Univerzitet u Novom Sadu
Fakultet tehničkih nauka

www.trend.uns.ac.rs



XXXII SKUP TRENDOVI RAZVOJA - 2026.

ZBORNIK RADOVA

TRANSFORMACIJA VISOKOG OBRAZOVANJA U NOVIM TEHNOLOŠKIM OKVIRIMA

KVALITET, ODRŽIVOST I INSTITUCIONALNI RAZVOJ

Uredio: prof. dr Boris Dumnić

Naučno-stručni skupovi TRENDOVI RAZVOJA - TREND

1. ***skup:*** *"Informacione tehnologije i primena u elektroenergetici", Novi Sad, okt.1994.*
2. ***skup:*** *"Električna vozila – pogon i aplikacije", Novi Sad, okt. 1996.*
3. ***skup:*** *"Savremene tehnologije u elektroprivredi", Kopaonik, mart 1997.*
4. ***skup:*** *"Nove tehnologije u elektrodistribuciji", Kopaonik, mart 1998.*
5. ***skup:*** *"Nove tehnologije u elektrodistribuciji", Kopaonik, mart 1999.*
6. ***skup:*** *"Nove tehnologije u elektrodistribuciji", Kopaonik, mart 2000.*
7. ***skup:*** *"Nove tehnologije u elektrodistribuciji", Novi Sad, feb. 2001.*
8. ***skup:*** *"Univerzitet i NT parkovi", Kopaonik, feb. 2002.*
9. ***skup:****"Bolonjski proces I tehnički fakultetiu", Kopaonik, mart 2003.*
10. ***skup:****"Integrisani univerzitet i tehničke struke", Kopaonik, mart, 2004.*
11. ***skup:****"Šta donosi novi zakon o visokom obrazovanju", Kopaonik, mart, 2005.*
12. ***skup****: "Bolonjski proces i primena novog zakona", Kopaonik, mart, 2006.*
13. ***skup****: "Akreditacija Bolonjskih studija", Kopaonik, mart, 2007.*
14. ***skup:*** *"Efikasnost i kvalitet bolonjskih studija", Kopaonik, mart, 2008.*
15. ***skup:*** *"Doktorske studije u Srbiji, regionu i EU", Kopaonik, mart, 2009.*
16. ***skup:*** *"Bolonja 2010: stanje, dileme i perspektive", Kopaonik, mart, 2010.*
17. ***skup:*** *"EVROPA 2020: društvo zasnovano na znanju", Kopaonik, mart, 2011.*
18. ***skup:*** *"Internacionalizacija univerziteta", Kopaonik, februar, 2012.*
19. ***skup:*** *„Univerzitet na tržištu", Maribor, Slovenija, Feb. 2013.*
20. ***skup:*** *"Razvojni potencijal visokog obrazovanja", Kopaonik, Srbija, feb. 2014.*
21. ***skup:*** *"Univerzitet u promenama...", Zlatibor, Srbija, feb. 2015.*
22. ***skup:*** *"Nove tehnologije u nastavi", Zlatibor, Srbija, feb. 2016.*
23. ***skup:*** *„Položaj visokog obrazovanja i nauke u Srbiji", Zlatibor, Srbija, feb. 2017.*
24. ***skup:*** *„Digitalizacija visokog obrazovanja", Kopaonik, Srbija, feb. 2018*
25. ***skup:*** *„Kvalitet visokog obrazovanja", Kopaonik, Srbija, feb. 2019*
26. ***skup:*** *„Inovacije u modernom obrazovanju", Kopaonik, Srbija, feb.2020.*
27. ***skup:*** *„On-line nastava na univerzitetima", Novi Sad, Srbija, feb.2021.*
28. ***skup:*** *„Univerzitetsko obrazovanje za privredu", Kopaonik, Srbija, feb.2022.*
29. ***skup:*** *„Univerzitet pred novim izazovima", Vrnjačka Banja, Srbija, feb.2023.*
30. ***skup:*** *„Nastavnici i saradnici kao centar promena u visokom obrazovanju", Vrnjačka Banja, Srbija, feb.2024*
31. ***skup:*** *„Budućnost visokog obrazovanja: Kvalitet, internacionalizacija, digitalizacija i inovacije", Vrnjačka Banja, Srbija, dec.2025*
32. ***skup:*** *„Transformacija visokog obrazovanja u novim tehnološkim okvirima: Kvalitet, održivost i institucionalni razvoj", Vrnjačka Banja, Novi Sad, Srbija, mart.2026*

Organizator: **FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA – NOVI SAD**

Programski odbor:
1. Prof. dr Boris Dumnić
2. Prof. dr Darko Stefanović
3. Prof. dr Igor Peško
4. Prof. dr Milan Vidaković
5. Prof. dr Dejan Lukić
6. Prof. dr Srđan Kolaković
7. Prof. dr Miroslav Vesković

