepen poverenja i osećaj pripadanja, a sve to modeluje čovekove odluke i razmišljanja.

5. ANALIZA UTICAJA INFLUENSER MARKETING KAMPANJA NA PRODAJU KOMPANIJE CHEZ PIERRE

U cilju prikazivanja praktične primene koncepta influencer marketinga, na osnovu prethodno prikazanih teorijskih konceptata, a za potrebe ovog rada, korišćeni su sekundarni podaci na primeru srpskog brenda *Chez Pierre* i njegovih influencer marketing kampanja. Kroz analizu studije slučaja navedenog brenda, prikazani su načini na koje su influenseri uticali na povećanje prodaje brenda, kao i koliki je uticaj analizirana kampanja imala na povećanje vidljivosti. Podaci prezentovani u radu, prikupljeni su direktno iz kompanije *Chez Pierre* i daju jedinstven uvid u praktičnu primenu influencer marketinga na tržištu Srbije.

5.1. Uvid u poslovanje

Kompanija *Chez Pierre* osnovana je u Nišu 1994. godine i svoje poslovanje dugo 30 godina skoncentrisala je na proizvodnju parfema, koji su inspirisani svetski poznatim brendovima. U saradnji sa svojim partnerima iz Francuske, *Chez Pierre* već 3 decenije uspešno posluje na teritoriji Srbije proizvodeći visokokvalitetne parfeme i kozmetiku, uz pristupačnu cenu. Brend se na tržištu pozicionirao primenom strategije niskih cena, kombinujući onlajn i oflajn kanale prodaje za plasiranje proizvoda. Podaci dobijeni iz kompanije upućuju da webshop, kao onlajn kanal prodaje, ima 80% udela u ukupnom prihodu od prodaje. Pored pristupačnih cena, brend često koristi strategije unapređenja prodaje u vidu popusta i promo kodova koji šalje dosadašnjim kupcima putem digitalnih kanala komunikacije. Svoju komunikacionu brend strategiju *Chez Pierre* sprovodi

prvenstveno putem digitalnih kanala, sa akcentom na kanale društvenih mreža. Na društvenim mrežama brend se oglašava pre svega organski, plasiranje zanimljivog i jedinstvenog sadržaja, ali i kroz plaćeno oglašavanje.

6. INFLUENSER MARKETING STRATEGIJA BRENDA

Brend *Chez Pierre* u svom digitalnom nastupu primenjuje i strategiju influencer marketinga, prvenstveno radi ispunjenja postavljenih prodajnih ciljeva. Iz tog razloga u svojim kampanjama brend koristi strategiju unapređenja prodaje, koja je gotovo uvek u vidu promo kodova. Iako glavni cilj angažovanja influencersa za kompaniju predstavlja povećanje prodaje, često se dešava da deljenjem sadržaja ili angažovanjem većih influencersa, kampanja postane viralna i na taj način utiče i na povećanje svesti o brendu. U sklopu strategije influencer marketinga, identifikacija influencersa predstavlja najvažniji i ujedno i najizazovniji proces u kreiranju strategije. Kako bi brend osigurao odabir i angažovanje adekvatnih influencersa razmatraju se sledeći kriterijumi:

- *Podudarnost brenda i influencersa* – uzima se u obzir podudarnost vrednosti koje influencer promoviše, podudarnost ciljne publike – generacija Z i podudarnost vrste sadržaja koji se plasira.
- *Veličina publike influencersa* – definiše se minimalan i maksimalan broj pratilaca koje influencer treba da ima na kanalima društvenih medija. Na ovaj način brend osigurana mogući doseg do publike (engl. - *reach*). Po kriterijumu veličine, prema Campbell i dr (2020) influenceri se dele na: poznate ličnosti influencersa, mega influencersa (preko 1 million pratilaca), makro influencersa (od 100.000 do 1 million), mikro influencersa (do 100.000 pratilaca) i nano influencersa (od 1.000 do 10.000 pratilaca).
- *Stopa angažovanja na objavama influencersa* (engl. - *engagement rate*) – Kompanija ovaj kriterijum posebno uzima u obzir pri izboru influencersa, jer parametar daje uvid u interakcije publike sa sadržajem influencersa i visina date stope u direktnoj je korelaciji sa zainteresovanošću publike za sadržaj koji influencer distribuira na svojim kanalima (Chan K. i dr, 2023).
- *Kompenzacija za saradnju* – novčana naknada za saradnju je takođe veoma bitan parametar pri izboru influencersa. Za potrebe svojih kampanja brend koristi fiksni iznos kompenzacije najčešće za influencersa sa većom publikom, ili kompenzaciju po učinku koju primenjuje kod manjih influencersa.

6.1. Analiza saradnji brenda sa influencerima

Brend u svojim influencer marketing strategijama koristi angažovanje mikro i makro influencersa, a kampanje se sprovode distribucijom sadržaja putem platformi *Instagram* i *TikTok*. U saradnji sa većim makro kreatorima brend koristi fiksno plaćanje unapred definisano sa influencerom, dok su mikro kreatori plaćeni po učinku u prodaji

korišćenjem promo kodova. Ukoliko korisnik iskoristi određeni jedinstveni promo kod na sajtu, kreator dobija procenat od prodaje u iznosu popusta koji dati kod generiše.

Do sada brend je sarađivao sa dve makro influencerke na teritoriji Srbije, kao i sa više manjih influencera. Saradnje sa makro influencerima sprovode se u određenom vremenskom periodu i vremenski okvir saradnje iznosi najviše dva meseca. Sa druge strane, kada su u pitanju mikro influenceri, brend u početnim fazama uglavnom dogovara saradnju na mesec dana, nakon čega pravi presek, i na osnovu dotadašnjeg učinka određuje sa kim će nastaviti saradnju, a sa kim ne. U nekim slučajevima saradnje traju i preko godinu dana za kreatore koji donose brendu najviše prodaje.

6.2. Saradnje sa makro influencerima

Najznačajnija saradnja brenda kada su u pitanju makro influenceri jeste saradnja sa influencerkom koja poseduje publiku od oko 1 milion pratilaca na svom *Instagram* profilu. Skoro polovinu publike čini prvenstveno generacija Z na teritoriji Srbije, što je bio i jedan od ključnih motiva za saradnju. Stopa angažovanja publike na sadržaju influencerke je značajno iznad industrijskog proseka, što je brendu omogućilo visok stepen angažovanja na sponzorisanim objavama, kao i visok doseg sadržaja koji je samo na jednoj objavi iznosio 1,3 miliona jedinstvenih korisnika. Jedinstveni promo kod koji je bio dodeljen pomenutoj influencerki iskoristilo je oko 400 korisnika, a povrat na plaćenu saradnju *ROAS* iznosio je 4. Konkretna saradnja kompaniji *Chez Pierre* donela je ne samo primarno povećanje prodaje, već i značajno uticala na povećanje svesti o brendu. Pomenuta saradnja predstavlja najuspešniji primer primene influencer marketinga kompanije. Saradnja sa drugom makro influencerkom brendu je donela manju prodaju imajući u vidu da je iskorišćeno oko 100 promo kodova. Međutim, iako je zabeležena manja prodaja u obimu, angažovanje influencerke manjeg ranga kompanije donelo približno sličan povrat na ulaganje.

6.3. Saradnje sa mikro influencerima

Saradnje sa mikro kreatorima sadržaja nekada traju i do godinu dana i prvenstveno se sprovode putem *TikTok* platforme. U svojoj bazi kompanija poseduje preko 100 manjih *TikTok* kreatora sa kojima je sarađivala ili trenutno sarađuje. U sprovođenju saradnje sa manjim/mikro *TikTok* kreatorima, kompanija nema fiksne troškove oglašavanja. Kompanija koristi plaćanje po učinku kreatora pa je trošak oglašavanja zapravo procenat od prodaje koji kompanija daje samom kreatoru nakon što kupac iskoristi jedinstveni promo kod. Prosečan broj iskorišćenih promo kodova od strane jednog mikro influencera na *TikTok-u* iznosi oko 20, a prosečan povrat na ulaganje u datim slučajevima (*ROAS*) iznosi i do 9. Iz priloženog se lako može zaključiti da je sa prodajnog aspekta saradnja sa manjim, mikro influencerima za brend troškovno daleko isplativija i donosi značajno veći povrat na ulaganje.

7. ZAKLJUČAK

Influencer marketing postao je važan deo današnjih marketinških komunikacija, a generacija Z prepoznata je kao glavna ciljna javnost na koju influencersi vrše najveći uticaj. Na primeru kompanije *Chez Pierre* demonstrira se efikasan način na koji je u praksi moguće vršiti identifikaciju i selekciju odgovarajućih influencersa, stavljajući poseban akcenat na kriterijum podudarnosti influencersa i brenda. Rezultatima prikazanim u primeru pokazuje se da angažovanjem makro influencersa brendovi mogu simultano ostvariti ciljeve podizanja svesti o brendu, kao i unapređenja prodaje. S druge strane, rezultati kampanje takođe pokazuju da mikro influencersi mogu ostvariti značajno veći povrat na ulaganje u odnosu na makro influencersa kada je reč o direktnoj prodaji. Ova razlika može se objasniti nižim troškovima angažmana mikro influencersa, posebnim načinom kompenzacije za saradnju, kao i višom stopom angažovanosti i autentičnosti date vrste influencersa u okviru ciljne javnosti. Dato implicira veći stepen poverenja od strane korisnika i višu stopu konverzije, a manje novčane izdatke od strane brenda.

Studijom slučaja sugerise se da je neophodno primarno jasno definisati ciljeve marketinške kampanje pre odabira influencersa. Ukoliko je primarni cilj povećanje prodaje, fokus bi trebalo da bude na angažovanju mikro influencersa zbog njihove efikasnosti i povoljnijeg odnosa troškova i koristi. Nasuprot tome, za ciljeve vezane za jačanje i pozicioniranje brenda, investicija u makro influencersa predstavlja opravdanu opciju. Ovakav pristup omogućava optimizaciju marketinškog budžeta kroz selektivno korišćenje različitih vrsta influencersa u zavisnosti od definisanih poslovnih ciljeva, čime se maksimizira krajni povrat ulaganja.

LITERATURA

- [1] Agustian, K., Hidayat, R., Zen, A., Sekarini, R. A., & Malik, A. J. (2023). The influence of influencer marketing in increasing brand awareness and sales for SME. *Technology and Society Perspectives (TACIT)*, 1(2), 68–78.
- [2] Campbell, C., & Farrell, J. R. (2020). More than meets the eye: The functional components underlying influencer marketing. *Business Horizons*, 63(4), 469–479.
- [3] Chan, K., Wang, Y., & Prieler, M. (2023). How influencers' social media posts have an influence on audience engagement among young consumers. *Young Consumers: Insight and Ideas for Responsible Marketers*, 24(2), 239–253.
- [4] Cialdini, R. (2023). *Uticaj: Psihologija ubeđivanja*. Finesa, Beograd.
- [5] Cruz E., I., & Miranda Z., A. M. (2025). *Influencer marketing in the purchase decision of Generation Z*. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 8(4), 799–808.
- [6] Glenister, G. (2024). *Influencer marketing strategy: How influencers can help you grow your business*. Kogan Page.
- [7] Harun, E. H., Salleh, M. M., & Azahar, K. A. (2025). *The impact of influencer marketing: Exploring its adverse impact on younger generations*. *International Journal of Entrepreneurship and Management Practices*, 8(29), 485–496.
- [8] Kostić-Stanković, M., Filipović, V., Štavljanin, V. (2024). *Pojmovnik*. Fon, Beograd.
- [9] Samadi, S., & Akhtar, I. (2025). *Parasocial relationship in relation to the impact of social media influencers on consumer purchase intention* *International Conference on Innovation, Sustainability, and Applied Sciences* (pp. 151–157).

INFLUENSER MARKETINGA U DIGITALNOM LANCU SNABDEVANJA MODNIH BRENDOVA

INFLUENCER MARKETING IN THE DIGITAL SUPPLY CHAIN OF FASHION BRANDS

Nina Đurić¹, Branka Novčić Korać²

^{1,2}Fakultet organizacionih nauka,

djuricninaa@gmail.com

branka.novcic.korac@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-7542-3735

Apstrakt: U eri četvrte industrijske revolucije (Industrija 4.0), modna industrija prolazi kroz sveobuhvatnu digitalnu transformaciju lanaca snabdevanja, sa naglaskom na pristup usmeren ka potrošaču. Influencer marketing se pozicionirao kao ključna strategija komunikacije koja kroz uticajne pojedince povezuje brendove i potrošače, što dobija poseban značaj za agilno i potrošački orijentisano upravljanje lancem snabdevanja. Ovaj rad istražuje ulogu influencer marketinga u digitalnoj transformaciji lanaca snabdevanja modne industrije, ističući kako poverenje, relevantnost, autentičnost i angažovanje u odnosu između influensera i potrošača doprinose izgradnji vrednosti modnih brendova i uticaju na ponašanje kupaca. Oslanjajući se na teorijske reference, integrišu se strategije influencer marketinga, poput pažljivog izbora influensera, optimizacije platformi i merenja uticaja, u kontekstu Industrije 4.0. Zaključak rada ukazuje da influenceri, kroz kredibilnu i autentičnu komunikaciju, ne samo da oblikuju potražnju i percepciju brenda, već i deluju kao strateški partneri u stvaranju otpornijih i na potrošača usmerenih lanaca snabdevanja u digitalnoj ekonomiji.

Ključne reči: influencer marketing, društvene mreže, influenceri, digitalni lanac snabdevanja, modni brendovi

Abstract: In the era of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0), the fashion industry is undergoing a comprehensive digital transformation of supply chains, with a strong emphasis on a consumer-oriented approach. Influencer marketing has positioned itself as a key communication strategy that, through influential individuals, connects brands and consumers, gaining particular importance for agile and consumer-centric supply chain management. This paper explores the role of influencer marketing in the digital transformation of fashion industry supply chains, highlighting how trust, relevance, authenticity, and engagement in the influencer-consumer relationship contributes to building brand value and influencing consumer behavior. Drawing on theoretical references, influencer marketing strategies such as careful influencer selection, platform optimization, and impact measurement are integrated into the context of Industry 4.0. The conclusion indicates that influencers, through credible and authentic communication, not only shape demand and brand perception but also act as strategic partners in creating more resilient and consumer-focused supply chains within the digital economy.

Keywords: influencer marketing, social media, influencers, digital supply chain, fashion brands

1. UVOD

Konferencijski okvir „Digitalna transformacija lanaca snabdevanja u Industriji 4.0“ naglašava potrebu za inovativnim strategijama koje spajaju napredne tehnologije sa upravljanjem odnosima sa kupcima. Modna industrija predstavlja primer sektora u kome se četvrta industrijska revolucija manifestuje kroz primenu veštačke inteligencije, IoT uređaja, analitike velikih podataka i digitalnih platformi, sa ciljem unapređenja efikasnosti i agilnosti lanaca snabdevanja (Bertola & Teunissen, 2018). Istovremeno, digitalni marketing, a posebno influencer marketing, postaje sastavni deo ovako transformisanog lanca vrednosti, povezujući proizvođače direktno sa krajnjim potrošačima u realnom vremenu. Društvene mreže omogućavaju da povratne informacije i trendovi sa tržišta momentalno dopru do brendova, što zahteva veću integraciju marketinških aktivnosti i upravljanja zalihama nego ikada ranije.

Razvoj digitalnih medija i promene u ponašanju potrošača doveli su do transformacije tradicionalnih oblika oglašavanja, tako je i influencer marketing je izrastao u jedan od najdinamičnijih i najefikasnijih modela komunikacije sa ciljnom grupom. U svojoj suštini, influencer marketing predstavlja strategiju koja podrazumeva saradnju brendova sa uticajnim pojedincima (influencerima) koji putem sopstvenog digitalnog sadržaja prenose poruke publici koja im veruje i identifikuje se sa njima (Brown & Hayes, 2008). Ovaj oblik komunikacije oslanja se na neposrednost i društveni domet influencersa kako bi brendirane poruke predstavio na autentičan način. U kontekstu modne industrije, influenceri su postali savremeni „lideri mišljenja“ koji postavljaju trendove i povezuju modne brendove sa milionskom publikom putem platformi kao što su Instagram, YouTube ili TikTok. Influencer marketing s toga utiče na potražnju: preporuke popularnih modnih influencersa mogu preko noći povećati interesovanje za određeni proizvod, što ima direktne implikacije na lanac snabdevanja, od planiranja proizvodnje do upravljanja inventarom. Brendovi koji integrišu influencers u svoje strategije svesni su da je za uspeh u Industriji 4.0 potrebno uspostaviti bližu vezu između marketinga i operacija, kako bi se brzo odgovorilo na signale tržišta i očekivanja digitalno povezanih potrošača (Esposito, 2022).

2. ULOGA INFLUENSER MARKETINGA U MODNOJ INDUSTRIJI 4.0

Industrija 4.0 podrazumeva visoko digitalizovane i umrežene proizvodne sisteme, gde su lanci snabdevanja potpomognuti tehnologijama koje omogućavaju bržu razmenu informacija i prilagodljivost tržišnim promenama (Bertola & Teunissen, 2018). U takvom okruženju, uloga influencer marketinga prevazilazi okvir tradicionalne promocije proizvoda i postaje mehanizam povezivanja svih karika lanca vrednosti, od brenda do krajnjeg kupca. Influenceri omogućavaju brendovima da zaobiđu klasične posrednike i direktno utiču na svest i stavove potrošača, čime skraćuju put informacije u lancu snabdevanja. Na taj način se marketing spaja sa operacijama jer podaci o angažovanju potrošača na društvenim mrežama (lajkovi, komentari, deljenja, konverzije) mogu

poslužiti kao ulaz za predviđanje tražnje i planiranje nabavke u realnom vremenu (Brown & Fiorella, 2013; Hunter, 2021).

Istovremeno, influencer marketing doprinosi stvaranju nove, digitalno ojačane veze poverenja u okviru lanca snabdevanja. Potrošači u digitalnoj ekonomiji očekuju transparentnost i pravovremenu informaciju o proizvodima, od porekla i načina proizvodnje, do dostupnosti na zalihama. Influenseri mogu biti zastupnici tih poruka, kada influencer podeli „iza kulisa“ sadržaj o proizvodnji modnog artikla ili govore o etičkim aspektima brenda, oni približavaju lanac snabdevanja publici na uverljiviji način. Na primer, brendovima koji se suoče sa kašnjenjima u isporuci ili nestašicom određenog artikla, influenseri mogu pomoći tako što će kroz društvene mreže objasniti situaciju, ublažiti frustraciju kupaca i održati interesovanje publike kroz interakciju i iščekivanje novih zaliha (Esposito, 2022). Takva proaktivna komunikacija, oslonjena na poverenje koje publika ima u influencersa, postaje sastavni deo strategije upravljanja potražnjom i odnosima s javnošću u doba digitalne transformacije.

Influencer marketing u modnoj industriji 4.0 igra i edukativnu ulogu. Oni uvode potrošače u nove trendove i načine kupovine, poput „social commerce“ modela gde se kupovina obavlja direktno preko društvenih platformi. Ovakvi pomoci uslovljavaju i promene u lancu snabdevanja, jer kompanije moraju biti spremne da brzo distribuiraju proizvode koji postanu viralni hit ili da prilagode proizvodni asortiman na osnovu uvida koji stižu iz digitalnih zajednica okupljenih oko influencersa (Turcu, 2023; Handranata & Kalila, 2025). Integracija influencer marketinga u digitalnu transformaciju lanca snabdevanja na taj način rezultira sve većom orijentacijom modnih brendova ka kupcu i fleksibilnijem poslovanju.

3. KLJUČNI FAKTORI U ODNOSU INFLUENSERA I POTROŠAČA

Odnos koji influencer gradi sa svojim pratiocima ključna je odrednica uspeha influencer marketinga. Četiri međusobno povezana faktora se izdvajaju kao temelj efektivnog uticaja na društvenim mrežama.

Poverenje predstavlja osnovu svakog trajnog i uspešnog uticaja u digitalnoj zajednici. Publika je sklona da više veruje preporukama stvarnih ljudi nego korporativnim porukama, što je polazište koncepta „uticaja treće strane“ na kome influencer marketing počiva (Brown & Hayes, 2008). Influenseri deluju kao bliski, kredibilni glasovi, često bez formalnog autoriteta, ali sa visokim ugledom u očima svojih pratilaca (Wayne et al., 2012). Poverenje koje dobijaju gradi se doslednošću, transparentnošću i integritetom koji ispoljavaju u komunikaciji (Wayne et al., 2012). Za razliku od tradicionalnog oglašavanja, gde su potrošači svesni prodajne namere, influencer sadržaj deluje nenametljivo i verodostojno, tako da publika poruku prima otvorenije. Istraživanja ukazuju da pozitivan stav prema influencersu može biti prenet na brend koji on zastupa, što rezultira višim

nivoom namere za kupovinu i lojalnosti (Handranata & Kalila, 2025). Drugim rečima, kredibilitet influensera direktno doprinosi kredibilitetu brenda u očima potrošača.

Relevantnost - Da bi uticaj bio ostvaren, sadržaj koji influencer deli mora biti relevantan, odnosno usklađen sa interesovanjima, potrebama i vrednostima ciljne publike. Ako poruka ili proizvod koji se promoviše nije prilagođen publici, uticaj značajno slabi bez obzira na broj pratilaca (Brown & Hayes, 2008). Influenseri obično deluju u okviru određenih niša što omogućava precizno targetiranje određenih segmenata. Pravilno uparen brend i influencer dele zajedničku publiku, govore "istim jezikom" sa stanovišta stila i vrednosti, pa poruka deluje prirodno. Relevantnost se ogleda i u blagovremenosti, jer se u digitalnoj eri trendovi menjuju brzo, pa influencer koji prenosi poruku u pravom trenutku (npr. promocija sezonskog proizvoda u trendu) ostvaruje znatno veći uticaj.

Autentičnost influensera, utisak istinitosti i iskrenosti koji ostavlja, je neophodna za održavanje poverenja publike. U vreme kada je publika sve svesnija plaćenih promocija i filtriranog sadržaja, vrednuju se influenceri koji zadržavaju sopstveni glas i integritet u saradnji sa brendovima. Kada influencer promoviše proizvod koji se uklapa u njegov stil života i uverenja, publika to doživljava kao organsku preporuku, a ne kao reklamu, čime se povećava efekat kampanje (Brown & Hayes, 2008). Nasuprot tome, nesklad između ličnog identiteta influensera i brenda koji oglašava lako narušava autentičnost i izaziva skeptičnost kod pratilaca. Autor Lancaster (2022) ističe da moderna publika očekuje od influensera ne samo autentičan stav, već i društvenu odgovornost. Influensere koji se zalažu za etičke vrednosti i otvoreno komuniciraju sa pratiocima stiču više poverenja i dugoročnu lojalnost svojih pratilaca. Autentičnost je, dakle, prerasla okvir „lepo je imati“ u nužan uslov održivog uticaja.

Angažovanje - Step en angažovanja publike (eng. *engagement*) je meren interakcijama poput lajkova, komentara, deljenja i aktivnošću pratilaca. Zapravo, ovo je pokazatelj istinskog uticaja influensera. Visok nivo angažovanja sugerise da publika ne samo da vidi sadržaj, već i reaguje na njega, što je preduslov za promenu stavova ili ponašanja. Jedno od zapažanja savremene prakse jeste rastući značaj mikro i nano influensera. Zapravo, manji influenceri sa užom publikom često generišu veći procentualni angažman i bliži odnos sa pratiocima, omogućavajući viši stepen poverenja i uticaja (Hunter, 2021). Iako im nedostaje domet mega-zvezda, njihova publika je visoko lojalna i reaguje na preporuke gotovo kao na savet prijatelja. Brown i Hayes (2008) takođe naglašavaju da broj pratilaca nije jedini ni najbolji pokazatelj uticaja i da je mnogo bitniji odnos influensera i pratilaca kao i sposobnost influensera da podstakne konverzaciju i akciju. S toga, brendovi sve više sarađuju sa više manjih influensera čiji „zbirni glas“ nosi veću težinu među specifičnim ciljnim grupama, nego sa jednom slavnom ličnošću opšte publike. Angažovanje je u direktnoj vezi sa prethodna tri faktora i ujedno je ishod izgrađenog poverenja, relevantnog i autentičnog sadržaja, i indikator da je poruka odjeknula među publikom.

4. STRATEGIJE INFLUENSER MARKETINGA U DIGITALNOM LANCU SNABDEVANJA

Da bi influencer marketing dao optimalne rezultate i podržao digitalnu transformaciju lanca snabdevanja, neophodno je primeniti promišljene strategije prilikom planiranja i izvođenja kampanja. U nastavku su istaknuti ključni aspekti uspešnih strategija influencer marketinga u modnoj industriji:

Izbor odgovarajućih influensera - Strateški odabir influensera koji se idealno uklapaju u brend po vrednostima, estetiци i ciljnoj publici predstavlja prvi preduslov uspeha (Brown & Fiorella, 2013). Uspešan influencer nije samo „medijski kanal“, već aktivni saradnik koji razume brend i učestvuje u kreiranju narativa. Pri izboru se razmatraju parametri kao što su demografija i interesovanja pratilaca, procenat angažovanja, kredibilitet u datoj niši i istorijat prethodnih saradnji. Mikro-influenseri mogu biti izuzetno delotvorni ako brend cilja specifičnu zajednicu jer njihova preporuka doživljava se kao autentična i lična, čime poruka dopire do publike koja je već zainteresovana za dati domen. Pored toga, sve više brendova primenjuje model „ambasadora brenda“, odnosno dugoročno bira malu grupu influensera koji kontinuirano predstavljaju brend, umesto jednokratnih sponzorisanih objava. Ovakav pristup omogućava izgradnju dubljeg odnosa između influensera, brenda i publike, te veću doslednost u komunikaciji (Brown, 2020). Influencer koji zaista koristi proizvod i više puta o njemu govori vremenom postaje sinonim za brend, čime se poverenje publike u njegove preporuke maksimalno uvećava.

Izbor platformi i formata - Svaka platforma nosi specifičnosti u pogledu publike i tipova sadržaja, pa brendovi moraju strateški odlučiti gde će i kako plasirati poruke putem influensera. Instagram i TikTok dominiraju u modnom marketingu zahvaljujući vizuelnoj prirodi sadržaja. Na ovim platformama slike i kratki video klipovi visokog estetskog kvaliteta mogu brzo privući pažnju modne publike i brže zainteresovati masu. Istraživanja pokazuju da je video format, naročito kratka forma (Instagram Reels, TikTok video), postao najmoćniji alat influensera, jer generiše visok nivo angažovanja i zadržava pažnju gledalaca (Chai, 2020). S toga se influencer kampanje u modnoj industriji sve više oslanjaju na kreativne video sadržaje, od *unboxing* snimaka novih kolekcija, do tutorijala za stilizovanje, koji omogućavaju demonstraciju proizvoda u realnoj upotrebi. Platforme poput YouTube-a pogodne su za duže forme (npr. prikaz modnih revija, vlog o modnim kombinacijama), dok se X ili blogovi mogu koristiti za diskusiju o modnim idejama i vrednostima brenda. Ključno je da platforma koju influencer koristi odgovara navikama ciljne grupe, tako je Gen Z publika aktivnija na TikTok-u, dok milenijalci više prate Instagram i YouTube. Pored izbora platforme, bira se i format koji najbolje prenosi poruka, da li je to Instagram Reel, carusel objava, Tik Tok video ili Instagram priča. Strategija platforme i formata treba da osigura da poruka doseže publiku u obliku koji je najrelevantniji i najubedljiviji.

Dugoročna partnerstva i izgradnja zajednice - Sve više modnih brendova se udaljava od ad-hok kampanja i okreće ka dugoročnim partnerstvima sa odabranim influencerima. Dugoročna saradnja omogućava da influencer vremenom dublje integriše brend u svoj lični narativ, što gradi kredibilitet i autentičnost poruke (Brown, 2020). Kroz kontinuirani odnos, influencer bolje upoznaje filozofiju brenda i može suptilno da promoviše njegove vrednosti, a ne samo pojedinačne proizvode. Ovaj pristup takođe pospešuje izgradnju zajednice oko brenda jer influenceri kao ambasadori podstiču svoje pratiocima da formiraju lojalnu zajednicu koja deli interesovanje za brend. Takve kampanje vođene zajednicom (eng. *community-driven campaigns*) idu dalje od samo jedne promocije proizvoda, tu influencer uključuje pratiocima u priču brenda, kroz dijalog, pitanja i stvaranje korisničkog sadržaja. Prema Kejt Freberg (2021), brendovi koji influencers aktivno uključuju u kreiranje i negovanje zajednice oko brenda postižu dublju emocionalnu povezanost sa publikom, jer influenceri prestaju biti samo kanali već postaju nosioci vrednosti i kulture brenda. Ova strategija ima direktan uticaj i na lanac snabdevanja, jer lojalna zajednica okupljena oko brenda iskazuje stabilniju potražnju i vredne uvide u preferencije, čime olakšava brendu planiranje proizvodnje i razvoj novih proizvoda u skladu sa očekivanjima kupaca.

Merenje uticaja i povratne informacije - U skladu sa principima upravljanja podacima u Industriji 4.0, uspešna influencer strategija zahteva kontinuirano merenje rezultata i prilagođavanje na osnovu analize podataka. Tradicionalni marketinški KPI (eng. *Key Performance Indicators*) poput dometa (broj pregleda ili impresija) i angažovanja (procentualni odnos interakcija) i dalje su bitni, ali u digitalnoj ekonomiji postoji mogućnost detaljnijeg praćenja puta potrošača od svesti do kupovine. Brendovi treba da prate konverzije ostvarene putem influencer kampanja, na primer, koliki procenat pratilaca je kliknuo na link, dodao proizvod u korpu ili izvršio kupovinu nakon preporuke influencersa (Brown & Fiorella, 2013). Takođe, analiza sentimenta u komentarima i diskusijama može otkriti kakvo je stvarno mišljenje publike o proizvodu ili kampanji. Najsofisticiraniji pristup jeste integracija tih marketinških uvida sa upravljanjem zalihama. Ako određena influencer objava izazove skok interesovanja za proizvod, sistemi lanca snabdevanja treba da registruju povećanu tražnju i po mogućstvu automatski prilagode nabavku ili distribuciju (npr. preusmeravanjem zaliha u regione gde je kampanja izazvala veću potražnju). Brendovi kao što su Nike i Zara već koriste analitiku društvenih medija kao ulaz za demand forecasting, čime povezuju marketing sa planiranjem proizvodnje u gotovo realnom vremenu (Turcu, 2023). Pored kvantitativnih pokazatelja, kvalitativne povratne informacije influencersa od publike (npr. česta pitanja ili sugestije pratilaca) mogu ukazati na potencijalne pomake u ukusu ili nezadovoljene potrebe na tržištu, što je dragoceno za inovacije proizvoda. Uspešna influencer strategija dakle podrazumeva petlju povratne informacije koja podrazumeva plan, izvedi, izmeri, prilagodi, pri čemu se rezultati svake kampanje koriste za optimizaciju budućih nastupa i poboljšanje usklađenosti između promotivnih aktivnosti i operativnih mogućnosti brenda.

5. UTICAJ INFLUENSERA NA BRENDOVE I POTROŠAČE U DIGITALNOJ EKONOMIJI

Influencer marketing, kada je vešto integrisan u strategiju brenda, dokazano doprinosi izgradnji poverenja u brend i oblikovanju ponašanja potrošača. Povezujući se sa publikom na personalizovan i relevantan način, influenceri deluju kao katalizatori za stvaranje snažnijeg odnosa između modnih brendova i njihovih kupaca.

Jedan od najznačajnijih doprinosa influensera jeste izgradnja poverenja u brend. Kako ističe Robert Čaldini, principi socijalnog dokaza i simpatije znače da pozitivan stav influensera prema nekom proizvodu ili brendu služi publici kao model poželjnog stava. Kada pratioci vide da njima omiljena modna influencerka sa oduševljenjem nosi određeni brend, oni to doživljavaju kao društveno opravdanje da i sami pruže poverenje tom brendu (Cialdini, 2003). Praktično, influencer pozajmljuje svoj kredibilitet brendu, njegova preporuka funkcioniše kao uverenje da je brend vredan pažnje. Wayne i dr. (2012) navode da uticajni pojedinci u društvenim strukturama deluju kao posrednici između sistema vrednosti organizacije (brenda) i uverenja zajednice (potrošača), gradeći most poverenja između njih. Stoga influencer koji je stekao ugled doslednošću i ekspertizom može preobraziti način na koji potrošači doživljavaju brend, od nepoznatog ili sumnjivog do pouzdanog i poželjnog. U modnoj industriji ovo je posebno važno jer je lojalnost brendu često zasnovana na emocionalnoj povezanosti i imidžu, influencer može svojom ličnošću i stilom dati „lice“ brendu i učiniti ga bližim publici.

Pored poverenja, uticaj na potrošačko ponašanje ogleda se u više dimenzija, influenceri podstiču svest o brendu, utiču na formiranje stavova, podstiču nameru za kupovinu i čak neposredno pokreću prodaju kroz pozive na akciju. Istraživanja u okviru teorije planiranog ponašanja pokazuju da percipirana verodostojnost influensera i pozitivan stav prema njemu statistički značajno povećavaju nameru pratilaca da kupe preporučene modne artikle, pri čemu taj efekat posreduje i bolji stav prema samom brendu (Handranata & Kalila, 2025). Drugim rečima, influencer nije samo promoter, on zapravo postaje ko-kreator vrednosti brenda, jer svojim delovanjem menja percepciju publike o brendu i stvara novu potražnju. Konkretni pokazatelji ovog uticaja vide se u praksi jer nakon uspešno vođenih influencer kampanja, modni brendovi često beleže porast saobraćaja na sajtu, veću prodaju određenih artikala koje je influencer istakao, kao i povećanje broja pratilaca brenda na društvenim mrežama (Mohammad et al., 2024). Takođe, efekat se proteže i na postprodajno ponašanje, zadovoljni kupci inspirisani influencerom skloniji su da i sami podele pozitivno iskustvo na mrežama, čime se stvara vrtložni efekat dodatne besplatne promocije brenda. Važna komponenta je i oblikovanje očekivanja i navika potrošača u digitalnoj ekonomiji. Influenceri su često ti koji prvi predstavljaju novine, bilo da je reč o održivim materijalima, novom stilu odeće ili inovativnom načinu kupovine putem AR/VR tehnologija i na taj način edukuju tržište i

podizaju lestvicu očekivanja. Potrošači koji prate influensere teže da budu u toku sa trendovima koje oni promoviraju, pa brendovima koji žele da budu percipirani kao moderni i inovativni saradnja sa vodećim influencerima pomaže da proaktivno usmeravaju potražnju. Na primer, promocija ekološki održive modne kolekcije od strane influencersa poznatog po zastupanju „zelenih“ vrednosti može podstaći širu publiku da promeni navike kupovine u pravcu etičke mode, čime influencer marketing postaje pokretač dugoročne promene potrošačkih obrazaca u skladu sa ciljevima održivosti (Kotler, Lee & Rothschild, 2006). Ovo potvrđuje stav Kotler et al. (2006) da je suština efektivnog uticaja u sposobnosti da se suptilno, ali postojano, menja ponašanje. Influenseri upravo kroz kontinuirano delovanje uspevaju da oblikuju stavove i odluke svoje publike na način koji tradicionalni marketing teško postiže.

Influencer marketing u digitalnoj ekonomiji doprinosi i stvaranju višesmerne komunikacije brend-potrošači. Za razliku od jednosmerne reklame, influencer platforma je dijalog, na njoj pratilci pružaju momentalnu povratnu informaciju kroz komentare i poruke, čime brend dobija priliku da bolje razume svoje kupce. Ta vrsta interakcije povećava angažovanost kupaca i čini da se osećaju sastavnim delom zajednice brenda, što pojačava njihovu lojalnost. Ukupno gledano, influenseri kao produžena ruka brenda mogu poboljšati iskustvo kupaca (eng. customer experience), jer pružaju savete, inspiraciju i podršku pre i posle kupovine. U uslovima digitalne transformacije, gde se dobar glas brenda i zadovoljstvo kupaca munjevito šire (ali i loši komentari takođe), ovo predstavlja neprocenjivu konkurentsku prednost.

6. ZAKLJUČAK

Digitalna transformacija lanaca snabdevanja u okviru Industrije 4.0 preoblikuje način na koji modni brendovi kreiraju i isporučuju vrednost, stavljajući fokus na brzinu, povezanost i orijentaciju ka kupcu. U tom kontekstu, influencer marketing se pokazao kao strateški važan element koji spaja marketing i operativno poslovanje modnih kompanija. Influenseri kao savremeni komunikatori brendova omogućavaju da poruke o proizvodu i vrednostima brenda stignu do potrošača brže i uverljivije nego ikada, dok istovremeno povratne informacije od potrošača dospevaju do brendova u gotovo realnom vremenu. Kroz analizu teorijskih koncepata i primera iz prakse, u radu je istaknuto da su poverenje, relevantnost, autentičnost i angažovanje ključni gradivni elementi uticaja influencersa. Oni omogućavaju da influencer marketing prevaziđe efekat obične reklame i postane sredstvo za izgradnju dugoročnih odnosa između modnih brendova i kupaca. Strategije poput pažljivog izbora influencersa koji se uklapaju u identitet brenda, upotrebe adekvatnih platformi i formata, negovanja dugoročnih partnerstava i korišćenja analitike za merenje uticaja pokazale su se kao presudne za uspeh. Integracijom ovih strategija u šire poslovanje, modni brendovi mogu da usklade kreiranje potražnje sa svojim lancem snabdevanja, izbegavajući situacije neusklađenosti između promocije i dostupnosti proizvoda, i bolje predviđajući trendove na osnovu podataka o ponašanju potrošača.

LITERATURA

- [1] Bertola, P., & Teunissen, J. (2018). Fashion 4.0: Innovating fashion industry through digital transformation. *Research Journal of Textile and Apparel*, 22(4), 352–369.
- [2] Brown, A. (2020). *Influencer marketing strategy: How to create successful influencer marketing*. Kogan Page.
- [3] Brown, D., & Fiorella, S. (2013). *Influence marketing: How to create, manage, and measure brand influencers in social media marketing*. Que Publishing.
- [4] Brown, D., & Hayes, N. (2008). *Influencer marketing*. Routledge.
- [5] Chai, C. (2020). *Influencer marketing for brands: What YouTube and Instagram can teach you about the future of digital advertising*. Apress.
- [6] Cialdini, R. B. (2003). *Influence: Science and practice* (4th ed.). Allyn & Bacon.
- [7] Esposito, A. (2022, June 9). Influencers: A Secret Weapon for Tackling Supply Chain Challenges. *Retail TouchPoints*. Retrieved from <https://www.retailtouchpoints.com>
- [8] Freberg, K. (2021). *Influencer marketing: Building brand communities and engagement*. Routledge.
- [9] Handranata, Y. W., & Kalila, S. (2025). Attitude toward fashion influencers and its impact on purchase behavior: The roles of brand attitude and purchase intention. *Frontiers in Communication*, 10. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2025.1583602>
- [10] Hunter, G. (2021). *The influencer code: How to unlock the power of influencer marketing*. Wiley.
- [11] Kotler, P., Lee, N. R., & Rothschild, M. L. (2006). *Social marketing: Influencing behaviors for good* (3rd ed.). Sage Publications.
- [12] Lancaster, D. (2022). *Influencer marketing strategy: How influencers can help grow your business*. Entrepreneur Press.
- [13] Turcu, C. (2023). Digital transformation in fashion retail: integrating social media analytics into supply chain agility. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 51(5), 527–546.
- [14] Wayne, S. J., Coyle-Shapiro, J. A.-M., Eisenberger, R., Liden, R. C., Rousseau, D. M., & Shore, L. M. (2012). Social influences. In H. J. Klein, T. E. Becker, & J. P. Meyer (Eds.), *Commitment in organizations: Accumulated wisdom and new directions* (pp. 271–302). Routledge.

TRENDOVI I IDENTIFIKACIJA CILJNIH GRUPA U TURIZMU I UGOSTITELJSTVU

TRENDS AND TARGET GROUP IDENTIFICATION IN TOURISM AND HOSPITALITY

Nevena Petrović¹, Slavica Cicvarić Kostić², Jovana Kojić³, Ivan
Todorović⁴

^{1,2,3,4} Fakultet organizacionih nauka,

¹np20233733@student.fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0006-5426-3270

²slavica.cicvaric.kostic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-7110-3750

³jovana.kojic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0477-193X

⁴ivan.todorovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-3792-582X

Apstrakt: Rad istražuje trendove u sektoru turizma i ugostiteljstva i njihovu primenu u oblikovanju ponude i strategije komunikacija na primeru ugostiteljskog kompleksa. Studija slučaja koja je analizirana u radu je kompleks Platz, na čijem primeru su analizirani digitalno prisustvo, preferencije posetilaca i motivacije različitih segmenata publike. Na osnovu istraživanja među postojećim i potencijalnim posetiocima kompleksa, kreirane su četiri ključne persone: aktivni i sportski gosti, luksuzni uživaoci, mlađa publika fokusirana na zabavu i porodice sa decom, koje služe za personalizaciju ponude i oblikovanje strategije komunikacije. Istraživanje pokazuje kako primena trendova i razumevanje ciljnih grupa može doprineti diferencijaciji u turizmu i ugostiteljstvu.

Ključne reči: turizam, ugostiteljstvo, trendovi, ciljne grupe, strategija komunikacija.

Abstract: The paper explores trends in the tourism and hospitality sector and their application in shaping the offer and communication strategy through the example of a hospitality complex. The case study analyzed is the Platz complex, which served as the basis for examining digital presence, visitor preferences, and the motivations of different audience segments. Based on research conducted among current and potential visitors, four key personas were identified: active and sports-oriented guests, luxury seekers, younger audiences focused on entertainment, and families with children. These personas provide a framework for personalizing the offer and designing the communication strategy. The study demonstrates how the application of contemporary trends and an in-depth understanding of target groups can contribute to differentiation in tourism and hospitality.

Keywords: tourism, hospitality, trends, target groups, communication strategy.

1. UVOD

Turizam i ugostiteljstvo tokom poslednjih decenija prolaze kroz značajne transformacije usled ekonomskih, društvenih i tehnoloških promena. Dok je u periodu pre 1950-ih turizam bio fragmentiran i ograničen, porast prihoda i globalizacija su doveli do masovnije dostupnosti putovanja i potrebe za integrisanim i diferenciranim uslugama (Lickorish & Jenkins, 1997). U novije vreme, faktori koji oblikuju ugostiteljsku industriju su rast konkurencije, fokus na kvalitet usluge i percepciju vrednosti, razvoj tehnologije, održivost i bezbednost, ali i rast diverziteta potrošača (Barrows et al., 2011), dok Schwarz (2025) navodi da savremene trendove obeležavaju uključivanje novih tehnologija, razvoj održivih poslovnih praksi, podizanje nivoa zdravstvenih i bezbednosnih standarda i sve izraženija personalizacija usluga.

Rad istražuje savremene trendove u sektoru turizma i ugostiteljstva i analizira njihovu primenu u oblikovanju ponude i komunikacije za konkretnu destinaciju, ugostiteljski kompleks *Platz*. Cilj je da se opiše način na koji kombinacija analize trendova, lokalnog konteksta i specifičnih karakteristika posetilaca može doprineti kreiranju efektivnih i inovativnih komunikacionih strategija u turizmu i ugostiteljstvu. Rad je strukturiran na sledeći način: prvo se analiziraju globalni i lokalni trendovi u turizmu i ugostiteljstvu, potom se razmatra stanje i karakteristike turističke ponude u Srbiji. U narednom poglavlju predstavljena je studija slučaja *Platz*, za koju je sprovedeno istraživanje preferencija posetilaca, kao i analiza digitalnog prisustva i trenutne komunikacione prakse. Na osnovu ovih nalaza, identifikovane su ključne ciljne grupe i kreirane su „persone“ koje oslikavaju različite segmente posetilaca, njihove motivacije, potrebe i očekivanja. Završni deo rada fokusira se na opis strategije komunikacija, kroz digitalne kanale i interaktivne formate, kako bi se omogućilo personalizovano angažovanje ciljnih grupa, jačanje brenda i povećanje posete kompleksu.

2. TRENDOWI U TURIZMU I UGOSTITELJSTVU

Prema izveštaju *World Economic Forum* (2025), sektor turizma će do 2034. godine rasti 1,5 puta brže od globalne ekonomije, uz dominaciju domaćeg turizma (preko 70% BDP-a sektora) i rekreativnih putovanja (80% udela). Kao najznačajniji trendovi ističu se:

- Promena profila putnika – milenijalci i generacija Z postaju vodeće grupe, okrenute digitalnoj interakciji, autentičnim iskustvima i kombinovanju motiva putovanja;
- Rast novih segmenata – sportski turizam, *wellness* i ekoturizam beleže rast, kao i *MICE* segment (podrazumeva organizaciju i pružanje usluga za poslovne događaje, od manjih sastanaka i obuka do velikih međunarodnih konferencija i sajмова), sa prognozom od 9% godišnje u periodu 2025–2030;

- Tehnologija kao pokretač – veštačka inteligencija, *IoT (Internet of Things)* i *XR (extended reality)* omogućavaju personalizovana iskustva i nove forme interakcije sa destinacijama.

Slične tendencije prisutne su i u sektoru ugostiteljstva. Schwarz (2025) identifikuje kao ključne trendove tehnološku integraciju, implementaciju održivih praksi, unapređenje zdravstvenih i bezbednosnih standarda, personalizaciju usluga, porast *bleisure* putovanja (kombinacija poslovnih i turističkih aktivnosti), kao i pojavu novih poslovnih modela zasnovanih na pretplatama i specijalizovanim ugostiteljskim konceptima. Istovremeno, nedostatak kvalifikovanog osoblja naglašava potrebu za dodatnim ulaganjima u ljudske resurse.

U oblasti marketinga i komunikacija, dominantnu ulogu preuzima digitalizacija. Prilagođavanje sadržaja mobilnim platformama, upotreba kratkih video formata na *Instagramu*, *TikToku* i *YouTube Shorts-u*, kao i oslanjanje na korisničke recenzije i preporuke, predstavljaju ključne kanale za izgradnju prepoznatljivosti i lojalnosti (Egan, 2025). Personalizovani sadržaj sve više se nameće kao neophodan preduslov za efikasno obraćanje različitim segmentima publike.

Kada je reč o turizmu i ugostiteljstvu u Srbiji, ovi sektori poseduju značajan potencijal za ekonomski rast i međunarodnu afirmaciju, zahvaljujući bogatim prirodnim resursima, kulturno-istorijskom nasleđu i gastronomskoj ponudi. Ipak, taj potencijal još uvek nije u potpunosti iskorišćen. Strategija razvoja turizma Republike Srbije 2016–2025 ističe nedostatak sistematskih istraživanja tržišta, ograničeno korišćenje fondova EU i nedovoljnu primenu savremenih digitalnih alata za promociju. Iako većina ugostiteljskih objekata poseduje osnovne veb stranice, prisustvo na društvenim mrežama i upotreba inovativnih komunikacionih kanala i dalje su na nezadovoljavajućem nivou, kako u okviru pojedinačnih ponuda, tako i na nivou nacionalnih i lokalnih turističkih organizacija.

Savremeni trendovi ukazuju na to da je digitalni marketing postao ključan za izgradnju prepoznatljivog brenda. Marketing plan turizma Srbije do 2025. godine posebno naglašava značaj prelaska na digitalne kanale, saradnje sa mikroinfluenserima i kreiranja autentičnih iskustava kao glavnih alata diferencijacije ponude. Razvoj turizma u Srbiji i dalje je neujednačen – dominiraju Beograd i veći gradovi, dok istovremeno rast beleže spa, planinski i ruralni turizam. U konkurentnom okruženju, zasićenom različitim ponudama, brend menadžment postaje ključan za obezbeđivanje prepoznatljivosti i izgradnju emocionalne povezanosti sa korisnicima. Istraživanja pokazuju da 72% gostiju pre donošenja odluke čita recenzije, dok profesionalne fotografije mogu povećati interesovanje i do 130% (glion.edu), što potvrđuje presudan značaj percepcije brenda u procesu izbora. Važno je naglasiti da se brend ne svodi samo na ime ili vizuelni identitet, već predstavlja obećanje doslednog i autentičnog iskustva (Cicvarić Kostić & Štavljanin, 2020). Svaka tačka kontakta, od prvog utiska na društvenim mrežama, preko atmosfere i usluge u objektu, do odnosa nakon posete, doprinosi izgradnji lojalnosti i tržišnom pozicioniranju, a konzistentnost, personalizacija i emocionalna povezanost izdvajaju se kao presudni faktori za privlačenje i zadržavanje klijenata.

3. STUDIJA SLUČAJA *PLATZ*: ISTRAŽIVANJE CILJNIH GRUPA

Za potrebe ovog rada odabran je ugostiteljski kompleks *Platz*, smešten na obali Ibra u Kraljevu. *Platz* u svojoj ponudi objedinjuje bazene, sportske terene, gastronomiju i organizaciju događaja, čime predstavlja relevantan primer za analizu procesa brendiranja i komunikacionih strategija usmerenih ka različitim ciljnim grupama. Tokom letnje sezone 2025. godine sprovedeno je istraživanje sa aktuelnim i potencijalnim posetiocima, sa ciljem da se bolje razumeju njihove navike, potrebe, stavovi i očekivanja. Ovakav pristup omogućava prilagođavanje ponude i poruka, čime se obezbeđuje relevantnost brenda i podstiče lojalnost posetilaca.

Anketni upitnik osmišljen je na osnovu prethodnih naučnih istraživanja. Delimično se oslanja na istraživanje autora *Avram* (2017), koji je analizirao profil i motivaciju turista u ruralnom turizmu, kao i na autora *Kumar* (2025), koji je ispitao efektivnost strategija brendiranja u turizmu kroz dimenzije jasnoće komunikacije, personalizovanog marketinga i zaštite podataka. Ovi modeli integrisani su u izradu upitnika za *Platz*, sa naglaskom na navike i očekivanja posetilaca, kao i na percepciju brenda i njegovih komunikacionih aktivnosti.

Na osnovu sprovedenog istraživanja može se zaključiti da ciljnu grupu *Platz*-a pre svega čine mladi uzrasta od 18 do 35 godina (76% ispitanika), dok se sekundarno izdvajaju posetioци od 36 do 45 godina (16%). Polna struktura je ravnomerna (44% muškaraca i 56% žena), što omogućava da se komunikacija usmeri na široku publiku bez potrebe za snažnim rodnim diferenciranjem. Većina ispitanika je visokoobrazovana (49% sa završenim fakultetom i 18% sa masterom), što ukazuje da strategija komunikacije treba da bude sadržajna i informativna, ali istovremeno pristupačna i jasna široj publici. Najveći deo čine zaposleni (52 ispitanika), dok manji deo obuhvata samostalno zaposlene (14) i studente (10). Ovakva struktura sugerise da se *Platz* najčešće posećuje vikendom i u slobodno vreme, dok deo studenata i samostalno zaposlenih prostor koristi i za rad, što otvara prostor za dodatne sadržaje poput stabilne internet konekcije i ambijenta pogodnog za duži boravak.

Istraživanje je pokazalo da posetioци najčešće biraju aktivnosti vezane za prirodu i rekreaciju: obilasci prirode (50 odgovora) i bazeni/kupališta (49) izdvajaju se kao najpopularniji, dok gastro ponuda (35) i *wellness & spa* sadržaji (26) imaju ulogu dodatnih motiva. Na osnovu toga, *Platz* bi u komunikaciji trebalo da naglašava prirodno okruženje, bazene i gastronomiju kao glavne adute, dok *wellness* i sportski sadržaji mogu služiti kao dopuna ponude. Kao ključni faktori pri izboru objekta ističu se higijena i čistoća (62), atmosfera (60) i ljubaznost osoblja (48), što jasno ukazuje da doživljaj i usluga presudno utiču na odluku posetilaca. Negativno iskustvo najčešće je vezano za gužvu (15), lošu higijenu (8), neljubazno osoblje (7) i visoke cene (7), pa se *Platz* može diferencirati upravo kroz kontrolisan broj gostiju, čistoću i fer odnos cene i kvaliteta. Kada je reč o kanalima informisanja, presudan uticaj imaju društvene mreže i lične preporuke, dok tradicionalni

mediji imaju zanemarljiv značaj. *Instagram* (80 odgovora) i *TikTok* (34) su dominantne platforme za informisanje i inspiraciju, što potvrđuje digitalnu orijentisanost publike i usmerava strategiju promocije na vizuelni i interaktivni sadržaj.

Istraživanje među posetiocima koji su već boravili na *Platz*-u pokazuje da su najviše vrednovali ambijent (39 odgovora), bazen (38) i kafe bar (35), što potvrđuje da brend doživljavaju kao mesto iskustva, a ne samo pojedinačnog sadržaja. *Platz* se u njihovim opisima najčešće povezuje sa opuštanjem i relaksacijom (49), prirodnim okruženjem (31) i luksuznim ambijentom (27), dok su urbani (24) i porodični tonovi (23) prisutni, ali sekundarni. Sport je najmanje istaknut (15), što pokazuje da *Platz* ne treba pozicionirati kao sportski centar, već kao *lifestyle & experience* destinaciju koja kombinuje odmor, druženje i uživanje u prirodi. Reči koje su ispitanici koristili – poput „opuštanje“, „priroda“, „atmosfera“, „uživanje“, „luksuzno“ – jasno ukazuju da je upravo atmosfera ključna vrednost brenda, dok dodatni sadržaji (bazeni, barovi, događaji) doprinose celovitom doživljaju. Ovi nalazi sugerišu da strategija komunikacije treba da naglasi opušten, prirodan i premijum karakter *Platz*-a, uz poruke koje ga predstavljaju kao multifunkcionalno mesto za različite grupe, od mladih do porodica, odnosno kao *the Platz to be*, što je i slogan *Platz*-a.

U delu istraživanja vezanog za digitalno prisustvo i komunikaciju *Platz*-a, pokazalo se da je jedini aktivan kanal *Instagram*, koji je bio i fokus analize. Rezultati pokazuju da 78% ispitanika (64 osobe) prati *Instagram* nalog *Platz*-a, dok 22% (18 osoba) ne prati. Visok procenat pratilaca ukazuje da su društvene mreže efikasan kanal za održavanje lojalnosti, ali postoji prostor za proširenje doseg i privlačenje novih posetilaca. Strategija komunikacije trebalo bi da se fokusira na interaktivan i atraktivan sadržaj koji motiviše praćenje naloga, uz korišćenje promocija, saradnje sa influenserima i oglašavanja, kako bi se uključili potencijalni novi posetioци. Ispitanici su posebno vrednovali praktične i vizuelno privlačne informacije, što ukazuje na važnost sadržaja koji je u skladu sa trendovima na društvenim mrežama, relevantan za ciljnu publiku i olakšava planiranje posete *Platz*-u.

Na osnovu sprovedenog istraživanja može se zaključiti da rezultati pružaju važne smernice za strateško planiranje sadržaja, komunikacije i razvoja usluga u skladu sa preferencijama i motivacijom ciljnih grupa. Visok procenat pratilaca *Instagram* naloga pokazuje da digitalni kanali mogu efikasno jačati lojalnost i angažovanje postojećih posetilaca, dok fokus na praktične i vizuelno atraktivne informacije, saradnju sa influenserima i promotivne aktivnosti može proširiti doseg i privući nove segmente. Razumevanje motivacije posetilaca i aktuelnih trendova u turizmu i ugostiteljstvu omogućava oblikovanje sadržaja i iskustava prilagođenih različitim demografskim grupama, poput mladih, porodica i sportskih turista. Ipak, istraživanje ima određena ograničenja. Pre svega, ograničenja su mali uzorak i fokus na jedan kanal komunikacije, koja smanjuju mogućnost generalizacije, dok prikupljeni podaci mogu sadržati i subjektivne pristrasnosti. Takođe, usmerenost na dominantne trendove i specifične segmente može dovesti do zanemarivanja manjih, ali potencijalno značajnih grupa. S

obzirom na dinamičnu prirodu turizma i ugostiteljstva, preporuke zahtevaju periodično ažuriranje radi očuvanja relevantnosti. Implikacije ukazuju na prostor za unapređenje digitalnih strategija i ciljane ponude, ali rezultate treba posmatrati obazrivo, u kontekstu šireg tržišnog okruženja.

3.1. Identifikacija ciljnih grupa

Na osnovu sprovedenog istraživanja jasno se razlikuju četiri ključna segmenta posetilaca i njihovih specifičnih potreba, motivacija i očekivanja, što predstavlja osnovu za kreiranje ciljane strategije komunikacije i sadržaja. Svaki segment je predstavljen tzv. personom, odnosno fiktivnim profilom koji opisuje tipičnog kupca, u ovom slučaju korisnika usluga. Primarne grupe obuhvataju aktivne i sportski orijentisane posetioce, koje predstavlja Marko, koji ima 28 godina, živi u Beogradu i traži mesto gde može da kombinuje fizičke aktivnosti sa opuštanjem i društvenim druženjima. Marko je motivisan sportom i održavanjem kondicije, ali želi i zabavu sa prijateljima, a *Platz* mu pruža kombinaciju sportskih terena, bazena i prostora za relaksaciju. Druga primarna grupa su luksuzni uživaoci poput Jelene, 35-godišnje menadžerke iz Novog Sada, kojoj su važni komfor, elegantan ambijent i visokokvalitetna gastronomija. Jeleni *Platz* omogućava da uživa u mirnoj, sofisticiranoj atmosferi sa gurmanskim specijalitetima i prilagođenim društvenim iskustvima, što odgovara njenim očekivanjima luksuznog odmora.

Sekundarne grupe uključuju mlađu publiku, predstavljenu Nemanjom, studentom od 22 godine, koji traži energično i društveno okruženje sa bazenskim aktivnostima, sportskim turnirima i zabavnim događajima. Nemanju privlači dinamična atmosfera i mogućnost druženja sa prijateljima, a *Platz* mu pruža prostor za kombinovanje sporta, zabave i opuštanja u jednom okruženju. Druga sekundarna grupa su porodice sa decom, kao što su Ana i Aleksandar, koji traže sigurno i prijatno okruženje gde deca mogu da se igraju i učestvuju u aktivnostima, dok roditelji mogu da se opuste i uživaju u prostoru sa kafićem i bazenom. *Platz* za ovu grupu predstavlja mesto koje istovremeno zadovoljava potrebe dece i odraslih, omogućavajući celokupnom porodicom kvalitetno iskustvo odmora.

Analiza ovih persona pokazuje da svaka ciljna grupa ima različite motivacije i očekivanja. Razumevanje raznovrsnosti ciljnih grupa omogućava personalizovan pristup komunikaciji i kreiranje ponuda koje odgovaraju različitim stilovima odmora, povećavajući angažman i verovatnoću posete, dok istovremeno pruža smernice za unapređenje digitalnih strategija i promocije u skladu sa trendovima tržišta.

3.2. Oblikovanje strategije komunikacija

Komunikaciona strategija *Platz*-a zasniva se pre svega na digitalnim kanalima, budući da većina potencijalnih posetilaca informacije o kompleksu i odluke o poseti donosi upravo putem interneta. Instagram je odabran kao glavni kanal komunikacije zbog svoje vizuelne prirode, popularnosti među ciljnom publikom i mogućnosti za direktan angažman

korisnika kroz različite formate - *Story, Reels, carousel* objave i interaktivne funkcije poput anketa, kvizova i izazova. Ovim pristupom *Platz* može predstaviti raznovrsne aspekte ponude (sportski sadržaji, bazeni, gastronomija, događaji i ambijent), dok se ton komunikacije gradi kao moderan, zabavan i društven, uz dozu elegancije koja odražava luksuz i komfor brenda. Instagram takođe omogućava interakciju sa pratiocima, prikupljanje povratnih informacija, promociju događaja i specijalnih ponuda, što jača lojalnost postojećih i privlači nove posetioce.

TikTok, sa druge strane, cilja mlađu publiku (18–28 godina) orijentisanu na zabavu, sport i druženje. Platforma omogućava kreiranje kratkih, dinamičnih i vizuelno atraktivnih video sadržaja, izazova i snimaka događaja koji prenose energiju i atmosferu *Platz-a*, podstiču interakciju, deljenje i stvaranje svesti o brendu. Sadržaji na TikTok-u karakterišu opušteniji ton, naglasak na muziku i aktuelne trendove, što omogućava autentičnu komunikaciju sa mlađom publikom i promociju aktivnosti u realnom vremenu.

Strategija je usklađena sa definisanim ciljnim grupama, aktivnim i sportskim gostima, ljubiteljima luksurnijih sadržaja, mlađom publikom fokusiranom na zabavu i porodicama sa decom. Svaki segment se adresira sadržajem koji odražava njihove specifične potrebe i očekivanja. Kombinovanjem Instagrama i TikTok-a, *Platz* uspešno komunicira sve aspekte svoje ponude na angažujući i relevantan način, jača emocionalnu povezanost sa publikom i povećava prepoznatljivost brenda. Pored društvenih mreža, planirana je i uloga zvaničnog veb-sajta kao centralnog izvora informacija o kompleksu, događajima i rezervacijama, čime se dopunjuje digitalna prepoznatljivost kompleksa. Ovakav integrisani pristup omogućava konzistentnu, personalizovanu i savremenu komunikaciju koja povećava angažman i podstiče posete svih ciljnih grupa.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenog istraživanja i dobijenih rezultata može se zaključiti da uspešno pozicioniranje *Platz-a* zavisi od razumevanja različitih ciljnih grupa i usklađivanja sa savremenim trendovima u turizmu i ugostiteljstvu. Definisane persone, aktivni i sportski gosti, ljubitelji luksuza, mlađa publika usmerena na zabavu i porodice sa decom, omogućavaju personalizovan pristup ponudi i komunikaciji, prilagođen specifičnim potrebama i motivacijama svake grupe. Analiza preferencija i digitalnih navika ukazuje da Instagram i TikTok imaju ključnu ulogu u informisanju i motivisanju posetilaca, dok veb-sajt funkcioniše kao centralni izvor informacija i alat za rezervacije.

Komunikaciona strategija *Platz-a* oslanja se na vizuelno atraktivne i interaktivne formate, sa sadržajem koji kombinuje zabavu, društvenost i eleganciju. Na taj način gradi se emocionalna povezanost sa publikom i jača identitet brenda. Integracijom digitalnih kanala i personalizovanog sadržaja podstiče se veći angažman, širi doseg i privlače novi posetioći, dok se lojalnost postojećih održava. Ovakav pristup pokazuje da primena trendova digitalnog marketinga i fokus na potrebe ciljnih grupa doprinose diferencijaciji

i razvoju turističko-ugostiteljske destinacije, stvarajući konkurentsku prednost i dobro iskustvo za posetioce.

LITERATURA

- [1] Barrows, C. W., Powers, T. F., & Reynolds, D. E. (2012). *Introduction to Management in the Hospitality Industry*. (10th ed.). Wiley.
- [2] Cicvarić Kostić, S., & Štavljanin, V. (2020). *Brend menadžment: kreiranje prepoznatljive vrednosti*. Beograd: FON
- [3] Lickorish, L. J., & Jenkins, C. L. (1997). *An introduction to tourism*. Butterworth-Heinemann.
- [4] Ministarstvo turizma i omladine (2020). *Strategijski marketing plan turizma Republike Srbije do 2025. godine*.
<https://mto.gov.rs/extfile/sr/201/Strategijski%20marketing%20plan%20turizma%20RS%20do%202025..pdf> (datum pristupa 23.4.2025.)
- [5] Schwarz, L. (2025). *7 Trends Driving the Hospitality Industry in 2025*.
<https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/hospitality-industry-trends.shtml> (datum pristupa 15.8.2025.)
- [6] Egan, C. (2025). *Top 10 Trends Shaping Digital Marketing in 2025*.
<https://www.hotelyearbook.com/article/122000381/top-10-trends-shaping-digital-marketing-in-2025.html> (datum pristupa 16.8.2025.)
- [7] Kumar, S., & Khatter, K. (2025). *Effectiveness of Current Branding Strategies Used by The Tourism and Hospitality Sector in Bihar's Major Tourist Attractions*.
<https://doi.org/10.29333/jisem>
- [8] Avram, D. (2017). *Trends of tourist demand in Romania. Positioning of rural tourism among the tourist preferences*. Cactus Travel Journal, 15(1), 14–25. <https://www.cactus-journal-of-tourism.ase.ro/Pdf/vol15/2.Avram%20Daniel.pdf>
- [9] World Economic Forum (2025). *Travel and Tourism at a Turning Point: Principles for Transformative Growth*.
https://reports.weforum.org/docs/WEF_Travel_and_Tourism_at_a_Turning_Point_2025.pdf (datum pristupa 15.8.2025.)
- [10] Glion (2024). *Expert guide to hospitality branding*.
<https://www.glion.edu/magazine/expert-guide-to-hospitality-branding/> (datum pristupa 22.5.2025.)

UPRAVLJANJE LJUDSKIM RESURSIMA

TIMSKI RAD U FUNKCIJI RAZVOJA ZAPOSLENIH NA PRIMERU IT KOMPA NIJE

THE ROLE OF TEAMWORK IN EMPLOYEE DEVELOPMENT: A CASE STUDY OF AN IT COMPANY

Ivana Ivanović¹, Jelena Anđelković Labrović²

¹ Levi9 Technology Services, ivana.ivanovic@levi9.com,
ORCID: 0009-0008-4148-7843

² Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,
jelena.andjelkovic.labrovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-6934-1557

Apstrakt: Rad se bavi proučavanjem značaja timskog rada na profesionalni razvoj zaposlenih u okviru IT kompanije. Polazna pretpostavka je da timski rad, osim realizacije zadataka, predstavlja važan mehanizam za učenje, razmenu znanja i izgradnju poverenja među članovima tima. Istraživanje kombinuje teorijski okvir sa analizom ankete sprovedene među zaposlenima, kako bi se sagledalo na koji način kvalitet timske saradnje doprinosi jačanju kompetencija i motivaciji za napredak. Rezultati pokazuju da elementi poput jasne komunikacije, zajedničkih ciljeva, podrške i psihološke sigurnosti imaju ključnu ulogu u profesionalnom razvoju. Zaključuje se da ulaganje u timsku kulturu, mentorstvo i kontinuirano učenje doprinosi i individualnom i organizacionom rastu.

Ključne reči: timski rad, profesionalni razvoj, IT kompanija, saradnja, komunikacija, poverenje, psihološka sigurnost, organizaciona kultura.

Abstract: The paper explores the impact of teamwork on employee professional development within an IT company. It starts from the assumption that teamwork, beyond task execution, serves as an important mechanism for learning, knowledge sharing, and building trust among team members. The research combines a theoretical framework with a survey conducted among employees to examine how the quality of team collaboration contributes to strengthening competencies and motivation for growth. Findings indicate that elements such as clear communication, shared goals, support, and psychological safety play a key role in fostering professional development. The conclusion emphasizes that investing in team culture, mentorship, and continuous learning contributes to both individual progress and overall organizational growth.

Keywords: teamwork, professional development, IT company, collaboration, communication, trust, psychological safety, organizational culture.

1. UVOD

U savremenom poslovnom okruženju, koje karakterišu brze promene i stalna potreba za prilagođavanjem, razvoj zaposlenih postaje jedan od ključnih faktora dugoročne uspešnosti organizacija (Edmondson, 2012). Iako formalne edukacije imaju svoju ulogu,

u praksi se pokazuje da neformalni oblici učenja, poput timskog rada, često imaju dublji i trajniji uticaj (Senge, 1990). Timski rad omogućava razmenu znanja, iskustava i međusobnu podršku, čime podstiče i individualni i kolektivni napredak (Costa, Fulmer, & Anderson, 2018). Predmet ovog rada jeste analiza timskog rada kao metode razvoja zaposlenih u savremenim organizacijama, dok je cilj da se ispituju mišljenja zaposlenih o mogućnostima učenja i profesionalnog razvoja u okviru organizacije putem timskog rada.

2. TIMSKI RAD

Timski rad predstavlja koordinisano delovanje grupe ljudi koji zajednički ostvaruju ciljeve kroz saradnju, komunikaciju i razmenu znanja (Robbins & Judge, 2019). U savremenim organizacijama on je ključan mehanizam za unapređenje individualnih kompetencija i razvoj zaposlenih (Belbin, 1981). Posebno u IT sektoru, gde su promene brze i kompleksne, timski rad omogućava razvoj veština kao što su adaptabilnost, inovativnost i rešavanje problema (Senge, 1990).

Kroz saradnju u timu, zaposleni stiču priliku da razvijaju profesionalne, tehničke i interpersonalne veštine (Edmondson, 2012). Učenje se odvija u realnom kontekstu, kroz razmenu znanja i podršku kolega (Katzenbach & Smith, 1993). Takvo okruženje doprinosi povećanju samopouzdanja, odgovornosti i spremnosti za preuzimanje inicijative (Deci & Ryan, 2000). Dodatno, organizaciona kultura oblikuje timski rad. Kultura poverenja, saradnje i otvorene komunikacije omogućava slobodno iznošenje ideja i deljenje znanja (Edmondson, 1999). IT kompanije neguju timsku sinergiju i međusobno učenje, što podstiče razvoj zaposlenih kroz praksu eksperimentisanja, preuzimanja odgovornosti i refleksije (Senge, 1990).

Efikasnost tima zavisi od jasnih ciljeva, poverenja, komunikacije, uloga, liderstva i zajedničkih vrednosti (Hackman, 2002). Lideri tima usmeravaju, motivišu i pružaju podršku članovima (Kouzes & Posner, 2023). Kada su ovi faktori prisutni, tim postaje okruženje u kojem zaposleni mogu kontinuirano učiti i razvijati se (Murphy, 2019).

U savremenim organizacijama razlikuju se funkcionalni, projektni, međufunkcionalni i agilni timovi koji omogućavaju različite oblike saradnje (Robbins & Judge, 2019). Agilni timovi, karakteristični za IT sektor, rade u kratkim ciklusima, uče iz povratnih informacija i brzo se prilagođavaju promenama, čime se podstiče kontinuirano usavršavanje (Belbin, 1981). Raznolikost uloga u timu omogućava balans između inicijative, analize i podrške, što doprinosi razvoju širokog spektra kompetencija (Belbin, 1981). Kombinovanjem različitih tipova uloga stvara se okruženje u kojem svaki član može da uči i napreduje kroz zajedničko iskustvo (Costa, Fulmer, & Anderson, 2018).

3. TIMSKI RAD KAO INSTRUMENT RAZVOJA ZAPOSLENIH

Učešće u zajedničkom radu jača unutrašnju motivaciju i posvećenost ciljevima tima (Deci & Ryan, 2000; Hackman, 2002). Angažovanost se dodatno podstiče kroz otvorenu

komunikaciju, uključivanje u odlučivanje i deljenje odgovornosti (Kouzes & Posner, 2023). Kolektivna energija tima podstiče međusobnu inspiraciju, što doprinosi profesionalnom razvoju (Murphy, 2019).

Učešće u zajedničkom radu jača unutrašnju motivaciju i posvećenost ciljevima tima (Deci & Ryan, 2000; Hackman, 2002). Angažovanost se dodatno podstiče kroz otvorenu komunikaciju, uključivanje u odlučivanje i deljenje odgovornosti (Kouzes & Posner, 2023). Kolektivna energija tima podstiče međusobnu inspiraciju, što doprinosi profesionalnom razvoju (Murphy, 2019).

Timski rad omogućava da pojedinačna iskustva postanu zajednički resurs, što doprinosi bržem učenju i rešavanju kompleksnih problema (Senge, 1990; Katzenbach & Smith, 1993). Poverenje i psihološka sigurnost ključni su za slobodno postavljanje pitanja i razmenu ideja (Edmondson, 1999). Takvo okruženje podstiče kreativnost i spremnost da se ideje testiraju u praksi.

Najvažniji mehanizmi učenja uključuju učenje kroz praksu („learning by doing“), dijalog i refleksiju (Kolb, 1984; Schön, 1983). Mentorski odnosi i koučing omogućavaju prenos znanja od iskusnijih članova ka mlađima, čime se jača timska povezanost i odgovornost (Edmondson, 1999; Coyle, 2018). Kombinovanjem ovih mehanizama tim postaje dinamično okruženje u kojem se individualni potencijal pretvara u organizacionu snagu.

4. ISTRAŽIVANJE

U ovom poglavlju prikazani su rezultati istraživanja sprovedenog u beogradskoj kancelariji međunarodne IT kompanije, sa ciljem da se ispita koliko se teorijske postavke o značaju timskog rada za profesionalni razvoj zaposlenih potvrđuju u praksi. Odabrani metod istraživanja je ispitivanje a tehnika anketa. Istraživanje je sprovedeno putem anonimnog elektronskog upitnika, gde su ispitanicu daavali odgovore na skali 1 do 5. Obuhvatio je 15 pitanja raspoređenih u tri oblasti — (1) Karakteristike timskog rada, Značaj timskog rada za (2) profesionalni razvoj i (3) efikasnost organizacije.

4.1. Opis uzorka istraživanja

U istraživanju je učestvovalo 141 od ukupno 165 zaposlenih (85,5%), čime je obezbeđena visoka reprezentativnost uzorka. Analiza profila ispitanika pokazuje ravnomernu polnu zastupljenost – 51,06% muškaraca i 48,94% žena, što uzorak čini relevantnim u odnosu na stvarnu strukturu zaposlenih. Prosečna starost učesnika iznosi $M = 33,5$ ($SD = 4,7$) godina, dok prosečan radni staž u kompaniji iznosi $M = 5,3$ ($SD = 2,1$) godine, što ukazuje da se radi o zaposlenima sa dovoljnim iskustvom i poznavanjem organizacije.

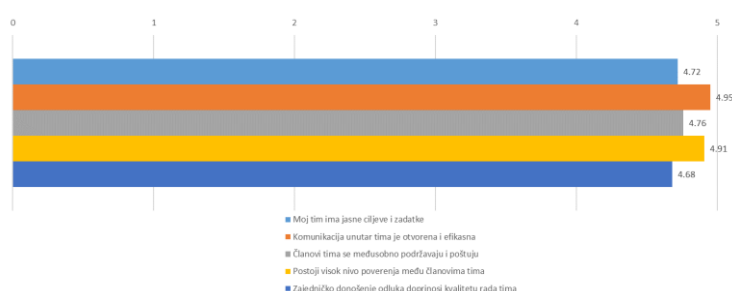
Kada je reč o radnim pozicijama, najzastupljeniji su softverski inženjeri (36,17%), zatim tehnički lideri i menadžeri (19,15%), dok su ostale uloge prisutne u manjem procentu.

Ovakva struktura doprinosi balansu tehničkih i menadžerskih kompetencija, što u praksi podstiče efikasan timski rad i razmenu znanja.

Sve navedene karakteristike potvrđuju da je uzorak reprezentativan i da se rezultati mogu smatrati validnim za celokupnu populaciju zaposlenih u kompaniji.

4.2. Karakteristike timskog rada

Zaposleni veoma visoko ocenjuju ključne aspekte timskog rada (grafik 1) – jasno definisane ciljeve, efikasnu komunikaciju, međusobno poverenje, podršku i zajedničko odlučivanje, sa prosečnim ocenama iznad 4,6.

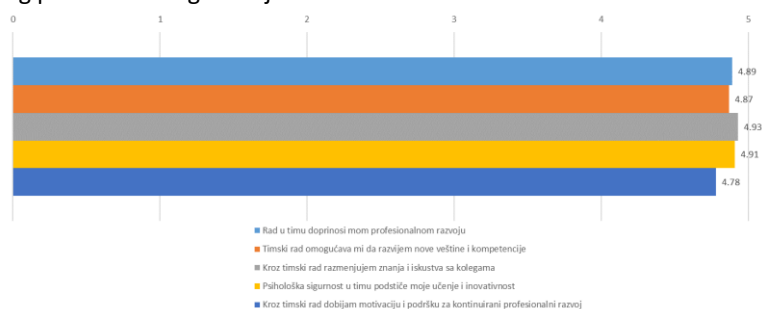


Grafik 1: Rezultati u delu „Karakteristike timskog rada“

Najvišu ocenu ($M=4,95$) dobila je tvrdnja da je komunikacija u timu otvorena i efikasna ($SD=0,62$), što potvrđuje da je kvalitetna komunikacija temelj uspešnog tima. Tvrdnja o zajedničkom donošenju odluka ima nešto nižu ocenu, što može ukazivati da timske odluke ponekad odstupaju od individualnih preferencija članova, ali to ne umanjuje značaj kolektivnog pristupa u donošenju odluka.

4.3. Timski rad i profesionalni razvoj

Rezultati u delu „Timski rad i profesionalni razvoj“ (grafik 2) pokazuju veoma visoke prosečne ocene, što ukazuje da zaposleni jasno prepoznaju vezu između timskog rada i sopstvenog profesionalnog razvoja.

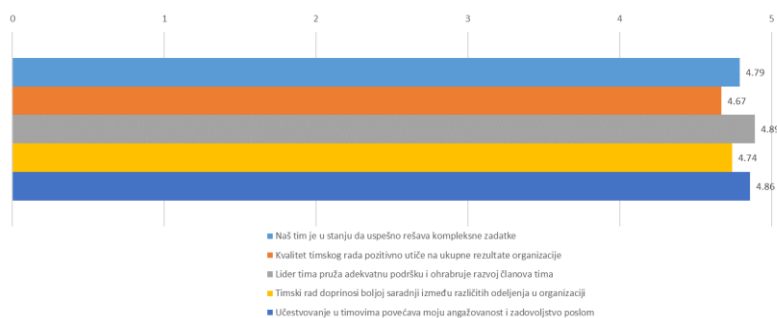


Grafik 2: Rezultati u delu „Timski rad i profesionalni razvoj“

Najviše ocenjene tvrdnje odnose se na razmenu znanja i iskustava ($M=4,93$, $SD=0,23$) i značaj psihološke sigurnosti za učenje i inovativnost ($M=4,91$, $SD=0,23$). Ovi nalazi potvrđuju teorijske postavke o važnosti psihološke bezbednosti kao osnove za razvoj zaposlenih. Sveukupno, rezultati pokazuju da većina ispitanika vidi timski rad kao ključan prostor za kontinuirano učenje i profesionalni napredak.

4.4. Efekti na timsku i organizacionu efikasnost

Prosečne ocene u delu „Efekti na timsku i organizacionu efikasnost“ (grafik 3) nešto su niže u odnosu na prethodne oblasti, što se može objasniti činjenicom da pojedine tvrdnje obuhvataju šira organizaciona pitanja koja su poznatija menadžerima nego operativnim članovima tima.



Grafik 3. Rezultati u delu „Efekti na timsku i organizacionu efikasnost“

Najviše ocenjene tvrdnje odnose se na podršku lidera ($M=4,89$, $SD = 0,35$) i povećanje angažovanosti i zadovoljstva poslom kroz timski rad ($M=4,86$, $SD = 0,50$). Ovi nalazi ukazuju da adekvatno vođstvo i podrška menadžmenta, kao elementi koji su važni za uspešnost timskog rada, pozitivno utiču na motivaciju i efikasnost zaposlenih (Edmondson, 1999).

5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazuju da zaposleni doživljaju da je putem timskog rada moguće učenje i profesionalni razvoj. Od 141 ispitanika, 117 je tvrdnju „Kroz timski rad razmenjujem znanja i iskustva sa kolegama“ ocenilo ocenom 5, dok je većina njih visoko ocenila i otvorenu komunikaciju i poverenje u timu. Ovaj nalaz ukazuje na značaj kvalitetne komunikacije i međusobnog poverenja za kolektivno učenje zaposlenih. Tvrdnju „Psihološka sigurnost u timu podstiče moje učenje i inovativnost“ gotovo svi ispitanici ocenili su najvišom ocenom, što ukazuje i na značaj podrške i poštovanja u timu za stvaranje psihološki bezbednog okruženja (Edmondson, 1999).

Slično, 85,8% ispitanika najvišom ocenom je ocenilo tvrdnju o podršci za profesionalni razvoj kroz timski rad, dok je 94,2% njih visoko ocenilo i otvorenu komunikaciju. Ovi nalazi ukazuju na moguću povezanost između komunikacije i motivacije za kontinuirano usavršavanje, koju bi trebalo dodatno ispitati, kao i na moguću vezu između profesionalnog razvoja, sticanja novih veština i zadovoljstva poslom.

Rezultati ukazuju da zaposleni vide timski rad ne samo kao alat za izvršavanje zadataka, već i kao ključni faktor za učenje, inovacije i profesionalni rast. Njihova percepcija potvrđuje da su komunikacija, poverenje i psihološka sigurnost ključni preduslovi koji omogućavaju da timski rad doprinese individualnom napretku i ukupnoj organizacionoj efikasnosti.

Dobijeni nalazi ukazuju na visoku podudarnost mišljenja zaposlenih sa teorijskim postavkama o važnosti timskog rada za razvoj zaposlenih. Istraživanje time pruža praktične smernice za unapređenje menadžmenta ljudskih resursa i organizacione kulture u konkretnoj organizaciji, pokazujući da zaposleni timski rad prepoznaju kao jedan od najvažnijih pokretača učenja i inovacija.

Organizacije koje žele da osnaže razvoj zaposlenih kroz timski rad trebalo bi da obezbede kontinuiranu podršku menadžmenta i lidera u omogućavanju timskih procesa, neguju kulturu poverenja i psihološke sigurnosti, podstiču razmenu znanja i kolektivno učenje, ulažu u razvoj timskih veština putem obuka, mentorstva i koučinga, kao i da uspostave mehanizme za praćenje i evaluaciju doprinosa timskog rada razvoju zaposlenih i organizacionim rezultatima.

Rezultati ovog istraživanja slični su zaključcima ranijih autora (Katzenbach & Smith, 2005; Edmondson, 1999), koji naglašavaju da poverenje, otvorena komunikacija i zajednički ciljevi predstavljaju osnovu uspešnog timskog rada. Slični nalazi zabeleženi su i u novijim istraživanjima u IT sektoru (Haas & Mortensen, 2016; Gratton, 2021), gde se timski rad prepoznaje kao važan mehanizam za profesionalni razvoj i inovacije. Na osnovu navedenog, može se zaključiti da zaposleni u ovom istraživanju timski rad vide kao ključni faktor učenja i ličnog razvoja.

LITERATURA

- [1] Belbin, R. M. (1981). *Management teams: Why they succeed or fail*. London: Heinemann.
<https://belbin.com/about/belbin-team-roles>
- [2] Costa, A. L., Fulmer, R. M., & Anderson, N. (2018). *Team dynamics and employee development*. *Journal of Organizational Behavior*, 39(5), 567–582.
<https://doi.org/10.1002/job.2265>
- [3] Coyle, D. (2018). *The culture code: The secrets of highly successful groups*. New York, NY: Bantam.
<https://danielcoyle.com/the-culture-code/>
- [4] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

- [5] Edmondson, A. C. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative Science Quarterly*, 44(2), 350–383.
<https://doi.org/10.2307/2666999>
- [6] Edmondson, A. (2012). *Teaming: How organizations learn, innovate, and compete in the knowledge economy*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
<https://books.google.com/books?id=8yVoDwAAQBAJ>
- [7] Gratton, L. (2021). *The power of team-based organizations*. Harvard Business Review Press
- [8] Hackman, J. R. (2002). *Leading teams: Setting the stage for great performances*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
<https://hbsp.harvard.edu/product/3780-HBK-ENG>
- [9] Haas, M. R., & Mortensen, M. (2016). *The secrets of great teamwork*. Harvard Business Review, 94(6), 70–76
- [10] Katzenbach, J. R., & Smith, D. K. (1993). *The wisdom of teams: Creating the high-performance organization*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
<https://hbsp.harvard.edu/product/9192-PDF-ENG>
- [11] Katzenbach, J. R., & Smith, D. K. (2005). The discipline of teams. *Harvard Business Review*, 83(7/8), 162–171.
<https://hbr.org/2005/07/the-discipline-of-teams>
- [12] Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
<https://doi.org/10.4324/9781315274192>
- [13] Kouzes, J. M., & Posner, B. Z. (2023). *The leadership challenge: How to make extraordinary things happen in organizations* (7th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
<https://www.leadershipchallenge.com/>
- [14] Murphy, S. (2019). Employee motivation in collaborative environments. *International Journal of Human Resource Studies*, 9(1), 45–60.
<https://doi.org/10.5296/ijhrs.v9i1.14388>
- [15] Patil, S., et al. (2023). Team reflection practices and performance outcomes. *Journal of Workplace Learning*, 35(3), 210–228.
<https://doi.org/10.1108/JWL-11-2022-0184>
- [16] Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2019). *Organizational behavior* (18th ed.). Pearson.
<https://www.pearson.com/store/p/organizational-behavior/P100002726325>
- [17] Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York, NY: Basic Books.
<https://www.basicbooks.com/titles/donald-a-schon/the-reflective-practitioner/9780465068784/>
- [18] Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art & practice of the learning organization*. New York, NY: Doubleday.
<https://www.penguinrandomhouse.com/books/286002/the-fifth-discipline-by-peter-m-senge/>
- [19] Weimar, D., et al. (2017). Team effectiveness and organizational performance: A quantitative analysis. *European Management Journal*, 35(2), 123–134.
<https://doi.org/10.1016/j.emj.2016.10.002>

UPRAVLJANJE LJUDSKIM RESURSIMA I BEZBEDNOST U PODZEMNOJ EKSPLOATACIJI RUDNIH LEŽIŠTA

HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AND SAFETY IN UNDERGROUND MINING OF ORE DEPOSITS

Sanja Bajić¹, Katarina Urošević², Luka Crnogorac³, Branko Gluščević⁴

^{1,2,3,4} Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet,

¹sanja.bajic@rgf.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-4387-9601

²katarina.urosevic@rgf.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-5529-2552

³luka.crnogorac@rgf.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-9897-270X

⁴branko.gluscevic@rgf.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0707-9797

Apstrakt: Upravljanje ljudskim resursima u rudarskoj industriji ima ključnu ulogu ne samo u organizaciji rada, već i u unapređenju bezbednosti zaposlenih, naročito u uslovima podzemne eksploatacije. Ovaj rad analizira uticaj savremenih HR praksi – kao što su selekcija kadrova, obuka zaposlenih, motivacija, evaluacija performansi i razvoj bezbednosne kulture – na nivo povreda i rizika u podzemnim rudnicima. Kroz teorijski okvir i analizu podataka iz domaćih rudarskih preduzeća, identifikovane su najefikasnije HR strategije koje direktno doprinose smanjenju broja incidenata i jačanju bezbednosne svesti zaposlenih. Rezultati pokazuju da integrisani pristup HRM-u i bezbednosnoj politici značajno utiče na unapređenje radnih uslova i postizanje održive rudarske proizvodnje. Polazeći od tih saznanja, cilj rada je da pruži pregled i analizu uloge upravljanja ljudskim resursima u unapređenju bezbednosti zaposlenih u rudarskoj industriji, kao i da formuliše preporuke za njihovu bolju integraciju u strategije rudarskih kompanija.

Ključne reči: upravljanje ljudskim resursima, bezbednost na radu, podzemna eksploatacija.

Abstract: Human resource management in the mining industry plays a key role not only in work organization but also in improving employee safety, especially in underground mining conditions. This paper analyzes the impact of modern HR practices – such as personnel selection, employee training, motivation, performance evaluation, and the development of a safety culture – on the level of injuries and risks in underground mines. Through a theoretical framework and data analysis from domestic mining companies, the most effective HR strategies that directly contribute to reducing the number of incidents and strengthening employees' safety awareness have been identified. The results show that an integrated approach to HRM and safety policy significantly influences the improvement of working conditions and the achievement of sustainable mining production. The paper examines the impact of HRM practices on safety in underground mining and offers recommendations for their better integration.

Keywords: Human Resource Management, Occupational Safety, Underground Mining.

1. UVOD

Rudarska industrija, posebno podzemna eksploatacija, nosi visok rizik usled prisustva opasnih uslova poput, opasnih gasova i nestabilnih stenskih masa, zbog čega je bezbednost na radu od suštinskog značaja za efikasnost proizvodnje. Iako su tehničke mere zaštite važne, savremeni pristupi sve više ističu značaj upravljanja ljudskim resursima, jer je ljudski faktor čest uzrok nesreća. HRM ima ključnu ulogu u obezbeđivanju kvalifikovanog kadra, kontinuirane obuke i razvoja, kao i u pripremi zaposlenih za efikasno delovanje u kriznim situacijama.