International Steering Committee:
1. Prof. Mester Gyula, Obuda University, Budapest, H
2. Prof. Darko Knežević, University of Banja Luka, B&H
3. Prof. Branko Blanuša, University of Banja Luka, B&H
4. Prof. Božidar Popović, University of East Sarajevo, B&H
5. Assoc. Prof. Saša Mujović, University of Montenegro, MG
6. Prof. Biljana Stamatovic, UDG, Podgorica, MG
7. Assoc. Prof. Marian Greconici, Polytechnica Timisoara, RO
8. Prof. Damir Šljivac, University of Osijek, CRO
9. Prof. Danijel Topić, University of Osijek, CRO
10. Prof. Dimitar Taškovski, UKIM, Skopje, NMK
11. Prof. Ljupco Karadžinov, UKIM, Skopje, NMK
12. Prof. dr Rogerio Dionisio, Politécnico de CB, Portugal

Organizacioni odbor:
1. Prof. dr Boris Dumnić
2. Prof. dr Darko Stefanović
3. Prof. dr Igor Peško
4. Prof. dr Milan Vidaković
5. Prof. dr Dejan Lukić
6. Prof. dr Srđan Kolaković
7. Sara Koprivica
8. Dragomir Nikolić
9. Ljubinka Gerić
10. doc. dr Minja Bolesnikov
11. Prof. dr Zoltan Čorba
12. Marko Štaka
13. Ana Đurić
14. Aleksandra Hornjak
15. Valentina Vrebalov
11. Milan Jovin
12. Katarina Marinković
13. Prof. dr Aleksandra Pešterac
14. doc. dr.Barbara Vujkov

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

378.4(082)

СКУП Трендови развоја (32 ; 2026 ; Врњачка Бања)
Zbornik radova / XXXII skup Trendovi razvoja [sa temom] "Transformacija visokog obrazovanja u novim tehnološkim okvirima - kvalitet, održivost i institucionalni razvoj", Vrnjačka Banja, 2026. ; uredio Boris Dumnić. - Novi Sad : Fakultet tehničkih nauka, 2026 (Novi Sad : FTN, Grafički centar GRID). - 284 str. ; 30 cm

Tiraž 25. - Rezime na engl. jeziku uz svaki rad. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-6022-770-8

a) Високошколско образовање -- Иновације -- Зборници

COBISS.SR-ID 190049033

Izdavač:
Fakultet tehničkih nauka
Univerziteta u Novom Sadu
Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad,
Tel: 021/ 450-810
Fax: 021/ 458-133
e-mail: ftndean@uns.ac.rs,
www.trend.uns.ac.rs

Tehnička obrada:
Sara Koprivica, MSc
Nikolić Dragomir, MSc
Prof. dr Zoltan Čorba
Ana Đurić, MSc
Marko Štaka, Msc
Aleksandra Hornjak, Msc
Milan Jovin, Msc

Umnoženo u Novom Sadu, Marta 2026. *Napomena: Organizator ne zastupa stavove, niti je odgovoran za tačnost podataka iznetih u radovima, već su to isključivo gledišta autora. Organizaciju ovog skupa su pomogli Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija, Republike Srbije, Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost AP Vojvodine i IEEE Serbia and Montenegro Section-Education Society Chapter.*

P R E D G O V O R

32. naučno-stručni skup TREND 2026 nastavlja svoju tradiciju posvećenosti unapređenju visokog obrazovanja i stvaranju prostora za razmenu znanja, iskustava i dobrih praksi među nastavnicima, saradnicima i istraživačima. Glavni skup,1 se održava u Vrnjačkoj Banji, ističući dugoročnu posvećenost temama koje određuju pravce razvoja savremenog obrazovanja u Republici Srbiji i šire. Ovogodišnji Trend 2026, pored skupa u Vrnjačkoj Banji, obogaćen je i dodatnim skupovima „satelitima“, takođe u okviru Trend 2026, koji se održavaju u Novom Sadu.

XXXII skup posvećen je Transformaciji visokog obrazovanja u novim tehnološkim okvirima. U središtu pažnje nalaze se sledeće teme: kvalitet visokog obrazovanja u tehnološki intenzivnom okruženju; akreditacija ustanova i studijskih programa kao osnova za obezbeđenje i unapređenje kvaliteta; institucionalni razvoj, upravljanje i dugoročna održivost visokoškolskih ustanova; nauka i istraživanje kao pokretač društvenih i tehnoloških promena; internacionalizacija i unapređenje saradnje sa privredom; razvoj znanja, bezbednosti i savremenih tehnologija u oblasti nuklearne energije.

Tematske celine ovogodišnjeg skupa odražavaju ključne izazove sa kojima se suočava visoko obrazovanje u uslovima ubrzanog tehnološkog razvoja. U fokusu su unapređenje kvaliteta nastavnog procesa i studijskih programa, razvoj kompetencija relevantnih za privredu i društvo, primena digitalnih alata i savremenih tehnologija u obrazovanju, kao i jačanje interdisciplinarnosti u učenju i istraživanju. Poseban segment programa posvećen je sagledavanju uloge visokog obrazovanja u izgradnji stručnih kapaciteta u oblasti nuklearne energije, unapređenju kulture bezbednosti i odgovornoj primeni inovacija, kroz plenarne sesije, panel diskusije i tematske razgovore.