Cilj rada je da prikaže i analizira ključne aspekte i izazove upravljanja ljudskim resursima u kontekstu bezbednosti u podzemnoj eksploataciji, kao i da na osnovu postojeće literature i primera iz prakse ponudi preporuke za unapređenje HRM pristupa u rudarskim kompanijama. Dosadašnja istraživanja su ukazala na značaj upravljanja ljudskim resursima u rudarskoj industriji kroz analize međunarodnih primera i iskustava. Jedno međunarodno istraživanje u indijskoj industriji eksploatacije uglja pokazuje da se uloga HR menadžmenta proširila sa operativnih zadataka na stratešku funkciju. Fokus je na razvoju bezbednosne kulture, kontinuiranom usavršavanju zaposlenih i usklađivanju kadrovskih politika sa ciljevima održivosti i digitalizacije. Ovakav pristup potvrđuje rastući značaj HR sektora u jačanju bezbednosti, efikasnosti i otpornosti rudarske industrije, nudeći relevantna saznanja i za domaći kontekst (Shilpi Sinha, 2024). Jedna studija iz inostranstva istraživala je prakse upravljanja ljudskim resursima u rudarskim sektorima kroz kombinaciju terenskog rada, stručnih konsultacija i analize literature. Istraživanjem je identifikovano šest ključnih kategorija HRM faktora koji imaju značajan uticaj na održivost rudarskih operacija, sa posebnim naglaskom na socijalne aspekte i potrebu za njihovim većim uvažavanjem u organizacionim strategijama (Sonali K. et al, 2024). Istraživanje u rudnicima tanzanite pokazalo je da loše upravljanje ljudskim resursima negativno utiče na život rudara, uz nizak nivo veština, niske zarade i povećanu stopu povreda. Studija naglašava potrebu za strateškim HR praksama koje zadovoljavaju potrebe zaposlenih i organizacije, čime se doprinosi održivom razvoju industrije (Lucy Odo Kiowi, 2022). Istraživanje iz indijske rudarske industrije prikazuje teške uslove ručnog rudarstva devedesetih, sa velikim udelom ručnih utovarača i lošim radnim uslovima. Tokom decenija, uz razvoj HRM praksi i tehnološki napredak, broj radnika se smanjio, a stepen mehanizacije porastao, što je označilo tranziciju HRM-a ka strateškom pristupu zasnovanom na efikasnosti i održivosti. (R N Tripathi, 2025). Pratama H. (2022) je naveo da su rudarske kompanije koje su bile proaktivne u podržavanju bezbednosti radnika kroz obezbeđivanje lične zaštitne opreme, redovan nadzor i rutinsku obuku doživele smanjenje stope nezgoda.

2. UPRAVLJANJE LJUDSKIM RESURSIMA U RUDARSTVU

Rudarska industrija se u Srbiji, kao i svuda u svetu, deklariše kao jedna od najopasnijih delatnosti, s obzirom na veliki broj povreda i nesreća koje se u ovoj privrednoj grani

dešavaju. Ovako velikom broju povreda doprinose teški uslovi za rad, koji su posebno izraženi u rudnicima podzemne eksploatacije uglja. Zbog toga je obezbeđivanje bezbednog i zdravog radnog okruženja od suštinskog značaja, a sprovođenje preventivnih mera definisanih zakonskim okvirima postaje imperativ za sve poslodavce u ovoj industriji. U tom kontekstu, značaj imaju i ljudski resursi, jer je upravo HR sektor odgovoran za organizaciju obuka, sprovođenje zdravstvenih pregleda, kao i za izgradnju svesti o značaju zaštite na radu (Ivaz J., 2021).

Literatura potvrđuje da organizacije koje ulažu u razvoj zaposlenih i promovišu kulturu bezbednosti beleže manji broj povreda i nezgoda. Kultura bezbednosti se razvija kroz edukaciju, komunikaciju, povratne informacije i kontinuirano podsećanje na važnost pridržavanja procedura. Upravljanje ljudskim resursima ima zadatak da oblikuje takvu kulturu kroz strategije koje promovišu odgovorno ponašanje i omogućavaju brzo prepoznavanje i reagovanje na rizike. Aktivnosti za oblikovanje i jačanje ove kulture su sledeće: selekcija kadrova, obuka i razvoj, evaluaciju učinka, komunikacija, motivacija, kao i odnose između zaposlenih i menadžmenta. U kontekstu rudarstva, sve ove funkcije imaju direktan uticaj na ponašanje zaposlenih u pogledu bezbednosnih pravila i procedura (Siti Noraishah I., et al. 2022).

2.1 Bezbednost i zdravlje na radu u podzemnim rudnicima

Rudarstvo se izdvojilo kao posebno rizična delatnost zbog učestalih povreda, naročito kolektivnih i onih sa smrtnim ishodom. Uprkos postojećim merama bezbednosti i zdravlja na radu, visoka stopa povreda ukazuje na potrebu za dubljom analizom ove problematike, uz uvažavanje statističkih podataka, radnih uslova i stavova radnika. Bezbednost na radu obuhvata skup aktivnosti usmerenih na otklanjanje rizika u tehnološkom i organizacionom procesu, s ciljem zaštite zdravlja ljudi i očuvanja materijalnih dobara. (Arandelović & Jovanović, 2009).

Cilj bezbednosti i zaštite zdravlja na radu (BZR) je stvaranje radnog okruženja koje omogućava fizičko, psihičko i socijalno blagostanje zaposlenih. BZR se ne odnosi samo na reagovanje na incidente, već na proaktivni pristup koji smanjuje povrede, profesionalne bolesti i druge zdravstvene probleme. U rudarskoj industriji, naročito u podzemnoj eksploataciji, rizici su znatno veći, pa je integracija sistema upravljanja ljudskim resursima sa politikama BZR ključna za edukaciju, nadzor i motivaciju radnika (Jurjević D., 2014; Ivaz J., 2021).

Bezbednost na radu obuhvata tehničke, organizacione i ljudske faktore, a u podzemnim rudnicima rizici uključuju obrušavanja, eksplozije, požare i kontakt sa opremom. Bezbednija eksploatacija postiže se kombinacijom sigurnosnih pravila i tehnologije.

3.ZAKONSKI I PODZAKONSKI OKVIR BEZBEDNOSTI U RUDARSKOJ INDUSTRIJI REPUBLIKE SRBIJE

Bezbednost i zdravlje na radu u Republici Srbiji uređeni su Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS", br. 35/2023). Zakon propisuje obaveze poslodavaca da obezbede uslove rada koji neće ugrožavati zdravlje i živote zaposlenih, uključujući sistematsko planiranje preventivnih mera, obuke, kontrolu opasnosti i upotrebu lične zaštitne opreme. Poseban akcenat stavljen je na obaveznu procenu rizika i vođenje evidencije o povredama na radu, bolestima i incidentima (Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu).

Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima („Službeni glasnik RS“, br. 101/2015, 95/2018 – drugi zakon i 40/2021) uređuje geološka istraživanja, eksploataciju mineralnih resursa, upravljanje rudarskim otpadom, sanaciju napuštenih lokacija i nadzor propisa. Ciljevi su ekonomska, socijalna i ekološka održivost, dugoročno snabdevanje mineralnim resursima i primena najboljih praksi u istraživanju i eksploataciji. Zakon postavlja tehničke i bezbednosne standarde koje HR sektor mora primeniti, uključujući obuku zaposlenih i vođenje evidencija, dok se istovremeno sprovede ekološki odgovorno upravljanje.

Pravilnik o tehničkim normativima za podzemnu eksploataciju (Sl. list SFRJ, br. 24/91) definiše tehničke uslove i zahteve za konstrukciju i bezbedno funkcionisanje podzemnih objekata (okna, hodnici, niskopi, skladišta itd.), proceduru pri istraživanju i eksploataciji metalnih i nemetalnih mineralnih sirovina, sprovođenje tehničke kontrole rudarske opreme, sistema ventilacije, električnih i transportnih instalacija, rukovanja eksplozivima i sistemima za prevoz ljudi i materijala.

Ovaj pravilnik predstavlja osnovu za razumevanje tehničkih i bezbednosnih zahteva u rudarskoj industriji. On jasno ukazuje na kompleksnost i visok rizik podzemnog rada, pa se njegove smernice direktno povezuju sa HR praksama koje se odnose na organizaciju rada, obuku i zaštitu zaposlenih. (Pravilnik o tehničkim normativima za podzemnu eksploataciju metalnih i nemetalnih mineralnih sirovina).

Kao značajan dokument za predmetnu oblast izdvaja se još i Uredba o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri podzemnoj i površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina ("Sl. glasnik RS", br. 65/2010 i 159/2020), čiji je pregled dat u tabeli 3.1.

Tabela 3.1: Pregled Uredbe o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri podzemnoj i površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina

Uredba o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri podzemnoj i površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina ("Sl. glasnik RS", br. 65/2010 i 159/2020)	
Opšti ciljevi i obaveze poslodavca	Propisuju se osnovne preventivne mere koje poslodavac mora da ispuni za siguran i zdrav rad, kako na površinskoj, tako i podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina.
	Neophodno je sprovesti procenu rizika za svako radno mesto i prilagoditi mere zaštite (npr. gasovi, eksplozije, urušavanja)
Zaštita i nadzor na radnom mestu	Poslodavci moraju da obezbede da radove obavljaju samo osposobljeni radnici, pod stručnim nadzorom, uz jasna pisana uputstva i radne dozvole za visokorizične poslove.
	Neophodni su sistemi za evakuaciju i spasavanje, rani sistemi za uzbunjivanje, koordinacija više poslodavaca u istim prostorima i stalno praćenje ugrožavajućih faktora (gasovi, požar, oprema itd.).
Zdravstvena zaštita i edukacija	Zaposleni moraju biti informisani o rizicima i potrebnim merama, a zdravstveni pregledi su obavezni pre početka rada i periodično za rizična radna mesta.
	Poseban akcenat je na pružanju prve pomoći, održavanju higijenskih i sanitarnih uslova (odvojene garderobe, toalet, tuševi, osvetljenje).
Tehnička oprema, održavanje i zaštita životne sredine	Mehanička i električna oprema mora biti sigurna za rad, redovno proveravana i održavana, a u zonama opasnih gasova oprema mora biti eksplozivno otporna
	Posebne mere propisane su za ventilaciju, kontrolu zagađenja (štetni gasovi, prašina, eksplozivne atmosfere) kao i za planove za gašenje požara i eksplozija.

Uredba o preventivnim merama za bezbedan rad zahteva aktivno učešće HR sektora u organizaciji obuka, praćenju zdravstvenog stanja zaposlenih i sprovođenju nadzora i evidencije. (Uredba o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri podzemnoj i površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina).

Zajednički cilj zakonskog i podzakonskog okvira jeste kreiranje radnog okruženja u kome su preventivne mere deo sistemskog pristupa, a ne samo reakcija na incidente. U tom kontekstu, upravljanje ljudskim resursima ima ključnu ulogu u sprovođenju i nadzoru nad primenom zakonskih odredbi, posebno u delu koji se odnosi na obuku, praćenje kompetencija, informisanje radnika i razvijanje kulture bezbednosti.

4.DISKUSIJA I PREPORUKE ZA HRM U RUDARSKOJ INDUSTRIJI

Preporuke formulisane u ovom radu temelje se na identifikovanim slabostima u praksi i potencijalima za poboljšanje. Prvi i najvažniji korak jeste unapređenje sistema obuka, koje moraju biti redovne, praktične i fokusirane na specifične rizike podzemnog rada. Dobro osmišljena obuka ne samo da povećava svest radnika o rizicima na radu, već i poboljšava njihovu sposobnost da se nose sa vanrednim situacijama. Pored toga, upravljanje kompetencijama zaposlenih, uključujući stalnu proveru znanja i osposobljenosti, mora biti integrisano u rad HR sektora (Sri Yuli Rahayu, 2024).

Dalje, najvažnije je da se radnici pridržavaju procedura, da imaju adekvatnu opremu i da se osećaju bezbedno i motivisano. Motivisanje bezbednog ponašanja kroz nagrađivanje i prepoznavanje doprinosi formiranju pozitivnih stavova zaposlenih prema procedurama i pravilima.

Dobra komunikacija između menadžmenta i radnika putem izveštaja, diskusija ili vizuelizacije rizika povećava svest radnika o važnosti bezbednosti (Pratama H., 2022). Zatim, učešće radnika u donošenju odluka vezanih za bezbednost koje podržava bezbednosne procedure takođe znatno utiču na izgradnju jake kulture bezbednosti.

Briga o mentalnom zdravlju postaje ključni deo bezbednosne strategije u rudarskoj industriji. Stres i emocionalna iscrpljenost mogu ugroziti donošenje bezbednih odluka, pa je važno da kompanije integrišu psihološku podršku kroz edukaciju, savetodavne usluge i programe upravljanja stresom. Ovaj pristup ne samo da povećava otpornost radnika, već smanjuje nesreće i stvara sigurnije radno okruženje. S obzirom na uvođenje digitalnih tehnologija, HR sektor mora pratiti promene u kompetencijama zaposlenih i učestvovati u njihovoj prekvalifikaciji, čime se održava visok nivo bezbednosti. Tabela 4.1 prikazuje pregled ključnih HRM praksi u vezi sa bezbednošću zaposlenih i sadrži preporuke za njihovu bolju integraciju u sistem upravljanja rudarskim kompanijama.

Tabela 4.1: Pregled HRM praksi i preporuke za bezbednost u rudarskim kompanijama

HRM aspekt	Doprinos bezbednosti	Preporuke za efikasniju integraciju
Obuka o bezbednosti	Povećava svest o rizicima, poboljšava uslove rada, smanjuje broj nesreća i grešaka u radu	Primena redovne, obavezne obuke o bezbednosti i praktične vežbe.
Selekcija i zapošljavanje	Kvalifikovani kadrovi smanjuju rizik od nepropisnog rukovanja opremom	Testiranje kandidata na krizne situacije
Upotreba zaštitne opreme	Pravilna upotreba zaštitne opreme je ključna za smanjenje povreda na radu	Redovne inspekcije i dostupnost opreme su neophodni
Motivacija i nagrađivanje	Veća motivacija doprinosi pridržavanju pravila i procedura bezbednosti	Uvesti sistem nagrađivanja za pridržavanje bezbednosnih standarda i prijavljivanje rizika
Efikasna komunikacija i informisanje	Pravovremeno obaveštavanje i redovne diskusije smanjuju rizik i poboljšavaju razumevanje bezbednosnih procedura.	Razviti interne kanale za brzo širenje bezbednosnih informacija i povratnu informaciju
Učešće zaposlenih u odlučivanju	Aktivno uključivanje zaposlenih poboljšava primenu mera zaštite	Formirati bezbednosne odbore sa predstavnicima radnika. Radnici koji su uključeni u donošenje odluka u vezi sa bezbednošću imaju veći osećaj odgovornosti u sprovođenje politike bezbednosti.
Zdravstvena zaštita i dobrobit	Fizičko i psihičko zdravlje radnika utiče na njihovu pažnju i spremnost na rad	Uvesti programe preventivnog zdravstvenog praćenja i psihološke podrške

Zaključno, integrisani pristup koji kombinuje sve ove elemente ključan je za izgradnju jake kulture bezbednosti u rudarskom sektoru (Al Baraa Abdulrahman Al Mekhlafi, 2024.; MSHA Safety Services 2024.; Sri Yuli Rahayu et al., 2024.; Manzoor F., Wei L., Asif M., 2021). Prikazani elementi zasnovani su na analizi relevantne literature i primera dobre prakse iz rudarske industrije.

5. ZAKLJUČAK

U rudarskoj industriji, čija delatnost je sama po sebi rizična, bezbednost i zaštita na radu zaposlenih predstavljaju najvažnije zahteve. Upravljanje ljudskim resursima ne treba posmatrati samo kao podršku proizvodnji, već kao strateški instrument za unapređenje bezbednosti i održivosti u podzemnoj eksploataciji mineralnih sirovina. Efikasna integracija HR sektora u sistem bezbednosti može se postići kroz sledeće ključne smernice: edukacija zaposlenih o procedurama, rizicima i pravilnom korišćenju opreme, podsticanje odgovornog ponašanja, analiza incidenata i izveštavanje, takođe HR stručnjaci moraju svojim primerom promovisati bezbednosne vrednosti kao i modernizacija sistema za veću efikasnost i transparentnost. Implementacijom ovih preporuka, rudarska preduzeća mogu smanjiti broj povreda, povećati zadovoljstvo radnika i dugoročno osigurati konkurentnost i bezbednost.

ZAHVALNICA

Autori izražavaju zahvalnost Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije na podršci naučnom istraživanju, koje je od suštinskog značaja za napredak društva zasnovanog na znanju. Ugovor o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada Rudarsko-geološkog fakulteta u 2025. godini: (451-03-136/2025-03/200126).

LITERATURA

- [1] Al Mekhlafi, A. B. A. (2024). Importance of effective human resources management in creating a more secure work environment by improving safety culture. *International Journal of Intellectual Human Resource Management*, 5(1). <https://doi.org/10.46988/IJIHRM.05.01.2024.003>
- [2] Anđelković, B. (2010). Osnovi sistema zaštite na radu. Niš: Fakultet zaštite na radu u Nišu.
- [3] Ivaz, J. (2021). Modeliranje uticajnih faktora i predikcija pojave povreda na radu u rudarstvu (*Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru*).
- [4] Jurjević, D. (2014). Sigurnost na radu. Rijeka: Sveučilište u Rijeci.
- [5] Kiowi, L. O. (2022). Human resources practices and employees' quality of life in Tanzania mining industry: A qualitative study. *Journal of Human Resource & Leadership*, 6(3), 88–96. <https://doi.org/10.53819/81018102t2083>
- [6] Manzoor, F., Wei, L., & Asif, M. (2021). Intrinsic rewards and employee's performance with the mediating mechanism of employee's motivation. *Frontiers in Psychology*, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.563070>
- [7] MSHA Safety Services. (2024). Fostering a culture of safety awareness in the mining industry.

- [8] Pravilnik o tehničkim normativima za podzemnu eksploataciju metaličnih i nemetalčnih mineralnih sirovina ("Službeni list SFRJ", br. 24/91)
- [9] Pratama, H. (2022). The influence of work environment conditions on safety perceptions in coal mines. *Journal of Occupational Safety and Health*, 15(2), 120–130.
- [10] Rahayu, S. Y., Novrikasari, N., & Hasyim, H. (2024). Analysis of factors shaping safety culture in the mining industry. *Indonesian Journal of Global Health Research*. <https://doi.org/10.37287/ijghr.v6iS6.5181>
- [11] Sinha, S. (2024). Redefining the role of human resource management in Indian coal mining industry. *JournalNX: A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal*, ISSN 2581–4230.
- [12] Sonali, K., Manoranjan, D., Mishra, P. C., & Samantaray, A. (2024). Beyond extraction: Navigating HRM challenges in mining organisations. *International Journal of Applied Systemic Studies*, 11(4).
- [13] Siti Noraishah, I., et al. (2022). Safety culture and safety education in mining industry: Issues and challenges. *The 2nd International Conference of Sustainable Earth Resources Engineering*. <https://doi.org/10.1063/5.0192724>
- [14] Tripathi, R. N. (2025). Spotlight on manual mining in coal mining areas vis-à-vis human resource management (HRM) of Coal India Limited. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=5137489>
- [15] Uredba o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri podzemnoj i površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina ("Sl. glasnik RS", br. 65/2010 i 159/2020)
- [16] Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS", br. 35/2023)
- [17] Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima („Službeni glasnik RS“, br. 101/2015, 95/2018 – drugi zakon i 40/2021)

UPRAVLJANJE PROJEKTIMA

UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U KULTURNOM SEKTORU U ERI DIGITALNE TRANSFORMACIJE: PREGLED LITERATURE

PROJECT MANAGEMENT IN THE CULTURAL SECTOR IN THE ERA OF DIGITAL TRANSFORMATION: LITERATURE REVIEW

Dragana Pantić¹, Dragan Bjelica²

^{1,2} Univerzitet u Beogradu – Fakultet organizacionih nauka,

¹dragana.pantic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0000-8965-5254

²dragan.bjelica@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0203-2877

Apstrakt: Upotreba digitalnih alata ima sve veći značaj i uticaj u kulturnim i umetničkim projektima, oblikujući načine kreiranja, prezentovanja, očuvanja i distribuiranja umetničkog sadržaja. U ovom radu predstavljen je sistematski pregled literature, s ciljem razumevanja prilika, izazova i trendova upravljanja kulturnim projektima u eri digitalne transformacije. Primena PRISMA metodologije obezbedila je transparentnost i doslednost u procesu identifikacije i selekcije relevantne literature. U razmatranje je uzeto 14 relevantnih projekata predstavljenih u naučnim radovima, indeksiranim u bazi Web of Science (WoS). Rezultati ukazuju na značaj digitalne transformacije za kulturni sektor, naročito u pogledu diverzifikacije izvora finansiranja, povećanja dostupnosti i inkluzivnosti, unapređenja posetilačkog iskustva i dugoročne održivosti kulturnog nasleđa. Posebna pažnja posvećena je ulozi veštačke inteligencije, koja doprinosi automatizaciji procesa, personalizaciji sadržaja i inovativnim modelima interakcije sa publikom.

Ključne reči: Upravljanje projektima, kulturni sektor, digitalna transformacija, veštačka inteligencija, pregled literature.

Abstract: The use of digital tools is having an increasing impact on cultural and artistic projects, shaping the ways of creating, presenting, preserving, and distributing creative content. This paper presents a systematic literature review aimed at understanding the opportunities, challenges, and trends in cultural project management during the era of digital transformation. The application of the PRISMA methodology ensured transparency and systematicity in the process of identifying and selecting relevant literature. Fourteen relevant projects presented in scholarly articles indexed in the Web of Science (WoS) database were taken into consideration. The results underscore the importance of digital transformation for the cultural sector, particularly in terms of diversifying funding sources, enhancing accessibility and inclusivity, and improving the visitor experience, as well as promoting the long-term sustainability of cultural heritage. Emphasis is placed on the role of artificial intelligence, which facilitates the automation of processes, the personalization of content, and the development of innovative models of audience interaction.

Keywords: Project management, cultural sector, artificial intelligence, digital transformation, literature review.

1. UVOD

Promene na globalnom nivou, praćene ubrzanim tehnološkim napretkom donose mnogobrojne izazove za projekte u kulturnom sektoru. Savremena tehnološka rešenja, poput veštačke inteligencije (AI), proširene i virtuelne stvarnosti (AR/VR), mašinskog učenja (ML) i semantičkih mreža (CIDOC-CRM, *Linked Open Data*) otvorila su niz mogućnosti za unapređenje poslovanja u ovom sektoru. Primena veštačke inteligencije ima značajnu ulogu u automatizaciji administrativnih procedura i optimizaciji projektnog ciklusa (Pentimalli Biscaretti di Ruffia, 2023; Salimimoghadam et al., 2025). Projekti očuvanja i digitalizacije kulturnog nasleđa sve više zahtevaju nove metode konzervacije i dokumentovanja (López et al., 2018). Takođe, digitalna transformacija dovela je do značajnih promena u načinu planiranja i realizovanja projekata u kulturnom sektoru, otvarajući niz novih prilika kao što su virtuelne izložbe, interaktivne ture i digitalne platforme. Predmet ovog istraživanja je upravljanje projektima u kulturnom sektoru u kontekstu digitalne transformacije, s posebnim fokusom na načine na koje se savremene digitalne tehnologije integrišu u projekte očuvanja i diseminacije kulturnog nasleđa. Istraživanje obuhvata analizu projektnih praksi u kulturnim institucijama kroz sistematski pregled literature i studije slučaja, s ciljem da se identifikuju specifičnosti planiranja, upravljanja resursima, timske saradnje i finansiranja. Kao posledica visokog stepena zavisnosti od državnih subvencija, kulturne institucije neretko se susreću s poteškoćama u obezbeđivanju finansijskih sredstava za realizaciju projekata (Alshawaaf & Lee, 2021). U skladu s tim, značajno je ispitati da li savremena tehnološka rešenja mogu doprineti prevazilaženju pomenutih izazova i održivim oblicima poslovanja.

2. METODOLOGIJA

U skladu s ciljevima istraživanja, primenjena je PRISMA metodologija (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Analiza je obuhvatila radove indeksirane u bazi *Web of Science*. Najpre je izvršena pretraga na osnovu ključnih reči (*project management, artificial intelligence, AI, culture sector, culture, arts, art sector*). U narednom koraku razmatrani su isključivo radovi objavljeni u naučnim časopisima i zbornicima s konferencija na engleskom jeziku. Svi uključeni radovi objavljeni su u periodu od 2015. do 2025. godine. Od ukupno 58 radova identifikovanih u početnoj pretrazi, u konačnu analizu uključeno je 14, koji jasno opisuju projekte u datom kontekstu, pri čemu je devet objavljeno u naučnim časopisima, a pet u vidu konferencijskih radova.

3. REZULTATI

Analizirane studije su novijeg datuma, ali još uvek malobrojne, što ukazuje da je oblast digitalne transformacije u kulturnom sektoru relativno nova i još uvek nedovoljno istražena. U tabeli 1 predstavljeni su radovi identifikovani sistematskim pregledom literature, koji se odnose na projekte digitalne transformacije u kulturnom sektoru. Pored

bibliografskih podataka (autor i godina) i naziva studija slučaja, prikazani su i ključni nalazi, s posebnim osvrtom na inovativna tehnološka rešenja i istraživačke doprinose. Ovakva sistematizacija predstavlja temelj za dublju analizu implikacija u oblasti upravljanja kulturnim i umetničkim projektima.

Tabela 1: Radovi identifikovani sistematskim pregledom literature

Autor i godina	Studija slučaja	Ključni nalazi
(McInerney & O'Neill, 2024)	<i>mementoArtem project</i>	Projekat digitalnog arhiviranja ulične umetnosti ima za cilj da uz primenu <i>CIDOC-CRM</i> ontologije i platforme <i>Arches</i> kreira semantički nadograđenu bazu podataka, čime se prevazilaze postojeća ograničenja <i>online</i> kolekcija.
(Philippopoulos et al., 2024)	<i>MELTOPENLAB project</i>	Projekat razvoja integrisanog sistema za digitalnu dokumentaciju eksponata omogućio je personalizovani sadržaj putem mobilne aplikacije za korisnike. Indikatori poput vremena zadržavanja i učestalosti poseta omogućili su praćenje napretka radi poboljšanja korisničkog iskustva.
(Bergamaschi et al., 2022)	<i>DigitalMaktaba</i>	Razvijen je inovativni model koji integriše više OCR (optičko prepoznavanje znakova) biblioteka (<i>Google Docs</i> , <i>EasyOCR</i> , <i>Tesseract</i>), što značajno smanjuje potrebu za manuelnim radom i doprinosi preciznosti i efikasnosti sistema.
(Cuomo et al., 2021)	<i>Museum Castel Nuovo</i>	Projekat razvoja inteligentnog virtuelnog asistenta, dizajniranog da odgovara na pitanja posetilaca muzeja u realnom vremenu, značajno je unapredio iskustvo posetilaca, pružajući relevantne odgovore (93% preciznost).
(Alshawaaf & Lee, 2021)	<i>Tate Modern; Pompidou Centre</i>	Digitalizacija nije zamenila tradicionalne oblike poseta muzejima, već je otvorila niz mogućnosti, među kojima se izdvaja diverzifikacija izvora prihoda (<i>online</i> članstvo, <i>online</i> prodavnica) i veći angažman publike.
(van der Peijl et al., 2021)	<i>The Smart Photobooth Project</i>	Pilot inicijativa ima za cilj unapređenje korisničkog iskustva putem interaktivne kabine za fotografisanje koja nudi informacije o umetničkim sadržajima, koristeći veštačku inteligenciju (XAI).
(Trunfio et al., 2022)	<i>The Ara As It Was</i>	Empirijsko istraživanje na uzorku od 739 posetilaca pokazalo je da su VR (virtuelna stvarnost) i AR (proširena stvarnost) iskustva značajno doprineli zadovoljstvu posetilaca umetničke izložbe.
(Muschio et al., 2015)	<i>TAEMILE</i>	Projekat povezuje kulturno nasleđe i <i>STEM/STEAM</i> obrazovanje kroz kreiranje interaktivnog digitalnog okruženja za učenje. Digitalna okruženja mogu doprineti participaciji publike u kulturnim institucijama.

(Li & Liu, 2022)	<i>Jingdezhen porcelain culture</i>	Razvijen je sistem pokazatelja (razvojni potencijal, kvalitet kulturnog razvoja, osnovna vrednost) za procenu vrednosti nematerijalnog kulturnog nasleđa. Model podstiče uključivanje lokalne zajednice kroz kreiranje platformi za razmenu znanja.
(Vázquez de Ágredos Pascual et al., 2022)	<i>Hispanic Rome Project</i>	Virtuelna muzealizacija, izrada 3D modela i virtuelnih tura, omogućila je veću dostupnost kulturnog nasleđa, smanjila rizik od fizičkih oštećenja i obezbedila inkluzivan pristup osobama sa ograničenom mobilnošću.
(Kosmopoulos et al., 2022)	<i>Athenian Building Classification Project</i>	AI alati mogu značajno doprineti klasifikovanju kulturnog nasleđa u odnosu na tradicionalne metode, što omogućuje efikasnije upravljanje vremenom i resursima.
(Lagos et al., 2018)	<i>PERICLES FP7</i>	Studija slučaja razmatra izazove dugoročnog očuvanja digitalne video umetnosti. <i>Linked Resource Model</i> (LRM), ontologija za modelovanje zavisnosti i promena u digitalnim ekosistemima omogućuje pouzdanu reprodukciju digitalnih datoteka.
(Maietti et al., 2018)	<i>INCEPTION (EU Horizon 2020)</i>	Razvijen je semantički 3D model u cilju unapređenja očuvanja, interpretacije i dostupnosti kulturnog nasleđa.
(Daquino et al., 2017)	<i>Zeri & LODE (Linked Open Data Environment)</i>	Projekat je imao za cilj transformaciju arhive slika u <i>Linked Open Data</i> . Ovakav model publikovanja i povezivanja podataka omogućio je standardizaciju i integraciju sa drugim kulturnim institucijama.

4. DISKUSIJA

Zbog svoje kompleksnosti, projekti su zahtevali pažljivo planiranje svake faze, s posebnim akcentom na iterativnom pristupu. *Hispanic Rome Project* (Vázquez de Ágredos Pascual et al., 2022) bio je jasno strukturisan u dve terenske kampanje, sa ukupno 80 sati akvizicije, što je omogućilo kontrolisano prikupljanje podataka, kao i iterativno testiranje. Slično tome, *MELTOPENLAB* projekat (Philippopoulos et al., 2024) obuhvatio je četiri modula: primenu ontologija za dokumentaciju i prezentaciju eksponata, prikupljanje podataka o kretanju posetilaca putem senzora, mobilnu aplikaciju za individualne ture i platformu za analitiku podataka. Ovakav modularni dizajn omogućio je visok stepen fleksibilnosti u implementaciji projekta, kao i minimizaciju rizika. Upravljanje kulturnim i umetničkim projektima u digitalnom kontekstu zahteva multidisciplinarne timove – saradnju stručnjaka iz različitih oblasti. Projekat *DigitalMaktaba* (Bergamaschi et al., 2022) okupio je inženjere, lingviste, bibliotekare i IT stručnjake, dok su na projektima *Zeri & LODE* (Daquino et al., 2017) i *INCEPTION* (Maietti et al., 2018) bili angažovani i istoričari umetnosti kako bi se uspešno razvili semantički BIM modeli. *TAEMILE* projekat (Muschio et al., 2015) uključio je istoričare umetnosti i stručnjake za obrazovne tehnologije kako bi

revitalizovao Peale muzej kroz digitalno interaktivno okruženje. Saradnja multidisciplinarnih timova posebno je značajna za unapređenje posetilačkog iskustva u muzejima. Inovativna rešenja koja zahtevaju kombinaciju različitih znanja i veština, poput virtuelne stvarnosti i proširene stvarnosti, doprinose zadovoljstvu posetilaca (Trunfio et al., 2022). Upravljanje resursima u kulturnim projektima koji se oslanjaju na digitalne tehnologije podrazumeva koordinaciju različitih metoda, alata i ljudskih kapaciteta. Projekti poput *INCEPTION* (Maietti et al., 2018) pokazali su da uspešno upravljanje resursima zahteva standardizaciju i stvaranje zajedničke nomenklature, čime se smanjuje rizik od terminološke fragmentacije između različitih izvora. Na sličan način, *PERICLES FP7* (Lagos et al., 2018) razvio je *Linked Resource Model* za mapiranje zavisnosti između digitalnih datoteka, softvera i konteksta, naglašavajući da dugoročno očuvanje zavisi od upravljanja resursima koje uključuje i tehničke i organizacione faktore. Analiza studija slučaja ukazuje da projekti digitalizacije u kulturnom sektoru zahtevaju strategije mitigacije rizika. Tehnički, organizacioni i finansijski izazovi prevazilaze okvire tradicionalnih modela očuvanja i prezentacije kulturnog nasleđa. U okviru *PERICLES FP7* projekta identifikovano je da postojeće ontologije ne obezbeđuju konzervaciju digitalnih datoteka, zbog čega je razvijen *Linked Resource Model* kao odgovor na rizik gubitka integriteta kolekcija (Lagos et al., 2018). Na projektu *MELTOPENLAB* minimiziranje efekata pogrešne interpretacije ponašanja posetilaca omogućeno je zahvaljujući indikatorima poput vremena zadržavanja i učestalosti poseta (Philippopoulos et al., 2024). Rizici predstavljaju i izvore potencijalnih prilika, među kojima se izdvaja diverzifikacija izvora finansiranja. Kako bi se smanjio stepen zavisnosti od javnih sredstava, institucije su uvele inovativna rešenja poput virtuelnih prodavnica i digitalnih personalizovanih programa (Alshawaaf & Lee, 2021). Pozitivni efekti digitalne transformacije ogledaju se i u inkluzivnom pristupu. Inicijalni rizik ograničenog fizičkog prostora otvorio je nove mogućnosti za širenje društvene misije kulturnih institucija.

5. ZAKLJUČAK

Doprinos ovog rada ogleda se u sistematizaciji postojećih znanja o kulturnim projektima u eri digitalne transformacije, čime su pruženi dublji uvidi u najznačajnije teorijske i praktične implikacije. Rezultati ukazuju da digitalna rešenja imaju potencijal da transformišu tradicionalne projektne modele u kulturnom sektoru. Brojna istraživanja (Lagos et al., 2018; Vázquez de Ágredos Pascual et al., 2022) prepoznaju njihov značaj za očuvanje i prezentaciju kulturnog nasleđa, naročito usled propadljivosti umetničkih dela zbog fizičkih oštećenja i nepovoljnih uslova okruženja. Pored toga, studije su identifikovale inkluzivnost kao važan element digitalne transformacije, koja otvara mogućnost aktivnog učešća u umetničkim sadržajima osobama sa ograničenom pokretljivošću (Trunfio et al., 2022). Integracija alata poput VR/AR tehnologija i virtuelnih asistenata značajno je unapredila posetilačko iskustvo i omogućila personalizovane, interaktivne obilaske muzeja (Cuomo et al., 2021). Nalazi mogu biti značajni za razvoj održivih i participativnih modela u kulturnim institucijama. Imajući u vidu da je integrisanje ovih metoda još uvek nedovoljno istraženo i primenjeno u kulturnim projektima u Republici Srbiji, ovaj rad

može poslužiti kao dodatni podsticaj istraživačima i praktičarima u razvoju prvih modela. Istraživanje ima nekoliko ograničenja – razmatrana je literatura isključivo na engleskom jeziku indeksirana u jednoj bazi podataka (WoS). Na taj način mogli su biti izostavljeni relevantni radovi za temu istraživanja. Imajući u vidu da su gotovo sve studije nastale u međunarodnom kontekstu, bilo bi značajno sprovesti empirijska istraživanja koja bi obuhvatila lokalne kulturne institucije i projekte. Dodatno, postoji potreba za specifičnijim modelima evaluacije projektnog uspeha, koji bi obuhvatili organizacione, tehničke, finansijske i društvene aspekte. Posebno su značajna istraživanja usmerena na upravljanje rizicima digitalnih projekata u kulturnom sektoru, imajući u vidu specifičnost tehničkih i finansijskih neizvesnosti, kao i kompleksnost koordinisanja multidisciplinarnih timova.

LITERATURA

- [1] Alshawaaf, N., & Lee, S. H. (2021). Business model innovation through digitisation in social purpose organisations: A comparative analysis of Tate Modern and Pompidou Centre. *Journal of Business Research*, 125, 597–608. <https://doi.org/10.1016/j.ibusres.2020.02.045>
- [2] Bergamaschi, S., De Nardis, S., Martoglia, R., Ruozzi, F., Sala, L., Vanzini, M., & Vigliermo, R. A. (2022). Novel Perspectives for the Management of Multilingual and Multialphabetic Heritages through Automatic Knowledge Extraction: The DigitalMaktaba Approach. *Sensors*, 22(11), 3995. <https://doi.org/10.3390/s22113995>
- [3] Cuomo, S., Colecchia, G., Di Cola, V. S., & Chirico, U. (2021). A virtual assistant in cultural heritage scenarios. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 33(3), e5331. <https://doi.org/10.1002/cpe.5331>
- [4] Daquino, M., Mambelli, F., Peroni, S., Tomasi, F., & Vitali, F. (2017). Enhancing semantic expressivity in the cultural heritage domain. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 10(4), 1–21. <https://doi.org/10.1145/3051487>
- [5] Kosmopoulos, I., Siountri, K., & Anagnostopoulos, C.-N. (2022). The use of deep learning in the classification of buildings at the post-revolutionary city of Athens. In A. Moropoulou, A. Georgopoulos, A. Doulami, M. Ioannides, & A. Ronchi (Eds.), *Transdisciplinary multispectral modelling and cooperation for the preservation of cultural heritage: TMM_CH 2021, Athens, Greece, December 13–15, 2021, revised selected papers* (Communications in Computer and Information Science, Vol. 1574, pp. 110–124). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20253-7_10
- [6] Lagos, N., Riga, M., Mitzi, P., Vion-Dury, J.-Y., Kontopoulos, E., Waddington, S., Laurensen, P., Meditskos, G., & Kompatsiaris, I. (2018). Dependency modelling for inconsistency management in digital preservation – The PERICLES approach. *Information Systems Frontiers*, 20(1), 7–19. <https://doi.org/10.1007/s10796-016-9709-z>
- [7] Li, H., & Liu, D. (2022). Innovative development of intangible culture of arts and crafts in artificial intelligence decision support system. *Mobile Information Systems*, 2022, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/1123356>
- [8] López, F. J., Lerones, P. M., Llamas, J., Gómez-García-Bermejo, J., & Zalama, E. (2018). A review of heritage building information modeling (H-BIM). *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(2), 21. <https://doi.org/10.3390/mti2020021>
- [9] Maietti, F., Medici, M., Ferrari, F., Ziri, A. E., & Bonsma, P. (2018). Digital cultural heritage: Semantic enrichment and modelling in BIM environment. In M. Ioannides, E. Fink, L. Cantoni, & E. Champion (Eds.), *Digital heritage. Progress in cultural heritage: Documentation*,

- preservation, and protection. *EuroMed 2018, Nicosia, Cyprus, October 29–November 3, 2018, proceedings* (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 11196, pp. 104–118). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75826-8_9
- [10] Matias, S., Shevel, I., Bilan, V., Hromadskyi, R., & Yalokha, T. (2025). Innovative approaches to the management of cultural institutions in the digital age. *International Journal on Culture, History, and Religion*, 7(1), 73–96. <https://doi.org/10.63931/ijchr.v7i1.94>
- [11] McInerney, P., & O'Neill, B. (2024). The Art of Memory: Archiving Street Art using the CIDOC Conceptual Reference Model. *IFAC-PapersOnLine*, 58(3), 357–362. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.07.177>
- [12] Muschio, G., Zhu, J., & Foster, A. (2015). Revitalizing Peale's Museum as a digital interactive learning environment. In *2015 Digital Heritage* (pp. 683–686). IEEE. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2015.7419598>
- [13] Pentimalli Biscaretti di Ruffia, A. M. (2023). Built cultural heritage and digital transition: The new role of data and artificial intelligence applications in administrative procedures. In T. Russo Spena & F. Bifulco (Eds.), *Digital transformation in the cultural heritage sector* (pp. 213–221). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42300-0_18
- [14] Philippopoulos, P. I., Drivas, I. C., Tselikas, N. D., Koutrakis, K. N., Melidi, E., & Kouis, D. (2024). A holistic approach for enhancing museum performance and visitor experience. *Sensors*, 24(3), 966. <https://doi.org/10.3390/s24030966>
- [15] Salimimoghadam, S., Ghanbaripour, A. N., Tumpa, R. J., Kamel Rahimi, A., Golmoradi, M., Rashidian, S., & Skitmore, M. (2025). The rise of artificial intelligence in project management: A systematic literature review of current opportunities, enablers, and barriers. *Buildings*, 15(7), 1130. <https://doi.org/10.3390/buildings15071130>
- [16] Trunfio, M., Della Lucia, M., Campana, S., & Magnelli, A. (2022). Innovating the cultural heritage museum service model through virtual reality and augmented reality: The effects on the overall visitor experience and satisfaction. *Journal of Heritage Tourism*, 17(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/1743873X.2020.1850742>
- [17] van der Peijl, E., Najjar, A., Mualla, Y., Bourscheid, T. J., Spinola-Elias, Y., Karpati, D., & Nouzri, S. (2021). Toward XAI & human synergies to explain the history of art: The Smart Photobooth Project. In T. Ahram, L. Casarotto, & P. Costa (Eds.), *Human interaction and emerging technologies: Proceedings of the 3rd International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies, IHET 2021, Lausanne, Switzerland, August 25–27, 2021* (pp. 208–222). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82017-6_13
- [18] Vázquez de Ágredos Pascual, M. L., Fantoni, R., Francucci, M., Guarneri, M., Mongelli, M., Pierattini, S., Puccini, M., Ferrero Gil, S., Izquierdo Garay, J. C., & Gil Bordallo, J. M. (2022). 3D model acquisition and image processing for the virtual musealization of the Spezieria di Santa Maria della Scala, Rome. *Heritage*, 5(2), 1253–1275. <https://doi.org/10.3390/heritage5020065>

UPRAVLJANJE PROJEKTIMA U INDUSTRIJI 4.0 I 5.0: KOMPARATIVNA ANALIZA POSLEDNJIH IZDANJA PMBOK-A

PROJECT MANAGEMENT IN THE INDUSTRY 4.0 AND 5.0: A COMPARATIVE ANALYSIS OF RECENT PMBOK EDITIONS

Petar Stanimirović¹, Dejan Petrović², Tea Borozan³

^{1,2,3} Faculty of Organizational Sciences, University of Belgrade,

¹petar.stanimirovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-6610-5820

²dejan.petrovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-6900-8842

³tea.borozan@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-4234-1829

Apstrakt: Ova studija upoređuje 6., 7. i predstojeće 8. izdanje PMBOK vodiča kroz kvalitativnu i kvantitativnu analizu njihovih sadržaja. Kroz rad se ističe razvoj od procesno orijentisanog okvira u PMBOK-u 6, preko pristupa zasnovanog na principima u PMBOK-u 7, do PMBOK-a 8 (planiranog za 2026), koji objedinjuje ova dva modela u hibridni pristup sa posebnim naglaskom na veštačku inteligenciju (AI) i održivo upravljanje projektima. Analiza pokazuje postepeni pomak ka isporuci vrednosti, unapređenom upravljanju, strateškom raspolaganju resursima i stvaranju vrednosti usmerenoj na zainteresovane strane, uz sve izraženiju ulogu ljudske dinamike i stručne procene u postizanju uspeha projekata. Ovaj razvoj usklađuje standarde upravljanja projektima sa složenim zahtevima industrija 4.0 i 5.0, koje povezuju čoveka i tehnologiju.

Ključne reči: Standardi za upravljanje projektima, Upravljanje projektima uz pomoć VI, PMI, PMBOK, Alati i tehnike upravljanja projektima

Abstract: This study comparatively analyzes the PMBOK Guide's 6th, 7th, and upcoming 8th editions through qualitative and quantitative content analysis. It traces the evolution from PMBOK 6's process-oriented framework to PMBOK 7's principles-based approach. PMBOK 8 (expected 2026) synthesizes these into a hybrid model, with explicit focus on Artificial Intelligence (AI) and sustainable project management. The analysis reveals a progressive shift towards value delivery, enhanced governance, strategic resource management, and stakeholder-centric value creation, increasingly integrating human dynamics and expert judgment. This evolution aligns project management standards with the complex, human-technology integrated demands of Industries 4.0 and 5.0.

Keywords: Project management standards, AI Project Management, PMI, PMBOK, PM Tools and techniques (T&T)

1. INTRODUCTION

The rapid digital transformation driven by Industry 4.0 and the emerging paradigm of Industry 5.0 has redefined how organizations conceive, design, and execute projects. Both value-driven industry 5.0, which stresses human-centric, sustainable, and resilient approaches, and technology-driven industry 4.0, which is defined by cyber-physical systems, automation, and data-driven decision-making, call for new methods of conducting business (Xu et al., 2021). Project management becomes a crucial skill in this situation to guarantee that organizational change and technology implementation go smoothly (Petrović et al., 2023).

One of the main groups establishing international project management standards and procedures is the Project Management Institute (PMI) (Starkweather & Stevenson, 2011). Its publication, the PMBOK Guide, is widely used by practitioners, educators, and organizations and is acknowledged as a major source of project management knowledge (Reich & Wee, 2006). The PMBOK Guide stands out for its systematic structure, broad applicability, and ongoing adaptation to industry changes, making it particularly relevant for analyzing project management standards in the context of Industry 4.0 and 5.0, even though other methodologies like PRINCE2 and ISO 21500 are also used (Drob & Zichil, 2013).

The limited comparative analysis of the most recent editions of the PMBOK Guide (6th, 7th, and 8th) represents the research gap that this paper attempts to fill. Few studies thoroughly assess how knowledge areas, principles, processes, tools, and techniques have been redefined across versions and how these changes align with the demands of modern industries, despite previous research by Rosenberger & Tick (2018), Chistyakova & Yudin (2022), and Zambrano et al. (2024) discussing individual editions or general trends.

Accordingly, the paper's goal is to examine and contrast the three most recent editions of the PMBOK, emphasizing any new features, changes in focus, or methodological advancements they bring. By doing this, the study aims to demonstrate how companies can change project management standards to meet the complexity and human-technology integration required by emerging industrial paradigms.

2. LITERATURE REVIEW

2.1. Project Management in Industries 4.0 and 5.0

Project management in practice rarely goes exactly as planned. Teams often face data overload, unpredicted hurdles, or monotonous administrative work that slows everything down. Such issues don't just test patience, they can stretch timelines and drain budgets (Shoushtari et al., 2024). In recent years, digital transformation, especially

through Industry 4.0 and 5.0, has started to change that picture. Automation tools now take over much of the repetitive workload, while data analytics provides clearer insights for faster, evidence-based decisions (Rincon-Guio et al., 2023; Taboada et al., 2023).

What makes these new approaches particularly interesting is the way they combine advanced technology with human judgment. Rather than replacing people, Industries 4.0 and 5.0 seek to build systems where intuition and experience work alongside AI and automation. This balance creates workplaces that are more flexible, collaborative, and sustainable what is essentials for the future of responsible project management (Taboada et al., 2023).

According to Shoushtari et al. (2024), artificial intelligence (AI) is already reshaping project management across several key areas such as communication, scheduling, risk forecasting, resource planning, and budgeting. In practice, this means that many of the time-consuming or repetitive activities that once required human effort are now being automated. As a result, project teams can redirect their focus toward analytical and creative aspects of their work, leading to faster and more adaptive decision-making (Zadeh et al., 2024). Still, it's worth noting that AI doesn't replace the human factor. Tasks that depend on empathy, negotiation, or complex judgment continue to rely on people, while automated systems take on more routine coordination and monitoring. The Project Management Institute (2024) points out that this gradual shift is changing not just workflows, but also the roles and skills required in modern project teams.

2.2. PMI Recent Project Management Frameworks

During the last decade, the Project Management Institute (PMI) has introduced three major updates to its PMBOK Guide (6th, 7th, and 8th edition). The sixth edition, released in 2017, provided a detailed structure for managing projects in a standardized way. It unified terminology across industries and offered practical direction on using methods, tools, and procedures effectively (PMI, 2017). Together with the Agile Practice Guide, this version made one of the first serious attempts to connect agile principles with traditional project management, something many organizations had been struggling to do (Rosenberger & Tick, 2018).

The seventh edition, came out in 2021, marked a clear shift in philosophy. Instead of focusing mainly on processes, PMI emphasized principles and performance outcomes, encouraging teams to think more about the value they create than the steps they follow. According to PMI (2021), this edition was meant to inspire adaptability and innovation in complex environments. Chistyakova and Yudin (2022) note that this approach proved especially useful for IT and innovation-driven projects, which had previously found the sixth edition too rigid for rapidly changing requirements.

Anticipated in January 2026, the eighth edition builds upon earlier iterations by fusing principles-based and process-oriented methodologies. This edition broadens its focus to include emerging technologies like artificial intelligence (AI) and places an emphasis on value delivery, attaining desired results, and incorporating Agile and hybrid approaches straight into the framework.

3. RESEARCH METHODOLOGY

This study is based on a comparative content analysis of the three most recent editions of the PMBOK Guide (6th, 7th, and 8th). Both qualitative and quantitative components are included in the research design. In addition to analyzing conceptual shifts in processes, knowledge domains, and principles, it also methodically counts and contrasts the quantity of tools, techniques, and processes that have been added, eliminated, or redesigned. Both structural changes in the standard and their alignment with the new features of Industry 4.0 and 5.0 projects can be found using this hybrid approach.

The primary data sources of the research are the official PMBOK Guides published in 2017, 2021, and 2024, while secondary sources include academic articles, PMI white papers, and industry reports on project management in digital transformation contexts. Data were extracted from each edition, organized into comparative matrices, and analyzed along three dimensions: (1) processes, (2) knowledge areas and performance domains and (3) tools and techniques.

The research procedure involved systematically reviewing each edition, coding relevant content, and performing cross-edition comparisons. The results were then interpreted with respect to the demands of Industries 4.0 and 5.0, focusing on adaptability, integration of digital tools, and value delivery. While this study provides a structured comparative overview, it is limited to PMI publications, especially since the comparisons for PMBOK 8 are based on its draft version, and does not include empirical validation through practitioner surveys or detailed comparisons with other methodologies such as PRINCE2 or Scrum. Furthermore, it is important to note that the conclusions drawn from quantitative analysis should be interpreted with caution, since the lists of tools and techniques (T&Ts) in the PMBOKs are not comprehensive but rather offered as suggested best practices.

4. RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

The comparative analysis highlights that the 7th Edition of the PMBOK Guide represents the most significant conceptual departure from its predecessor, while the 8th Edition integrates process-oriented and principle-driven perspectives. Specifically, PMBOK 6 is structured around 10 knowledge areas and 49 processes (PMI, 2017), whereas PMBOK 7 abandons this approach in favor of 12 principles and 8 performance domains (PMI, 2021). PMBOK 8 (PMI, 2024, draft) consolidates these frameworks into a hybrid structure,

introducing 40 processes within 7 performance domains and reducing the principles to six.

This reflects an effort to restore practical guidance while maintaining adaptability. For example, stakeholder and communication processes are now in PMBOK 8 merged, Integration has been redefined as Governance, and the traditional processes Develop Project Charter and Develop Project Management Plan have been renamed Authorize Project Initiation and Integrate and Align Project Plans. At the same time, the schedule area has been significantly reduced (from six to three processes), while quality and procurement are no longer a distinct domain. Quality processes are embedded across all domains, while procurement is relegated to an appendix. Table 1 presents a comparative overview of the key aspects of the three PMBOK Guide editions discussed.

Table 2: Qualitative comparative analysis between aspects of PMBOK Guides

Aspect	PMBOK 6th Edition (Process-Based)	PMBOK 7th Edition (Principles-Based)	PMBOK 8th Edition (Hybrid Approach)
Structure	49 processes grouped into 10 Knowledge Areas and 5 Process Groups	12 Project Management Principles and 8 Project Performance Domains	40 processes organized within 7 new Performance Domains and 5 Process Groups
Focus	Tactical project execution	Value delivery & measurement System	Sustainable project management and AI project management
Approach	Prescriptive, with a strong focus on formal Inputs, Tools and Techniques, and Outputs (ITTOs)	Adaptable and outcomes-focused, centered on delivering value and main project management principles	Blends the process-driven structure with the principles-based mindset. Processes are reintroduced, but focus remains on value delivery.
Technological orientation	Limited focus on technology integration.	Acknowledges modern practices but does not include specific guidance on AI or advanced data analytics.	Integrates discussions on AI, machine learning, and data analytics. A new AI appendix provides guidance on use cases and ethical considerations.
Success	Success measured primarily by process adherence and on-time/on-budget delivery.	Shifts focus toward value delivery and achieving desired outcomes for the customer in complex environment.	Strong emphasis on value creation, connecting project outcomes to organizational strategy and measurable benefits.

The quantitative analysis of tools and techniques (T&T) within Performance Domains/Knowledge areas further highlights these shifts (Figure 1). However, as it was previously said, the findings obtained in this way should be interpreted with caution, as the PMBOK T&T lists are not comprehensive but are offered only as suggestions of best practices. In PMBOK 6, the largest concentration of T&T was in Integration (13.83%),

Risks (13.33%), and Resources (11.94%), while Procurement (4.72%) and Costs (7.22%) received the least attention. This reflects a framework focused on planning, control, and risk mitigation. By contrast, PMBOK 7 redistributed T&T toward Project Work (26.04%), Planning (20.08%), and Delivery (16.10%), while domains such as Development Approach and Life Cycle (0%) and Uncertainty (5.57%) were minimally represented. PMBOK 8 again reshapes the distribution, concentrating T&T in Stakeholders (22.58%), Resources (20.23%), and Governance (17.89%). This demonstrates a progressive shift away from operational and cost-related areas toward governance, resource management, and stakeholder value, which are dimensions increasingly critical for projects in Industry 4.0 and 5.0 contexts, where emotional intelligence and human collaboration become key drivers of success (Ribeiro et al., 2021; Xu et al., 2021).

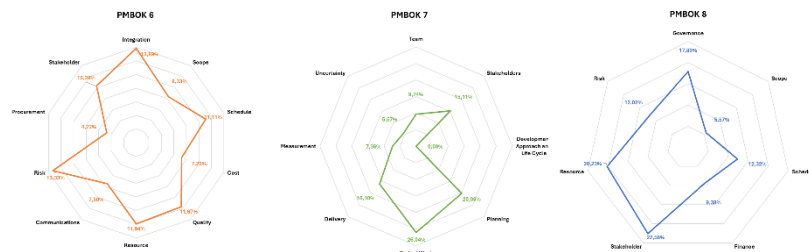


Figure 1: Prevalence of T&T within Performance Domains/Knowledge areas in the PMBOK Guides
Source: Authors' work

Further analysis reinforces these trends. The transition from PMBOK 6 to 7 introduced a dramatic 70.95% of new T&T, amounting to a 13.85% increase in total volume, driven by the entirely new structure that emphasized artifacts and models. Within this transition, the most new techniques were concentrated in Planning (25%), Project Work (21.6%), and Delivery (14.9%), while Development Approach and Life Cycle (2.6%) and Uncertainty (4.1%) contributed the least. The comparison between PMBOK 7 and 8 reveals a modest overall growth of only 2.7%, yet with a striking 73.68% of T&T reclassified as new due to structural changes. Here, Resources (16.1%) and Governance (13.1%) dominate the additions, while Finance and Scope (3% each) contribute minimally. Finally, the comparison of PMBOK 6 and 8 shows a growth of nearly 13% in the total number of T&T, with 30% being new. The largest expansions are in Governance (29.5%), Resources (45%), and Schedule (13.6%), whereas Finance, Risk, and Scope show almost no new contributions. These findings further support how governance, stakeholder management, and resource coordination are gaining prominence over purely operational concerns.

At the level of T&T groups, qualitative analysis shows clear shifts across PMBOK editions. From the 7th edition, significantly greater emphasis is placed on tailoring T&Ts, reflecting the growing recognition that project management practices must be adapted to the

unique context of each project rather than applied uniformly. Another notable innovation in the 7th edition is the introduction of measurement as performance domain, a dimension absent in the 6th and 8th, which suggests a stronger orientation toward continuous improvement and evidence-based management. The PMBOK 8th continues the focus on tailoring and provides the most detailed treatment of T&Ts as a separate chapter, with comprehensive examples and explanations. In contrast, in the 6th edition, T&Ts were only briefly addressed through the ITTO (Inputs, Tools, Techniques, and Outputs) framework, while in the 7th edition the focus shifted primarily to principles, leaving less room for operational guidance. These developments indicate an evolution from a prescriptive guide toward a flexible, principle-oriented, and ultimately practice-oriented standard.

Quantitative analysis further supported an evolution of focus across the three PMBOK editions (Figure 2). In PMBOK 6, data analysis (28.1%) and interpersonal/team skills (20.3%) dominate, reflecting a balance between technical and human factors. In PMBOK 7, the emphasis shifts strongly to data gathering and analysis (50%) and meetings/events (33.7%), while interpersonal skills are no longer explicitly recognized because they are presented as separate models. PMBOK 8 restores balance: data analysis decreases (20.2%), while communication (4.4%), decision-making (4.4%), and estimation (10.3%) gain greater importance. Interpersonal skills also return (17.6%), suggesting a stronger recognition of human dynamics. Furthermore, expert judgment is explicitly cited in every process of PMBOK 8, underscoring a shift from purely technical project management knowledge toward broader business acumen and contextual decision-making (PMI, 2024; Shoushtari et al., 2024).

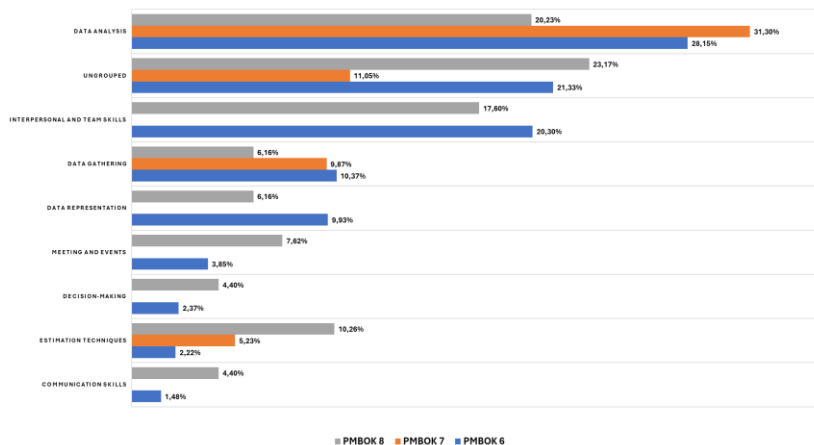


Figure 2: Prevalence of T&T groups in the PMBOK Guides
Source: Authors' work

Overall, the evolution of the PMBOK mirrors how project management has adapted to broader industrial changes, moving from efficiency-driven systems to more flexible and human-centered approaches (Xu et al., 2021; Wolniak, 2023). The sixth edition reflects the structured and process-oriented mindset of Industry 3.0, while the seventh introduces a needed shift toward adaptability and outcome-based thinking. The newest, eighth edition takes this further by combining practical process guidance with attention to governance, value delivery, and the human side of teamwork. In this sense, PMBOK's latest direction aligns closely with the ideas behind Industry 5.0 such as sustainability, empathy in leadership, and creating value for all stakeholders (Petrović et al., 2023; Shoushtari et al., 2024).

5. CONCLUSIONS

This research examined the three most recent editions of the PMBOK Guide and how their evolution reflects wider industrial and technological shifts. The sixth edition remains rooted in structured, process-based management, while the seventh introduced a more flexible, principle-driven perspective focused on outcomes and adaptation. The upcoming eighth edition, expected in early 2026, aims to merge these two viewpoints. Its hybrid model brings stronger attention to sustainability and integrates emerging technologies such as artificial intelligence. Taken together, these editions trace a clear movement away from rigid procedural control toward governance, value creation, and stakeholder-oriented results. Just as importantly, they highlight how interpersonal skills, empathy, and professional judgment have become vital to effective decision-making. In essence, the PMBOK's evolution mirrors today's broader industrial transformation, balancing the efficiency mindset of Industry 4.0 with the human-centered values of Industry 5.0.

REFERENCES

- [1] Chistyakova, K. A., & Yudin, V. V. (2022). Analysis of possibility of application of the 7th edition of PMBOK Guide in IT. *RSUH/RGGU Bulletin. Series Economics. Management. Law*, 3, 20-35. <http://dx.doi.org/10.28995/2073-6304-2022-3-20-35>
- [2] Drob, C., & Zichil, V. (2013). Overview regarding the main guidelines, standards and methodologies used in project management. *Journal of Engineering Studies and Research*, 19(3), 26. <http://dx.doi.org/10.29081/jesr.v19i3.113>
- [3] Petrović, D., Mitrović, Z., Stanimirović, P. (2023). Conceptual Framework for Measuring the Success of Digital Transformation Projects. In: Mihić, M., Jednak, S., Savić, G. (Eds.), *Sustainable Business Management and Digital Transformation: Challenges and Opportunities in the Post-COVID Era. SymOrg 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 562. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18645-5_19
- [4] Project Management Institute. (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.). Project Management Institute.
- [5] Project Management Institute. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.). Project Management Institute.

- [6] Project Management Institute. (2024, februar 12). *Shaping the future of project management with AI*. Project Management Institute.
- [7] Reich, B. H., & Wee, S. Y. (2006). Searching for Knowledge in the PMBOK® Guide. *Project Management Journal*, 37(2), 11-26. <https://doi.org/10.1177/875697280603700203>
- [8] Ribeiro, A., Amaral, A., & Barros, T. (2021). Project Manager Competencies in the context of the Industry 4.0. *Procedia computer science*, 181, 803-810. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.233>
- [9] Rincon-Guio, C., Hernández-Ramírez, J., Martínez, C. M. O., Ponce, M. S. P., Baque-Cantos, M. A., Santistevan-Villacreses, K. L., ... & Medina, L. (2023). A systematic literature review on advances, trends and challenges in project management and industry 4.0. *LogForum*, 19(2). <http://dx.doi.org/10.17270/J.LOG.2023.844>
- [10] Rosenberger, P., & Tick, J. (2018, November). Suitability of PMBOK 6 th edition for agile-developed IT Projects. In *2018 IEEE 18th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI)* (pp. 000241-000246). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CINTI.2018.8928226>
- [11] Shoushtari, F., Daghighi, A., & Ghafourian, E. (2024). Application of artificial intelligence in project management. *International journal of industrial engineering and operational research*, 6(2), 49-63. <https://doi.org/10.22034/ijieor.v6i2.89>
- [12] Starkweather, J. A., & Stevenson, D. H. (2011). PMP® certification as a core competency: Necessary but not sufficient. *Project Management Journal*, 42(1), 31-41. <https://doi.org/10.1002/pmj.20174>
- [13] Taboada, I., Daneshpajouh, A., Toledo, N., & De Vass, T. (2023). Artificial intelligence enabled project management: a systematic literature review. *Applied Sciences*, 13(8), 5014. <https://doi.org/10.3390/app13085014>
- [14] Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of manufacturing systems*, 61, 530-535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>
- [15] Wolniak, R. (2023). Industry 5.0—characteristic, main principles, advantages and disadvantages. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska*, (170), 663-678. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2023.170.40>
- [16] *Operations Management, IEOM Society International, Southfield, MI, USA* (Vol. 12). <https://doi.org/10.46254/AN14.20240277>
- [17] Zadeh, E. K., Khoulenjani, A. B., & Safaei, M. (2024). Integrating AI for agile Project Management: Innovations, challenges, and benefits. *International Journal of Industrial Engineering and Construction Management (IJIECM)*, 1(1), 1-10.
- [18] Zambrano, L., Atencio, E., Mariani, C., Mancini, M., & Atencio, E. (2024, February). Integration between PMBOK 7th concepts: A network analysis. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, IEOM Society International, Southfield, MI, USA (Vol. 12). <https://doi.org/10.46254/AN14.20240277>

PROJEKTI DIGITALNE TRANSFORMACIJE KROZ PRIZMU JAVNOG I PRIVATNOG SEKTORA

DIGITAL TRANSFORMATION PROJECTS THROUGH THE LENS OF PUBLIC AND PRIVATE SECTORS

Katarina Petrović¹, Dragan Bjelica²

^{1,2} Faculty of Organizational Sciences - University of Belgrade,

¹katarina.petrovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0002-4341-3940

²dragan.bjelica@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0203-2877

Apstrakt: Digitalna transformacija je postala izuzetno popularan termin kada se govori o unapređenju poslovanja organizacija kako u privatnom tako i u javnom sektoru. Međutim, sprovođenje projekata digitalne transformacije pokazalo se kao izuzetno kompleksno i izazovno za organizacije u svim sektorima. U skladu sa time, tretiranje projekata digitalne transformacije na uniforman način, bez uzimanja u obzir specifičnih karakteristika industrije i datih okolnosti, često dovodi do njihovog neuspeha. Cilj ovog rada je da na osnovu postojećih istraživanja identifikuje određene karakteristike projekata digitalne transformacije, iz perspektive javnog i privatnog sektora, koje je neophodno uzeti u obzir prilikom njihovog vođenja. Kroz pregled relevantne literature pokazalo se da, iako se inicijative kao takve nazivaju projektima digitalne transformacije i podvode pod istu kategoriju u privatnom i javnom sektoru, njihove fundamentalne razlike zahtevaju pristupe upravljanju projektima koji mogu da odgovore na izvesne karakteristike i okolnosti u kojima se projekti sprovode.

Ključne reči: projekat, digitalna transformacija, javni sektor, privatni sektor

Abstract: Digital transformation has emerged as a widely used term when discussing the improvement of organizational performance in both the private and public sectors. However, carrying out digital transformation projects has proven to be highly complex and challenging for organizations across all sectors. Hence, treating digital transformation projects uniformly, without considering industry-specific or contextual factors, often leads to their failure. The objective of this paper is to outline, based on existing research, the distinct characteristics of digital transformation projects in the public and private sectors that need to be considered when managing them. The review of relevant literature demonstrates that, although digital transformation projects share a common label in public and private sectors, their fundamental differences necessitate project management approaches that are adapted to their unique characteristics and circumstances.

Keywords: project, digital transformation, public sector, private sector

1. INTRODUCTION

The incorporation of digital technology solutions into business activities has become an unavoidable necessity for organizations across all sectors. According to data, around 90% of organizations are undergoing some type of digital transformation (McKinsey & Company, 2024). Industry 4.0, along with the solutions it provides, represents the foundation of successful digital transformation (Dolla et al., 2023). Among the technological solutions encompassed by Industry 4.0 are Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML), Big Data, Blockchain, Cloud Computing and many others. While implementation of technological solutions is part of digital transformation, equal emphasis must be placed on cultivating cultural changes that enable technology acceptance (Murdha Anggara et al., 2024)

Digital transformation is undeniably beneficial, but the approaches applied in executing such projects are critical, considering the notable number of initiatives that fail (Baghizadeh et al., 2020). Findings reveal that less than 30% of transformations are considered successful (McKinsey & Company, 2018). The prevalence of digital transformation projects is growing in the private and public sectors, as demonstrated by the expanding number of publications in this area. Given the complexity and challenges involved in digital transformation projects (Hafseld et al., 2021), it is crucial to account for the particularities of the environments in which they take place. Ultimately, the effectiveness of project management and successful implementation determine the degree to which digital transformation objectives are met. Therefore, the purpose of this paper is to examine the characteristics of digital transformation projects from private and public sector perspectives, with the goal of identifying potential differences.

2. DIGITAL TRANSFORMATION

The concept of digital transformation is prevalent across both practice and scholarly work, yet research shows that no consensus on a unified definition of this term has been reached (Hoessler & Carbon, 2024). Moreover, the literature frequently conflates the terms digitization, digital technologies and digital transformation, despite the significant distinctions among them. While digitization and digital technologies provide the foundational steps for digital transformation, the transformation phase introduces the most significant organizational change (Hoessler & Carbon, 2022) and represents a level of development that is challenging to achieve.

Digital transformation refers to the adoption and deployment of the latest technological solutions, allowing organizations to substantially enhance their performance (Bresciani et al., 2021; Westerman et al., 2014). Some experts view digital transformation as a continuous process encompassing a sequence of changes and adaptations directed towards different areas (Mergel et al., 2019). According to Kane et al. (2015) it is

important to understand that digital disruption and digital transformation are distinct concepts, whereas disruption describes industry-wide technological shifts, while transformation describes adjustments made in response to these shifts.

Far from being a passing trend, digital transformation introduces a new paradigm affecting all industries. While digital transformation is widely recognized in literature, one should acknowledge that it does not resolve every issue (Fischer et al., 2021), but yet provides organizations considerable opportunities for improvement at multiple levels.

3. DIGITAL TRANSFORMATION PROJECTS

Digital transformation projects are a key instrument for executing digital transformation and realizing its intended outcomes (Hafselde et al., 2021). These projects extend beyond technological implementation, requiring careful attention to human-technology dynamics, which demonstrates that technology alone is insufficient (Dehnert & Santelmann, 2021). Digital transformation projects, described by Dehnert & Santelmann (2021) as “multi-dimensional, complex, and unique endeavors,” reflect the demanding and intricate nature of their execution. Complexity in digital transformation projects stems from the interconnected relationships and influences between technology, organizational processes and innovation, resulting in particularly demanding management requirements (Hafselde et al., 2021). Many projects are classified as ambidextrous, combining explorative and exploitative dimensions, which highlights that digital transformation projects can embody both types, which further underscores their complexity (Dehnert & Santelmann, 2021).

The management of these projects requires, as noted by Dehnert & Santelmann (2021), “meta-planning” which involves strategic foresight and careful evaluation to define the most suitable project management methodologies and tools. Maintaining attention on the core approach to managing digital projects is essential, instead of blindly following methods and tools that, at certain times, may be more or less prevalent as trends (Dehnert & Santelmann, 2021). While there is a clear intention to carry out digital transformation projects successfully, their high failure rate is largely due to the lack of strategic oversight and understanding of such complex initiatives (Baghizadeh et al., 2020; Dehnert & Santelmann, 2021). In this context, it is essential that the chosen project management approach corresponds to the specific features and particularities of the projects being implemented.

3.1. Digital transformation projects in the public sector

Digital transformation projects in the public sector are primarily aimed at fostering relationships with citizens, businesses and other stakeholders, ensuring that societal needs are met (Mergel et al., 2019). Murdha Anggara et al. (2024) emphasize that public

sector projects of this type are designed to enhance public value, thereby ensuring that citizens benefit from improved conditions. Research has found that external factors, notably pressures from society or certain social groups, have the greatest influence on digital transformation initiatives (Mergel et al., 2019). Internal factors are not disregarded, however, external are usually viewed as more dominant. Mergel et al. (2019) point out that external pressures lead digital transformation to process and service optimization, while internal pressures stimulate cultural adjustments. In alignment with this, such projects prioritize process efficiency, service quality and enhance connections with end users (Mergel et al., 2019). It should be noted that public sector organizations treat users as partners, encouraging them to actively participate as contributors to transformation (Mergel et al., 2019).

Public sector digital transformation initiatives are generally included in long-term plans and strategies established by the country (Haug et al., 2024). Consequently, the pre-established budgets and strategic plans limit flexibility and may result in overlooking opportunities that arise in the meantime (Frennert, 2019). Digital transformation projects are expected to enhance quality and operational efficiency (Murdha Anggara et al., 2024), with a focus on long-term outcomes (Mergel et al., 2019). Accordingly, digital transformation projects in the public sector aim to strengthen transparency and trust between citizens and public sector organizations (Murdha Anggara et al., 2024).

Management of public sector digital transformation projects is conditioned by bureaucratic structures (Hafselde et al., 2021) and many procedures (Ly, 2024) which further limit flexibility. These projects are based on an incremental approach, aiming to cumulate efforts that generate broader societal effects (Haug et al., 2024). Some authors observe that the public sector tends to maintain the status quo due to a lack of appropriate skills (Tangi et al., 2021). However public sector organizations often collaborate with other sectors and organizations to achieve more successful project implementation and better outcomes (Machlankin et al., 2024; Tanveer et al., 2025).

3.2. Digital transformation projects in the private sector

In the private sector, organizations implement digital transformation initiatives to respond effectively to the rapidly changing market environment (Chen et al., 2024; Zhang et al., 2022). Through projects focused on adopting new technological solutions, private sector organizations strive to stay ahead of competitors (Chen et al., 2024) and secure profit (Rose et al., 2018). These projects are initiated and shaped by influences arising from both the external environment and internal factors (Picazo Rodríguez et al., 2024). They allow private sector companies to advance organizational processes (Fountain, 2001; Haug et al., 2024), create novel business models (Haug et al., 2024) and enhance organizational culture (Fountain, 2001).

The digital transformation initiative follows the digital strategy defined by the company itself (Correani et al., 2020), which also retain flexibility in deciding on project funding (Jonathan, 2020). Research (Correani et al., 2020) indicates that digital transformation projects in the private sector view customers as recipients of the desired value, with the aim of enhancing the customer experience. The pressure and emphasis on achieving higher productivity is more pronounced within private sector organizations than within public sector ones (Picazo Rodríguez et al., 2024). By applying appropriate technologies organizations can mitigate information asymmetry (Niu et al., 2023) that occurs when certain information is not accessible to everyone. As a result, leveraging data allows for more informed and reliable decision-making. Besides these impacts, Liu et al. (2023) points out that private sector digital transformation projects can lead to the acceleration of new research and development projects.

One distinctive aspect of managing digital transformation projects in the private sector is the application of agile approaches, supporting flexibility and adaptation to environmental changes (Ly, 2024). Agility in these projects is enhanced by the relatively unrestrictive environments in which they are implemented, with fewer procedural requirements and steps (Ly, 2024). The management of such projects, in the private sector, relies on iterative, experimental approaches (Correani et al., 2020) which allow the discovery of suitable solutions.

4. COMPARATIVE ANALYSIS OF DIGITAL TRANSFORMATION PROJECTS

Drawing on the previous analysis, the table below illustrates and summarizes the principal characteristics of digital transformation projects in the public and private sectors, as defined by the chosen criteria.

Table 1: Comparative analysis of characteristics of digital transformation projects in the public and private sectors

	Public sector	Private sector
Objectives	• Response to changes and needs of the broader society (Mergel et al., 2019) and ensuring public value (Murdha Anggara et al., 2024) • Establishing appropriate relationships with citizens and other stakeholders (Mergel et al., 2019)	• Adaptation to dynamic market changes and needs (Chen et al., 2024; Zhang et al., 2022) • Ensuring competitive advantage in a dynamic environment (Chen et al., 2024) • Ensuring profit (Rose et al., 2018)
Type of driving forces	• Dominated by external factors and influences (Mergel et al., 2019)	• Presence of both external and internal influences (Picazo Rodríguez et al., 2024)
View on end users	• Customers are seen as partners - collaboration and active participation (Mergel et al., 2019)	• Customers are seen as recipients of the desired value - customer experience improvement (Correani et al., 2020)

Applied approach	• Approach conditioned by bureaucratic structures (Hafseld et al., 2021) and procedures (Ly, 2024) • Incremental changes (Haug et al., 2024) • Collaboration with other sectors and organizations (Machlankini et al., 2024; Tanveer et al., 2025)	• Flexibility and agility (Ly, 2024) • Streamlined procedures (Ly, 2024) • Experimental and iterative approaches (Correani et al., 2020)
Areas of change	• Processes (Mergel et al., 2019) • Services (Mergel et al., 2019) • Relationships with end users (Mergel et al., 2019)	• Service process delivery changes (Fountain, 2001) • Culture modifications and shifts (Fountain, 2001) • Creation of new business models (Haug et al., 2024) • Process improvement (Haug et al., 2024)
Results and impacts	• Long-term impact effects (Mergel et al., 2019) • Improvement of quality and operational efficiency (Murdha Anggara et al., 2024) • Trust and transparency (Murdha Anggara et al., 2024)	• Productivity improvements (Zhang et al., 2022) • Encouragement of new R&D projects (Liu et al., 2023) • Informed decision-making and reduced information asymmetry (Niu et al., 2023)
Financial aspects	• Definition of budget and strategic plans in advance for several years (Frennert, 2019)	• Flexibility in financial decision-making (Jonathan, 2020)
Project foundation	• Long-term plans and broader strategies defined by government bodies (Haug et al., 2024)	• Company's established digital strategy (Correani et al., 2020)

From the table, it is evident that digital transformation initiatives in the private and public sectors differ fundamentally.

5. CONCLUSION

This paper enabled an assessment of the main characteristics of digital transformation projects from private and public sector perspectives to determine their similarities and differences. The analysis indicates that, although digital transformation projects are becoming more widespread, they differ between the two sectors. The focus on competitiveness and profit in the private sector contrasts with the public sector's emphasis on public interest and citizen needs, resulting in environments that differ substantially.

For the public sector, maintaining a certain level of agility and engaging relevant public organizations throughout strategy development is crucial to achieving the intended outcomes of digital transformation. On the other hand, in the private sector, digital transformation is often focused only on technology, but achieving full potential of such transformation requires a multidimensional, systematic approach.

As shown in this paper, digital transformation projects considerably vary between the public and private sectors, and therefore, transferring solutions from one sector to the other, without previous analysis, risks overlooking critical aspects. Therefore, it is necessary to tailor project management approaches to the specific characteristics of digital transformation projects, considering the sector in which they are being executed.

LITERATURE

- [1] Baghizadeh, Z., Cecez-Kecmanovic, D., & Schlagwein, D. (2020). Review and critique of the information systems development project failure literature: An argument for exploring information systems development project distress. *Journal of Information Technology*, 35(2), 123–142.
- [2] Bresciani, S., Ferraris, A., Romano, M., & Santoro, G. (2021). *Digital Transformation Management for Agile Organizations: A Compass to Sail the Digital World*. Emerald Publishing Limited.
- [3] Chen, L., Tu, R., Huang, B., Zhou, H., & Wu, Y. (2024). Digital transformation's impact on innovation in private enterprises: Evidence from China. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(2), 100491.
- [4] Correani, A., De Massis, A., Frattini, F., Petruzzelli, A. M., & Natalicchio, A. (2020). Implementing a Digital Strategy: Learning from the Experience of Three Digital Transformation Projects. *California Management Review*, 62(4), 37–56.
- [5] Dehnert, M., & Santelmann, B. (2021). Are individual mindfulness and stewardship climate success factors for digital transformation projects? *2021 IEEE 23rd Conference on Business Informatics (CBI)*, 21–30.
- [6] Dolla, T., Jain, K., & Kumar Delhi, V. S. (2023). Strategies for digital transformation in construction projects: stakeholders' perceptions and actor dynamics for Industry 4.0. *Journal of Information Technology in Construction*, 28, 151–175.
- [7] Fischer, C., Heuberger, M., & Heine, M. (2021). The impact of digitalization in the public sector: a systematic literature review. *Der Moderne Staat – Zeitschrift Für Public Policy, Recht Und Management*, 14(1–2021), 3–23.
- [8] Fountain, J. E. (2001). *Building the virtual state: Information technology and institutional change*. Brookings Institution Press.
- [9] Frennert, S. (2019). Lost in digitalization? Municipality employment of welfare technologies. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 14(6), 635–642.
- [10] Hafsel, K. H. J., Hussein, B., & Rauzy, A. B. (2021). An attempt to understand complexity in a government digital transformation project. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 9(3), 70–91.
- [11] Hoessler, S., & Carbon, C. C. (2022). Digital transformation and ambidexterity: A literature review on exploration and exploitation activities in companies' digital transformation. *International Journal of Innovation Management*, 26(08).
- [12] Hoessler, S., & Carbon, C.-C. (2024). Digital transformation in incumbent companies: a qualitative study on exploration and exploitation activities in innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13(1), 46.
- [13] Jonathan, G. M. (2020). *Digital Transformation in the Public Sector: Identifying Critical Success Factors* (pp. 223–235).

- [14] Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., Buckley, N., & others. (2015). Strategy, not technology, drives digital transformation. *MIT Sloan Management Review*, 14, 1–25.
- [15] Liu, M., Li, C., Wang, S., & Li, Q. (2023). Digital transformation, risk-taking, and innovation: Evidence from data on listed enterprises in China. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(1), 100332.
- [16] Ly, B. (2024). The Interplay of Digital Transformational Leadership, Organizational Agility, and Digital Transformation. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(1), 4408–4427.
- [17] Machljankin, J., Neumann, O., Steiner, R., & Ege, J. (2024). Exploring the role of consulting in local government digital transformation. *Public Money & Management*, 1–10.
- [18] McKinsey & Company. (2018). *Unlocking success in digital transformations*.
- [19] McKinsey & Company. (2024). *What is digital transformation?*
- [20] Mergel, I., Edelman, N., & Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385.
- [21] Murdha Anggara, S., Hariyanto, A., Suhardi, Akhmad Arman, A., & Budi Kurniawan, N. (2024). The Development of Digital Service Transformation Framework for the Public Sector. *IEEE Access*, 12, 146160–146189.
- [22] Niu, Y., Wang, S., Wen, W., & Li, S. (2023). Does digital transformation speed up dynamic capital structure adjustment? Evidence from China. *Pacific-Basin Finance Journal*, 79, 102016.
- [23] Picazo Rodríguez, B., Verdú-Jover, A. J., Estrada-Cruz, M., & Gomez-Gras, J. M. (2024). Does digital transformation increase firms' productivity perception? The role of technostress and work engagement. *European Journal of Management and Business Economics*, 33(2), 137–156.
- [24] Rose, J., Flak, L. S., & Sæbø, Ø. (2018). Stakeholder theory for the E -government context: Framing a value-oriented normative core. *Government Information Quarterly*, 35(3), 362–374.
- [25] Tangi, L., Janssen, M., Benedetti, M., & Noci, G. (2021). Digital government transformation: A structural equation modelling analysis of driving and impeding factors. *International Journal of Information Management*, 60, 102356.
- [26] Tanveer, U., Hoang, T. G., Ishaq, S., & Khalid, R. U. (2025). Public-private partnerships as catalysts for digital transformation and circular economy: Insights from developing countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 219, 124270.
- [27] Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). The nine elements of digital transformation. *MIT Sloan Management Review*, 55(3), 1–6.
- [28] Zhang, T., Shi, Z.-Z., Shi, Y.-R., & Chen, N.-J. (2022). Enterprise digital transformation and production efficiency: mechanism analysis and empirical research. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 2781–2792.

**FINANSIJSKI
MENADŽMENT,
REVIZIJA I
RAČUNOVODSTVO**

PREDVIĐANJE CENA AKCIJA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI KORIŠĆENJEM ALGORITMA DUBOKOG UČENJA

PREDICTING STOCK PRICES IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY WITH A DEEP LEARNING ALGORITHM

Katarina Nedović¹, Miloš Milosavljević², Željko Spasenić³, Nemanja Milanović⁴

¹CETIN, Belgrade, Serbia, ORCID: 0009-0000-3509-659X

^{2,3,4}University of Belgrade – Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, Serbia,

²milos.milosavljevic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-4965-4676

³zeljko.spasenic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-5219-6461

⁴nemanja.milanovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-0458-5144

Apstrakt: Ljudske kognitivne sposobnosti nisu u stanju da u potpunosti razumeju dinamiku svih trendova na finansijskim tržištima, kao što su ekonomski indikatori, performanse kompanija, sentiment vesti i drugi faktori. Srećom, mašine preuzimaju poslove koje su do skora obavljali investicioni analitičari obučeni za analizu kretanja cena na tržištima, što omogućava visokofrekventno trgovanje (HFT) i upotrebu sofisticiranih algoritama za predviđanje promena cena akcija na veoma kratkom vremenskom horizontu. Ovaj rad istražuje prediktivnu moć algoritma dubokog učenja – Long Short-Term Memory (LSTM). U eksperimentalnom okviru analiza obuhvata pet kompanija iz automobilske industrije. Studija potvrđuje da je prediktivna moć LSTM-a velika, budući da je razlika između predviđene i stvarne cene akcija statistički beznačajna.

Ključne reči: finansijsko tržište, dubinsko učenje, duga kratkoročna memorija, automobilska industrija

Abstract: Human cognitive capacities are unable to fully understand the dynamics of all financial market trends such as economic indicators, company performance, news sentiment, and more. Luckily, machines have been taking over the human-centric job related to stock market movements analyses, thus allowing for the high-frequency trading (HFT) and the use of sophisticated algorithms to predict stock price movements on a very short timescale. This paper investigates the prediction power of a deep learning algorithm – Long Short-Term Memory (LSTM). For the experimental setting, the analysis includes five companies from the automotive industry. This study confirms that the predicting power of LSTM is large since the difference between predicted and real stock price is statistically insignificant.

Keywords: stock market; deep learning; long short-term memory; automotive industry.

1. INTRODUCTION

Prediction of stock price movement has been a 'holy grail' of financial science and practice for decades now. Knowing the future at stock exchange might help investors make adequate investment decisions, hedge against numerous risks, allow policymakers to establish policies to create efficient markets and fully optimize resource allocation. However, the complexity of market movements makes it difficult if not impossible to make even day-to-day predictions (Milosavljevic et al., 2024). It has been an age-old wisdom that stocks follow 'random walks' (Fama, 1995), meaning that any predictions are merely a clairvoyant job.

Human cognitive capacities are unable to fully understand the dynamics of all market trends such as economic indicators, company performance, news sentiment, and more. Luckily, machines have been taking over the human-centric job related to stock market movements analyses (Patel et al., 2015), thus allowing for the high-frequency trading and the use of sophisticated algorithms to predict stock price movements on a very short timescale. This should, however, be taken with considerations. Novel studies imply 'that that with the current technology of AI, it is too soon to claim AI can beat the stock markets' (Mokhtari. Yen & Liu, 2021). Finally, stock market modeling and predictions have not been solely 'human' and will never probably be solely 'machine-conducted' (Lu, Poon & Khushi, 2024).

A number of machine learning algorithms, and particularly the deep ones, have been used to project the movements in stock prices (Shah et al., 2019). This paper investigates the prediction power of a specific deep learning algorithm – Long Short-Term Memory (LSTM). This algorithm has already been widely used in the concurrent literature (Gülmez, 2023).

For the experimental setting, the analysis includes five companies from the automotive industry: Tesla Inc. [TSLA], General Motors Company [GM], Ford Motor Company [F], Rivian Automotive Inc. [RIVN] & Lotus Company [LOT]. The results indicate that LSTM has a solid power in predicting stock price movement allowing for appropriate decisions be investors, hedge funds, and other market players.

The remainder of the paper is organized in the following order: Section 2 explains the methodology of this study including the sampling procedure, brief explanation of the long-short-term memory as an algorithm, and an experimental environment.

2. MATERIALS AND METHODS

In this section we elaborate on the methodology of this study. First, we elaborate the rationale behind the selection of automotive industry and five companies selected for

the sample. Then, we briefly explain the logics of LSTM. Finally, we depict the experimental setup for this particular neuron network.

2.1. Sample

For the sample, we selected five companies from the automotive industry. In 2023, the global car production has hit 76 million units with a substantial increase from 2022 of 10.2% (ACEA, 2024). Not surprisingly, many countries have made their automotive industry an industry of strategic importance (Halili, 2020).

On the one hand, the automotive industry is characterized by a high degree of standardization and saturation (Simonazzi et al., 2020). Market growth, strategic importance and high saturation make this industry the perfect candidate to test predictability of stock price movements as the stock price movements is lower in saturated industry with many incumbent players compared to dynamic industries. On the other hand, predictability is slightly jeopardized by the emergence of new technologies (Yeung, 2023) and new players and automotive industry transformation (Hoeft, 2021).

For the experiment on stock price prediction, we selected five companies: Tesla Inc., General Motors Company, Ford Motor Company, Rivian Automotive Inc. & Lotus Company.

2.2. Long short-term memory

Long short-term memory (LSTM) is a class of recursive neural networks built to overcome the gradient vanishing or exploding problem by intelligently forgetting past irrelevant information. LSTM networks contain memory cells that maintain state information over time using memory and output units to regulate and manage information flow. These networks employ three types of gates: forget, input, and output gates. Forget gates eliminate irrelevant past information, preserving only what is necessary for the current step. Input gates manage the information entering the current network state. The forget gate's old information and the input gate's new information are combined into the cell state vector. The output gate generates the network's final output at the current layer, which represents the predicted value calculated by the model for the current pass (Mehtab et al. 2021).