Ovogodišnji skup obuhvata ukupno 70 naučno-stručnih doprinosa koji se odnose na razvoj visokog obrazovanja. Radove je pripremilo 220 autora iz pet država - Estonije, Mađarske, Slovačke, Srbije i Nemačke, koji kroz različite pristupe i perspektive obrađuju najvažnije aspekte transformacije univerziteta. Program skupa obuhvata dve uvodne sesiju, tri plenarne sesije i dve poster sesije, pri čemu je 14 radova predstavljeno u plenarnoj formi, dok je 56 radova izloženo u okviru poster-dijaloga, čime se podstiče neposredna razmena mišljenja.

Pored tradicionalnih sesija, program je upotpunjen panel diskusijom, kao i radionicom koju i ove godine organizuje MDPI, čime se dodatno podstiče direktna komunikacija i razmena iskustava između autora i urednika. Raznovrsnost tema i međunarodni karakter skupa doprinose sadržajno bogatom i dinamičnom programu, koji otvara prostor za profesionalnu diskusiju, umrežavanje i razvoj novih oblika saradnje.

Zbornik radova TREND 2026 biće dostupan u digitalnoj formi na zvaničnoj internet stranici skupa, kao i u ograničenom broju štampanih primeraka namenjenih arhivskim i bibliotečkim fondovima. Po završetku skupa biće formulisani tradicionalni zaključci, koji će biti upućeni relevantnim institucijama sa ciljem daljeg unapređenja visokog obrazovanja i naučnoistraživačkog rada.

Prezentacije svih radova održaće se uživo, dok će poster sesije pružiti direktnu priliku za razmenu ideja i diskusiju između autora i učesnika. Organizatori veruju da će skup pružiti kvalitetan okvir za predstavljanje naučnih i stručnih doprinosa, kao i za aktivno učešće svih učesnika u programu, na obostrano zadovoljstvo i u duhu kontinuiranog razvoja akademske zajednice.

U Novom Sadu,
03. marta 2026.

Prof. dr Boris Dumnić, dipl.ing.
Urednik zbornika

SADRŽAJ

Oznaka rada	Naslov rada, autori, institucije	Str.
T1.1	**EDUKACIJA BUDUĆIH PROJEKTNIH MENADŽERA: DINAMIČKO UČENJE STUDENATA O VEŠTAČKOJ INTELIGENCIJI** *Nikola Vojtek[1], Vladan Pantović[2], Ivan Vulić[3]* *[1,2,3]Fakultet za projektni i inovacioni menadžment prof. dr Petar Jovanović, Srbija*	1-4
T1.2	**INTERAKTIVNI MODEL NASTAVE I OCENJIVANJA KAO INSTRUMENT UNAPREĐENJA KVALITETA VISOKOG OBRAZOVANJA** *Jelena Spajić[1], Nikolina Milošević[2], Bojana Milić[3], Dunja Bošković[4], Danijela Lalić[5]* *[1,2,3,4,5]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	5-8
T1.3	**SAVREMENE METODE IZVOĐENJA NASTAVE U VISOKOM OBRAZOVANJU U OBLASTI EKONOMSKIH NAUKA** *Katarina Soleša[1], Ivana Brkić[2], Jelena Vapa Tankosić[3]* *[1,2,3]Univerzitet Privredna akademija,Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu, Srbija*	9-11
T1.4	**KOMPETENCIJE NASTAVNIKA ZA OČUVANJE KVALITETA NASTAVE U AI OKRUŽENJU** *Dunja Bošković[1], Jelena Spajić[2], Bojana Milić[3], Danijela Lalić[4]* *[1,2,3,4]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	12-15
T1.5	**PROFIL AI PISMENOSTI U VISOKOM OBRAZOVANJU** *Bojana Milić[1], Jelena Spajić[2], Nikolina Milošević[3], Dunja Bošković[4], Danijela Lalić[5]* *[1,2,3,4,5]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	16-19
T1.6	**DIGITALNA PRIVATNOST STUDENATA I PORODICE: ETIČKE DILEME I KRIVIČNOPRAVNA ZAŠTITA U ERI ONLINE OBRAZOVANJA** *Dalibor Krstinić[1], Nenad Bingulac[2], Đorđe Sančanin[3], Jelena Matijašević[4], Sanja Škorić[5]* *[1,2,3,4,5]Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe u Novom Sadu, Srbija*	20-22
T1.7	**ULOGA MEHANIKE U TRANSDISCIPLINARNOM INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU - IZAZOVI I POSLEDICE MARGINALIZACIJE TEMELJNIH INŽENJERSKIH DISCIPLINA** *Zvonko Rakarić[1]* *[1]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	23-26
T1.8	**STUDENT RESPONSE SYSTEMS AS A QUALITY LEVER IN UNIVERSITY ESP CLASSES: A COMPARATIVE REVIEW OF KAHOOT! AND MENTIMETER** *Vojislav Jovanović[1], Jelena Zivlak[2]* *[1]University of Criminal Investigation and Police Studies, Serbia* *[2]University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia*	27-30
T1.9	**BIBLIOMETRIJSKA PERSPEKTIVA NAUČNIH TRENDOVA I SARADNJE: PRIMER FUTURE-BME KONFERENCIJE** *Milica Njegovan Gužvica[1], Andrea Ivanišević[2], Jovana Topalić[3]* *[1]Univerzitet Union – Nikola Tesla, Fakultet za menadžment, Srbija* *[2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	31-34
T1.10	**JEZIČKE KARAKTERISTIKE NAUČNIH RADOVA KAO FAKTOR KVALITETA VISOKOG OBRAZOVANJA: UPOTREBA PASIVA U ENGLESKOM JEZIKU ZA INŽENJERSTVO NA OSNOVU KORPUSA IZ INŽENJERSKOG MENADŽMENTA** *Jelena Zivlak[1], Vojislav Jovanović[2], Jelisaveta Šafranj[3]* *[1,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija* *[2]Kriminalističko-policijski univerzitet u Beogradu, Srbija*	35-38
T1.11	**DIGITALIZACIJA OBRAZOVANJA U ERI POST-POSTMODERNIZMA – IZMEĐU TEHNOLOGIJE I AUTENTIČNOSTI** *Bojana Borković[1], Danica Stanković[2], Vesna Bulatović[3]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Akademija umetnosti, Srbija* *[3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	39-42
T1.12	**CHATGPT 5.2 I FINANSIJSKA MATEMATIKA: ANALIZA TAČNOSTI I OBRAZOVNE VREDNOSTI GENERISANIH REŠENJA** *Nemanja Vučićević[1], Marina Svičević[2], Aleksandar Milenković[3], Miloš Pavković[4], Jelica Protić[5]* *[1,2,3]Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Srbija* *[4]Univerzitet Singidunum, Srbija* *[5]Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija*	43-46
T1.13	**ИНОВАЦИЈА СИСТЕМА ЗА ДАЉИНСКО УЧЕЊЕ КОРИШЋЕЊЕМ ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ** *Vladimir Šipovac[1], Dalibor Krstinić[2], Nenad Bingulac[3], Dejan Logarušić[4]* *[1,2,3,4]Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Srbija*	47-51
T1.14	**NIVOI ZRELOSTI I STRATEŠKO PLANIRANJE** *Kristijan Lazić[1], Dragan Jovičić[2], Vladan Pantović[3], Nebojša Nikolić[4], Filip Jovanović[5]* *[1]Argo IT, Beograd, Srbija* *[2]PHOENIX Pharma SE, Nemačka* *[3,4,5]Fakultet za projektni i inovacioni menadžment prof. dr Petar Jovanović, Srbija*	52-55
T1.15	**VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I HIBRIDNE TEHNIKE PROJEKTNOG MENADŽMENTA U KONTINUIRANOJ IT REVIZIJI** *Dragan Jovičić[1], Kristijan Lazić[2], Vladan Pantović[3], Katarina Pavlović[4], Dušan Vujošević[5]* *[1]PHOENIX Pharma SE, Nemačka* *[2]Argo IT, Srbija* *[3,4]Fakultet za projektni i inovacioni menadžment prof. dr Petar Jovanović, Srbija* *[5]Računarski fakultet, Srbija*	56-59