2.3. Experimental environment

The experimental environment was replicated from the Milosavljevic et al (2023) study. The data was split into train and test parts by using the reshape function. After pre-processing the data by using min-max scaler, we made a sequential model in 'Tensorflow' with 50 neurons in the first, and the additional 50 neurons in the second layer. Also, we added two dense (output) layers, one with 10 and the other with a single neuron. To

compile the model, we used the Adam compiler (Kingma and Ba, 2014). To check how well the model was trained, we utilized mean square error for a loss function (Wu et al. 2018).

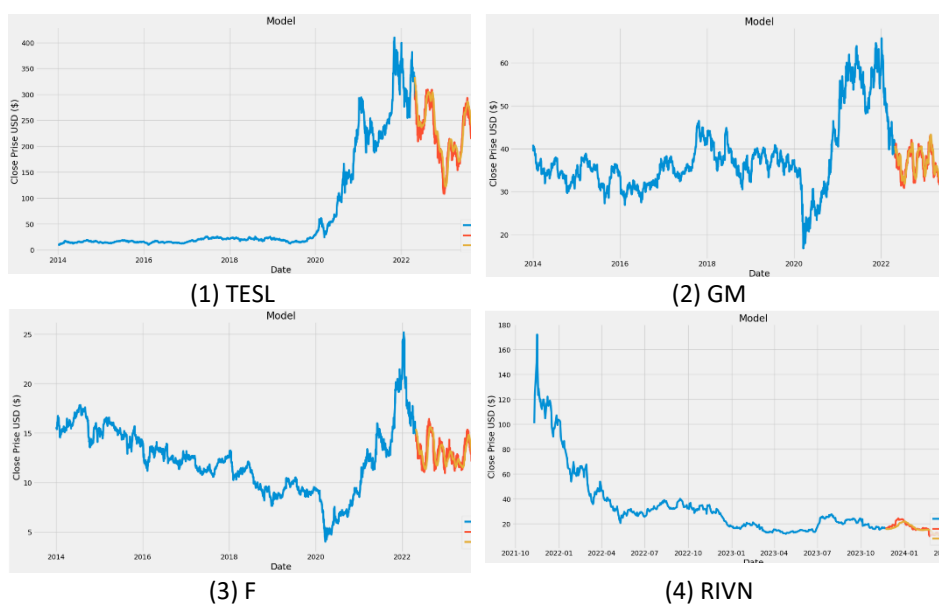
3. RESULTS AND DISCUSSION

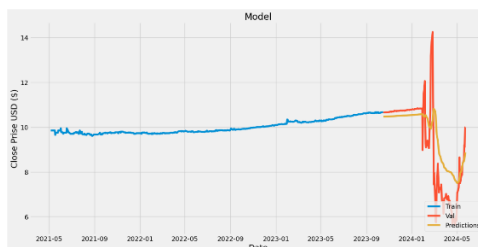
First, we conducted pre-analysis. The time series were decomposed with regards to the trend, cyclicity, and irregular movements (Qi & Zhang, 2008). The results for Dickey-Fuler test are presented in Table 1.

Table 3. Dickey-Fuler Test

Item	TSLA	GM	F	RIVN	LOT
Test statistics	-1.2922	-2.5870	-2.5751	-5.5471	-2.9989
p-value	0.6327	0.0957	0.0982	0.000002	0.0349
#Lags used	28.0000	19.0000	18.0000	18.0000	19.0000
# of Observ.	2588	2597	2598	619	749
Crit. Val. 1%	-3.4329	-3.4329	-3.4329	-3.4409	-3.4391
Crit. Val. 5%	-2.8626	-2.8626	-2.8626	-2.8662	-2.8654
Crit. Val. 10%	-2.5674	-2.5674	-2.5674	-2.5693	-2.5688

For the main analysis, we ran the model on the observed set of companies using 'batch_size' (=32) and 'epochs' (=10). The results are displayed in Figure 1.





(5) LOT

Figure 1: Predicted stock price movement

Source: Authors' calculations

Finally, we tested the predicting power of the model (displayed in Table 2).

Table 4. Predicted vs actual price of stocks

Company	Predicted value	Actual value
TESL	185.7212	176.75
GM	45.1862	43.09
F	12.1001	11.68
RIVN	10.2908	10.42
LOT	8.9976	10.9

4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In this study we analyzed predictability of stock price movements for five companies in the automotive industry. Five technical attributes were used to create neural model based on LSTM approach. The predictive power of the model is moderately high. This can be useful for investors, brokers and other stock market players, particularly those basing their trading strategies on algorithmic trading.

Accurately predicting stock prices remains a complex task due to the inherent volatility and stochastic nature of financial markets. Although machine learning models can provide valuable insights, their predictions are not always precise and must be interpreted with caution, taking into account the multitude of external factors that may influence stock price movements. In line with this, our study is subject to several limitations. First, the analysis is restricted to five global automotive companies, which may partially simplify the prediction task. Consequently, the generalizability of the results to other industries with higher levels of uncertainty and volatility remains limited.

REFERENCES

- [1] ACEA. (2024). Economic and Market Report: Global and EU auto industry – Full year 2023'. Available at: <https://www.acea.auto/publication/economic-and-market-report-global-and-eu-auto-industry-full-year-2023/> (Accessed: 09/09/2025)

- [2] Fama, E.F., (1995). Random walks in stock market prices. *Financial Analysts Journal*, 51(1), 75-80. <https://doi.org/10.2469/faj.v21.n5.55>
- [3] Gülmez, B. (2023). Stock price prediction with optimized deep LSTM network with artificial rabbits optimization algorithm. *Expert Systems with Applications*, 227, 120346. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120346>
- [4] Halili, Z. (2020). Identifying and ranking appropriate strategies for effective technology transfer in the automotive industry: Evidence from Iran. *Technology in Society*, 62, 101264. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101264>
- [5] Hoefl, F. (2021). Assessing dynamic capabilities of incumbents in the face of unprecedented industry transformation: the case of the automotive industry. *Journal of Strategy and Management*, 14(2), 259–283. <https://doi.org/10.1108/jsma-11-2020-0325>
- [6] Kingma, D.P. & Ba, J. (2014). Adam: A method for stochastic optimization. *arXiv preprint*: 1412.6980.
- [7] Lu, X., Poon, J., & Khushi, M. (2024). Bridging the Gap Between Machine and Human in Stock Prediction: Addressing Heterogeneity in Stock Market. *IEEE Access*, 12, 186171–186185. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3511613>
- [8] Mehtab S, Sen J, & Dutta A (2021). Stock price prediction using machine learning and LSTM-based deep learning models. In *Machine Learning and Metaheuristics Algorithms, and Applications: Second Symposium, SoMMA 2020*, Chennai, India, October 14–17, 2020, Revised Selected Papers 2 (pp. 88-106). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0419-5_8
- [9] Mokhtari, S., Yen, K. K., & Liu, J. (2021). Effectiveness of Artificial Intelligence in Stock Market Prediction based on Machine Learning. *International Journal of Computer Applications*, 183(7), 1–8. <https://doi.org/10.5120/ijca2021921347>
- [10] Milosavljevic, M., Nedovic, K. & Spasenic, Z., (2024). Predicting Stock Prices Using Deep Learning Algorithms: A Case of Food-Processing Industry. *Athens Journal of Technology & Engineering*, 29. <https://doi.org/10.30958/ajte.11-1-2>
- [11] Patel, J., Shah, S., Thakkar, P., & Kotecha, K. (2015). Predicting stock and stock price index movement using Trend Deterministic Data Preparation and machine learning techniques. *Expert Systems with Applications*, 42(1), 259–268. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.07.040>
- [12] Shah, D., Isah, H., & Zulkernine, F. (2019). Stock Market Analysis: A Review and Taxonomy of Prediction Techniques. *International Journal of Financial Studies*, 7(2), 26. <https://doi.org/10.3390/ijfs7020026>
- [13] Simonazzi, A., Jorge Carreto Sanginés, J., & Russo, M. (2020). The future of the automotive industry: dangerous challenges or new life for a saturated market?, *Institute for New Economic Thinking Working Paper Series*, 1–34. <https://doi.org/10.36687/inetwp141>
- [14] Qi, M, & Zhang, G.P. (2008). Trend time-series modeling and forecasting with neural networks. *IEEE Transactions on neural networks*, 19(5), 808-816. <https://doi.org/10.1109/tnn.2007.912308>
- [15] Wu, C.H., Lu, C.C., Ma, Y.F., & Lu, R.S. (2018). A New Forecasting Framework for Bitcoin Price with LSTM. In *2018 IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW)*. <https://doi.org/10.1109/icdmw.2018.00032>
- [16] Yeung, G. (2023). Competitive dynamics of lead firms and their systems suppliers in the automotive industry. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 56(2), 454–475. <https://doi.org/10.1177/0308518x231202390>

DIGITALNA PLATFORMA KAO SREDSTVO ZA POBOLJŠANJE KORISNIČKOG ISKUSTVA U FINANSIJSKIM USLUGAMA – PRIMERI IZ SRBIJE

DIGITAL PLATFORM AS A MEANS FOR IMPROVING USER EXPERIENCE IN FINANCIAL SERVICES - EXAMPLES FROM SERBIA

Filip Marković¹

¹ATUSS Beograd Odsek Visoka železnička škola, filip.markovic@vzs.edu.rs,
ORCID: 0009-0009-3541-4434

Apstrakt: Digitalna transformacija finansijskog sektora ubrzano menja način na koji korisnici pristupaju finansijskim uslugama. Razvoj digitalnih platformi, mobilnih aplikacija i fintech rešenja omogućio je veću dostupnost, brzinu i personalizaciju usluga, čime se značajno unapređuje korisničko iskustvo. U radu se analiziraju ključni aspekti digitalnih platformi u finansijama, sa posebnim osvrtom na prednosti koje donose korisnicima i izazove sa kojima se susreću finansijske institucije. Pažnja je usmerena na uticaj novih tehnologija kao što su veštačka inteligencija, analitika velikih podataka i blockchain, kao i na pitanja bezbednosti i regulative. Cilj rada je da prikaže ulogu digitalnih platformi u stvaranju savremenih finansijskih usluga koje istovremeno unapređuju konkurentnost institucija i povećavaju zadovoljstvo korisnika.

Ključne reči: digitalna transformacija, finansijske usluge, korisničko iskustvo, fintech.

Abstract: The digital transformation of the financial sector is rapidly changing the way users access financial services. The development of digital platforms, mobile applications and fintech solutions has enabled greater availability, speed and personalization of services, which significantly improves the user experience. The paper analyzes the key aspects of digital platforms in finance, with special reference to the advantages they bring to users and the challenges faced by financial institutions. Attention is focused on the impact of new technologies such as artificial intelligence, big data analytics and blockchain, as well as security and regulatory issues. The aim of the paper is to show the role of digital platforms in the creation of modern financial services that simultaneously improve the competitiveness of institutions and increase user satisfaction.

Keywords: digital transformation, financial services, customer experience, fintech.

1. UVOD

Digitalna transformacija predstavlja sveobuhvatan proces koji ne podrazumeva samo primenu novih tehnologija, već i promene u organizacionoj strukturi i strategiji preduzeća (Bondar, Sablina & Ermoshina, 2017; Bican & Brem, 2020). To je put kroz koji organizacije prolaze kada napuštaju zastarele pristupe i usvajaju savremene, digitalne i mobilne tehnologije, kao i nove načine razmišljanja i poslovanja. Osnovni pokretači ovog procesa su tehnološki napredak, pojava inovativnih poslovnih modela i rastuća očekivanja korisnika.

Digitalna transformacija je složen i dinamičan proces koji se najčešće sagledava kroz tri ključne dimenzije: promene u stvaranju vrednosti, strukturne promene i primenu novih tehnologija u kombinaciji sa finansijskim aspektima (Niemand i ostali, 2020). Razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija doveo je do stvaranja novih poslovnih okruženja, takozvanih digitalnih ekosistema, koji su u velikoj meri izmenjeni u odnosu na tradicionalne modele. Digitalna transformacija zahteva strateške promene koje mogu biti neuspešne bez odgovarajućeg organizacionog okvira, koji povezuje misiju, viziju i ključne strategije sa resursima potrebnim za svakodnevne operativne aktivnosti (Krivokapić, Milosavljević & Spasenić, 2023).

Istovremeno, digitalna transformacija utiče i na korisnike, jer menja njihova očekivanja i stvara nova iskustva. Danas je naglasak sve više na personalizaciji proizvoda i usluga u skladu sa potrebama i preferencijama pojedinačnih korisnika (Čelik, 2020). Finansijski sektor, posebno bankarstvo, predstavlja jedan od najdinamičnijih primera ove promene. Banke se nalaze u središtu tehnološke revolucije, gde inovacije i brzo usvajanje digitalnih usluga menjaju tradicionalne prakse (Diener & Špaček, 2021). Ipak, problem ostaje u tome što brojne finansijske institucije još uvek nisu u potpunosti sprovele sveobuhvatnu digitalizaciju, što dovodi do ograničene ponude usluga i različitih strateških i operativnih izazova.

Brojni su benefiti digitalne transformacije. Naime, igitalizacijom se optimizuju i ubrzavaju poslovni procesi, što vodi ka smanjenju operativnih troškova i većoj efikasnosti (Vial, 2020). Omogućava se bolja kontrola i praćenje rizika, kao i diferencijacija na tržištu kroz inovativne proizvode i usluge. Digitalna transformacija doprinosi poboljšanju kvaliteta korisničkog iskustva jer kupci dobijaju brže, jednostavnije i sigurnije usluge, a uz to se otvaraju i mogućnosti pristupa širem krugu klijenata, uključujući one u udaljenim područjima (Agrawal, Narain, & Ullah, 2020). Takođe, ona stvara preduslove za fleksibilnije poslovne modele i dugoročno jačanje konkurentske prednosti, kao i uticaj na povećanje sigurnosti što se odnosi na efikasniji odgovor na sajber napade (engl. *cyber attack*).

Sa druge strane potrebni je ukazati i na izazove sa kojima se organizacije i finansijske institucije suočavaju u procesu digitalizacije. Jedan od glavnih nedostataka su visoki

početni troškovi ulaganja u tehnologiju, kao i složenost procesa implementacije. Pored toga, veliki izazov predstavljaju bezbednost podataka i zaštita privatnosti korisnika, jer digitalizacija nosi rizike od zloupotreba i sajber napada na daleko složeniji i napredniji način. Često dolazi i do otpora zaposlenih prema promenama, što može usporiti ili otežati proces transformacije. Organizacije postaju zavisne od tehnologije, pa eventualni kvarovi ili zastoji u sistemu mogu izazvati značajne posledice. Prisutan je i problem digitalnog jaza odnosno neravnomernog pristupa digitalnim resursima i veštinama, što stvara dodatne prepreke kako za kompanije, tako i za krajnje korisnike (Doer, Forst & Qiu, 2022).

Obzirom na to da je primetan rast očekivanja korisnika za brže, jednostavnije i dostupnije usluge, kao i konkurenciju od fintech kompanija, banke u Srbiji su primorane da ubrzaju digitalnu transformaciju. Shodno tome, prikazane su konkretne digitalne platforme u bankarskom sektoru Srbije i njihov uticaj na korisničko iskustvo sa svim prednostima i mogućnostima koje klijenti mogu direktno da koriste, kao što su mobilne aplikacije, virtuelni asistenti, digitalna plaćanja i onlajn alati za upravljanje finansijama.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Autori Krstić i Tešić (2016) analiziraju procese digitalne transformacije u bankarskom sektoru, sagledavajući je istovremeno kao pretnju i kao priliku za dalji razvoj bankarskog poslovanja. Polazna osnova rada je koncept „narušavajućih inovacija“ (Christensen, 1997), odnosno inovacija koje kroz nove tehnologije i modele poslovanja postepeno potiskuju tradicionalne bankarske institucije. Ukazuju na uticaj novih tehnologija, digitalnih medija i promenjenih potreba klijenata, kao i na rast fintech kompanija koje nude jednostavnije i jeftinije usluge. Banke se suočavaju sa pritiskom na profitne marže, ali i sa mogućnostima kroz efikasnije poslovne modele, niže troškove, ulazak na nova tržišta i razvoj novih izvora prihoda putem digitalnih kanala i analitike podataka.

Ivančić, Vukšić i Spremić (2019) ističu da je za uspešnu digitalnu transformaciju neophodno da polazište bude kupac. Organizacija mora poznavati svoje kupce, pratiti razvoj njihovih potreba i usmeravati svoje aktivnosti ka pružanju vrednosti koja odgovara tim zahtevima. U tom kontekstu, temeljno istraživanje potreba kupaca i prilagođavanje poslovnih strategija predstavlja ključ uspeha.

Đikanović i Drakić-Grgur (2017) analiziraju kako savremeni globalni trendovi i tehnološki napredak utiču na finansijski sektor, posebno bankarski, u pogledu digitalizacije poslovanja i globalizacije finansijskih usluga. Naglašava se da digitalizacija transformiše strukturu finansijskog sistema i način pružanja usluga, od banaka, preko berzi i osiguravajućih društava pa do nefinansijskih institucija. Procesi digitalizacije donose efikasnost i fleksibilnost, ali i nove rizike u pogledu regulative, kontrole podataka i stabilnosti finansijskog sistema.

Silajdžić (2023) sagledava uticaj savremenih tehnoloških inovacija, posebno u finansijskom sektoru i prelazak iz tradicionalne u digitalnu ekonomiju. Autor uvodi pojam entropije kao meru nesigurnosti i nestabilnosti u ekonomskim procesima, naglašavajući da se u uslovima kriza, kao što je pandemija COVID-19, povećava ekonomska i valutna neizvesnost. Pažnja je posvećena digitalnim valutama i kriptovalutama, kao i ulozi država i centralnih banaka u procesima digitalizacije finansijskih tokova.

Marković i Bešić (2025) istražuju ulogu ulogu digitalnog marketinga i savremenih alata u procesu prodaje finansijskih usluga, kao i da ukaže na promene u ponašanju potrošača i prodajnim strategijama finansijskih institucija. Sprovedena je strukturna analiza u internet plaćanju, mobilnom bankarstvu, plaćanju telefonom i broju izdatih platnih kartica. Rezultati ukazuju na snažan rast upotrebe digitalnih platnih instrumenata, što direktno utiče na strategije prodaje u finansijskim organizacijama.

3. NOVE TEHNOLOGIJE U FINANSIJAMA – ULOGA I UTICAJ

Kao što je i napomenuto nove tehnologije doprinele su izuzetnom napretku i razvoju finansija, finansijskog sektora i u velikoj meri transformisale su finansijske institucije i ulogu istih u savremnom svetu i među današnjim korisnicima. Potrebno je obrazložiti te tehnologije, njihovu primenu i značaj. U daljem tekstu pažnja će biti posvećena veštačkoj inteligenciji (AI), analitici velikih podataka i blockchain tehnologiji.

Veštačka inteligencija omogućava detaljnu analizu ponašanja korisnika i kreiranje personalizovanih ponuda, istovremeno automatizujući rutinske procese poput obrade zahteva ili korisničke podrške kroz chatbot-ove. Poseban značaj ima u proceni kreditne sposobnosti i detekciji prevara, ali izazovi se javljaju u vezi sa pristrasnošću podataka i objašnjivošću modela (Nitin, Saurabh & Jayesh, 2023).

Analitika velikih podataka obezbeđuje dublje razumevanje korisnika kroz prikupljanje i obradu podataka iz različitih izvora, što omogućava precizno segmentisanje tržišta i brzu reakciju na anomalije, dok istovremeno otvara pitanja etike, zaštite privatnosti i sigurnosti podataka (Sazu & Jahan, 2022).

Blockchain tehnologija doprinosi većoj transparentnosti i sigurnosti transakcija, kao i automatizaciji poslovnih procesa kroz pametne ugovore, ali finansijske institucije i dalje suočavaju izazove skalabilnosti, interoperabilnosti i neujednačene regulatorne prakse na globalnom nivou.

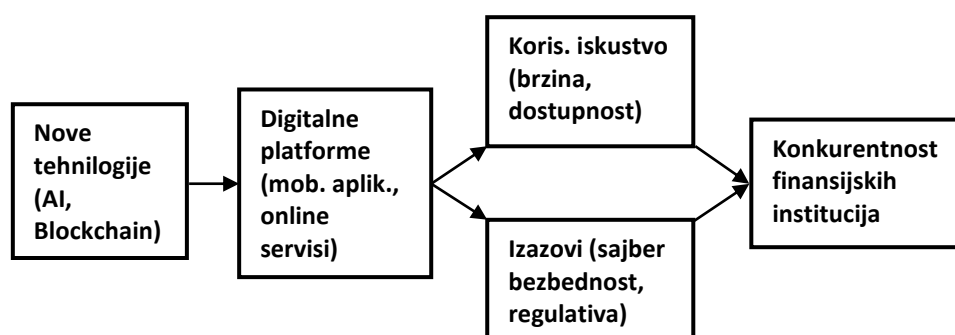
Finansijske institucije, s jedne strane, koriste digitalne tehnologije kako bi poboljšale svoje odnose sa klijentima i unapredile operativnu efikasnost, dok se, s druge strane, suočavaju sa pritiskom da osiguraju visoke standarde bezbednosti, usklade poslovanje sa regulatornim okvirima i održe poverenje korisnika.

Kao što se iz prethodno navedenog može videti, digitalizacija finansijskih usluga predstavlja balans između prilika za inovacije i rasta, sa jedne strane, i izazova vezanih za sigurnost, etiku i regulativu, sa druge strane. Prihvatanje savremenih informacionih tehnologija nesumnjivo donosi značajne prednosti u finansijskom sektoru. Njihova primena omogućava nastanak inovativnih i profitabilnih rešenja koja doprinose većim koristima za štediše na globalnom nivou, olakšavaju plasman kapitala u nove projekte i infrastrukturne poduhvate, ali i smanjuju informacionu nejednakost. Na taj način otvara se prostor za brži ekonomski rast, širenje mogućnosti ulaganja i ravnomerniju raspodelu finansijskih resursa u savremenom društvu.

4. UTICAJ DIGITALIZACIJE U FINANSIJSKIM INSTITUCIJAMA U CILJU POBOLJŠANJA KORISNIČKOG ISKUSTVA I PRIMERI

U savremenom svetu dolazi do brzog razvoja novih digitalnih tehnologija, što utiče na promene u ponašanju potrošača, koji su danas obrazovaniji, mobilniji i imaju veća očekivanja. Svi ovi zahtevi utiču na kompanije i finansijske institucije da stalno unapređuju kvalitet svojih proizvoda i usluga. Digitalizacija im omogućava povećanje produktivnosti i poboljšanje profitabilnosti, a kroz digitalne kanale korisnici mogu brže i lakše pristupiti informacijama, obavljati transakcije i komunicirati sa pružaocima usluga. Korišćenje chatbotova i virtualnih asistenata omogućava instant podršku, dok personalizovane preporuke i promocije bazirane na istoriji aktivnosti i preferencijama korisnika doprinose većem zadovoljstvu, lojalnosti i jačanju reputacije organizacija.

U digitalnoj eri odnosi sa kupcima se razvijaju na potpuno novim principima u poređenju sa ranijim vremenom. Najveća prednost digitalizacije ogleda se u mogućnosti povećane interakcije kompanija sa korisnicima njihovih proizvoda i usluga (Čelik, 2020). Model koji je razvijen za potrebe ovog rada prikazuje sinergiju više različitih i prikazuje kako nove tehnologije kroz digitalne platforme utiču na korisničko iskustvo, ali i otvaraju određene izazove, a oba ova aspekta zajedno oblikuju konkurentnost finansijskih institucija.



Slika 1: Model uticaja digitalnih platformi na korisničko iskustvo i konkurentnost

Izvor: Izrada autora

U praksi, kompanije primenjuju niz aktivnosti kako bi poboljšale korisničko iskustvo i prilagodile svoje proizvode ili usluge potrebama krajnjih korisnika. To obuhvata intervjue sa korisnicima, zaposlenima i timovima uključenim u razvoj, kako bi se otkrile navike, želje i potrebe korisnika. Na osnovu toga se kreiraju tipične grupe korisnika ili „persone“, koje služe za donošenje odluka o dizajnu i funkcionalnosti proizvoda (Molu, Findik, & Dalci, 2014).

Stručnjaci sprovode heurističke procene i kognitivne „šetnje“ radi analize interfejsa i kritičnih procesa, a testiranje upotrebljivosti omogućava uočavanje grešaka i procenu lakoće korišćenja proizvoda. Mapiranje korisničkog putovanja prikazuje sve korake koje korisnik prolazi, uključujući kontekst, okruženje i lične preferencije, kako bi se identifikovala mesta za poboljšanja. Izrada dijagrama toka korišćenja dodatno pomaže u razumevanju interakcije korisnika i sistema i u definisanju redosleda akcija (Papathomas & Konteos, 2024). Sve ove metode omogućavaju kompanijama da bolje odgovore na zahteve korisnika, povećaju zadovoljstvo i unaprede konkurentsku poziciju na tržištu.

Da bi se razumelo kako digitalne platforme konkretno unapređuju korisničko iskustvo u finansijskim uslugama, predstavljeni su primeri iz prakse nekoliko banaka u Srbiji. Prikazani primeri pokazuju kako banke primenjuju savremene digitalne alate u cilju poboljšanja usluga i korisničkog iskustva. Prikazana digitalna rešenja omogućavaju širok spektar mogućnosti koje se nude korisnicima. Ovi primeri predstavljaju uspešne modele primene digitalnih platformi u praksama banaka u Srbiji i imaju za cilj da ilustruju kako tehnološke inovacije direktno doprinose većem stepenu zadovoljstva korisnika i uopšte digitalizaciji finansijskih usluga.

Tabela 1: Primeri uspešne primene digitalnih platformi u bankama u Srbiji

Banka	Platforma / usluga	Kratak opis i efekat
OTP banka	M-Bank aplikacija	Omogućava pregled računa, troškova i lakše upravljanje ličnim finansijama Poboljšava transparentnost i kontrolu korisnika.
OTP banka	Projekat “Digitalno selo”	Cilj je omogućiti korisnicima iz ruralnih područja pristup digitalnim uslugama, uključujući finansijsko obrazovanje i kreditne proizvode, čime se smanjuju fizičke barijere i povećava uključenost korisnika sa niskim nivoom korišćenja digitalnih kanala.
Raiffeisen banka	REA – virtuelni asistent	Chatbot dostupan 24/7 preko Vibera i mreža, omogućava brze informacije i podršku korisnicima.
UniCredit banka	Digitalno potpisivanje i online krediti	Uvođenje digitalnog potpisa i kredita na daljinu olakšava korisnicima pristup uslugama bez odlaska u filijalu.

Izvor: Istraživanje autora

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazano da digitalne platforme omogućavaju veću dostupnost i brzinu usluga, personalizaciju ponuda i unapređenje kvaliteta odnosa sa klijentima. Poseban značaj imaju nove tehnologije poput veštačke inteligencije (AI), analitike velikih podataka i blockchain-a, koje osim što ubrzavaju procese i povećavaju bezbednost transakcija, već otvaraju prostor za nastanak inovativnih finansijskih proizvoda i usluga.

Prednosti su nesporne, ali je jasno da digitalna transformacija donosi i ozbiljne izazove koji se kreću od visokih troškova implementacije i integracije u sistem, preko pitanja sajber bezbednosti i zaštite privatnosti podataka, pa do potrebe za stalnim usklađivanjem sa regulatornim zahtevima. Ono što je potrebno i važno je istaći i izazov digitalnog jaza, jer neravnomeran pristup digitalnim alatima i veštinama može usporiti ravnomeran razvoj tržišta.

Model predstavljen u radu jasno ukazuje na povezanost koja postoji između brzine i dostupnosti usluga sa korisničkim iskustvom, pri čemu digitalne platforme i nove tehnologije koje smo pomenuli direktno doprinose konkurentnosti institucija, ali istovremeno stvaraju i nove izazove.

Budućnost finansijskih institucija zavisi od njihove sposobnosti da pronađu balans između inovacija i regulative, kao i od spremnosti da investiraju u znanje zaposlenih i jačanje poverenja klijenata. Digitalne platforme se tako nameću ne samo kao instrument unapređenja korisničkog iskustva, već i kao strateški resurs za dugoročan rast i održiv razvoj finansijskog sektora u uslovima ubrzanih tehnoloških promena.

LITERATURA

- [1] Agrawal, P., Narain, R., & Ullah, I. (2020). Analysis of barriers in implementation of digital transformation of supply chain using interpretive structural modelling approach. *Journal of Modelling in Management*, 15(1).
- [2] Bondar, K., Sablina, O. & Ermoshina, T. (2017). Managing digital transformation in companies. *Advances in Computer Science Research*, 84.
- [3] Bican, P. M. & Brem, A. (2020). Digital business model, digital transformation, digital entrepreneurship: Is there a sustainable "digital"?', *Sustainability*, 12(13).
- [4] Diener, F. & Špaček, M. (2021) 'Digital transformation in banking: A managerial perspective on barriers to change', *Sustainability*, 13. <https://doi.org/10.3390/su13042032>
- [5] Doerr, S., Frost, J., Gambacorta, L., & Qiu, H. (2022). Population ageing and the digital divide. *SUERF Policy Brief*, No 270.
- [6] Čelik, P. (2020). *Digitalna transformacija poslovanja i njene bezbednosne implikacije*, doktorska disertacija. Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu, Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu.
- [7] Đikanovic, Z., & Drakic-Grgur, M. (2017). Globalizacija i digitalizacija bankarskih usluga. *Globalizacija i Izolacionizam*; Vukotić V.Š., Ed.; Centar za Ekonomska Istraživanja Instituta Društvenih Nauka: Belgrade, Serbia, 2017., (107–115).

- [8] Heizer, J., & Render, B. (2008). *Operations management* (9th ed.). New Jersey: Pearson Education.
- [9] Hohepa, M., Schofield, G., & Kolt, G. S. (2006). Physical activity: What do high school students think?. *Journal of Adolescent Health*, 39(3), 328-336. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2005.12.024>.
- [10] Ivančić, L., Vukšić, V., & Spremić, M. (2019) 'Mastering the digital transformation process: Business practices and lessons learned', *Technology Innovation Management Review*, 9, pp. 36-50. <http://doi.org/10.22215/timreview/1217>
- [11] Krstić, N., & Tešić, D. (2016). Digitalna transformacija bankarskog poslovanja - opasnost ili prilika?. *Bankarstvo*, 45(2), 12-33. <https://doi.org/10.5937/bankarstvo1602012K>
- [12] Krivokapić, J., Milosavljević, M., & Spasenić, Ž. (2023). Organizacioni aspekti digitalne transformacije. *XIV Skup privrednika i naučnika SPIN'23* (547-554).
- [13] Vial, G. (2020). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems*, 28.
- [14] Vasiljević, D., Lečić-Cvetković, D., Đorđević Milutinović, L., Danilović, M., Cvetić, B., & Rakićević, Z. (2024). *Osnove operacionog menadžmenta*. Beograd: FON.
- [15] Marković, F., & Bešić, S. (2025). Digitalna transformacija prodaje finansijskih proizvoda: pristupi, alati i rezultati. *Zbornik radova „Mediji i ekonomija 2025“*. Banjaluka College DOI 10.7251/BLCZR0125565M
- [16] Molu, F., Findik, N., & Dalci, M. (2014). Enhancing User Experience in Financial Services. *International Journal of E-Services and Mobile Applications (IJESMA)*, 6(2), 12-22. <https://doi.org/10.4018/ijesma.2014040102>
- [17] Nitin, R., Saurabh, C., & Jayesh, R. (2023) Rane, Nitin and Choudhary, Saurabh and Rane, Jayesh, Blockchain and Artificial Intelligence (AI) Integration for Revolutionizing Security and Transparency in Finance. *Social Science Research Network* <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4644253>
- [18] Niemand, T., Rigtering, J. P. C., Kallmünzer, A., Kraus, S. & Maalaoui, A. (2020). Digitalization in the financial industry: A contingency perspective on the strategic, organizational, and cultural fit. *Journal of Business Research*, 117.
- [19] Papathomas, A., Konteos, G. (2024). Financial institutions digital transformation: the stages of the journey and business metrics to follow. *J Financ Serv Mark* 29, 590–606. <https://doi.org/10.1057/s41264-023-00223-x>
- [20] Sazu, M. H., & Jahan, S. A. (2022). Kako Big Data analitika transformiše finansijsku industriju. *Bankarstvo*, 51(2), 147-172. <https://doi.org/10.5937/bankarstvo2202147H>
- [21] Silajdžić, F. (2023). Entropija transformacije tradicionalne u digitalnu ekonomiju u kontekstu kritičnih tehnoloških promjena. *Zbornik Radova: Univerzitet "Džemal Bijedić"*. 21(33).

ANALIZA POSLOVNIH STRATEGIJA KARTIČNIH ŠEMA NA NACIONALNOM TRŽIŠTU PRIMENOM TEORIJE IGARA

ANALYSIS OF BUSINESS STRATEGIES OF CARD SCHEMES IN THE NATIONAL MARKET USING GAME THEORY

Milan Martinović¹, Biljana Panić², Nataša Kontrec³

^{1,2,3} Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd,

¹milan.martin.37@gmail.com, ORCID: 0009-0000-5872-6726

²biljana.panic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-5047-9887

³natasa.kontrec@pr.ac.rs, ORCID: 0000-0002-6955-9887

Apstrakt: U radu su analizirane poslovne strategije koje primenjuju kartične šeme na nacionalnom tržištu platnih kartica, kako bi poboljšale udeo na tržištu i eliminisale konkurenciju. Nacionalno tržište kartičnih plaćanja može se posmatrati kao konfliktna situacija između učesnika koji donose odluke. Dobitak jedne kartične šeme predstavlja gubitak druge, odnosno ostalih na tom tržištu, što se u teoriji igara smatra igrom nulte sume. Prikazane su strategije koje primenjuju internacionalne i nacionalne kartične šeme da bi zauzele ili sačuvale dominantnu ulogu na tržištu i modelirano je nekoliko igara uz pomoć kojih se analiziraju ovakve situacije.

Ključne reči: internacionalne i nacionalne kartične šeme, platne kartice, teorija igara, strategije.

Abstract: In the paper, business strategies applied by card schemes on the national payment card market are analyzed, in order to improve market share and eliminate competition. The national market for card payments can be seen as a conflict situation between decision-making participants. The gain of one card scheme represents the loss of another, or others in that market, which in game theory is considered a zero-sum game. The strategies applied by international and national card schemes in order to take or preserve a dominant role in the market are presented, and several games are modeled to analyze such situations.

Keywords: International and National Card Schemes, Payment Cards, Game Theory, Strategies.

1. UVOD

U savremenom svetu nemoguće je zamisliti funkcionisanje i opstanak kompanija na tržištu bez bezgotovinskih plaćanja, a najpoznatije sredstvo su platne kartice. Kartični sistem plaćanja, kartična šema (KŠ) „označava jedinstven skup pravila, praksi, standarda i/ili operativnih smernica za izvršavanje platnih transakcija na osnovu platnih kartica, a obuhvata i posebno telo, organizaciju ili subjekt koji donose odluke o poslovanju ovog sistema i odgovorni su za poslovanje tog sistema“ (Zakon, 2018). Internacionalne kartične

šeme (IKŠ) su organizacije čija se pravila, standardi i procedure plaćanja karticama i same platne kartice prihvataju na nekoliko kontinenata, barem na strani trgovca. Prihvatanje može realizovati sama internacionalna kartična šema ili putem izdavanja licenci lokalnim provajderima platnih usluga“ (Martinović, 2024). Nacionalna kartična šema (NKŠ) je kartična šema u vlasništvu državnih institucija i/ili finansijskih institucija koje posluju na teritoriji konkretne države“ (Martinović, 2024). NKŠ su prisutne samo na tržištu zemalja gde su i kreirane, a IKŠ posluju širom sveta. Razlika je i u vlasničkom kapitalu, godišnjim prihodima, a posledično i budžetu za istraživanje i razvoj. Pored toga, većina NKŠ nije rukovođena samo profitom, već i društveno korisnim interesima, što dodatno ograničava njihov nastup na tržištu – provizije su im niže, a nastup prema poslovnim bankama uslovljen vlasničkom strukturom i zakonskim rešenjima na konkretnom tržištu, što dodatno smanjuje njihov pregovarački potencijal.

Iako je na globalnom tržištu KŠ prisutan veliki broj NKŠ, njihovo učešće u ukupnom broju realizovanih transakcija je zanemarljivo malo u odnosu na IKŠ, kojih na svetskom tržištu ima malo (Martinović, 2024). Jedan od razloga su ogromna finansijska sredstva koje IKŠ ulažu u razvoj novih tehnologija i inovacija na polju kartičnih plaćanja. Ovaj strateški potez im omogućava da diktiraju razvoj tržišta i usmeravaju dalja kretanja u pravcu koji im odgovara. IKŠ tvrde da samo žele da pomognu razvoj lokalnog tržišta i korisnicima pruže vrhunsku uslugu, a profit je sekundaran. U početku njihove provizije jesu ispod tržišnih očekivanja, sve dok većina najvažnijih finansijskih institucija ne postanu članovi IKŠ sistema i dok se na tržištu ne uspostavi monopol/oligopol, nakon čega se uslovi poslovanja menjaju i provizije po transakciji povećavaju i po nekoliko puta. Sve tehnološke inovacije koriste se kao izvor strateške prednosti i maksimalno se eksploatišu, sve dok ih i drugi učesnici na tržištu ne usvoje, a upravo u tom trenutku IKŠ plasiraju novu ili usavršenu tehnologiju, čime postižu da su uvek korak ispred konkurencije, u prvom redu NKŠ, koje ovaj tempo ne mogu da prate.

„Teorija igara je matematička disciplina koja se bavi analizom društvenih pojava i procesa u situacijama kada postoji konflikt ili delimični konflikt između dva ili više učesnika, donosilaca odluke, odnosno igrača. Cilj teorije igara je da odredi ponašanje učesnika koje je za njih najpovoljnije, pod pretpostavkom da su racionalni i da razmišljaju strateški.“ (Kuzmanović, 2017) Primenom teorije igara u finansijama bave se mnogi autori kao na primer Osborne (2004), koji ističu da se kroz igre modelira koordinacije investitora, reakcije na tržišne trendove i donošenja odluka u uslovima nesigurnosti ili Claphman i dr. (2023), koji analiziraju primenu teorije igara na trgovinu hartijama od vrednosti sa visokom frekvencijom. Qian (2025) primenjuje teoriju igara na spajanja i preuzimanja (merdzere i akvizicije) kompanija. Međutim, u literaturi nema primena teorije igara na KŠ, a s obzirom da nacionalno tržište kartičnih plaćanja predstavlja igru nulte sume, jer dobitak jedne KŠ predstavlja gubitak druge, odnosno ostalih KŠ na tom tržištu, nameće se pitanje koje su to strategije kojima se KŠ služe da bi poboljšale svoj udeo na tržištu. U ovom radu biće dat pregled nekoliko strategija koje primenjuju IKŠ, odnosno NKŠ.

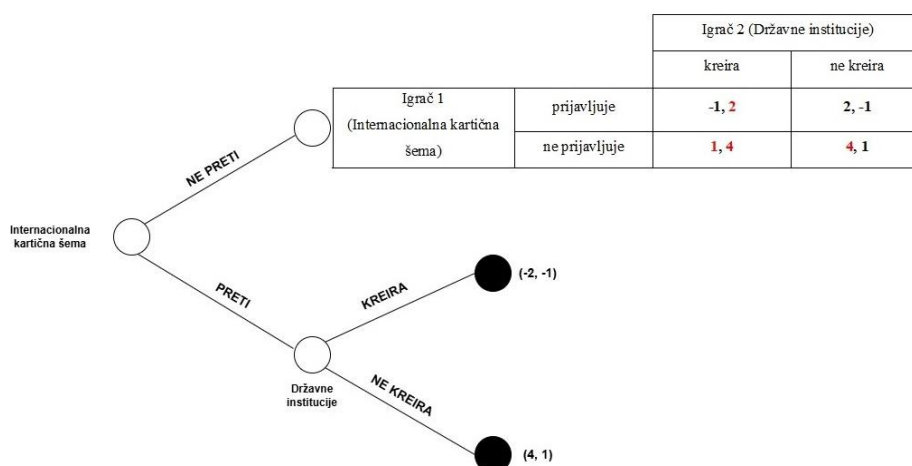
2. STRATEGIJE INTERNACIONALNIH KARTIČNIH ŠEMA

Gotovo po pravilu je strategija koju IKŠ u početku primenjuju u borbi sa NKŠ na nacionalnim tržištima ignorisanje i potcenjivanje, i tek nakon što su mogućnosti za njeno dalje eksploataisanje iscrpljene, prelaze na neku od sledećih strategija. Kao jednu od prvih primeniće strategiju zastrašivanja. Strategiju nagrađivanja će primeniti u situacijama kada procene da će različitim koruptivnim metodama lakše doći do cilja – povećanja tržišnog učešća i povećanja profita nego direktnom primenom strategije zastrašivanja. Iniciraće igre iscrpljivanja ukoliko smatraju da troškovi borbe neće premašiti ukupnu vrednost profita koji mogu da ostvare na nacionalnom nivou nakon eliminacije konkurencije.

1. Strategija zastrašivanja ili pretnji - Jedan od osnovnih pristupa bi se mogao nazvati direktna sabotaža stvaranja NKŠ pritiscima na državne i/ili finansijske institucije, tvrdeći da postoje kršenja zakonskih normi, koje prema njihovim rečima vode ka monopolu na tržištu. Reč je o strategiji zastrašivanja ili pretnji. Najčešće se državne i/ili finansijske institucije „dobronamerno upozoravaju“ da će se IKŠ žaliti nadležnim međunarodnim organizacijama. Cilj je da se spreči formiranje nezavisnih NKŠ, koje bi uzele deo profita. IKŠ tvrdi da bi se stvaranjem NKŠ stvorio monopol i da se tako troše ogromna novčana sredstva za izgradnju infrastrukture, koju IKŠ već nude besplatno. Međutim, na tržištima država koja imaju svoju NKŠ prisutne su i IKŠ i pre i nakon uvođenja nacionalne platne kartice, dakle ne postoji monopol. Sredstva za kreiranje infrastrukture jesu značajna, ali je to slično kao i kada kompanije treba npr. da izaberu između izgradnje sopstvene IT infrastrukture i oslanjanja na sopstveni razvoj softvera ili da sve „outsource“-uju. Oba pristupa imaju i prednosti i mane, ali se uspešne kompanije za najvažnije projekte odlučuju da koriste sopstvene resurse i razvoj. Jedan od ključnih razloga za stvaranje NKŠ je smanjenje ucenjivačkog potencijala IKŠ. Infrastruktura je besplatna samo do trenutka kad IKŠ odluči da poveća naknadu za korišćenje kartice. Mogućnost za reagovanje na ovaj potez od strane države i banaka drastično je sužena, a obustavljanje plaćanja karticama na infrastrukturi IKŠ bi dovelo do kolapsa bezgotovinskih plaćanja u zemlji. Taj dodatni trošak poslovne banke indirektno prebacuju na teret korisnika kroz povećanje naknada za korišćenje kartice i održavanje računa. Pritiskajući banke, a posredno korisnike i državu, IKŠ uspostavlja monopol, tj. upravo ono protiv čega tvrde da se bore. Ovu situaciju moguće je modelovati kao da IKŠ primenjuju kredibile pretnje u interakciji sa ostalim učesnicima. Uzimajući u obzir ozbiljnost IKŠ, neispunjena pretnja, tj. prazna priča više bi naštetila ugledu IKŠ, pa se i ne razmatra. IKŠ je Igrač 1, a državne finansijske institucije Igrač 2. Mogući potezi su: za „Igrača 1“: „prijavljuje“ i „ne prijavljuje“ žalbe međunarodnim institucijama; za „Igrača 2“: „kreira“ i „ne kreira“ NKŠ, kao što je prikazano u Tabeli 1. Oba igrača imaju dominantnu strategiju. Za Igrača 1 to je strategija „ne prijavljuje“, a za Igrača 2 „kreira“, pa sledi da je Nešov ekvilibrijum igre (ne prijavljuje, kreira), sa isplatama (1, 4). S obzirom da je to ujedno i preferirani ishod za Igrača 2, ne postoji nikakav podsticaj za državne institucije da povlače bilo kakav strateški potez koji bi rezultovao promenom izbora strategija.