Oznaka rada	Naslov rada, autori, institucije	Str.
T1.16	**IZAZOVI AKADEMSKE ETIKE I INTEGRITETA U PRIMENI GENERATIVNE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U STUDENTSKOM RADU** *Vanja Urošev[1], Iva Šiđanin[2]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**60-63**
T1.17	**UPRAVLJANJE VREMENOM KAO DETERMINANTA KVALITETA VISOKOG OBRAZOVANJA U TEHNOLOŠKI INTENZIVNOM OKRUŽENJU** *Sanja Stanisavljev[1], Vesna Makitan[2], Ivana Berković[3], Eleonora Brtka[4]* *[1,2,3,4]Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, Srbija*	**64-67**
T1.18	**KORIŠĆENJE SIMULATORA RADA DIGITALNIH KOLA RADI UNAPREĐENJA NASTAVE IZ PREDMETA DIGITALNA ELEKTRONIKA** *Mirjana Damnjananović[1], Milica Kisić[2], Dragomir Nikolić[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**68-71**
T1.19	**KORIŠĆENJE SOVA PLATFORME: ANALIZA LOG PODATAKA KURSEVA DIIM-A U ZIMSKOM SEMESTRU 2025/26** *Branislav Bogojević[1], Bojan Lalić[2], Tanja Todorović[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**72-75**
T1.20	**DIGITALNI ALATI I TEHNOLOGIJE ZA UČENJE STUDENATA SA DISLEKSIJOM** *Lidija Trifunović[1]* *[1]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**76-78**
T1.21	**ULOGA FUNDAMENTALNIH NAUČNIH DISCIPLINA U TEHNOLOŠKI INTENZIVNOM OKRUŽENJU** *Nenad Grahovac[1], Miodrag Žigić[2]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**79-82**
T1.22	**TEORIJSKA I PRIMENJENA MEHANIKA U NAUCI I INŽENJERSTVU** *Miodrag Žigić[1], Nenad Grahovac[2]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**83-86**
T1.23	**IZAZOVI I MOGUĆNOSTI PRIMENE PERSONALIZOVANOG UČENJA UZ PRIMENU GENERATIVNE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE** *Dragan Domazet[1]* *[1]Metropolitan univerzitet u Beogradu, Fakultet informacionih tehnologija, Srbija*	**87-90**
T1.24	**DESIGNING AND VERIFYING AUTONOMOUS VEHICLE PERCEPTION SYSTEMS** *Jelena Pisarov[1]* *[1]Nikola Tesla - Serbian Cultural and Educational Center, Hungary*	**91-95**
T1.25	**AKADEMSKI INTEGRITET U ERI GENERATIVNE AI: OD DETEKCIJE KA DIZAJNU OCENJIVANJA** *Milan Jovin[1], Sara Koprivica[2]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**96-98**
T1.26	**PRIMENA SOLIDWORKS/SOLIDCAM SOFTVERA U NASTAVI: PRILAZ U AUTOMATIZACIJI PROJEKTOVANJA PROIZVODA I TEHNOLOŠKIH PROCESA IZRADE** *Dejan Božić[1], Mijodrag Milošević[2], Dejan Lukić[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**99-102**
T1.27	**BIBLIOMETRIJSKA ANALIZA POVLAČENJA NAUČNIH PUBLIKACIJA ZA PERIOD 2014-2025** *Sara Koprivica[1], Ana Đurić[2], Aleksandra Hornjak[3], Milan Jovin[4], Darko Stefanović[5]* *[1,2,3,4,5]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**103-106**
T1.28	**SHORT-FORM EDUCATIONAL ARCHITECTURE IN BUSINESS SCHOOLS: STRATEGIC POSITIONING OF MICRO-CREDENTIALS AT THE UNIVERSITY LEVEL** *Minja Bolesnikov[1], Bojan Lalić[2]* *[1,2]University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia*	**107-110**
T1.29	**NACIONALNI OKVIR KVALIFIKACIJA U AKREDITACIJI VISOKO OBRAZOVNIH INSTITUCIJA REPUBLIKE SRBIJE** *Nemanja Tasić[1], Milan Delić[2]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**111-114**
T2.1	**SISTEMSKI PRISTUP MODERNIZACIJI STUDIJSKIH PROGRAMA MEHATRONIKE U PROCESU REAKREDITACIJE** *Ivana Šenk[1], Vule Reljić[2], Srđan Savić[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**115-118**
T2.2	**PREGLED MASTER STRUKOVNIH STUDIJA NA VISOKOOBRAZOVNIM INSTITUCIJAMA ČIJI OSNIVAČ JE AP VOJVODINA** *Dejan Nemec[1]* *[1]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**119-122**
T2.3	**PREGLED OSNOVNIH STRUKOVNIH STUDIJA NA VISOKOOBRAZOVNIM INSTITUCIJAMA ČIJI OSNIVAČ JE AP VOJVODINA** *Dejan Nemec[1]* *[1]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**123-126**
T3.1	**THE GLOBAL MARKET FOR ONLINE UNIVERSITIES WITHIN THE FRAMEWORK OF GREEN ECONOMIC MODELS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT** *Branislav Dudić[1], Alexandra Mittelman[2], Eleonóra Beňová[3], Sanja Škorić[4], Dejan Logarušić[5] [1,2,3]Comenius University Bratislava, Faculty of Management, Slovakia* *[4,5]University Business Academy Novi Sad, Faculty of Law for Commerce and Judiciary, Serbia*	**127-129**