Tabela 1: Matrica plaćanja strategije zastrašivanja i pretnji

		Igrač 2	
		kreira	ne kreira
Igrač 1	prijavljuje	-1, 2	2, -1
	ne prijavljuje	1, 4	4, 1

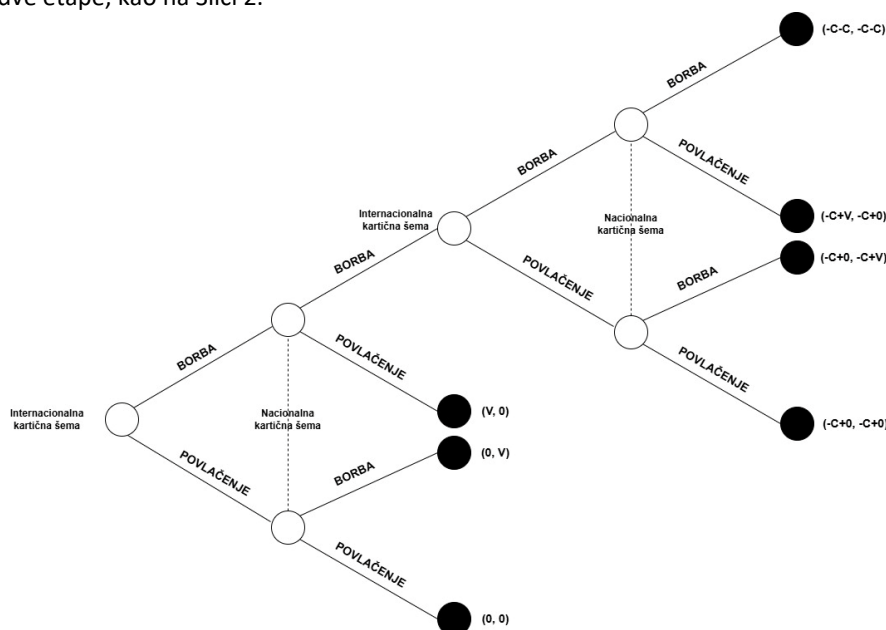


Slika 1: Transformacija u dvoetapnu igru uvođenjem kredibilne pretnje

S druge strane, IKŠ ima motiv da uputi kredibilnu pretnju Igraču 2, npr. „Ne želimo eskalaciju i nećemo je inicirati, ali ukoliko državne institucije podstaknu kreiranje NKŠ, obustavićemo sva plaćanja karticama na našoj infrastrukturi.“ U ovom slučaju više ne postoji strategija „ne prijavljuje“ za Igrača 1, a vrednost isplate za ishod (prijavljuje, kreira) nije (-1, 2) nego (-2,-1) jer je šteta koja bi nastala realizovanjem pretnje mnogo veća od koristi od kreiranja NKŠ, a IKŠ gubi i sav profit od kartičnih plaćanja na tom tržištu. Igra se transformiše u dvoetapnu igru, koja se može modelovati kao na Slici 1. U slučaju pretnje IKŠ, državne institucije imaju izbor između dve nepovoljne opcije. Tako IKŠ smanjuje svoju slobodu delovanja što potvrđuje kredibilnost. Igrač 2 će izabrati da ne kreira, ishod (ne prijavljuje, ne kreira) sa isplatama (4, 1). Jedini način za Igrača 1 da ostvari svoju preferiranu isplatu je da primeni kredibilnu pretnju.

2. Strategija iscrpljivanja i uništavanja reputacije zasniva se na sprečavanju pristupa NKŠ inovativnim tehnologijama i njihova upotreba od strane IKŠ u cilju sticanja strateške prednosti nad konkurentima. IKŠ koriste veće budžete za istraživanje i razvoj novih tehnologija, a zatim im ograničavaju pristup od strane ostalih učesnika na tržištu. Ukoliko odluče da im dozvole korišćenje licenci za nove tehnologije, uslovljavaju ih da moraju da prihvate veoma nepovoljne uslove. Nedostatak određenih inovativnih tehnoloških rešenja kod učesnika na nacionalnom tržištu se eksploatiše u medijskom prostoru od

strane IKŠ, a sve u cilju uništavanja reputacije. Broj korisnika na nacionalnom tržištu kartičnih plaćanja je ograničen i nakon što se dostigne maksimalan broj potencijalnih korisnika kartica, tržište se smatra konačnim resursom, gde svako povećanje profita jednog od igrača automatski povlači smanjenje profita nekog od preostalih igrača na tržištu. U model se uvodi pretpostavka da je „trošak borbe“ identičan za sve učesnike u igri i iznosi C . Igra će biti modelovana kao da na nacionalnom tržištu postoje samo dva igrača: IKŠ (Igrač 1) i NKŠ (Igrač 2). Vrednost nagrade V inicijalno je daleko veća od C . Igra se završava kad jedan igrač odustane od borbe i celu nagradu V prepusti drugom igraču. U prvoj etapi oba igrača odlučuju da li odabrati „borba“ ili „povlačenje“. Ukoliko jedan igrač odmah odabere „povlačenje“, igra se završava i drugi igrač osvaja V . U svakoj sledećoj etapi V se umanjuje za C . Svakim sledećim odabirom borbe igra prelazi u narednu fazu dovodeći hipotetički do n -te faze u kojoj se V izjednačava sa C , a u $n+1$ fazi C postaje veće od V . Iako iracionalno i nelogično, ovo nije retko u praksi, jer se pojedinci i kompanije često ne rukovode samo racionalnošću, već i emocijama, stavljajući nanošenje štete protivniku ispred sopstvenog interesa. Prioritet postaje izbacivanje sa tržišta protivnika, a profit je sekundaran. Ukoliko se uvede pretpostavka da zbog visokih troškova nijedan igrač ne želi ishod koji vodi u treću etapu, modelovanje će obuhvatiti dve etape, kao na Slici 2.



Slika 2: Stablo dvoetapne igre iscrpljivanja

Druga etapa svodi se na simultanu igru kao na Slici 3. Postoje dva Nešova ekvilibrjuma i to su: (borba, povlačenje) i (povlačenje, borba), sa isplatama $(-C+V, -C)$ i $(-C, -C+V)$. Optimalna strategija za oba igrača je da odaberu suprotan potez u odnosu na protivnika,

pa je ovo igra antikoordinacije. Polazeći od dva moguća rešenja podigre pristupa se rešavanju prve faze igre iscrpljivanja. Na Slici 3 su date rešenja za obe opcije. Rešenje prve opcije prve faze igre iscrpljivanja je Nešov ekvilibrijum (borba, povlačenje) sa isplatama (V, 0), druge opcije Nešov ekvilibrijum (povlačenje, borba) sa isplatama (0, V). Oba rešenja ukazuju da je jedino racionalno ponašanje za oba igrača da se jedan od njih povuče u prvoj fazi igre, i to onaj koji bi odustao u drugoj fazi igre.

		Igrač 2 (NKŠ)	
		borba	povlačenje
Igrač 1 (IKŠ)	borba	-2C, -2C	-C+V, -C
	povlačenje	-C, -C+V	-C, -C

		Igrač 2 (NKŠ)	
		borba	povlačenje
Igrač 1 (IKŠ)	borba	-C+V, -C	V, 0
	povlačenje	0, V	0, 0

		Igrač 2 (NKŠ)	
		borba	povlačenje
Igrač 1 (IKŠ)	borba	-C, -C+V	V, 0
	povlačenje	0, V	0, 0

Slika 3: Rešenje dvoetape igre iscrpljivanja

3. Strategija nagrađivanja je uvođenje materijalnih i nematerijalnih podsticaja koji se daju zaposlenima u poslovnim bankama koje izdaju platne kartice građanima, kako ne bi izdavale konkurentske kartice ili bi ih diskreditovala kod korisnika prilikom otvaranja računa u toj banci. Ukoliko se ne dostigne zacrtani obim izdatih kartica, doći će do ukidanja beneficija i stimulacija, dok će zaposleni koji izdaju najviše kartica IKŠ biti nagrađeni o trošku IKŠ („taktika štapa i šargarepe“).

4. Strategija odvrćanja pojedinca - Nakon što potencijalni klijent stupi u ekspozituru s namerom da otvori tekući račun kao fizičko lice, službenik/ca banke mu predložava da po Zakonu ima pravo na besplatnu platnu karticu, ali: „Moramo da Vam uručimo ovu, DinaCard karticu, koja Vam ničemu i ne služi, nije contactless i sa njom ne možete plaćati u inostranstvu, ali zato imamo za Vas odličnu ponudu – debitnu karticu Internacionalne kartične šeme...“ Ova tvrdnja potkrepljena je eksperimentalnim, terenskim istraživanjem u kome je učestvovalo nekoliko dobrovoljaca (fizička lica čija namera i jeste bila da otvore tekući račun u poslovnoj banci, ali su pored toga bili spremni da opišu svoje iskustvo vezano za dobijanje platne kartice).

5. Strategija odvrćanja na nivou populacije – manipulisanje javnim mnjenjem se dešava paralelno sa odvrćanjem na nivou pojedinca. IKŠ usmeravaju javno mnjenje u željenom pravcu putem medija i društvenih mreža.

3. STRATEGIJE NACIONALNIH KARTIČNIH ŠEMA

1. Menadžment „Girocard“-a u Nemačkoj odlučuje da inicira saradnju na izdavanju zajedničke kobedž/kobrend kartice sa tri IKŠ - Visa, Mastercard i JCB, čime je „Girocard“

izbegao konkurentski odnos sa IKŠ, a konkurentska borba je prebačena na nivo IKŠ, koje se sada međusobno takmiče za naklonost „Girocard“-a (Martinović, 2024).

2. Države donose preventivne mere i kontramere. Ohrabruju se finansijske institucije da se udruže i formiraju zajedničku KŠ koja će predstavljati ne samo konkurenciju IKŠ, već i prirodnu alternativu kad su u pitanju naknade i troškovi za trgovce, banke i za sve građane. Ukoliko finansijske institucije nisu u stanju da same formiraju sopstvenu NKŠ, uključuje se država. Banke se upoznaju sa prednostima koje donosi NKŠ i kroz primenu *cost-benefit* analize, kojom se nedvosmisleno dokazuje da, korišćenje nacionalne platne kartice ima mnogo pozitivniji efekat na poslovanje banaka. Tri najznačajnije prednosti su: autonomija (sloboda u donošenju odluka), manji troškovi provizija i sigurnost (adekvatna pravna zaštita, jer NKŠ potpadaju pod sudsku jurisdikciju lokalnog tržišta).

3. Srbija je donela zakon (Zakon, 2018) u kome je iznesen stav da se zakonskim regulisanjem tržišta platnih kartica postiže ne samo povećanje konkurentnosti i kvaliteta ponuđenih proizvoda i usluga, već i transparentnosti i povoljnijeg položaja trgovaca u pregovorima sa bankama – prihvatilicama, što vodi smanjenju trgovačkih naknada. To je omogućeno davanjem zakonskog prava trgovcima da sami odaberu koji kartični brend će prihvatiti. Ograničavaju se međubankarske naknade što stimuliše trgovce da sugerišu kupcima da koriste platne kartice, što povećava obim plaćanja karticama, povećavajući profit poslovnim bankama kao prihvatilicama, a istovremeno se sa povećanjem broja bezgotovinskih plaćanja smanjuje obim sive ekonomije.

4. U okviru uvođenja sankcija Ruskoj Federaciji jedna od poluga pritiska bile su i IKŠ koje su poslovale u Rusiji. VISA i Mastercard su 2014. godine zaustavile procesiranje transakcija za više ruskih poslovnih banaka, koje su se našle na udaru sankcija (Martinović, 2024). Pošto potez nije bio najavljen, građani i privreda nisu imali vremena da se pripreme, pa je to dovelo do kolapsa kartičnih plaćanja. VISA i Mastercard su prethodne godine zajedno procesirali 90% svih bezgotovinskih plaćanja u Rusiji (Martinović, 2024). Nakon tih događaja Vlada Ruske Federacije i Centralna banka Rusije povlače strateški kontrapotez - formiranje NKŠ „MIR“ kao dugoročno rešenje. Ova situacija je iznela na videlo ono o čemu se do tada samo spekulisalo – da je presudni faktor u donošenju važnih poslovnih odluka direktno vezan za političke odluke država u kojima su IKŠ registrovane i da u slučaju da dođe do sukoba ili komplikacija u odnosima sa datim zemljama, ceo platni sistem kartičnih plaćanja može biti ugrožen. Bez obzira na status multinacionalnih kompanija i poreklo kapitala, stvarna autonomija u donošenju ključnih, strateških odluka internacionalnih kartičnih šema je ipak veoma ograničena i sputana od strane državnih struktura i centara odlučivanja u matičnoj državi.

3. ZAKLJUČAK

Internacionalne kartične šeme navode da, iako su njihovi troškovi po transakciji veći nego troškovi nacionalnih kartičnih šema, oni nude bolje usluge u smislu funkcionalnosti

platnih kartica i sveobuhvatnog korisničkog zadovoljstva, kao i da izdvajaju sredstva na godišnjem nivou za razvoj lokalnih tržišta bezgotovinskog plaćanja. Kao kontraprimer, javlja se ključna činjenica, koja se često gubi iz vida, da se procenat po transakciji koji trgovac plaća poslovnoj banci, odnosno prihvatocu uračunava u konačnu cenu proizvoda i da ga suštinski plaćaju svi potrošači, bez obzira da li robu i usluge plaćaju gotovinom ili karticom. Drugim rečima – svako povećanje trgovačke naknade direktno se preliva na povećanje cene proizvoda. Naravno, poslovne banke i veliki trgovci sve obaveze koje im nameću IKŠ prebacuju sa sebe na krajnjeg korisnika, tako da u krajnjoj liniji, svako povećanje provizija IKŠ direktno plaća svaki građanin države u kojoj IKŠ posluje. Može se uočiti direktna korelacija između stepena ekonomske razvijenosti i političke nezavisnosti zemlje i težnje za kreiranjem sopstvene, NKŠ. Države koje imaju veću političku nezavisnost i/ili veću ekonomsku snagu teže kreiranju i nametanju sopstvenih pravila igre na nacionalnom tržištu kartičnih plaćanja. Najefikasniji način za plasiranje uticaja države na tržištu je sopstvene NKŠ u saradnji sa zainteresovanim finansijskim institucijama na terenu ili kroz učesće u već postojećim kartičnim šemama, dajući im neophodnu podršku i legitimitet na nacionalnom nivou. Neke od najbrže rastućih NKŠ u svetu su: „MIR“ u Rusiji, „Elo“ u Brazilu, „RuPay“ u Indiji, „Troy“ u Turskoj, „MyDebit“ u Maleziji, „AfriGo“ u Nigeriji, „Meeza“ u Egiptu, „Mada“ u Saudijskoj Arabiji. Uočava se rastući trend razvoja NKŠ i u članicama EU, što ide u prilog tvrdnji da su NKŠ najbolje sredstvo za regulisanje i kontrolu na tržištu kartičnih plaćanja. U svetu u kome se sankcijama i ograničavanjem pristupa finansijskoj infrastrukturi pokušavaju postići politički ciljevi, uvođenjem NKŠ države postižu stabilnost i nezavisnost platnog sistema, kao ključnih faktora od značaja za državu.

U radu su prikazane neke od strategija koje koriste IKŠ, a zatim i strategije koje preduzimaju NKŠ. Primenom teorije igara modelirane su neke od njih. Iako je neophodno uvesti neka pojednostavljenja, teorija igara se pokazala kao vrlo korisna u sagledavanju konfliktnih situacija na tržištu platnih kartica. U daljem radu mogle bi se modelirati i ostale strategije, ali bi nesumnjivo bilo korisno osmisliti i nove strategije.

LITERATURA

- [1] Clapham, B., Haferkamp, M., & Zimmermann, K. (2023). The impact of high-frequency trading on modern securities markets. *Business & Information Systems Engineering*, 65(1), 7–24. <https://doi.org/10.1007/s12599-022-00768-6>
- [2] Kuzmanović, M. (2017). *Teorija igara*. Beograd: FON.
- [3] Martinović, M. (2024). Analiza poslovnih strategija i strateških poteza internacionalnih kartičnih šema u uslovima konkurencije na nacionalnom nivou, Master rad. Beograd: FON.
- [4] Osborne, M. J. (2004). An introduction to game theory 3(3). New York: Oxford university press.
- [5] Qian, L. (2025). Application of Game Theory in Corporate Takeovers and Mergers. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 152, 17-20. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/2024.19463>
- [6] Zakon o međubankarskim naknadama i posebnim pravilima poslovanja kod platnih transakcija na osnovu platnih kartica. Beograd: Službeni glasnik Republike Srbije broj 44/2018.

ANALIZA KURSA SRPSKOG DINARA U ODNOSU NA EVRO PRIMENOM ANALIZE VREMENSKIH SERIJA

ANALYSIS OF THE EXCHANGE RATE LIST OF THE SERBIAN DINAR USING TIME SERIES ANALYSIS

Pavle Grujić¹, Milica Maričić², Marina Ignjatović³, Nikola Drinjak⁴

^{1,2,3,4} Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,

¹pavlegrujic2003@gmail.com, ORCID: 0009-0004-8137-6567

²milica.maricic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0441-9899

³marina.ignjatovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-9009-8790

⁴nikola.drinjak@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0009-0001-9348-0677

Apstrakt: Kretanje deviznog kursa predstavlja jedan od ključnih makroekonomskih pokazatelja koji utiču na ekonomske politike, međunarodnu trgovinu i investicije. Ovaj rad analizira kursnu listu srpskog dinara u odnosu na evro primenom analize vremenskih serija, sa ciljem identifikacije trendova, volatilnosti i predikcije budućih vrednosti. Fokus istraživanja je na modeliranju kursa dinara prema evru na osnovu podataka za period od 2002. do 2024. godine, koristeći Box-Jenkins metodologiju i ARIMA modele. Rezultati analize pokazuju da je kurs dinara u odnosu na evro u poslednjim godinama bio relativno stabilan, uz uticaj monetarne politike Narodne banke Srbije i eksternih ekonomskih faktora. Predikcije za period 2025–2029 ukazuju na nastavak stabilizacije kursa. Ovi nalazi mogu biti korisni za kreatore ekonomske politike i poslovne subjekte koji se suočavaju sa valutnim rizikom.

Ključne reči: Analiza vremenskih serija, ARIMA modelovanje, Devizni kurs, Monetarna politika, Prognoziranje, Srpski dinar.

Abstract: The exchange rate is one of the key macroeconomic indicators influencing economic policies, international trade, and investments. This paper analyzes the exchange rate list of the Serbian dinar to the euro using time series analysis to identify trends, volatility, and forecast future values. The focus of the research is on modeling the dinar-euro exchange rate based on the data from 2002 to 2024 using the Box-Jenkins methodology and ARIMA models. The results indicate that the dinar exchange rate has remained relatively stable in recent years, influenced by the monetary policy of the National Bank of Serbia and external economic factors. Forecasts for the 2025–2029 period suggest a continuation of the exchange rate stabilization. These findings can be valuable for policymakers and business entities managing foreign exchange risk.

Keywords: Time series analysis, ARIMA modeling, Exchange rate, Monetary policy, Forecasting, Serbian dinar.

1. UVOD

Analiza kursa nacionalnih valuta jeste jedan od ključnih aspekata koji pomaže u razumevanju ekonomskih kretanja i donetih finansijskih odluka na globalnom nivou. Kursne liste i devizni kurs jesu odraz vrednosti jedne valute u odnosu na druge, pa su sklone promenama zbog uticaja raznih faktora, poput ekonomskih pokazatelja, političkih događaja kao i tržišnih očekivanja. Sa ciljem najboljeg poslovanja, važno je suštinski razumeti ove faktore i njihove promene, pogotovo za kreatore ekonomske politike, preduzeća čije se poslovanje obavlja na međunarodnom tržištu i investitore (Gulan & Stamenović, 2016; Kitanović & Krstić, 2010).

Srbija, kao zemlja sa otvorenom ekonomijom i izraženom trgovinskom i investicionom interakcijom sa inostranstvom, primenjuje režim upravljanog plutajućeg deviznog kursa. Ovakav režim omogućava fleksibilnost u prilagođavanju eksternim ekonomskim šokovima, ali takođe iziskuje efikasne mere monetarne politike kako bi se očuvala makroekonomska stabilnost. Narodna banka Srbije (NBS) aktivno učestvuje na deviznom tržištu sa ciljem ublažavanja preteranih fluktuacija kursa i očuvanja stabilnosti finansijskog sistema (Narodna banka Srbije, 2023). U poslednjim godinama, kurs srpskog dinara prema evru ostao je relativno stabilan, zahvaljujući intervencijama NBS i pozitivnim makroekonomskim pokazateljima, uključujući rast bruto domaćeg proizvoda (BDP), kontrolisanu inflaciju i povećanje stranih direktnih investicija (SDI). Stabilnost kursa je ključna za održavanje poverenja investitora i predvidivost poslovnog okruženja (World Bank, 2023). Međutim, Srbija se suočava sa izazovima poput spoljnotrgovinskog deficita i uticaja eksternih faktora, poput globalnih ekonomskih kretanja i monetarne politike Evropske centralne banke.

Analiza vremenskih serija omogućava dublje razumevanje faktora koji utiču na kretanje kursa dinara i pruža osnovu za donošenje odluka u vezi sa strategijama zaštite od valutnog rizika. Korišćenjem modela poput ARIMA moguće je analizirati volatilnost kursa i predvideti buduće trendove, što je od značaja za ekonomske subjekte i kreatore politike (Hamilton, 1994). Cilj ovog rada je analiza vremenskih serija kursnih lista srpskog dinara u odnosu na evro u periodu od 2000. do 2024. godine, primenom Box-Jenkinsove metodologije. Predikcije budućih kretanja kursa biće izvedene za period od 2025. do 2028. godine, sa ciljem identifikovanja potencijalnih oscilacija i njihovog uticaja na ekonomsku stabilnost. Ovaj pristup omogućava sagledavanje devizne politike Srbije i njene efikasnosti u održavanju makroekonomske ravnoteže.

2. PREGLED LITERATURE

Devizni kurs i politika njegove regulacije predstavljaju centralne teme u ekonomskoj teoriji i empirijskim istraživanjima. Devizni kurs utiče na međunarodnu trgovinu, inflaciju, investicije i ekonomski rast, što ga čini jednim od ključnih makroekonomskih indikatora (Mishkin, 2020; Plačkov, Pivašević & Vojnović, 2013). Stabilnost kursa je od izuzetnog

značaja za održavanje makroekonomske stabilnosti, naročito u zemljama sa visokim stepenom ekonomske otvorenosti, poput Srbije.

Narodna banka Srbije (NBS) primenjuje režim upravljanog plutajućeg deviznog kursa, što znači da kurs dinara prema evru formira tržište, ali uz aktivne intervencije centralne banke kada se proceni da su oscilacije prevelike. Ovakva politika ima za cilj minimizaciju rizika od preterane volatilnosti koja bi mogla ugroziti ekonomsku stabilnost (Narodna banka Srbije, 2023; Fabris & Lazić, 2022). Devizne intervencije NBS-a uključuju kupovinu ili prodaju deviza kako bi se stabilizovao kurs dinara, a odluke o intervencijama zasnovane su na analizi makroekonomskih faktora i eksternih šokova (Narodna banka Srbije, 2023). Prema izveštajima NBS-a, ključni cilj monetarne politike Srbije u poslednje dve decenije bio je očuvanje stabilnosti cena i kursa. Inflacija i devizni kurs su usko povezani, s obzirom na to da slabljenje dinara može izazvati uvozu inflaciju, dok jačanje domaće valute može smanjiti konkurentnost izvoza. U periodu od 2008. do 2012. godine, Srbija se suočila sa značajnim fluktuacijama kursa dinara zbog globalne finansijske krize, što je zahtevalo učestale intervencije NBS-a. Banka je tada povećala referentnu kamatnu stopu i sprovedla intervencije na deviznom tržištu kako bi ublažila negativne posledice deprecijacije (World Bank, 2015).

Burda & Wyplosz (2013) ističu da postoji razlika između kratkoročnih i dugoročnih pristupa regulaciji deviznog kursa. Kratkoročne mere podrazumevaju direktne intervencije na tržištu, dok dugoročne mere uključuju sprovođenje strukturnih reformi i jačanje fundamentalnih ekonomskih pokazatelja. U tom kontekstu, Srbija je nakon 2015. godine postepeno smanjivala svoju zavisnost od direktnih intervencija, usmeravajući politiku ka jačanju deviznih rezervi i stabilizaciji inflacije kroz ciljanje kamatnih stopa (Narodna banka Srbije, 2019). Stabilnost kursa u Srbiji zavisi i od eksternih faktora, kao što su kretanja na globalnim tržištima i politike Evropske centralne banke. Kada je Evropska Centralna Banka počela da smanjuje referentne kamatne stope u 2020. godini, kako bi ublažila posledice pandemije COVID-19, NBS je reagovala sličnim merama, smanjujući referentnu kamatnu stopu i prilagođavajući devizne intervencije. Cilj ovih mera bio je održavanje likvidnosti i sprečavanje prekomerne volatilnosti kursa dinara (International Monetary Fund, 2021).

Jedan od glavnih instrumenata Narodne banke Srbije u održavanju stabilnosti kursa je politika deviznih rezervi. Njihov rast sa 10 na 18 milijardi evra između 2015. i 2022. godine povećao je otpornost ekonomije na spoljne šokove i dao veću fleksibilnost NBS-u u intervencijama. Stabilan kurs ima različite efekte na sektore: jačanje dinara koristi uvoznicima zbog nižih troškova, ali šteti izvoznicima smanjenjem konkurentnosti. Ovaj negativan uticaj na izvoz bio je naročito izražen 2017. i 2018. godine, što je podstaklo dodatne mere NBS-a za stabilizaciju kursa.

Sprovedena analiza literature pokazuje da su politike Narodne banke Srbije usmerene na postizanje ravnoteže između stabilnosti deviznog kursa i ekonomske fleksibilnosti. Kroz mehanizme poput deviznih intervencija, kontrole inflacije i akumulacije deviznih rezervi,

NBS nastoji da očuva finansijsku stabilnost i smanji negativne efekte eksternih faktora. Buduća istraživanja mogla bi se usmeriti na analizu dugoročnih efekata upravljanog deviznog kursa na privredni rast Srbije i održivost trenutnih monetarnih strategija.

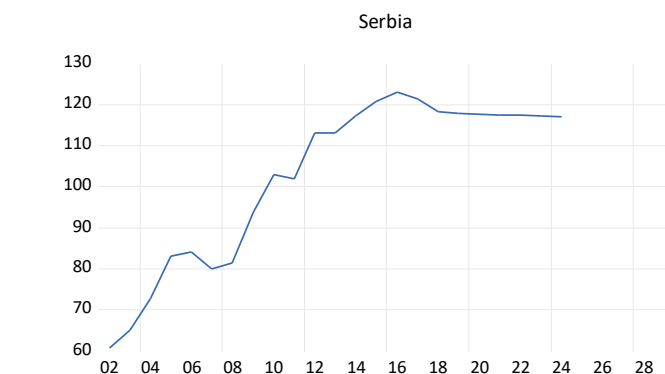
3. METODOLOGIJA

U radu su korišćeni podaci o deviznom kursu dinara (RSD) u odnosu na evro (EUR) za period od 2002. do 2024. godine. Posmatrani podaci se odnose na prosečni godišnji devizni kurs. Podaci su preuzeti iz zvanične baze NBS (Narodna banka Srbije, 2024) dok je ekonometrijska analiza sprovedena u softverskom paketu EViews 12 i R. Cilj analize jeste primena metode analize vremenskih serija kako bi se identifikovali obrasci kretanja kursa i predvidele buduće vrednosti.

Za analizu je korišćena Box-Jenkins metodologija, koja uključuje četiri osnovna koraka (Box, Jenkins & Reinsel, 2015). **Identifikacija modela:** Ovaj korak podrazumeva analizu stacionarnosti serije pomoću Augmented Dickey-Fuller testa (ADF), kao i analizu autokorelacione funkcije (ACF) i parcijalne autokorelacione funkcije (PACF) radi određivanja redova autoregresivnog (AR) i pokretnog proseka (MA) modela. **Ocenjivanje parametara:** Nakon identifikacije modela, procenjuju se parametri korišćenjem metode najveće verodostojnosti (Maximum Likelihood Estimation - MLE) ili metodom najmanjih kvadrata (OLS). Kriterijumi kao što su Akaikeov informacioni kriterijum (AIC) i Švarcov informacioni kriterijum (SIC) koriste se za odabir optimalnog modela. **Verifikacija modela:** U ovom koraku vrši se testiranje modela kroz analizu reziduala. Proverava se autokorelacija korišćenjem Ljung-Box testa, dok se heteroskedastičnost analizira ARCH testom. Normalnost reziduala se ispituje Jarque-Bera testom. **Prognoza budućih vrednosti:** Kada se odredi najbolji model na osnovu prethodnih testova, pristupa se prognoziranju kretanja kursa dinara. Prognoza se vrši na osnovu odabranog ARIMA modela, uz evaluaciju predikcionih grešaka.

4. REZULTATI ANALIZE

Deskriptivna analiza i vizuelna inspekcija predstavljaju prvi korak u istraživanju vremenskih serija deviznog kursa dinara. Cilj ovih analiza je da pruži uvid u osnovne statističke karakteristike kretanja kursa srpskog dinara (RSD) u odnosu na evro (EUR) u analiziranom periodu. Rezultati vizuelizacije se nalaze na Slici 1.



Slika 2: Vizuelizacija kursa dinara prema evru u periodu 2002-2024

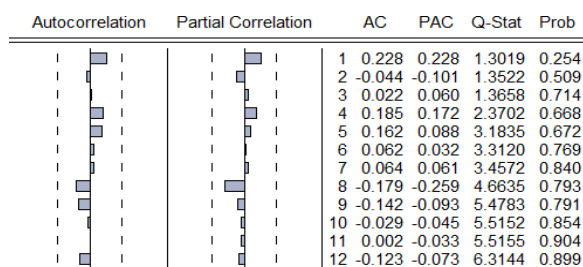
Izvor: Autori, analiza u E-Views softveru

Na osnovu deskriptivne statistike, srednja vrednost kursa dinara bila je 102.51, a medijana 113.14. Najviša vrednost zabeležena je 2016. godine (123.12), a najniža 2002. godine (60.69). Standardna devijacija od 20.15 ukazuje na umerenu volatilnost, s izraženijim oscilacijama u pojedinim periodima. Negativna asimetrija (Skewness = -0.77) i spljoštena raspodela (Kurtosis = 2.13) sugerišu na prisustvo blažih ekstremnih vrednosti. Test normalnosti (Jarque-Bera = 3.02, $p = 0.221$) pokazuje da kurs ne odstupa značajno od Normalne raspodele, što potvrđuje stabilnost i značaj za makroekonomsku analizu i monetarnu politiku.

Kako bi se izvršila adekvatna prognoza valutnog kursa dinara, sprovedena je analiza vremenskih serija korišćenjem ARIMA modela (Auto Regressive Integrated Moving Average). Proces modeliranja obuhvatao je identifikaciju odgovarajuće strukture modela, procenu parametara i evaluaciju performansi modela na osnovu Akaikeovog informacionog kriterijuma (AIC). Cilj ove analize je izbor modela sa najnižom AIC vrednošću, koja ukazuje na najbolji balans između preciznosti i kompleksnosti modela.

Dickey-Fuller test je korišćen za proveru stacionarnosti kursa dinara, što je ključni korak u analizi vremenskih serija jer stacionarne serije omogućavaju pouzdano modeliranje i predviđanje. Na nivou, rezultati testa (statistika: -2.6696, $p = 0.0951$) pokazuju da serija nije stacionarna. Zbog toga je izvršeno prvo diferenciranje, nakon čega je test pokazao statistički značajne rezultate (statistika: -3.4256, $p = 0.0216$). Ovi nalazi ukazuju na to da se nulta hipoteza o postojanju jediničnog korena može odbaciti, što znači da je serija stacionarna nakon diferenciranja i može se koristiti za dalju ekonometrijsku analizu.

Korelogram u prvoj diferenci (Slika 2) pokazuje nisku autokorelaciju, pri čemu su vrednosti ACF i PACF naglo opale nakon prvog zaostatka, što je tipičan obrazac stacionarne serije. Ljung-Box Q statistika više ne ukazuje na značajnu serijsku zavisnost, čime se potvrđuje da je serija stacionarna i pogodna za dalju analizu.



Slika 2: Korelogram srpskog dinara- prva diferencija

Izvor: Autori, analiza u E-Views softveru

Za analizu valutnog kursa srpskog dinara testirano je pet ARIMA modela i za svaki od njih je prikazan AIC (Tabela 1).

Tabela 1: Rezultati modeliranja vremenske serije kursa srpskog dinara

	ARIMA(1,1,1)	ARIMA(0,1,0)	ARIMA(1,1,0)	ARIMA(0,1,1)	ARIMA(0,1,2)
AIC	6.2286	5.9949	6.1247	6.1168	6.2071

Nakon procene modela, utvrđeno je da ARIMA(0,1,0) ima najnižu vrednost AIC-a, što ga čini najboljim od posmatranih modela. Ovaj model ne uključuje autoregresivne (AR) i komponente pokretnog proseka (MA), uz jedno diferenciranje serije, što omogućava stabilizaciju vremenske serije i pouzdanu predikciju budućih vrednosti valutnog kursa. Analiza ocenjenog modela prikazana je u Tabeli 2.

Tabela 3: Detaljna analiza ocenjenog modela kursa srpskog dinara u odnosu na evro

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.563232	1.010874	2.535659	0.0192
R-squared	0.000000	Mean dependent var	2.563232	
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var	4.741419	
S.E. of regression	4.741419	Akaike info criterion	5.994939	
Sum squared resid	472.1021	Schwarz criterion	6.044532	
Log likelihood	-64.94433	Hannan-Quinn criter.	6.006621	
Durbin-Watson stat	1.521793			

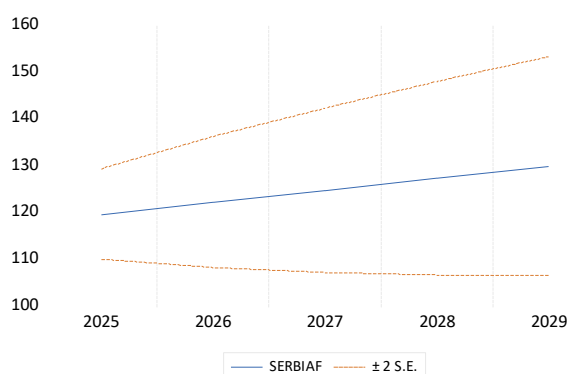
Izvor: Autori, analiza u E-Views softveru

Rezultati pokazuju da je konstanta u modelu statistički značajna (2.5356, $p = 0.0192$). Durbin-Watson statistika za ARIMA(0,1,0) iznosi 1.5217, što ukazuje na blagu pozitivnu autokorelaciju reziduala. Iako nije idealna, vrednost nije zabrinjavajuća. ARCH test ($F = 0.0765$, $p = 0.7850$) nije pokazao prisustvo heteroskedastičnosti, što znači da je volatilnost kursa stabilna, a model pouzdan za dalje predikcije.

Sprovedene analize ukazuju da je model solidnog kvaliteta i da se može koristiti za predikcije. Grafik predikcije za period 2025-2029 dat je na Slici 3, dok su vrednosti predviđanja date u Tabeli 3.

Tabela 4: Tabelarni prikaz predikcija kursa srpskog dinara u odnosu na evro

Godina	2025	2026	2027	2028	2029
Predviđeni kurs	119.6483	122.2116	124.7748	127.3380	129.9013



Slika 3: Predikcije kretanja kursa srpskog dinara 2025-2029

Izvor: Autori, analiza u E-Views softveru

Na osnovu predikcija za period 2025-2029, ARIMA(0,1,0) model pokazuje trend rasta sa blagim fluktuacijama. Prognozirani podaci ukazuju na moguću stabilizaciju kursa uz manje oscilacije u okviru očekivanog ekonomskog okruženja.

5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Analiza kursa srpskog dinara prema evru primenom metode vremenskih serija omogućila je uvid u kretanje deviznog kursa, kao i predviđanje njegovih budućih vrednosti. Dobijeni rezultati pokazuju da bi kurs dinara prema evru u posmatranom periodu porastao ukoliko ne bi došlo do intervencija od strane NBS, što je u skladu s prethodnim istraživanjima koja ističu značaj upravljanog plutajućeg deviznog režima u Srbiji (Narodna banka Srbije, 2023; Fabris & Lazić, 2022). Stabilnost kursa posledica je kako tržišnih faktora, tako i aktivnih intervencija NBS koja nastoji da očuva makroekonomsku stabilnost kroz kontrolu inflacije i održavanje adekvatnog nivoa deviznih rezervi.

Deskriptivna analiza pokazala je da su oscilacije kursa dinara relativno umerene, pri čemu su ekonomski šokovi i globalna dešavanja, poput finansijske krize 2008. godine i pandemije COVID-19, imala privremene, ali značajne efekte na vrednost domaće valute.

Izbor krajnjeg ARIMA modela zasnovan je na AIC kriterijumu, pri čemu je model ARIMA(0,1,0) dao najbolje rezultate. Predikcije ukazuju na blagi trend porasta kursa dinara do 2028. godine, uz postepeno povećanje volatilnosti. Međutim, u skladu sa literaturom, dugoročna stabilnost kursa zavisi od eksterne makroekonomske situacije, uključujući politiku Evropske centralne banke i globalna tržišna kretanja (Burda & Wyplosz, 2013). Takođe, kao što su pokazale prethodne analize, prekomerno jačanje dinara može negativno uticati na izvozu konkurentnost, dok bi deprecijacija mogla povećati inflacione pritiske. Ovi rezultati ukazuju na značaj kontinuirane analize kursnih kretanja kako bi se preduzele odgovarajuće ekonomske mere u slučaju značajnih devijacija. Iako vremenske serije omogućavaju modeliranje prošlih trendova i predikciju budućih vrednosti, ostaje izazov u predviđanju neočekivanih šokova, poput geopolitičkih dešavanja ili promena u globalnim investicionim tokovima. Buduće analize mogle bi da obuhvate širi spektar makroekonomskih varijabli, uključujući fiskalnu politiku, strana ulaganja i spoljnotrgovinski bilans, kako bi se dodatno poboljšala preciznost predikcija i kreirala efikasnija strategija monetarne politike u Srbiji (Kragulj, 2020).

LITERATURA

- [1] Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (5th ed.). Wiley.
- [2] Burda, M., & Wyplosz, C. (2013). *Macroeconomics: A European Text* (6th ed.). Oxford University Press.
- [3] Fabris, N., & Lazić, M. (2022). Devizni kurs i ekonomska politika: Primer Srbije. *Ekonomika preduzeća*, 70(1-2), 34–49.
- [4] Gulan, D., & Stamenović, I. (2016). Upravljanje deviznim rizikom u preduzećima u Srbiji. *Bankarstvo*, 45(1), 62–75.
- [5] Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- [6] International Monetary Fund. (2021). *IMF Country Report No. 21/113: Republic of Serbia—Selected Issues*. Preuzeto sa <https://www.imf.org>
- [7] Kitanović, T., & Krstić, B. (2010). Devizni kurs i konkurentnost privrede. *Ekonomski horizonti*, 12(3), 175–188.
- [8] Kragulj, D. (2020). *Ekonomija: Osnovi mikroekonomske i makroekonomske analize* (10. izdanje). Beograd: Autor. ISBN 978-86-902590-0-7.
- [9] Mishkin, F. S. (2020). *The Economics of Money, Banking and Financial Markets* (12th ed.). Pearson.
- [10] Narodna banka Srbije. (2019). *Izveštaj o inflaciji – novembar 2019*. Preuzeto sa <https://nbs.rs>
- [11] Narodna banka Srbije. (2023). *Godišnji izveštaj za 2022. godinu*. Preuzeto sa <https://nbs.rs>
- [12] Narodna banka Srbije. (2024). *Izveštaj o monetarnoj politici*. Preuzeto sa https://nbs.rs/sr_RS/monetarna_politika/izvestaji/
- [13] Pivašević, D., & Vojnović, B. (2013). Devizni kursevi i globalna finansijska kriza: iskustva zemalja u tranziciji. *Finansije*, 68(2), 25–37.
- [14] World Bank. (2015). *Republic of Serbia: Public Finance Review*. Preuzeto sa <https://www.worldbank.org>
- [15] World Bank. (2023). *Western Balkans Regular Economic Report, Spring 2023*. Preuzeto sa <https://www.worldbank.org>

**ORGANIZACIONO
RESTRUKTUIRANJE I
UPRAVLJANJE
PROMENAMA**

IZAZOVI UPRAVLJANJA PROMENAMA PRI IMPLEMENTACIJI DIGITALNIH TEHNOLOGIJA

CHALLENGES OF CHANGE MANAGEMENT IN THE IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES

Bojana Vasić¹, Iztok Podbregar², Polona Šprajc³

¹Fakulteta za organizacijske vede,

bojana.vasic1@um.si, ORCID: 0000-0001-5768-8692

²iztok.podbregar@um.si, ORCID: 0000-0002-1977-4634

³polona.sprajc@um.si, ORCID: 0000-0003-1356-3438

Apstrakt: *Savremeno poslovanje oblikuju tri međusobno usko povezana procesa: Industrija 4.0, digitalna transformacija i zelena tranzicija. Zajedno, oni predstavljaju više od jednog talasa tehnološkog napretka, oni označavaju veliku i duboku promenu u načinu na koji se lanci snabdevanja dizajniraju, organizuju i optimizuju, postavljajući održivost kao centralni element ekonomskog, ekološkog i društvenog razvoja. Ipak, proces implementacija digitalnih tehnologija u organizacijama nije jednostavan. Mnoge organizacije suočavaju se sa brojnim izazovima upravljanja promenama, uključujući otpor zaposlenih, nedostatak digitalnih veština, kao i duboko ukorenjenim kulturnim navikama, koje usporavaju proces prilagođavanja. Ovi izazovi često otežavaju uspešno usvajanje novih sistema i zahtevaju strategije koje su više od tehničkih rešenja, tačnije, traže liderske pristupe koji balansiraju efikasnost sa širim društvenim i etičkim pitanjima, kao što su gubitak radnih mesta, privatnost podataka i korporativnu odgovornost. Istovremeno, ekološka dimenzija dodatno komplikuje proces, i zbog toga je neophodno istovremeno rešavati i ekološke posledice, od povećane potrošnje energije do problema elektronskog otpada, kako bi digitalizacija zaista doprinela ciljevima održivosti. Cilj ovog istraživanja je da ispita načine na koje organizacije mogu efikasno upravljati promenama, istovremeno ugrađujući etičke principe u procese digitalne transformacije.*

Ključne reči: *Upravljanje promenama, digitalna transformacija, zelena tranzicija.*

Abstract: *Modern business is shaped by three closely interrelated processes: Industry 4.0, digital transformation and green transition. Together, they represent more than a single wave of technological progress; they mark a significant and profound shift in the way supply chains are designed, organised, and optimised, placing sustainability at the heart of economic, environmental, and social development. However, the process of implementing digital technologies in organisations is not simple. Many organisations face numerous challenges in managing change, including employee resistance, lack of digital skills, and deep-rooted cultural habits that slow down the adaptation process. These challenges often make it difficult to successfully adopt new systems and require strategies*

that go beyond technical solutions; more precisely, they require leadership approaches that balance efficiency with broader social and ethical considerations, such as job losses, data privacy and corporate responsibility. At the same time, the environmental dimension further complicates the process. Therefore, it is necessary to simultaneously address the environmental consequences, from increased energy consumption to the problem of e-waste, in order for digitalisation to contribute to sustainability goals truly. The aim of this research is to examine ways in which organisations can effectively manage change while incorporating ethical principles into digital transformation processes.

Keywords: Change management, digital transformation, green transition

1. UVOD

Spoj industrije 4.0, digitalne transformacije i zelene tranzicije označava jednu od najdubljih promena u savremenom ekonomskom sistemu. Ova povezanost ne donosi samo napredak u tehnološkom smislu, već menja i same osnove na kojima se zasniva funkcionisanje globalnih lanaca snabdevanja. Umesto tradicionalnih modela, sve više se formiraju održivi i prilagodljivi sistemi koji postaju ključni za dugoročni privredni rast, očuvanje životne sredine i unapređenje društvenog blagostanja (Naseem & Yang, 2021). U tom kontekstu, industrija 4.0, koja se često opisuje i kao četvrta industrijska revolucija zasnovana na povezivanju digitalnih tehnologija, veštačke inteligencije (AI), Interneta stvari (IoT), blokčejna i napredne analitike, ima presudnu ulogu u preoblikovanju lanaca snabdevanja u pametnije, fleksibilnije i održivije sisteme (Frank et al., 2019; Kache & Seuring, 2017).