Oznaka rada	Naslov rada, autori, institucije	Str.
T3.2	**NORMATIVNA I SIMBOLIČKA ODRŽIVOST VISOKOŠKOLSKIH USTANOVA U USLOVIMA SAVREMENIH DRUŠTVENIH PROMENA** *Jovana Đonlić[1]* *[1]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**130-133**
T3.3	**KODEKS PROFESIONALNE ETIKE UNIVERZITETA U SRBIJI** *Sanja Škorić[1], Nenad Bingulac[2], Dalibor Krstinić[3], Dejan Logarušić[4], Đorđe Sančanin[5]* *[1,2,3,4,5]Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Srbija*	**134-137**
T3.4	**RAZVOJ DIGITALNIH KOMPETENCIJA NASTAVNIKA U VISOKOM OBRAZOVANJU: HR PERSPEKTIVA** *Katarina Milošević[1], Ivana Katić[2]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**138-141**
T3.5	**RAZVOJ, UPRAVLJANJE I ODRŽIVOST VISOKOŠKOLSKIH USTANOVA – IZMEĐU DRUŠTVENOG INTERESA I TRŽIŠNIH PRINCIPA** *Ranko Bojanić[1]* *[1]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**142-145**
T4.1	**KVANTNA INFRASTRUKTURA I KVANTNI EKOSISTEM: VISOKO OBRAZOVANJE KAO KLJUČNI FAKTOR TRANSFORMACIJE I GENERATOR STRUČNIH KOMPETENCIJA** *Nebojša Ralević[1], Vladimir Đaković[2], Bojana Velečković Gajinović[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**146-149**
T4.2	**NAUČNI I TEHNOLOŠKI RAZVOJ KAO FAKTOR TRANSFORMACIJE ETIČKIH STANDARDA U KRIVIČNOM I PREKRŠAJNOM PRAVU** *Nenad Bingulac[1], Jelena Matijašević[2], Sanja Škorić[3], Dalibor Krstinić[4], Đorđe Sančanin[5]* *[1,2,3,4,5]Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Srbija*	**150-153**
T4.3	**PREGLED NAUČNOISTRAŽIVAČKE DELATNOSTI FAKULTETA TEHNIČKIH NAUKA** *Milan Vidaković[1], Milana Vrtunski[2]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**154-159**
T4.4	**DIGITAL SERVICES IN PUBLISHING: END-TO-END SUPPORT FOR ACADEMIC CONTENT MANAGEMENT** *Ugljesa Marjanovic[1]* *[1]University of Novi Sad, Faculty of Technical Science, Serbia*	**160-163**
T4.5	**UTICAJ VEŠTAČKE INTELIGENCIJE NA GLOBALNO POSLOVANJE** *Jelena Petrović[1], Igor Graić[2], Milena Savković[3], Branislav Bogojević[4], Bojana Savić[5], Danijela Gračanin[6], Tanja Todorović[7]* *[1,2,3,4,5,6,7]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**164-167**
T4.6	**INSTITUCIONALNA DIJAGNOSTIKA ISTRAŽIVAČKIH KARIJERA U SKLADU SA PRINCIPIMA EVROPSKE POVELJE ZA ISTRAŽIVAČE NA PRIMERU FAKULTETA TEHNIČKIH NAUKA** *Danijela Ćirić Lalić[1], Maja Petrović[2]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**168-171**
T4.7	**CONCEPTUAL METAPHOR AS A MODEL OF KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: THE CONCEPTUALIZATION OF ORGANIZATION IN ESP** *Jelena Zivlak[1], Marina Katić[2], Aleksandra Kardoš Stojanović[3]* *[1,2,3]University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia*	**172-175**
T4.8	**GEMINI IN ACTION. ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTING THE OFFICE WORK.** *Janos Santa[1]* *[1]Metropolitan Univesity Belgrade / Imerys Kiln Furniture Szeged, Hungary*	**176-181**
T4.9	**JAZ IZMEĐU ISTRAŽIVANJA I TRŽIŠTA U EDTECH-U: ANALIZA BARIJERA I MODELI KOMERCIJALIZACIJE** *Igor Graić[1], Sebastian Sschwaebe[2], Jelena Petrović[3], Milena Savković[4], Bojana Savić[5]* *[1,3,4,5]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija* *[2]Blinc company, Nemačka*	**182-187**
T4.10	**FAZE U RAZVOJU KURIKULUMA U VISOKOM OBRAZOVANJU NA PRIMERU PROJEKTA ESG4PMCHANGE** *Bojana Savić[1], Danijela Ćirić Lalić[2], Milena Savković[3], Igor Graić[4], Jelena Petrović[5]* *[1,2,3,4,5]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**188-191**
T4.11	**ZNAČAJ ORCID IDENTIFIKATORA NA PORTALU ENAUKA I ANALIZA STRUKTURE UNETIH REZULTATA PREMA TIPU ZAPISA** *Jelena Matijašević[1], Nenad Bingulac[2], Dalibor Krstinić[3]* *[1,2,3]Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Srbija*	**192-195**
T4.12	**NAJNOVIJA RANG LISTA ISTRAŽIVAČA SRBIJE I SRPSKE AKADEMIJE NAUKA I UMETNOSTI U 2026 GOD.** *Gyula Dr. Mester[1]* *[1]Univerzitet u Segedinu, Fakultet inženjerstva, Mađarska*	**196-201**
T4.13	**HUNGARIAN SCIENCE BIBLIOGRAPHY** *Gyula Mester[1]* *[1]University of Szeged, Faculty of Engineering, Hungary*	**202-205**
T5.1	**LOKALIZACIJA ANGLICIZAMA U SLUŽBI GLOBALNOG MARKETINGA** *Marina Katić[1], Aleksandra Kardoš Stojanović[2], Jelena Zivlak[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**206-209**