Integracija digitalnih tehnologija ne deluje samo kao pokretač operativne efikasnosti, već predstavlja i snažan podsticaj inovacijama koje vode ka većoj održivosti poslovanja. Primena digitalnih rešenja omogućava preciznije upravljanje resursima kroz prikupljanje podataka u realnom vremenu, upotrebu prediktivne analitike i automatizaciju procesa. Na taj način organizacije smanjuju troškove, povećavaju produktivnost i postaju otpornije na promene i nestabilnosti tržišta (Chalmers & Santos-deLeón, 2020; Liu et al., 2023). Istovremeno, razvoj Industrije 4.0 doprinosi većoj transparentnosti i boljem praćenju u okviru lanaca snabdevanja, jer omogućava kompanijama da nadgledaju svoje ekološke pokazatelje, jačaju odgovornost i usklađuju poslovanje sa međunarodnim standardima održivosti (Bechtsis et al., 2017; Zhong et al., 2017).

Značaj održivih lanaca snabdevanja može se posmatrati kroz tri međusobno povezana aspekta: ekonomski, ekološki i društveni. Sa ekonomskog stanovišta, primena održivih praksi doprinosi smanjenju troškova, povećanju konkurentnosti i stvaranju dugoročne vrednosti kroz unapređenje procesa i smanjenje otpada (Chiappetta Jabbour et al., 2020; Purwandar et al., 2023). Iz ekološke perspektive, integracija tehnologija Industrije 4.0, uključujući primenu veštačke inteligencije i analize velike količine podataka, omogućava organizacijama da smanje emisije ugljen dioksida, racionalnije koriste resurse i usklade

poslovanje sa veoma ambicioznim globalnim ciljevima održivog razvoja, kao što su klimatska neutralnost i principi Evropskog zelenog dogovora/European Green Deal (Liu et al., 2023; Narimissa et al., 2020). Društvena dimenzija održivosti podstiče kompanije da uspostave pravične radne prakse, unaprede uslove rada i izgrade poverenje sa stejkholderima kroz promovisanje korporativne društvene odgovornosti i doslednu etičku posvećenost (Seuring & Müller, 2008).

Sveukupno, navedene dimenzije pokazuju da povezivanje digitalne transformacije i zelene tranzicije ne donosi samo veću efikasnost i otpornost u lancima snabdevanja, već održivost postavlja u samo središte organizacione strategije. Takva integracija menja način na koji preduzeća razmišljaju o rastu, inovacijama i društvenoj odgovornosti. Ipak, ostvarivanje ovih prednosti zahteva prevazilaženje brojnih prepreka u procesu implementacije, naročito onih koje se odnose na upravljanje promenama, organizacionu prilagodljivost i etičke aspekte poslovanja. Upravo su ovi izazovi i dalje jedno od najvažnijih područja savremenih istraživanja i praktičnih inicijativa usmerenih ka održivom razvoju.

2. INDUSTRIJA 4.0 I DIGITALNA TEHNOLOGIJA

Tehnološke osnove Industrije 4.0 počivaju na konstelaciji digitalnih inovacija, uključujući sajber-fizičke sisteme, Internet stvari (IoT), veštačku inteligenciju (AI), big data analitiku, blokčejn, robotiku, aditivnu proizvodnju i cloud computing (Frank et al., 2019). Ove tehnologije se konvergiraju kako bi omogućile integraciju fizičke i digitalne sfere, stvarajući takozvane „pametne fabrike“ u kojima mašine, proizvodi i ljudi međusobno komuniciraju u realnom vremenu radi optimizacije operacija i kreiranja novih izvora vrednosti (Kagermann; Wahlster & Helbig, 2013). Sinergija između ovih tehnologija prevazilazi inkrementalna poboljšanja, jer omogućava potpuno nove načine proizvodnje, donošenja odluka i saradnje. Na primer, IoT senzori u kombinaciji sa analitikom zasnovanom na veštačkoj inteligenciji čine prediktivno održavanje mogućim, čime se smanjuju zastoji i povećava operativna efikasnost, dok blokčejn tehnologije obezbeđuju sigurne i transparentne tokove podataka, što je od vitalnog značaja za poverenje u međuorganizacijskim mrežama (Saber et al., 2019).

Uticaj ovih tehnologija na poslovne procese je preobražavajući. Industrija 4.0 ponovo konfiguriše organizacione tokove rada iz rigidnih, linearnih sistema u dinamične, adaptivne i procese orijentisane na podatke. Automatizacija koju podržavaju robotika i veštačka inteligencija ne samo da povećava efikasnost, već i redefiniše način donošenja odluka, pomerajući ih sa reaktivnih odgovora ka prediktivnim i preskriptivnim strategijama. Analitika u realnom vremenu i digitalni blizanci ubrzavaju razvoj proizvoda i inovacione cikluse omogućavajući brzu simulaciju i prototipizaciju, čime se skraćuje vreme izlaska na tržište i podstiče inovacija usmerena na kupce (Koh et al., 2019). Na taj način organizacije postaju agilnije i sposobnije da odgovore na promenljive tržišne uslove, dok istovremeno produbljuju angažman sa potrošačima kroz personalizovane

ponude zasnovane na naprednim analitičkim uvidima. Integracija tehnologija Industrije 4.0, stoga, prevazilazi same dobitke u efikasnosti, fundamentalno menjajući stratešku orijentaciju poslovnih procesa ka otpornosti, adaptabilnosti i inovacijama (Dalenogare et al., 2018; Sony & Naik, 2020).

Implikacije za organizacione strukture jednako su temeljne. Tradicionalni hijerarhijski modeli, koji su dugo dominirali industrijskim organizacijama, sve više bivaju zamenjeni ravnijim, decentralizovanim i umreženijim strukturama. Kako digitalne tehnologije omogućavaju uvide u realnom vremenu kroz više organizacionih nivoa, autoritet u donošenju odluka postaje sve raspoređeniji, osnažujući timove na različitim nivoima da deluju autonomno i kolaborativno (Sung, 2018). Ova decentralizacija podstiče međufunkcionalnu integraciju, jer digitalne platforme omogućavaju nesmetanu saradnju između istraživanja i razvoja, proizvodnje, marketinga i funkcija održivosti, čime se razbijaju silosi i podstiče holističko kreiranje vrednosti (Kamble et al., 2020; Pagani & Pardo, 2017).

Istovremeno, ljudska uloga unutar organizacija prolazi kroz značajnu transformaciju. Repetitivni i rutinski zadaci sve više se automatizuju, pomerajući radnu snagu ka složenijim aktivnostima koje zahtevaju strateško razmišljanje, kreativnost i analitičku kompetenciju (Stentoft & Rajkumar, 2020). Ova tranzicija zahteva značajna ulaganja u prekvalifikaciju i dodatnu obuku, jer digitalna pismenost i interdisciplinarna ekspertiza postaju ključni faktori za očuvanje konkurentnosti (Brunheroto et al., 2021). Organizaciona kultura takođe evoluira pod uticajem Industrije 4.0, jer kompanije moraju negovati agilnost, kontinuirano učenje i otvorenost prema promenama kako bi napredovale u digitalnim ekosistemima. Pojava poslovnih modela zasnovanih na ekosistemima dodatno naglašava ovu promenu, pri čemu organizacije stvaraju i zadržavaju vrednost ne izolovano, već kroz saradnju zasnovanu na podacima i sustvaranje sa partnerima, dobavljačima, pa čak i konkurentima (Brunheroto et al., 2021).

3. EFIKASNO UPRAVLJANJE PROMENAMA

Upravljanje organizacionim promenama u okviru Industrije 4.0 zahteva sveobuhvatan i dugoročno usmeren pristup koji povezuje tehnološki napredak sa ljudskim i strateškim dimenzijama transformacije. Proces započinje jasno definisanom i zajednički usvojenom vizijom koja objašnjava razloge i očekivane koristi od promena na svim nivoima organizacije. Transparentna i dosledna komunikacija ima ključnu ulogu u smanjenju neizvesnosti, jačanju poverenja i osiguravanju da zaposleni razumeju ne samo šta se menja, već i zašto je promena neophodna za dugoročnu konkurentnost i održivost (Kotter, 1996; Armenakis & Harris, 2009).

Posvećenost lidera predstavlja jedan od ključnih činilaca uspešne transformacije. Lideri koji pokazuju prilagodljivost, autentičnost i moralnu svest doprinose izgradnji

organizacione kulture koja vrednuje saradnju, kontinuirano učenje i inovativnost. Transformaciono liderstvo se, posebno, pokazalo kao važan pokretač motivacije zaposlenih i jačanja njihove sposobnosti da konstruktivno reaguju na neizvesnost, dok ciljani programi obuke omogućavaju razvoj digitalnih i interpersonalnih veština potrebnih za uspešno funkcionisanje u savremenim radnim okruženjima (Northouse, 2025; Hiatt, 2006).

Fleksibilne organizacione strukture i prilagodljivi procesi dodatno podržavaju efikasno upravljanje promenama. Agilni okviri, pilot-projekti i međufunkcionalna saradnja stvaraju prostor za eksperimentisanje i učenje kroz iterativne procese pre uvođenja promena u punom obimu, čime se smanjuje rizik i povećava prihvatanje novih sistema. Uključivanje odlučivanja zasnovanog na podacima omogućava menadžerima da prate napredak u realnom vremenu, prilagođavaju prioritete kada je to potrebno i osiguraju usklađenost između tehnoloških inovacija i strateških ciljeva (Burnes, 2017; Cummings et al., 2016).

Istovremeno, digitalna transformacija mora biti zasnovana na etičkoj i društvenoj odgovornosti. Tehnologija bi trebalo da unapredi ljudski potencijal, a ne da ga zameni, dok organizacione strategije treba da se temelje na principima pravičnosti, transparentnosti i odgovornosti. Aktivno uključivanje eksternih stejkholdera, kao što su kupci, dobavljači i kreatori politika, doprinosi jačanju legitimnosti i podstiče stvaranje zajedničke vrednosti, povezujući interne procese promena sa širim društvenim ciljevima (Chiappetta Jabbour et al., 2020).

Održiva transformacija organizacija zavisi od njihove sposobnosti da povežu inovacije sa inkluzivnim pristupom razvoju. Suština takve promene ogleda se u ravnoteži između tehnološkog napretka i ljudskog aspekta poslovanja, gde se digitalna rešenja posmatraju kao sredstvo za unapređenje rada, a ne kao njegovu zamenu. Organizacije koje neguju odgovorno i empatično liderstvo, zasnovano na poverenju i etičnosti, uspešnije stvaraju okruženje u kojem zaposleni prihvataju promene i aktivno doprinose njihovom sprovođenju. Na taj način, tehnološki napredak postaje deo šire strategije organizacionog razvoja koja vodi ka većoj otpornosti i održivosti, ali i postavlja temelje za dalji rast i inovacije.

4. IDENTIFIKOVANJE IZAZOVA UPRAVLJANJA PROMENAMA

Upravljanje promenama u eri digitalne transformacije predstavlja složen proces koji obuhvata niz međusobno povezanih izazova. Na njihov razvoj utiču tehnološki napredak, promene u organizacionim strukturama i kulture, kao i sve izraženije društvene i etičke tenzije koje prate digitalizaciju poslovanja. Razumevanje ovih izazova i njihovih međusobnih odnosa postaje ključno za organizacije koje žele da digitalne tehnologije primene na efikasan i održiv način, uz očuvanje stabilnosti, poverenja i dugoročne vrednosti.

4. 1 Tehnološki izazovi

Tehnološki izazovi u procesu digitalne transformacije najčešće se odnose na složenost implementacije i ograničenu kompatibilnost između različitih sistema. Organizacije se često suočavaju sa poteškoćama prilikom povezivanja novih digitalnih rešenja sa postojećom infrastrukturom, koja je u mnogim slučajevima zastarela i nedovoljno prilagodljiva. Takva situacija može usporiti tranziciju i ugroziti kontinuitet poslovanja. Prema nalazima Khalaf Alafija (2024), uspešna integracija digitalnih platformi zahteva detaljno razmatranje toka podataka i usklađenosti sistema u različitim organizacionim okruženjima. Huang (2023) dodatno naglašava važnost razvoja prilagodljivih i bezbednih mrežnih sistema tokom digitalnih tranzicija, kako bi se istovremeno zaštitili podaci i očuvala operativna efikasnost. Ovi izazovi nisu ograničeni samo na početne faze uvođenja tehnologija, već se nastavljaju tokom čitavog životnog ciklusa digitalnih sistema, što zahteva stalno praćenje, evaluaciju i prilagođavanje u cilju obezbeđivanja nesmetanog funkcionisanja i integracije različitih tehnoloških rešenja (Tworek et al., 2023).

4.2 Organizacione barijere

Pored tehnoloških izazova, organizacije se tokom digitalne transformacije suočavaju i sa unutrašnjim barijerama koje mogu usporiti ili otežati proces promena. Najizraženiji među njima jeste otpor zaposlenih, koji i dalje predstavlja jednu od glavnih prepreka uspešnom sprovođenju novih tehnologija. Automatizacija i uvođenje veštačke inteligencije često se doživljavaju kao pretnja radnim mestima, profesionalnom identitetu i ustaljenim obrascima ponašanja (Stentoft i Rajkumar, 2020). Ovakav otpor može se ispoljiti kroz smanjenu motivaciju, nepoverenje prema digitalnim alatima ili nevoljnost da se menjaju postojeće rutine. Nedostatak digitalne pismenosti i tehničkog znanja dodatno produbljuje ove izazove, stvarajući jaz u kompetencijama koji otežava uspešnu implementaciju (Brunheroto et al., 2023).

Istraživanja ukazuju da uspešna primena koncepta Industrije 4.0 zavisi od postojanja sveobuhvatnih strategija upravljanja promenama koje podstiču otvorenu komunikaciju, aktivno uključivanje zaposlenih i kontinuirano učenje (Koh et al., 2019). U tom kontekstu, obuka i prekvalifikacija ne bi trebalo da se posmatraju kao sporedne aktivnosti, već kao sastavni deo procesa prilagođavanja organizacije novim tehnološkim zahtevima. Pored toga, uloga lidera pokazuje se kao ključna za uspeh transformacije. Njihova doslednost, jasnoća u komunikaciji i spremnost da pruže podršku zaposlenima imaju snažan uticaj na to kako se promene prihvataju unutar organizacije. Kada rukovodstvo šalje neusklađene ili nejasne poruke, to može dodatno povećati nesigurnost i otpor prema procesu digitalne transformacije (Hiatt, 2006; Kotter, 1996).

4.3 Socio-etičke dileme

Proces digitalne transformacije otvara niz društvenih i etičkih dilema koje dodatno komplikuju upravljanje promenama u organizacijama. Kako kompanije sve više zavise od analize velikih količina podataka, mreža interneta stvari i sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji, sve izraženija postaju pitanja koja se odnose na zaštitu privatnosti, transparentnost i odgovornost (Kouhizadeh et al., 2020). Etički izazovi najčešće se javljaju zbog neobjektivnih algoritama, preteranog digitalnog praćenja i neravnomerne raspodele tehnološke moći, što može narušiti poverenje zainteresovanih strana i izazvati širi društveni otpor ukoliko se na vreme ne prepoznaju i ne reše. Istovremeno, ubrzana automatizacija donosi složen izazov tržištu rada, jer iako doprinosi većoj efikasnosti i konkurentnosti, istovremeno povećava rizik od gubitka zaposlenja i produbljivanja društvenih nejednakosti, naročito ako izostanu programi prekvalifikacije i odgovarajuće socijalne mere zaštite (Paolillo et al., 2022).

Ove dileme jasno ukazuju da se tehnološki razvoj ne može odvojiti od društvenih i etičkih aspekata. Zbog toga organizacije treba da razvijaju pristupe upravljanju koji u svoje strategije digitalne transformacije ugrađuju vrednosti kao što su pravičnost, inkluzivnost i transparentnost. Pored toga, odgovornost za oblikovanje pravednog i održivog digitalnog okruženja leži i na kreatorima javnih politika, koji imaju zadatak da uspostave regulatorne okvire i mehanizme zaštite radi sprečavanja negativnih posledica i očuvanja poverenja u proces digitalizacije

5. ZAKLJUČAK

Industrija 4.0 predstavlja višeslojnu transformaciju koja prevazilazi granice tehnološkog napretka. Ona menja način na koji organizacije funkcionišu, kako se takmiče na tržištu i kako se povezuju sa društvenim i ekološkim okruženjem u kojem deluju. Digitalne tehnologije poput veštačke inteligencije, napredne analitike i Interneta stvari ne utiču samo na proizvodne procese, već i na prirodu rada i stilove vođenja ljudi. Uspeh ovih promena u velikoj meri zavisi od sposobnosti organizacija da njima efikasno upravljaju, da etičke principe uključe u svoje digitalne strategije i da razvijaju kompetencije koje podstiču prilagodljivost i inovativnost.

Upravljanje promenama u ovom kontekstu nije samo operativna potreba, već postaje strateška veština koja određuje dugoročnu održivost. Organizacije koje promene sprovede otvoreno i pravednije, uz stalno učenje i aktivno učešće zaposlenih, imaju veću verovatnoću da uspešno prevaziđu neizvesnost i izazove koje donosi tehnološka transformacija. Ključnu ulogu u tom procesu imaju lideri. Savremeni lideri treba da kombinuju stratešku viziju sa empatijom i etičkom odgovornošću, da podstiču inovacije, a istovremeno čuvaju poverenje i društvenu legitimnost. Izgradnja organizacione kulture

zasnovane na saradnji, deljenju znanja i spremnosti na eksperimentisanje postaje temelj otpornosti u okruženju koje se brzo menja.

Istovremeno, društveni aspekt Industrije 4.0 ne sme biti zanemaren. Obnavljanje i unapređivanje znanja zaposlenih, razvoj digitalne pismenosti i pravična raspodela koristi od tehnološkog napretka ključni su za očuvanje društvene stabilnosti i dugoročnu konkurentnost. Organizacije moraju da se suoče i sa izazovima koji se odnose na zaštitu podataka, bezbednost informacija i odgovornu primenu veštačke inteligencije, kako bi očuvale prava pojedinaca i institucionalni integritet. Uspostavljanje jasnih etičkih principa koji podrazumevaju transparentnost, odgovornost i čoveka u središtu digitalnih rešenja od suštinskog je značaja za izgradnju poverenja u digitalnom okruženju. Održiva transformacija u eri Industrije 4.0 zahteva da organizacije istovremeno razvijaju tehnološku izvrsnost i društvenu odgovornost. Samo usklađivanjem inovacija sa etičkim principima i razvojem kulture znanja moguće je ostvariti ravnotežu između ekonomskih ciljeva i šireg društvenog napretka.

Declaration: The authors declare that they have not used any type of generative artificial intelligence for the writing of this paper. The authors are fully responsible for the accuracy and integrity of their work.

REFERENCE

- [1] Adrodegari, F., & Saccani, N. (2017). Business models for the service transformation of industrial firms. *Service Industries Journal*, 37(1). <https://doi.org/10.1080/02642069.2017.1289514>
- [2] Armenakis, A. A., & Harris, S. G. (2009). Reflections: Our journey in organizational change research and practice. *Journal of change management*, 9(2), 127-142.
- [3] Bechtsis, D., Tsolakis, N., Vlachos, D., & Iakovou, E. (2017). Sustainable supply chain management in the digitalisation era: The impact of Automated Guided Vehicles. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 142). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.057>
- [4] Brunheroto, P. H., Tomanek, D. P., & Deschamps, F. (2021). Implications of industry 4.0 to companies' performance: a comparison between brazil and germany1. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, 18(3). <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2021.009>
- [5] Burnes, B. (2017). *Managing change* (7th ed.). Pearson Education.
- [6] Chalmers, R., & Santos-deLeón, N. J. (2020). Sustainable supply chain in the era of industry 4.0 and big data: A systematic analysis of literature and research. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 10). <https://doi.org/10.3390/su12104108>
- [7] Chiappetta Jabbour, C. J., Fiorini, P. D. C., Ndubisi, N. O., Queiroz, M. M., & Piato, É. L. (2020). Digitally-enabled sustainable supply chains in the 21st century: A review and a research agenda. *Science of the Total Environment*, 725. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138177>
- [8] Cummings, S., Bridgman, T., & Brown, K. G. (2016). Unfreezing change as three steps: Rethinking Kurt Lewin's legacy for change management. *Human relations*, 69(1), 33-60.
- [9] Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>

- [10] Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- [11] Frank, A. G., Mendes, G. H. S., Ayala, N. F., & Ghezzi, A. (2019). Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.014>
- [12] Hiatt, J. (2006). ADKAR: A model for change in business, government and our community. In *Model for change in business, government, and our community*.
- [13] Huang, Z. (2023). Modeling and Constructing a Network Security System for Colleges and Universities in the Context of Digital Transformation. *Advances in Education, Humanities and Social Science Research*, 7(1). <https://doi.org/10.56028/aehtsr.7.1.392.2023>
- [14] Kache, F., & Seuring, S. (2017). Challenges and opportunities of digital information at the intersection of Big Data Analytics and supply chain management. *International Journal of Operations and Production Management*, 37(1). <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2015-0078>
- [15] Kagermann; Wahlster & Helbig. (2013). National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. *National Academy of Science and Engineering, April*.
- [16] Kamble, S., Gunasekaran, A., & Dhoke, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 58(5). <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1630772>
- [17] Khalaf Alafi, K. (2024). Effect of Business Intelligence, Digital Transformation and Digital Leadership on Employee Satisfaction within the Commercial Banking Sector in Jordan. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(1). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v14-i1/20481>
- [18] Koh, L., Orzes, G., & Jia, F. (2019). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): technologies disruption on operations and supply chain management. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 39). <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2019-788>
- [19] Kotter. (1996). *Leadership Change*. Harvard Business School Press.
- [20] Kouhizadeh, M., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2020). Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice. *Production Planning and Control*, 31(11–12). <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1695925>
- [21] Liu, C., Wang, N., Song, X., Liu, Z., & Wei, F. (2023). Sustainable Supply Chains in Industrial Engineering and Management. In *Processes* (Vol. 11, Issue 8). <https://doi.org/10.3390/pr11082280>
- [22] Narimissa, O., Kangarani-Farahani, A., & Molla-Alizadeh-Zavardehi, S. (2020). Evaluation of sustainable supply chain management performance: Indicators. *Sustainable Development*, 28(1). <https://doi.org/10.1002/sd.1976>
- [23] Naseem, M. H., & Yang, J. (2021a). Role of industry 4.0 in supply chains sustainability: A systematic literature review. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 17). <https://doi.org/10.3390/su13179544>
- [24] Northouse, P. G. (2025). *Leadership: Theory and practice*. Sage publications.
- [25] Pagani, M., & Pardo, C. (2017). The impact of digital technology on relationships in a business network. *Industrial Marketing Management*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.08.009>

- [26] Paolillo, A., Colella, F., Nosengo, N., Schiano, F., Stewart, W., Zambrano, D., Chappuis, I., Lalive, R., & Floreano, D. (2022). How to compete with robots by assessing job automation risks and resilient alternatives. *Science Robotics*, 7(65). <https://doi.org/10.1126/scirobotics.abg5561>
- [27] Purwandaru, F. Z., Santosa, W., & SD, T. (2023). Analysis of the Influence of Strategic and Operational Factors on Company Competitiveness. *Global Research Review in Business and Economics*, 9(5). <https://doi.org/10.56805/grrbe.23.9.5.33>
- [28] Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7). <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>
- [29] Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>
- [30] Sony, M., & Naik, S. (2020). Industry 4.0 integration with socio-technical systems theory: A systematic review and proposed theoretical model. *Technology in Society*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101248>
- [31] Stentoft, J., & Rajkumar, C. (2020). The relevance of Industry 4.0 and its relationship with moving manufacturing out, back and staying at home. *International Journal of Production Research*, 58(10). <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1660823>
- [32] Sung, T. K. (2018). Industry 4.0: A Korea perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.005>
- [33] Tworek, K., Bienkowska, A., Hawrysz, L., & Maj, J. (2023). The Model of Organizational Performance Based on Employees' Dynamic Capabilities-Verification During Crisis Caused by Black Swan Event. *IEEE Access*, 11. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3273608>
- [34] Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5). <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>

NEW VIEW ON THE FAMILY BUSINESS SUCCESS FACTORS ANALYSIS FOR THE INDUSTRY 4.0 ENVIRONMENT

NOVI POGLED NA ANALIZU FAKTORA USPEHA ZA PORODIČNE FIRME U OKRUŽENJU INDUSTRIJE 4.0

Luli Miloš¹, Mladen Čudanov², Emilija Jeremić³

^{1,2,3} Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka,

¹luli-milos@hotmail.com, ORCID: 0009-0006-8556-1422

²mladenc@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-6895-6525

³emilija.jeremic@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4697-2791

Apstrakt: Ovaj rad analizira faktore uspeha porodičnih preduzeća (PP), fokusirajući se na sistemsko razmišljanje, organizacione mreže i nove pristupe u veštačkoj inteligenciji i analizi podataka. Očekuje se da će PP ostati važan faktor u globalnoj ekonomiji uprkos permakriznom i polikriznom okruženju. Da bi se poboljšao njihov uspeh, može se primeniti mnoštvo faktora. Autori su se fokusirali na analizu sistemskog razmišljanja, organizacionih mreža i veštačke inteligencije /analitike podataka. Rezultati su zasnovani na analizi literature i konsultantskom iskustvu autora. Uvidi autora su sintetizovani u tabeli na kraju članka. Tabela sa predloženim faktorima upoređuje osobine dugovečnosti uspeha PP: dugoročna orijentacija, prilagođavanje bez gubitka identiteta, jak sistem nasleđivanja, uključivanje zajednice, inkluzivne strukture upravljanja i specijalizacija uloga i profesionalizacija. U preseku tabele je predložen konkretan skup akcija za implementaciju.

Ključne reči: Porodične firme, kritični faktori uspeha, sistemsko razmišljanje, organizacione društvene mreže, veštačka inteligencija.

Abstract: This paper analyses success factors of family-owned businesses (FOBs), focusing on systems thinking, organizational networks and recently advanced data/AI analytics. FOBs are expected to remain an important factor in global economy despite the permacrisis and polycrisis environment. To improve their success, a multitude of factors can be applied. Authors have focused on analysis of Systems Thinking (ST), Organizational Social Networks (OSN), and Artificial Intelligence (AI)/data analytics. Results are based on literature analysis and the author's consulting experience. Authors' insights are synthesized in the table at the end of the article. The table crosses FOB's longevity success traits: long-term orientation, adaptation without losing identity, strong intergenerational succession, community embedding, inclusive governance structures and role specialization and professionalization with the proposed factors. A concrete set of actions for implementation is proposed in the cross section of the table.

Keywords: Family-owned businesses, Critical Success Factors, Systems Thinking, Organizational Social Networks, Artificial Intelligence

1. INTRODUCTION

This article presents a literature analysis and synthesis of qualitative empirical insights into the critical success factors (CSFs) for family-owned businesses (FOBs) through the lenses of systems thinking, organizational networking, and AI/data analytics. FOBs are defined as “business governed and/or managed with the intention to sustain family control across generations, where family members hold significant ownership and/or management roles, and family involvement influences the firm’s strategic direction and values”. (Chua, Chrisman & Sharma, 1999). Family firms account for roughly two-thirds of all businesses worldwide and around 70% of global GDP (UNCTAD, 2021). Their contribution to the global economy, characterized by their long-term orientation, strong identity rooted in family legacy, and deep community ties (Miller & Le Breton-Miller, 2005), significantly impacts the social, ecological, and economic environments. Characterized by resilience, many of the world’s oldest continuously operating companies are FOBs. At the same time, family businesses face challenges that remain largely unchanged for decades, even centuries. Even in the Industry 4.0 environment, family firms continue to balance continuity and change across generations (Miller & Le Breton-Miller, 2005; De Massis et al., 2016), but new approaches are still required. On the other hand, some FOBs cannot keep up with the new environment, as only about 30% of FOBs remain in family hands by the second generation and fewer than 15% into the third (Gersick et al., 1997). This article describes a new way to analyze critical factors which support success, resilience, and longevity of FOBs as they innovate and adapt to new business realities.

2. LITERATURE REVIEW

According to previous research, the oldest FOBs share the following characteristics which underscore family dynamics and relationships: (1) a long-term strategic horizon, (2) an ability to adapt without losing their core identity, (3) effective intergenerational succession planning, (4) deep community embedding and stakeholder trust, (5) robust governance structures balancing family and business interests, and (6) role diversification that professionalizes management (Miller & Le Breton-Miller, 2005; Berrone et al., 2012; De Massis et al., 2016). Each of these factors is both important for family business traditions and crucial for embracing novelty and innovation. For example, a long-term orientation can justify investing in sustainable innovation with rewards gained later in the future. Strong family identity can be leveraged to adopt new initiatives based on and supporting legacy and values (Berrone et al., 2012). However, this can be possible only if the family’s internal culture, relationships, and communication allow new ideas to be shared and accepted. Rigid traditions and intergenerational misunderstandings can turn these strengths into conflicts and inflexibility, creating systemic “traps” (Meadows, 2008) that hinder renewal. For this reason, it is necessary to keep in mind that managing FOBs

is usually conditioned by complex interactions shaped by family ties, power structures, and cultural context.

2.1 FOB'S SUCCESS FACTORS

Topics such as adopting digital technologies, engaging in open innovation, and implementing Environmental, Social, and Governance (ESG) practices have become an important field of research for better understanding FOBs (De Massis et al., 2016; Gupta & Levenburg, 2010). Many family enterprises are aware that such innovations are necessary for maintaining their competitive advantage. However, studies reveal that despite their stable financial wealth and long-term orientation, family firms often lag in adopting disruptive innovations and formal sustainability practices (Gómez-Mejía et al., 2007; De Massis et al., 2013). One of the main causes is the desire to preserve socio-emotional wealth (SEW), the family's non-financial legacy and control, which often leads to risk aversion (Gómez-Mejía et al., 2007). Furthermore, paternalistic leadership, often characteristic for FOBs, centralizes authority and limits bottom-up initiatives, creating succession bottlenecks where the outgoing generation resists the incoming generation's new ideas (Handler, 1990). Entrenched informal networks in family firms, often expressed through loyalty-based relationships of the inner circle of confidantes, can further reinforce those patterns. However, while these tight networks are a source of strength, they may block the inflow of external knowledge and impede organizational learning and openness to change (Zahra, 2010). The combination of FOBs' internal relationship dynamics, its external context, and cultural characteristics has a critical influence on its attitude towards innovation. National and regional cultural impact on the way business is conducted has gained attention in business studies in general. Their role in understanding FOBs dynamics appears to be significant. For instance, in high collectivist or high power-distance cultures, deference to elders and tradition in family firms can impact how new practices are evaluated (Gupta & Levenburg, 2010).

The ownership stage of a family enterprise, whether it is founder-led, a sibling partnership, or a multi-family cousin consortium (Gersick et al., 1997), presents different structural challenges and plays an important role in how novelties are accepted and adopted. Founder-controlled firms can act decisively under a visionary founding leader but may heavily depend on his or her support for introducing any major innovation. Sibling- or cousin-owned firms, on the other hand, need more complex governance and depend on the consensus among branches of an extended family, which can slow decision-making process or create inertia regarding strategic changes (Lansberg & Astrachan, 1994). Later-generation family firms often formalize governance through boards and professional managers, which can either facilitate innovation by bringing in outside perspectives or, if mismanaged, add bureaucracy. Based on the aforementioned, it can be concluded that any kind of innovation adoption strongly depends on cultural characteristics, generational stages, and environmental conditions. This reinforces the importance of studying FOB dynamics across multiple levels, from macro environmental

circumstances, meso industry-level trends, to micro interpersonal relationships. In recent years scholars have begun to understand that it takes more than assessing static parameters to understand FOBs' behavior, and it needs to introduce dynamic perspective to captures how processes evolve in time (Salvato & Aldrich, 2012). One of the solutions was to use those behavioral theories which can help analyze complex interactions in family firms. Table 1 represents four commonly used theories, and their limitations.

Table 1: Limitations of behavioral theories used for analyzing FOBs

Theory	Description	Limitations
Agency theory (Jensen & Meckling, 1976)	How ownership alignment mitigates owner-manager conflicts	No explanation why emotional aspects are stronger than economic logic
Resource-based view (RBV) (Barney, 1991)	Identifies unique resources that support competitive advantage	Inward-looking, static
Socio-emotional wealth (SEW) (Gómez-Mejía et al., 2007)	Decision making motives for non-financial goals	No explanation of underlying processes how decisions develop over time through organization
Institutional theory (Di Maggio & Powell, 1983)	How company responds to external pressures and influences	Treats company as a homogeneous entity, underemphasizes internal family interactions
Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991)	Key decision-makers attitudes, influence, and capabilities	Not an integrative approach

Source: Author's synthesis of reviewed literature.

The most used methodologies for analyzing family dynamics and how they impact FOBs strategic decisions are surveys and case studies which provide both qualitative and quantitative insights (Eddleston et al., 2012). Investments in research and development (R&D) and innovation, adoption of innovation, and return on investments and earnings from innovation, are subjects that were largely studied and compared among family and non-family companies. The results show that FOBs are more cautious when it comes to investing in structured R&D and adoption of radical innovations (De Massis et al., 2013). However, the variance is high, suggesting that contingent factors are important. Furthermore, cross-sectional analyses struggle to capture trends over time and self-correcting feedback. There are several models which are used for the analysis of the adoption of new technologies, such as the Technology Adoption Model (TAM) and Diffusion of Innovations Theory (DOI), along with behavioral theories like the Theory of Planned Behavior. However, DOI which highlights that communication channels, social influence, and time influence innovation adoption (Rogers, 1962), and behavioral approach focuses more on the attitudes, influence, and capabilities of the key decision-maker (Ajzen, 1991) are lacking an integrative approach that can simultaneously analyze relationships and dynamic feedback within a structure. That highlights the need for holistic, systems-oriented frameworks which would help to understand the evolution of FOBs.

2.2 SYSTEMS THINKING

Understanding system dynamics can help resolve problems that are not easily solvable by using linear solutions, especially when we consider the interconnected social and environmental challenges of today's world. Recognizing that organizations are complex systems, with integrative effect, can show how issues are connected and help design sustainable, long-term responses across fields (Forliano et al., 2024).

In organizational research, systems thinking helps by uncovering how policies or events can produce counter-intuitive outcomes through feedback processes. It is often visualized through causal loop diagrams or simulated through system dynamics equations (Sterman, 2000). When it comes to FOBs context, a system dynamics model might represent how resources allocated to an innovation project creates a reinforcing feedback loop or balancing feedback. ST explains why certain patterns occur. It formalizes hypotheses about causality and identifies leverage points, places in the system where a small change can have a large effect, crucial for the intervention.

However, a pure systems thinking approach in management often ignores the specifics of individuals. Classic system dynamics models often use aggregate variables such as knowledge stock or innovation adoption rate and may overlook the heterogeneity of members of an organization. To provide details about who is involved in those feedback loops, a complementary perspective becomes necessary.

2.3 ORGANISATIONAL SOCIAL NETWORKS

The organizational social network (OSN) perspective focuses on the relationships among actors, including both individuals and units. It explains how these network structures influence information flow, power, and innovation (Borgatti & Foster, 2003). In family businesses, OSNs often have unique configurations. Family members typically occupy central nodes in both formal and informal networks, with multilayered and interconnected ties, as family members can be connected as relatives, co-workers, and owners simultaneously. Social network analysis (SNA) provides metrics like centrality, structural holes, brokerage, and network density or clustering (Borgatti & Foster, 2003; Cross & Parker, 2004). Studies suggest that network properties significantly affect innovation in organizations, so diverse, open networks support and stimulate creativity and knowledge recombination. On the other hand, closed, insular networks may reinforce the status quo (Granovetter, 1973; Uzzi, 1997). In FOBs, informal networks often carry more weight than formal structures. Therefore, mapping these influence networks is crucial to understanding how innovations internally diffuse. In studies about family firms, OSN has been relatively limited with a tendency to grow. For instance, Sorenson et al. (2009) examine how social capital, including trust, norms, and networks within family firms, facilitate or hinder knowledge sharing. Zahra (2010) researched how

external networks could help family SMEs overcome resource constraints and adopt new ideas. OSN view highlights “who matters” and “who talks to whom” which could help understand where resistance or support for an innovation originates. In FOBs systems, examples are a group of long-term employees who are resisting changing or adopting a new process, or an influential cousin promoting a change. On its own, however, OSN analysis is often structural and static. It provides a picture of relationships at a given point in time and is typically descriptive rather than causal. Without dynamics in time dimension, it might reveal the current pattern of communication, but not how it evolves in different circumstances, as for example in a succession phase.

Considering all the above, neither a pure system nor a pure network approach alone can provide a comprehensive picture of the family firm dynamics, especially of complex processes such as innovation adoption or succession. ST can model dynamic complexity but also tends to treat the organization as a “black box” or focus extensively on aggregate levels. To the contrary, SNA opens this “black box” to reveal structural complexity but often freezes time or omits the feedback loops that drive change. Therefore, integrating ST and OSN can connect the “why” with the “who” and “how”. ST explains why certain patterns occur by examining causation over time, while OSN pinpoints who is involved in and affected by those patterns and helps understand how it all takes place in the wider organizational context. Recent research in other domains supports the idea of such integration. In public health and epidemiology, scholars have combined system dynamics models with network analysis to study the spread of diseases and health behaviors through social systems, capturing both disease transmission feedback loops and the social network structures that channel infections or information (Whelan et al., 2023). These interdisciplinary examples demonstrate that combining dynamic modeling with network analysis yields richer insights into complex adaptive systems.

However, in the family business field, few if any studies have explicitly integrated ST and OSN approaches to date. Historically, part of the reason is the disciplinary silos. System dynamics and ST both have roots in management science and organizational learning (e.g. Senge, 1990), whereas OSN research emerged from sociology and organizational behavior. Researchers traditionally showed a tendency to specialize either in one approach or the other, and the technical challenges made integration rather difficult. Until recently, the data requirements to feed both a network model and a system model synchronously were hard to meet. ST models relied on informal, qualitative, or aggregate data, while mapping an organizational network required labor-intensive surveys or communication data that were not readily available in real-time.

These barriers are starting to erode with advances in technology and data analytics, most notably the advent of digital traces and AI techniques that can continuously capture and analyze organizational dynamics. Artificial Intelligence (AI) can play an enabling role in bridging systems and networks by handling the scale, speed, and complexity of data characteristics for modern organizations. With most businesses utilizing digital tools,

data can be mined both ethically and securely, to capture and understand network structures and performance indicators. Graph neural networks and dynamic network analytics enable organizational social networks to be updated in near real-time from communication data, revealing how interaction patterns change. Similarly, AI-based causal discovery algorithms can help identify feedback loops or causal relationships from observational data, strengthening the quantitative underpinnings of system dynamics models (Glymour et al., 2019). AI can also facilitate simulation and scenario analysis. Once an integrated model (ST-OSN) is built, AI can rapidly simulate thousands of “what-if” scenarios or optimize for certain outcomes. In short, AI functions could serve as a “connective tissue” in an integrated framework, linking the structural (network) and dynamic (system) elements and keeping the model updated with real-world data. Even with the study conducted by Nguyen and Welch (2025) critically examining the use of GenAI in qualitative research, showing that while LLMs promise efficiency, their uncritical adoption risks undermining the inherently human task of interpreting meaning, we still believe that their further development will enhance their core features.

3. PRELIMINARY RESULTS AND CONCLUSION

A summarized guideline of how FOBs CSFs could be analyzed using ST-OSN approach is presented in Table 2.

Table 2: FOBs’ success factors analyzed through ST-OSN-AI lens

Longevity Success Factor	Systems Thinking Lens (Macro-Dynamics)	Organizational Network Lens (Micro-Structure)	Modern AI/Data Analytics Support
Long-term orientation	Models delayed feedback loops (e.g. <i>invest now</i> → <i>benefits decades later</i>) that sustain innovation through downturns. (Senge, 1990)	Transmits shared values and vision across generations via dense family networks, reinforcing patience and commitment.	AI-driven simulation of long-range scenarios (e.g. ESG ROI over 20+ years) to inform strategic planning.
Adaptation without losing identity	Captures the balancing loops between tradition and change, showing how excessive conservatism versus radical change impacts firm survival. (Meadows, 2008)	Identifies key brokers between the “old guard” and innovators, enabling knowledge flow without alienating the elders (Sorenson, 2009)	NLP analysis of internal communications to detect effective value-based “framing” of innovations (aligning novelty with legacy).
Strong intergenerational succession	Represents succession as feedback loops (reinforcing if a capable successor drives growth; balancing if uncertainty slows momentum).	Maps the emerging influence of next-generation members in the informal network (e.g., rising centrality of a successor in advice networks).	AI-based sentiment and network analysis to forecast succession outcomes (e.g., flagging if a successor lacks support in key sub-units).

Longevity Success Factor	Systems Thinking Lens (Macro-Dynamics)	Organizational Network Lens (Micro-Structure)	Modern AI/Data Analytics Support
Community embedding	Highlights reinforcing loops between reputation and stakeholder loyalty (e.g. goodwill → customer loyalty → stability), underscoring social capital.	This text maps external ties to the community, customers, and regulators, revealing how family firm networks reach into the broader ecosystem.	Sentiment analysis on social media and stakeholder feedback to gauge community trust in real time.
Inclusive governance structures	Models governance “pressure-release” loops (e.g. family council deliberations preventing broader conflict), ensuring viability.	Uncovers hidden coalitions or factions via network modularity (e.g. detecting if non-family executives are isolated from decision networks).	AI detection of emerging silos or polarization (e.g., via Email network analysis) prompts timely governance interventions.
Role specialization and professionalization	Frames a balancing loop of delegation vs. control (too much centralized control creates bottlenecks, too little harms cohesion).	Reveals role clusters (owners vs. managers vs. outside experts) and information flow between them, highlighting integration gaps.	Organizational network analytics to monitor collaboration patterns as the firm professionalizes (e.g. identifying if new professional managers are properly embedded).

Source: Author’s synthesis of reviewed literature.

Based on the findings from the literature review and practice, we can conclude that an integrative Systems Thinking and Organizational Network (ST–OSN) approach, enhanced by modern data analytics, has strong potential to overcome limitations of prior methods in family business research. It analyses complex realities of family firms, where outcomes are the product of iterative feedback and interpersonal relations unfolding over time. Furthermore, the proposed framework can help identify which “leverage points” in terms of people or processes can be targeted to improve the chance of successful change, thus providing both explanatory power and practical insights. While ST-ON is promising in scope, it has several limitations, including the possible complexity of implementation, high data and skill demands, privacy concerns, semantic misinterpretation, and difficulty in capturing emotions. These challenges make modular application, human validation, and selective use critical for adoption. Future research could reinforce this framework by including longitudinal empirical studies and cross-cultural comparisons. This approach would help testing the proposed integrated framework in diverse and dynamic family business contexts and identifying how cultural, generational, and industry-specific factors may influence its effectiveness.

REFERENCES

- [1] Ajzen, I. (1991). The theory of planned behaviour. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- [2] Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. DOI: <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- [3] Berrone, P., Cruz, C., & Gómez-Mejía, L. R. (2012). Socioemotional wealth in family firms: Theoretical dimensions, assessment approaches, and agenda for future research. *Family Business Review*, 25(3), 258-279. <https://doi.org/10.1177/0894486511435355>
- [4] Borgatti, S. P., & Foster, P. C. (2003). The network paradigm in organizational research: A review and typology. *Journal of Management*, 29(6), 991-1013. [https://doi.org/10.1016/S0149-2063\(03\)00087-4](https://doi.org/10.1016/S0149-2063(03)00087-4)
- [5] Chua, J. H., Chrisman, J. J., & Sharma, P. (1999). Defining the family business by behavior. *Family Business Review*, 12(1), 1-13. <https://doi.org/10.1177/104225879902300402>
- [6] Cross, R., & Parker, A. (2004). The hidden power of social networks: Understanding how work really gets done in organizations. Boston, MA: HBS Press.
- [7] De Massis, A., Frattini, F., & Lichtenthaler, U. (2013). Research on technological innovation in family firms: Present debates and future directions. *Family Business Review*, 26(1), 10-31. <https://doi.org/10.1177/0894486512466258>
- [8] De Massis, A., Frattini, F., Kotlar, J., Messeni Petruzzelli, A., & Wright, M. (2016). Innovation through tradition: Lessons from innovative family businesses and directions for future research. *Academy of Management Perspectives*, 30(1), 93-116. <https://doi.org/10.5465/amp.2015.0017>
- [9] DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147-160. <https://doi.org/10.2307/2095101>
- [10] Forliano, C. & De Bernardi, P. & Rozsa, Z. & Bertello, A. (2024). Systems dynamics research in management and organization studies: Overview and research agenda. *Journal of Innovation & Knowledge*. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100512>
- [11] Gersick, K. E., Davis, J. A., Hampton, M. M., & Lansberg, I. (1997). Generation to generation: Life cycles of the family business. Boston, MA: HBS Press.
- [12] Glymour, C., Zhang, K., & Spirtes, P. (2019). Review of causal discovery methods based on graphical models. *Frontiers in Genetics*, 10, 524. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00524>
- [13] Gómez-Mejía, L. R., Haynes, K. T., Núñez-Nickel, M., Jacobson, K. J., & Moyano-Fuentes, J. (2007). Socioemotional wealth and business risks in family-controlled firms: Evidence from Spanish olive oil mills. *Administrative Science Quarterly*, 52(1), 106-137. <https://doi.org/10.2189/asqu.52.1.106>
- [14] Granovetter, M. S. (1973). The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360-1380. <https://doi.org/10.1086/225469>
- [15] Gupta, V., & Levenburg, N. (2010). A thematic analysis of cultural variations in family businesses: The CASE Project. *Family Business Review*, 23(2), 155-169. <https://doi.org/10.1177/089448651002300205>
- [16] Handler, W. C. (1990). Succession in family firms: A mutual role adjustment between entrepreneur and next-generation family members. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 15(1), 37-52. <https://doi.org/10.1177/104225879001500105>
- [17] Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs, and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305-360. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X)

- [18] Lansberg, I., & Astrachan, J. H. (1994). Influence of family relationships on succession planning and training: The importance of mediating factors. *Family Business Review*, 7(1), 39–59. <https://doi.org/10.1111/j.1741-6248.1994.00039.x>
- [19] Meadows, D. H. (2008). Thinking in systems: A primer. White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing.
- [20] Miller, D., & Le Breton-Miller, I. (2005). Managing for the long run: Lessons in competitive advantage from great family businesses. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- [21] Nguyen, D. C., & Welch, C. (2025). Generative Artificial Intelligence in Qualitative Data Analysis: Analyzing—Or Just Chatting? *Organizational Research Methods*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/10944281251377154>
- [22] Rogers, E.M. (1962). *Diffusion of innovations*. Free Press of Glencoe
- [23] Salvato, C., & Aldrich, H. E. (2012). "That's interesting!". *Family Business Review*, 25(2), 125–135. <https://doi.org/10.1177/08944865124463>
- [24] Senge, P. M. (1990). The fifth discipline: The art and practice of the learning organization. New York, NY: Doubleday/Currency.
- [25] Sorenson, R. L., Goodpaster, K. E., Hedberg, P. R., & Yu, A. (2009). The family point of view, family social capital, and firm performance: An exploratory test. *Family Business Review*, 22(3), 239–253. <https://doi.org/10.1177/0894486509332456>
- [26] Sterman, J. D. (2000). Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world. Boston, MA: Irwin/McGraw-Hill.
- [27] Uzzi, B. (1997). Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, 42(1), 35–67. <https://doi.org/10.2307/2393808>
- [28] Whelan, J., Fraser, P., Bolton, K. A., Love, P., Strugnell, C., Boelsen-Robinson, T., & Bell, C. (2023). Combining systems thinking approaches and implementation science constructs within community-based prevention. *Health Research Policy and Systems*, 21(1), 85. <https://doi.org/10.1186/s12961-023-01023-4>
- [29] Zahra, S. A. (2010). Harvesting family firms' organizational social capital: A relational perspective. *Journal of Management Studies*, 47(2), 345–366. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00894.x>

KULTUROLOŠKE DIMENZIJE POSLOVANJA EVROPSKIH KOMPANIJA U ISTOČNOJ AZIJI

CULTURAL DIMENSIONS OF EUROPEAN COMPANIES' BUSINESS ACTIVITIES IN EAST ASIA

Milo Vujičić¹, Nemanja Backović², Bojan Ilić³

^{1,2,3} Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu,

¹milovujic3012@gmail.com, ORCID: 0009-0004-0374-0503

²nemanja.backovic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-0066-5427

³bojan.ilic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-5521-8355

Apstrakt: U radu je akcenat na uticaj kulturoloških razlika koje su od strateškog značaja za poslovanje evropskih kompanija u Istočnoj Aziji. Komparacijom kulturoloških obrazaca, analiziranih uz pomoć Hofstedeovog modela nacionalne kulture, daje se uvid u ključne izazove sa kojima se kompanije iz Evrope susreću prilikom poslovanja u Kini, Južnoj Koreji i Japanu. Cilj rada je ispitivanje prisutnosti, intenziteta i opsega kulturološke distance u poslovnoj praksi kompanija. Metodologija se zasniva na primeni hijerarhijske klaster analize Hofstedeovih indeksa nacionalne kulture za evropske i istočnoazijske zemlje. Rezultati istraživanja upućuju na prisustvo važnih kulturoloških razlika bitnih za strategije ulaska na tržišta Istočne Azije, planiranje, organizovanje, vođenje i kontrolu poslovanja evropskih kompanija.

Ključne reči: kulturološke dimenzije, evropske kompanije, Hofstedeov model nacionalne kulture, međunarodni menadžment

Abstract: The paper emphasizes the influence of cultural differences, which are of strategic importance for the business of European companies in East Asia. A comparison of cultural patterns, analyzed with the help of Hofstede's model of national culture, gives an insight into the key challenges that companies from Europe face when doing business in China, South Korea, and Japan. The aim of the paper is to examine the presence, intensity and scope of cultural distance in the business practices of companies. The methodology is based on the application of a hierarchical cluster analysis of Hofstede's indices of national culture for European and East Asian countries. The results of the research point to the presence of important cultural differences essential for the strategies of entering the East Asian markets, planning, organizing, managing and controlling the business of European companies.

Keywords: Cultural dimensions, European companies, Hofstede's national culture model, International management

1. UVOD

Proučavanje uticaja kulturoloških razlika na poslovanje kompanija koje posluju na međunarodnom nivou postalo je važno istraživačko polje u okviru međunarodnog

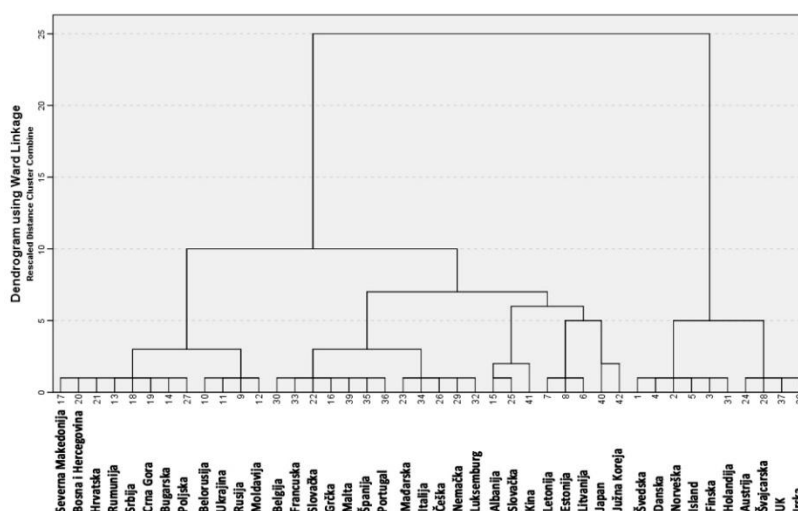
menadžmenta. Kultura uključuje „kolektivno programiranje uma koje razdvaja članove jedne grupe ili kategorije ljudi od drugih“ (Hofstede, 2001, str. 9). Prema Reis et al. (2013), razlike u performansama koje međunarodne kompanije ostvaruju u velikoj meri se mogu objasniti time koliko uspešno njihovi menadžeri upravljaju izazovima kulturoloških razlika. U skladu sa tim, neophodno je razumeti važnost veze između nacionalnih i organizacionih kultura i njihov uticaj na razlike u konkretnim stratezijskim pravcima kompanija u Evropi i Istočnoj Aziji. Zaključno sa 2023. godinom, kumulativne vrednosti stranih direktnih investicija u Kini, Japanu i Južnoj Koreji, koje potiču iz zemalja kao što su Nemačka, Holandija ili Francuska mere se desetinama milijardi američkih dolara (OECD, 2024).

Za kulturološke razlike između dve konkretne države u literaturi se često upotrebljava termin „kulturološka distanca“ (Kogut i Singh, 1988). Ovaj rad analizira uticaj kulturoloških razlika u pogledu prilika ili pretnji za razvoj poslovnih odnosa između kompanija i zaposlenih u okviru pomenutih regiona. Istraživački cilj rada podrazumeva određivanje kulturoloških determinanti u razlikama između evropskih i istočnoazijskih poslovnih praksi. Takođe, u radu se analizira uticaj prisutnosti i intenziteta kulturološke distance na načine poslovanja evropskih kompanija u Kini, Južnoj Koreji i Japanu. Bibliometrijska studija, koju su sprovedi Reis et al. (2013), ukazuje da je Hofstedeov model nacionalne kulture najčešće korišćen model za analizu kulturoloških razlika iz oblasti međunarodnog i međukulturnog menadžmenta. Navedeni model meri kulturološke razlike upotrebom indeksa na skali od 0 do 100 za šest kulturoloških dimenzija. Indeksi uključuju distancu moći (engl. *Power Distance Index* – PDI), individualizam (engl. *Individualism Index* – IDV), vrednosti maskuliniteta (engl. *Masculinity Index* – MAS), izbegavanje neizvesnosti (engl. *Uncertainty Avoidance Index* – UAI), dugoročno usmerenje (engl. *Long-term Orientation Index* – LTO), vrednosti „popuštanja“ (engl. *Indulgence vs. Restraint Index* – IVR) (Hofstede et al., 2010).

2. METODOLOŠKI OKVIR ANALIZE KULTUROLOŠKIH DIMENZIJA POSLOVANJA

U cilju kulturološke segmentacije evropskih nacionalnih i organizacionih kultura i određivanja kulturološke distance u odnosu na zemlje Istočne Azije, nad odgovarajućim Hofstedeovim indeksima upotrebljena je metoda hijerarhijske klaster analize. Pomenuta metoda je odgovarajuća s obzirom da nije neophodno unapred definisati broj klastera i omogućava pregled povezivanja grupa na dendrogramu, od najraznovrsnijih do najbližnjih kultura. Numerički parametri koji predstavljaju inpute statističke analize preuzeti su sa sajta kompanije *The Culture Factor* (The Culture Factor Group, 2025), koji sadrži indekse Hofstedeovih dimenzija za većinu država. Za analizu je korišćen softver *IBM SPSS Statistics 2023*. Uzorak podrazumeva parametre za tri istočnoazijske i 39 evropskih država. Ulazni podaci su standardizovani i odabrana je *Ward* metoda koja funkcioniše tako što minimizuje unutargrupni varijabilitet, kako bi se dobili kulturološki kompaktni klasteri. Namera je bila da se kulturološki slične države dosledno grupišu u okviru šestodimenzionalnog prostora, pri čemu je analiziran ukupan profil svake države

kroz sve obuhvaćene dimenzije. Dendrogram spajanja evropskih i istočnoazijskih zemalja na osnovu hijerarhijske klaster analize prikazan je na slici 1.



Slika 9: Dendrogram hijerarhijske klaster analize evropskih i istočnoazijskih zemalja

Izvor: Analiza autora

Dendrogram hijerarhijskog klasterovanja je presečen u visini koja daje pet klastera, što je izabrano kako bi istraživanje bilo detaljno i sa adekvatnim opsegom. Zatim su izračunate odgovarajuće aritmetičke sredine Hofstedeovog indeksa nacionalne kulture po klasterima, što je prikazano u tabeli broj 1.

Tabela 5: Aritmetičke sredine Hofstedeovih indeksa nacionalne kulture po klasterima

Klasteri	Prosečne vrednosti					
	PDI	IDV	MAS	UAI	LTO	IVR
Klaster 1: Švedska, Norveška, Finska, Danska, Island, Holandija, Irska, UK, Austrija, Švajcarska	28,9	80,5	36,2	46,2	56,3	65,8
Klaster 2: Estonija, Litvanija, Letonija, Japan, Južna Koreja	48	61,4	38,4	73	75	23,2
Klaster 3: Kina, Albanija, Slovačka	90	42,33	82	50,33	62	22,33
Klaster 4: Nemačka, Belgija, Luksemburg, Slovenija, Mađarska, Češka, Francuska, Italija, Španija, Portugal, Malta, Grčka	55,75	67,75	52	84,58	51,17	44,33
Klaster 5: Rusija, Belorusija, Ukrajina, Moldavija, Rumunija, Bugarska, Sev Makedonija, Srbija, Crna Gora, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Poljska	85,41	42,5	41	90,33	46,08	24,42

Izvor: Analiza autora

Uporedna analiza je sprovedena i na pojedinačnom nivou. Tabela broj 2 prikazuje „toplotnu mapu“ gde polja u crvenim nijansama označavaju više vrednosti indeksa dok su niže vrednosti označene zelenim nijansama.

Tabela 6: „Toplotna mapa“ Hofstedeovih dimenzija na pojedinačnom nivou

	Kina	Japan	Južna Koreja	Francuska	Nemačka	UK	Italija	Holandija	Švedska	Srbija	Rusija
PDI	80	54	60	68	35	35	50	38	31	86	93
IDV	43	62	58	74	79	76	53	100	87	42	46
MAS	66	95	39	43	66	66	70	14	5	43	36
UAI	30	92	85	86	65	35	75	53	29	92	95
LTO	77	100	86	60	57	60	39	67	52	37	58
IVR	24	42	29	48	40	69	30	68	78	28	20

Izvor: The Culture Factor Group (2023)

3. IMPLIKACIJE KULTUROLOŠKIH RAZLIKA NA POSLOVANJE KOMPANIJA

Hijerarhijskom klaster analizom je utvrđena značajna kulturološka distanca između zemalja iz klastera 1 (nordijske, anglosaksonske i deo germanskih zemalja) u odnosu na zemlje Istočne Azije. Dominantne odlike klastera 1 su niska distanca moći i visok individualizam, što prema Hofstede (2001), rezultuje u praksama participativnog odlučivanja, decentralizacije autoriteta, samostalnosti zaposlenih i individualnog nagrađivanja učinka. Na nižim nivoima klasterovanja primećuju se grupe sačinjene od Japana, Južne Koreje i baltičkih zemalja (klaster 2), kao i Kine, Slovačke i Albanije (klaster 3), koje se potom spajaju. Značajne odlike klastera 2 uključuju dugoročno planiranje i strogu radnu disciplinu (prosek dimenzije IVR=23,2). Kompanija iz klastera 3 odlikuju veoma visoka distanca moći i kolektivismom. Ovo sugeriše na prisustvo paternalističkih stilova menadžmenta, kao i na prakse poslovnog umrežavanja (Khatri, 2009). Klaster 4 je najraznovrsniji klaster, gde su prisutne mediteranske evropske države, ali i centralne evropske države poput Nemačke i Češke. Prisutne su umerene vrednosti većine dimenzija. Klaster 5 je sačinjen od zemalja Istočne i Jugoistočne Evrope gde se, pored izražene hijerarhije i kolektivističkih vrednosti, primećuje averzija prema rizičnim poslovnim poduhvatima. Tumačenjem distribucije nacionalnih kultura na dijagramu rasipanja i vrednosti odgovarajućih glavnih komponenti mogu se primetiti slične implikacije kulturoloških razlika na poslovanje kompanija.

U skladu sa rezultatima istraživanja može se očekivati da će zbog izraženih kulturoloških razlika nordijske, anglosaksonske i nemačke kompanije koristiti zajednička ulaganja prilikom ulaska na istočnoazijska tržišta kako bi smanjile rizik. Tačnije, reč je o *greenfield* investicijama, kroz koje bi se omogućilo efikasnije poslovanje i pojačana kontrola. O vezi

kulturološke distance i načina ulaska na strano tržište realizovana je i studija od strane autora Kogut i Singh (1988), koja ukazuje na navedene pretpostavke. Sa druge strane, manja kulturološka distanca baltičkih kompanija u odnosu na Japan i Južnu Koreju može implicirati upotrebu akvizicija, zbog očekivane manje potrebe za kulturološkim prilagođavanjem i manjeg otpora prema promenama lokalne radne snage.

Poslovno planiranje kompanija, prvenstveno u pogledu definisanja prioriteta i pregovaračkih ciljeva, bitno je određeno dimenzijom dugoročnog usmerenja (Young, 2013). Shodno tome, veće dugoročno usmerenje zemalja Istočne Azije u odnosu na sve evropske zemlje se može odraziti na način da će menadžeri evropskih kompanija očekivati bržu realizaciju transakcija, dok su istočnoazijski poslovni partneri spremni da posvete više vremena planiranju projekata, pregovaranju i postizanju konsenzusa prilikom menadžerskog odlučivanja. U pogledu planiranja, izraženije izbegavanje neizvesnosti će značiti da su kompanije sklonije strukturiranim poslovnim situacijama, izradi kontingentnih scenarija i pridržavanju procedura (Hofstede, 2001). Stoga, primetne su kulturološke razlike između kompanija iz klastera 1 (prosek UAI=46,2) u odnosu na Japan (UAI=92) i Južnu Koreju (UAI=85). Takođe, evropski klaster 4 (prosek UAI=84,58) i klaster 5 (prosek UAI=90,33) mogu pokazati tendenciju ka detaljnom predviđanju različitih scenarija i rigidnom tumačenju ugovora. Poslovne prakse u Kini (UAI=30) ostavljaju više prostora za pronalaženje rešenja van prethodno definisanih okvira te se i ugovori i procedure tumače fleksibilnije. Slično, razlike u individualizmu mogu bitno odrediti poslovne prioritete kompanija. Veoma izražene vrednosti individualizma kod klastera 1 (prosek IDV=80,5) mogu sugerisati da će kompanije iz ovih zemalja prioritet dati ostvarivanju rezultata u odnosu na održanje harmoničnih međuljudskih odnosa, kao što je to slučaj u istočnoazijskom kontekstu, posebno u Kini (IDV=43).

Decentralizovane organizacione strukture su posebno prisutne u kulturama sa niskim hijerarhijskim ustrojem i individualizmom, dok kolektivističke kulture sa većom distancom moći preferiraju centralizaciju (Mitter et al., 2023). Shodno tome evropske kompanije koje dolaze iz klastera 1 (prosek IDV=28,9, prosek IDV=80,5) mogu očekivati da prakse horizontalne komunikacije i decentralizacije autoriteta ne budu u skladu sa očekivanjima zaposlenih kineskih (PDI=80, IDV=43) i južnokorejskih (PDI=60, IDV=58) kompanija. Prema Khatri (2009) zaposleni u hijerarhijskim i kolektivističkim kulturama, koje odlikuje formalna vertikalna komunikacija, povećanu samostalnost mogu shvatiti kao manjak i odsustvo autoriteta. Rezultati upućuju da će kulturološke sličnosti usloviti centralizaciju autoriteta i vertikalnu komunikaciju zaposlenih u kompanijama iz klastera 5 (prosek PDI=85,41) i Francuske (PDI=68) u istočnoazijskom poslovnom okruženju. Dovođenjem u vezu primećenih razlika u izbegavanju neizvesnosti sa istraživanjem koje je sproveo Rodrigues (1998), može se očekivati da će evropske kompanije iz klastera 4 (prosek UAI=84,58), klastera 5 (prosek UAI=90,33), Japana (UAI=92) i Južne Koreje (UAI=85) težiti primeni strogo definisanih organizacionih struktura čija je karakteristika tendencija ka formalizaciji i standardizaciji. To nije slučaj sa kompanijama iz klastera 1 (prosek UAI=46,2).

U velikoj meri na stil liderstva u kompanijama utiče kulturološka dimenzija distance moći. Više vrednosti ove dimenzije impliciraju autoritarne i paternalističke liderske stilove, dok niže vrednosti podrazumevaju primenu egalitarnih i participativnih praksi (Hofstede et al., 2010). Stoga, kompanije iz klastera 1 (prosek PDI=28,9) mogu se sresti sa kulturološkim razlikama po pitanju ove menadžerske funkcije u odnosu na centralizaciju liderstva u istočnoazijskom kontekstu. Slične prakse primetne su i u klasteru 5. Takođe, u skladu sa tvrdnjom da će viši kolektivism voditi ka paternalizmu (Pellegrini i Scandura, 2008), kompanije iz Zapadne i Severne Evrope se mogu suočiti sa ograničenjima u vezi autonomije radne snage prilikom poslovanja u Kini, Južnoj Koreji i Japanu. Trebalo bi pomenuti da se u ovim zemljama primenjuje konsenzusno odlučivanje, koncept određen njihovim izraženim dugoročnim usmerenjem (Milićević et al., 2014).

Upravljanje ljudskim resursima je u velikoj meri određeno kulturološkim razlikama. Viši nivoi individualizma rezultuju u povećanoj fluktuaciji (Hofstede et al., 2010), što sugerise postojanje razlika među zaposlenima u kompanijama iz klastera 1 (prosek IDV=80,5), Francuske (IDV=74) i Nemačke (IDV=79) u odnosu na Istočnu Aziju. Više vrednosti distance moći, naročito u Kini (PDI=80), prema Hofstede (2001), za posledicu imaju veće poštovanje podređenih prema autoritetu i njihovu manju sklonost ka štrajkovima. Mitter et al. (2023) navode da zaposleni iz individualističkih zemalja postižu bolje performanse kada nagrađivanje nije vezano za grupni učinak, dok zaposleni iz kolektivističkih kultura bolje rade kada je nagrada povezana s timskim uspehom. To sugerise da bi kompanije u Zapadnoj i Severnoj Evropi trebalo da usklade sisteme vrednovanja sa konceptom grupnog učinka kako bi podstakle timsku saradnju i smanjile takmičarske tendencije.

4. ZAKLJUČAK

Rad ukazuje na činjenicu da kulturološke razlike bitno utiču na poslovanje kompanija sa aspekta međunarodnog menadžmenta. Uz pomoć hijerarhijske klaster analize i pojedinačnog poređenja, konstatovano je prisustvo kulturološke distance koja značajno razdvaja evropske i istočnoazijske prakse u poslovanju kompanija. Ključne razlike istočnoazijskog u odnosu na evropski menadžment podrazumevaju primenu paternalizma u upravljanju, težnju ka dugoročnijim povratima investicija, veće hijerarhijsko ustrojstvo u kompanijama i akcenat na stabilnim poslovnim vezama. Step en ovih razlika varira u zavisnosti od nacionalnog i organizacionog konteksta evropskih kompanija. Rezultati ukazuju na različitu distancu evropskih regiona u odnosu na Kinu, Južnu Koreju i Japan. Uzimajući u obzir bitne obrasce za poslovanje kompanija, zemlje Istočne Azije su kulturološki udaljenije u odnosu na Severnu i Severozapadnu Evropu nego u odnosu na baltički, južnoevropski i istočnoevropski region. Varijacije u kulturološkim obrascima značajno određuju izbor strategija ulaska na inostrana tržišta, poslovno planiranje, organizacionu strukturu, adekvatno vođenje i kontrolu poslovanja kompanija.

LITERATURA

- [1] Backović, N., Milićević, V., Ilić, B. (2014). The importance of Asian conglomerate business models in international management. In *XIV International Symposium SYMORG 2014 "New Business Models and Sustainable Competitiveness"* (pp. 1021–1028). Zlatibor, Serbia.
- [2] Hofstede, G. (2001). *Culture's consequences: Comparing values, behaviors, institutions, and organizations across nations* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- [3] Hofstede, G., Hofstede, G. J., Minkov, M. (2010). *Cultures and organizations: Software of the mind* (3rd ed.). McGraw-Hill
- [4] Ilić, B., Milićević, V. (2009). *Menadžment troškova – strategijski okvir*. Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.
- [5] Khatri, N. (2009). Consequences of power distance orientation in organisations. *Vision The Journal of Business Perspective*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1177/097226290901300101>
- [6] Kogut, B., Singh, H. (1988). The effect of national culture on the choice of entry mode. *Journal of International Business Studies*, 19(3), 411–432. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490394>
- [7] Milićević, V., Ilić, B. (2014). *Ekonomika poslovanja*. Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu.
- [8] Milićević, V., Backović, N., Sofronijević, A. (2014). Specifičnosti istočnoazijskog menadžmenta relevantne za povećanje ekonomske efikasnosti i konkurentnosti. *Anali Ekonomskog Fakulteta u Subotici*, 50(32), 249–263.
- [9] Mitter, C., Kuttner, M., Duller, C., Sommerauer, P. (2023). Does national culture impact management control systems? A systematic literature review. *Review of Managerial Science*, 18(1), 209–257. <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00661-w>
- [10] OECD. (2024). *Outward FDI positions of European countries towards China, Japan, and South Korea*. Retrieved August 19, 2025, from OECD Data Explorer: <https://data-explorer.oecd.org>
- [11] Pellegrini, E. K., Scandura, T. A. (2008). Paternalistic Leadership: A Review and Agenda for Future Research. *Journal of Management*, 34(3), 566–593. <https://doi.org/10.1177/0149206308316063>
- [12] Reis, N. R., Ferreira, M. P., Santos, J. C., Serra, F. R. (2013). Um estudo bibliométrico dos modelos culturais na pesquisa em negócios internacionais. *Base*, 10(4). <https://doi.org/10.4013/base.2013.104.04>
- [13] Rodrigues, C. A., (1998), "Cultural classifications of societies and how they affect cross-cultural management", *Cross Cultural Management: An International Journal*, Vol. 5 Iss 3 pp. 31 – 41.
- [14] The Culture Factor Group. (2023). *Country Comparison Tool*. Retrieved August 10, 2025, from <https://www.theculturefactor.com/country-comparison-tool>
- [15] Young, B. (2013). *China – Cultural Dimensions in International Business: Dragons, Camels & Kangaroos*. PM World Journal, Vol. II, Issue III.

PROMJENA NAČINA RAZMIŠLJANJA I PONAŠANJA ZAPOSLENIH KAO PREDUSLOV ZA USPJEŠNU DIGITALNU TRANSFORMACIJU

THE CHANGE IN EMPLOYEES' MINDSET AND BEHAVIOR AS A PREREQUISITE FOR SUCCESSFUL DIGITAL TRANSFORMATION

Jovan Krivokapić¹, Stefan Komazec², Ondrej Jaško³

^{1,2,3} Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu,

¹jovan.krivokapic@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-9010-7802

²stefan.komazec@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0001-9498-5426

³ondrej.jasko@fon.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0003-4877-0592

Apstrakt: Digitalna transformacija predstavlja jedan od najznačajnijih trendova u modernom poslovanju, jer korišćenje digitalnih tehnologija i alata treba da doprinese povećanju operativne efikasnosti i snižavanju troškova organizacije, kao i da omogući fleksibilniji rad i veću produktivnost zaposlenih. Sa druge strane, uspjeh digitalne transformacije u velikoj mjeri zavisi od spremnosti zaposlenih da prihvate promjene koje ona nosi. Te promjene podrazumijevaju ne samo primjenu novih načina rada, nego i usvajanje novih vrijednosti i stavova, što treba da omogući da zaposleni shvate značaj samog procesa i svoje uloge u njemu. U tom smislu, neophodno je da organizacije zaposlenima pruže adekvatnu podršku kako bi se kroz edukaciju i promjenu načina razmišljanja stvorili uslovi za dostizanje dugoročnih koristi od digitalne transformacije.

Ključne reči: digitalna transformacija, način razmišljanja i ponašanja zaposlenih, promjene, barijere.

Abstract: Digital transformation represents one of the most significant trends in modern business, as the adoption of digital technologies is expected to increase operational efficiency, reduce organizational costs, and provide greater work flexibility while enhancing employee productivity. However, the success of digital transformation largely depends on employees' readiness to embrace the changes it brings. These changes involve not only the implementation of new ways of working, but also the adoption of new values and attitudes, which should help employees understand both the importance of the process and their role within it. Therefore, it is crucial for organizations to provide employees with adequate support through education and mindset shifts in order to create the conditions for achieving long-term benefits of digital transformation.

Keywords: digital transformation, employees' mindset and behavior, changes, barriers.

1. UVOD

Nagli razvoj tehnologije u posljednjih nekoliko decenija je značajno redefinirao pristup savladavanju operativnih problema i izazova u modernom poslovnom ambijentu. Tako je, na primjer, automatizacija procesa dovela do smanjenja potrebe za određenim profilima zaposlenih, pa se sve više angažuju izvršioци koji su tehnološki obrazovaniji i spremni i sposobni da koriste savremene IT alate u svakodnevnim aktivnostima. U tom kontekstu, jedan od najznačajnijih trendova koji se usvaja u savremenim organizacijama se odnosi na uvođenje digitalne transformacije, koja se može definisati kao promjena u načinu rada, raspodjeli uloga i poslovnoj ponudi koja je rezultat primjene digitalnih tehnologija u organizaciji ili u njenom okruženju (Krivokapić, Milosavljević, & Spasenić, 2023). Ona podrazumijeva stratešku upotrebu raspoloživih resursa i potencijala (Firican, 2023), a može se reći da ima i širi društveni uticaj, jer se odnosi na usvajanje revolucionarnih tehnologija radi povećanja produktivnosti, stvaranja vrijednosti i kreiranja društvene dobrobiti kako bi se postigli ciljevi koji se odnose na cjelokupno društvo (Ebert & Duarte, 2018).

Tabela 1: Ciljevi digitalne transformacije

Perspektiva	Cilj
Društvena	Podsticanje razvoja inovativnije i kolaborativnije kulture u industriji i društvu
	Promjena obrazovnog sistema kako bi se obezbijedile nove vještine i kako bi ljudi mogli da postignu izvrsnost u radu sa digitalnim tehnologijama
	Stvaranje i održavanje digitalne komunikacione infrastrukture i obezbjeđivanje njenog upravljanja, kvaliteta usluge i pristupačnosti
	Jačanje zaštite digitalnih podataka, transparentnosti, autonomije i povjerenja
	Poboljšanje pristupačnosti i kvaliteta digitalnih usluga koje se nude stanovništvu
Ekonomska	Implementacija novih i inovativnih poslovnih modela
	Povećanje prihoda, produktivnosti i dodate vrijednosti u ekonomiji
	Unapređenje regulatornog okvira i tehničkih standarda

Izvor: (Ebert & Duarte, 2018)

Kada je riječ o razlozima zbog kojih se konkretne organizacije odlučuju za uvođenje digitalne transformacije, onda se kao najčešće pominjani željeni ciljevi ističu dostizanje strateških ciljeva, unapređenje operativne efikasnosti, kao i optimizacija poslovnih procesa (Hendra, Kesuma, & Siregar, 2023). Takođe, od digitalne transformacije se očekuje da pomogne u unapređenju odnosa sa korisnicima, poboljšanju njihovog iskustva i proširenju postojeće ponude proizvoda i usluga, što treba da doprinese poboljšanju konkurentске pozicije i stvori podlogu za održivo poslovanje (Cavalcante, Varajão, & Rodrigues, 2025).

2. ODNOS IZMEĐU DIGITALNE TRANSFORMACIJE I PONAŠANJA ZAPOSLENIH

Istraživanja pokazuju da je jedan od ključnih faktora uspješne implementacije digitalne transformacije organizaciona kultura, jer ona može značajno olakšati promjene do kojih ovaj proces dovodi, ali isto tako može predstavljati barijeru u njegovom uspostavljanju (Hartl & Hess, 2017). To praktično znači da dostizanje željenih efekata digitalne transformacije zahtijeva preispitivanje načina razmišljanja i promjenu ponašanja, kao i redefinisane odnosa koji postoje između izvršilaca i njihovih rukovodilaca.

Generalno, može se reći da digitalna transformacija utiče na ponašanje na nekoliko načina od kojih su najznačajniji (Dash & Gatharia, 2015):

- 1) Pojavljuju se oblici saradnje koji su zasnovani na modernim tehnologijama, pa omogućavaju bržu i efikasniju koordinaciju zaposlenih;
- 2) Sve više se koriste prednosti rada na daljinu i fleksibilnog radnog vremena, što omogućava istovremeno obavljanje aktivnosti i pored fizičke dislociranosti, ali i kontinuitet u toku cijelog dana jer se prevazilaze objektivni izazovi rada u različitim vremenskim zonama;
- 3) Zaposleni postaju spremniji da se prilagođavaju novonastalim okolnostima, čime pospješuju organizacionu agilnost i adaptibilnost;
- 4) Podstiču se inovacije i eksperimenti, jer su zaposleni motivisani da pronalaze nova rješenja i primjenjuju nove ideje;
- 5) Podstiče se veća povezanost sa zaposlenima iz drugih organizacionih jedinica kako bi se izazovi rješavali korišćenjem multifunkcionalnog pristupa i sagledavanjem šireg konteksta;
- 6) Mijenjaju se stilovi liderstva, jer se zaposlenima daje veća sloboda i očekuje se otvorena komunikacija koja podrazumijeva neprestano kruženje informacija na svim nivoima;
- 7) Eksterna komunikacija se takođe redefiniše, jer se ostvaruju češće i brže interakcije sa spoljnim stejkholderima, što pospješuje prijem i upotrebu povratnih informacija kako bi klijenti bili zadovoljniji;
- 8) Primjena novih tehnologija otvara i etička pitanja koja se odnose na korišćenje dostupnih podataka, pa zaposleni moraju da poštuju etičke standarde i vode računa o tome kako njihovo ponašanje utiče na ostale, unutar i izvan organizacije.

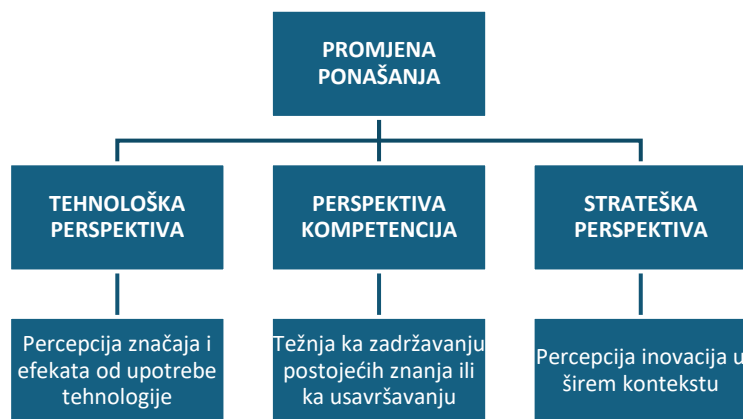
Iako transformacija snažno podstiče efikasnost i dovodi do boljih performansi jer olakšava pristup informacijama, ubrzava komunikaciju i omogućava lakšu saradnju među zaposlenima, treba naglasiti i to da prevelika zavisnost od digitalnih alata može dovesti do većeg nivoa stresa, a različite grupe zaposlenih mogu imati različite percepcije o tome da li tehnologija zaista unapređuje njihov rad ili ga, u određenim aspektima, otežava (Singh, Kumar, & Kaushik, 2023). Imajući to u vidu, može se zaključiti da je uticaj tehnologije složen i višeslojan, jer otvara pitanje balansa između očekivanih, željenih koristi sa jedne i potencijalnih negativnih posljedica za zaposlene sa druge strane.

3. PREVAZILAŽENJE OTPORA PROMJENAMA KOJE TRANSFORMACIJA DONOSI

Da bi zaposleni bili u mogućnosti da koriste svoj potencijal za dostizanje organizacionih ciljeva neophodno je da same organizacije stvore okruženje koje podstiče kreativnost i razvoj znanja, odnosno da obezbijede pristup znanju i stvore uslove za prihvatanje promjena koje transformacija podrazumijeva (Jaško, Čudanov, Jevtić, & Krivokapić, 2017). Sa druge strane, zaposleni se generalno plaše promjena jer one donose nešto novo i nepoznato, a ta činjenica može ugroziti efekte koji se transformacijom nastoje ostvariti.

Moguće je izdvojiti tri perspektive koje u velikoj mjeri utiču na uspjeh digitalne transformacije, i to su (Jones, Hutcheson, & Camba, 2021):

- Tehnološka perspektiva - Način na koji zaposleni posmatraju tehnologiju snažno utiče na njihovu spremnost da je prihvate, pa, u tom smislu, ako se tehnologija doživljava kao neutralna i stalno prisutna nužnost, onda ona postaje preduslov za dalji razvoj, ali ako se doživljava kao prijetnja radnim mjestima onda se može očekivati otpor među zaposlenima;
- Perspektiva kompetencija - Ukoliko zaposleni vjeruju da mogu steći nove tehnološke vještine onda su spremni da prihvate izazove digitalne transformacije, a u suprotnom će se javiti otpor ka njenoj implementaciji;
- Strateška perspektiva - Pristup koji organizacija koristi u upravljanju inovacijama takođe može uticati na uspjeh digitalne transformacije, jer pogrešno sagledavanje potencijalnih efekata i ciljeva koji se žele ostvariti može dovesti do propuštanja objektivno boljih prilika ili do izbora pogrešne strategije.



Slika 1: Perspektive koje mogu odrediti uspjeh digitalne transformacije

Izvor: (Jones, Hutcheson, & Camba, 2021)

Prevazilaženje ovih izazova se ostvaruje kroz upoznavanje zaposlenih sa suštinom promjena koje transformacija nosi, i to tako što im se omogućuje da sagledaju prednosti

koje se ostvaruju ukoliko do promjena dođe, kao i da prepoznaju vezu koju one imaju sa postojećim, njima poznatim i usvojenim vrijednostima. Zbog toga je poželjno da promjene budu što jednostavnije kako bi se lakše prihvatile, i da se uvode postepeno, kroz parcijalno prilagođavanje koje omogućava da se uoči eventualni napredak (Dash & Gatharia, 2015).

Tabela 2: Načini prevazilaženja otpora promjenama

Metoda	Situacije u kojima se primjenjuje	Prednosti	Nedostaci
Obrazovanje i komunikacija	Ljudi nemaju informacije ili imaju netačne informacije	Stvara spremnost da se pomogne u promjeni	Može biti veoma dugotrajno
Učešće i uključenost	Drugi ljudi imaju važne informacije i/ili moć da pruže otpor	Dodaje informacije planiranju promjene i gradi posvećenost promjeni	Može biti veoma dugotrajno
Olakšavanje i podrška	Otpor proizilazi iz problema sa resursima ili prilagođavanjem	Neposredno zadovoljava specifične potrebe za resursima ili prilagođavanjem	Može biti dugotrajno i skupo
Pregovaranje i sporazum	Pojedinac ili grupa će „izgubiti“ nešto zbog promjene	Pomaže u izbjegavanju velikog otpora	Može biti skupo i može navesti druge da traže slične „dogovore“
Manipulacija i kooptacija	Drugi metodi ne funkcionišu ili su preskupi	Može biti brzo i jeftino	Može stvoriti buduće probleme ako ljudi osjete manipulaciju
Eksplisitna i implicitna prinuda	Brzina je važna i agent promjene ima moć	Brzo je i pomaže u savladavanju otpora	Rizično ako se ljudi „naljute“

Izvor: (Schermerhorn Jr, Osborn, Uhl-Bien, & Hunt, 2011)

Otpor zaposlenih prema digitalnoj transformaciji se može prevazići korišćenjem metoda prikazanih u prethodnoj tabeli, njihovim kombinovanjem, kao i daljim razvojem svake od njih. U tom smislu, najčešće se predlaže da poslodavci investiraju u obrazovanje, obuku i prekvalifikaciju, kao i da koriste gejmfifikovane pristupe koji omogućavaju da za zaposlene učenje bude manje opterećujuće, što dovodi do povećanja njihovog samopouzdanja, kao

i do obezbjeđivanja psihološke sigurnosti i spremnosti da prihvate promjene (Cieslak & Valor, 2025).

ZAKLJUČAK

Digitalna transformacija ima višestruke ciljeve koji se mogu sagledati i na društvenom i na organizacionom nivou, ali njen uspjeh u velikoj mjeri zavisi od načina na koji menadžeri i zaposleni percipiraju tehnologiju, sposobnosti i kompetencije koje su neophodne za njeno usvajanje, kao i strateški pravac razvoja inovativne aktivnosti unutar organizacije.

Iako moderna tehnologija podstiče agilnost i fleksibilnost, ona sa sobom donosi i brojne izazove koji u velikoj mjeri mogu ugroziti njenu upotrebu, odnosno ciljeve zbog kojih se uvodi. Zbog toga je potrebno posvetiti posebnu pažnju prevazilaženju otpora promjenama, što se može postići kroz dodatne edukativne programe, prekvalifikacije, uključivanje i pružanje podrške zaposlenima, kao i kroz druge metode koje treba da doprinesu tome da zaposleni shvate i lične i organizacione koristi koje digitalna transformacija nosi, i da time budu spremniji da ove promjene prihvate, ne samo kroz način obavljanja poslova, nego i kroz usvajanje novih principa, vjerovanja i vrijednosti.

To praktično znači da digitalna transformacija ne podrazumijeva samo prosto uvođenje tehnologije, nego i promjenu načina razmišljanja i ponašanja svih zaposlenih, pa su kontinuirana edukacija, dvosmjerna komunikacija i generalno podržavajuća organizaciona kultura ključni faktori koji treba da doprinesu postizanju očekivanih efekata ovog procesa, kao i njihovoj dugoročnoj održivosti.

LITERATURA

- [1] Cavalcante, M., Varajão, J., & Rodrigues, L. (2025). Digital transformation initiatives: Motivations, objectives, and strategies. *Telematics and Informatics Reports*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.teler.2025.100246>
- [2] Cieslak, V., & Valor, C. (2025). Moving beyond conventional resistance and resistors: an integrative review of employee resistance to digital transformation. *Cogent Business & Management*, 12(1). doi: <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2442550>
- [3] Dash, B., & Gatharia, J. (2015). Impact of digital transformation on organizational behaviors. doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4580389>
- [4] Ebert, C., & Duarte, C. C. (2018). Digital transformation. *IEEE Software*, 35(4), 16-21. doi: <https://doi.org/10.1109/MS.2018.2801537>
- [5] Firican, D. (2023). Digital transformation and digital culture: A literature review of the digital cultural attributes to enable digital transformation. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 17, 791-799. doi: <https://doi.org/10.2478/picbe-2023-0073>
- [6] Hartl, E., & Hess, T. (2017). The role of cultural values for digital transformation: Insights from a Delphi study. *Proceedings of the Twenty-Third Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2017): Global, International, and Cross-Cultural Issues in IS (SIGCCRIIS)*, 1-10.

- [7] Hendra, H., Kesuma, T., & Siregar, M. (2023). Digital Transformation Strategy to Optimize Company. *Jurnal Manajemen Bisnis, Akuntansi Dan Keuangan*, 2(2), 189-200. doi: <https://doi.org/10.55927/jambak.v2i2.7022>
- [8] Jaško, O., Čudanov, M., Jevtić, M., & Krivokapić, J. (2017). *Organizacioni dizajn – pristupi, metode i modeli*. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
- [9] Jones, M. D., Hutcheson, S., & Camba, J. D. (2021). Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: A review. *Journal of Manufacturing Systems*, 60(9), 936-948. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.03.006>
- [10] Krivokapić, J., Milosavljević, M., & Spasenić, Ž. (2023). Organizacioni aspekti digitalne transformacije. *Zbornik radova - XIV Skup privrednika i naučnika SPIN' 23: Digitalni i zeleni razvoj privrede*. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
- [11] Schermerhorn Jr, J. R., Osborn, R. N., Uhl-Bien, M., & Hunt, J. G. (2011). *Organizational Behavior*. John Wiley & Sons.
- [12] Singh, K., Kumar, P., & Kaushik, H. (2023). Impact Of Technology On Employee Behaviour & Performance. *Lingayas's Journal of Professional Studies*, 17(2), 59-76.