Oznaka rada	Naslov rada, autori, institucije	Str.
T5.2	**AGROBIZNIS KAO POTENCIJAL ZA PROFESIONALNI I LIČNI RAZVOJ MLADIH STUDENATA** *Branislav Dudić[1], Eleonóra Beňová[2], Alexandra Mittelman[3], Vladimir Pejanović[4], Milan Bertić[5]* *[1,2,3]Univerzitet Komenskog u Bratislavi, Fakultet za menadžment, Slovačka* *[4]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija* *[5]Univerzitet Privredna akademija, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Srbija*	**210-212**
T5.3	**PREDLOG MODELA STRUČNE PRAKSE U OBRAZOVANJU ARHITEKATA** *Aleksandra Milinković[1], Dijana Brkljač[2], Stefan Škorić[3], Ivana Šanjević[4]* *[1,2,3,4]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**213-216**
T5.4	**ULOGA ERAZMUS+ POZIVA U PODSTICAJU INTERNACIONALIZACIJE NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU** *Marko Štaka[1], Slavko Rakić[2], Danilo Nikolić[3]* *[1,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija* *[2]Tehnološki univerzitet u Talinu, Estonija*	**217-220**
T5.5	**POLOŽAJ I KONKURENTNOST UNIVERZITETA U NOVOM SADU U KONTEKSTU EVROPSKIH PROJEKATA: ANALIZA PARTNERA IZ SRBIJE** *Marko Štaka[1], Miroslav Stefanović[2], Darko Stefanović[3], Slavko Rakić[4]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija* *[4]Tehnološki univerzitet u Talinu, Estonija*	**221-224**
T5.6	**PODSTICANJE PREDUZETNIŠTVA MLADIH U SRBIJI: IZAZOVI I PERSPEKTIVE** *Aleksandar Vekić[1], Jelena Borocki[2], Angela Fajsi[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**225-228**
T5.7	**ULOGA PRIVREDNIH SUBJEKATA U MEĐUNARODNIM MEHANIZMIMA ENERGETSKE BEZBEDNOSTI** *Nenad Bingulac[1], Stevan Lemić[2], Predrag Koviljac[3]* *[1]Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Srbija* *[2]ECI, Novi Sad, Srbija*	**229-232**
T5.8	***ULOGA I ZNAČAJ STEJKHOLDERA U IMPLEMENTACIJI MEĐUNARODNIH INTERREG PROJEKATA*** *Milena Krklješ[1], Marina Carević Tomić[2], Dejana Nedučin[3], Darko Reba[4]* *[1,2,3,4]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**233-236**
T5.9	**MESTO, ULOGA I ZNAČAJ VISOKOG OBRAZOVANJA KROZ PRIZMU ODRŽIVOG RAZVOJA INOVACIONIH EKOSISTEMA** *Milica Borocki[1], Vladimir Đaković[2], Nebojša Ralević[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**237-240**
T5.10	**UTICAJ INTERNACIONALIZACIJE NA RAZVOJ SARADNJE IZMEĐU UNIVERZITETA I PRIVREDE** *Darko Dulić[1], Nenad Simeunović[2], Anja Janković Žugić[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**241-244**
T5.11	**PREGLED I ANALIZA MODELA STRUČNE PRAKSE U VISOKOM OBRAZOVANJU** *Milena Savković[1], Bojana Savić[2], Branislav Bogojević[3], Jelena Petrović[4], Igor Graić[5], Danijela Ćirić Lalić[6]* *[1,2,3,4,5,6]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**245-248**
T6.1	**SAVREMENI LAKOVODNI REAKTORI GENERACIJE III+ I SMR: TEHNOLOŠKI RAZVOJ I IMPLIKACIJE ZA VISOKO OBRAZOVANJE** *Đorđe Lazarević[1], Selena Samardžić Cvijanović[2]* *[1]Elektrotehnički institut Nikola Tesla a.d. Beograd, Srbija* *[2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*	**249-252**
T6.2	**NUKLEARNA FORENZIKA KAO SAVREMENI IZAZOV KRIMINALISTIKE I BEZBEDNOSTI** *Nenad Bingulac[1], Dalibor Krstinić[2], Dejan Logarušić[3], Vladimir Šipovac[4], Livija Panić Miletić[5]* *[1,2,3,4,5]Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Srbija*	**253-256**
T6.3	**OBRAZOVNI EKOSISTEM KAO POKRETAČ RAZVOJA NUKLEARNOG ENERGETSKOG SEKTORA** *Ivana Lončarević[1], Boris Dumnić[2], Miroslav Vesković[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**257-260**
T6.4	**НУКЛЕАРНА ЕНЕРГИЈА КАО СИСТЕМ ЗНАЊА, БЕЗБЕДНОСТИ И ДИГИТАЛНИХ ТЕХНОЛОГИЈА: ЗАШТО ЈЕ ВИСОКО ОБРАЗОВАЊЕ КРИТИЧНА ИНФРАСТРУКТУРА** *Miroslav Vesković[1], Ivana Lončarević[2], Boris Dumnić[3]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**261-265**
T6.5	**KULTURA NUKLEARNE BEZBEDNOSTI, RIZICI U ZAŠTITI OD ZRAČENJA I ULOGA UNIVERZITETA** *Vesna Spasić Jokić[1]* *[1]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Serbia*	**266-269**
T6.6	**ZNANJE KAO OSNOVA RAZVOJA NUKLEARNE ENERGETIKE U SRBIJI: ULOGA UNIVERZITETA I INSTITUCIONALNOG OKVIRA** *Selena Samardžić Cvijanović[1], Đorđe Lazarević[2]* *[1]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija* *2Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Srbija*	**270-273**
T6.7	**RAZVOJ INŽENJERSKIH PROFILA ZA NUKLEARNU ENERGETIKU U REPUBLICI SRBIJI: IZAZOVI I INSTRUMENTI** *Miroslav Kljajić[1], Boris Dumnić[2]* *[1,2]Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija*	**274-277**

Oznaka rada	Naslov rada, autori, institucije	Str.
T6.8	**ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЈА И ПРИМЕНА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ У РЕГУЛАТОРНИМ АСПЕКТИМА НУКЛЕАРНИХ ТЕХНОЛОГИЈА И НУКЛЕАРНЕ ЕНЕРГЕТИКЕ** *Платон Совиљ[1], Сара Касаповић[2], Стефан Мирковић[3], Весна Спасић-Јокић[4]* *[1,2,3,4]Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Srbija*	**278-280**
T6.9	**OBRAZOVANJE MLADIH U OBLASTI NUKLEARNIH NAUKA: PRIMERI DOBRE PRAKSE** *Jovana Knežević Radić[1], Dušan Mrđa[2], Sofija Forkapić[3], Predrag Kuzmanović[4], Miloš Garabandić[5]* *[1,2,3]Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Srbija* *[4]Kriminalističko-policijski univerzitet, Srbija* *[5]Gimnazija Isidora Sekulić, Srbija*	**281-284**

EDUKACIJA BUDUĆIH PROJEKTNIH MENADŽERA: DINAMIČKO UČENJE STUDENATA O VEŠTAČKOJ INTELIGENCIJI

Nikola Vojtek[1], Vladan Pantović[2], Ivan Vulić[3]
[1,2,3]*Fakultet za projektni i inovacioni menadžment prof. dr Petar Jovanović, Beograd, Srbija*
[1]*Smart Consulting Agency, Beograd, Srbija*
[2]*Digital Business Consulting, Beograd, Srbija*
[1]nikola@smartconsulting-agency.com, [2]vladan@pantovic.rs, [3]vulic.ivan@gmail.com

Kratak sadržaj: *Studenti današnjice predstavljaju buduće eksperte u različitim oblastima poslovanja, tehnologije i upravljanja projektima, zbog čega je neophodno da se obrazovni proces prilagodi realnim izazovima koji ih očekuju u praksi. U okviru nastavnih predmeta koji obuhvataju projektni menadžment, veštačku inteligenciju i njenu primenu, kao i poslovne procese i automatizaciju, klasični, statični pristupi učenju više nisu dovoljni za razvoj kompetencija potrebnih u savremenom poslovnom okruženju. Ovaj rad prikazuje koncept dinamičkog učenja, u kome se kroz samu strukturu i dinamiku predmeta studenti sistematski pripremaju za praktične zadatke, samostalno donošenje odluka i rešavanje kompleksnih problema u realnim uslovima. Poseban akcenat stavljen je na kombinaciju različitih metoda rada, uključujući aktivno učešće studenata na predavanjima, izradu projektnog zadatka, studentske prezentacije, diskusije, kao i strukturisana pitanja za proveru znanja. Udžbenik „Upravljanje projektima nove generacije - Veštačka inteligencija i agilnost" osmišljen je u skladu sa ovim principima i ne predstavlja samo izvor teorijskih informacija, već i vodič koji studentima pokazuje kako da uče, kako da razmišljaju van unapred definisanih okvira i kako da samostalno istražuju, analiziraju i povezuju informacije. Na ovaj način studenti se pripremaju za kontinuirano učenje i efikasno rešavanje problema u realnom poslovnom i projektnom okruženju.*

Ključne reči: veštačka inteligencija, dinamičko učenje, projektni menadžment, visoko obrazovanje, projektno učenje, studentska angažovanost

EDUCATION OF FUTURE PROJECT MANAGERS: DYNAMIC ARTIFICIAL INTELLIGENCE LEARNING

Abstract: *Today's students represent future experts in various fields of business, technology, and project management, which makes it necessary to align educational processes with the real-world challenges they will face in practice. In courses covering project management, artificial intelligence and its application, as well as business processes and automation, traditional and static learning approaches are no longer sufficient for developing competencies required in modern professional environments. This paper presents the concept of dynamic learning, in which the structure and delivery of the course itself are designed to systematically prepare students for practical tasks, independent decision-making, and solving complex problems in real-world conditions. Particular emphasis is placed on combining different teaching methods, including active student participation during lectures, project-based assignments, student presentations, discussions, and structured assessment questions. The textbook "Next-Generation Project Management - Artificial Intelligence and Agility" is designed in accordance with these principles and serves not only as a source of theoretical knowledge but also as a guide that demonstrates how students should learn, think beyond predefined frameworks, and independently explore, analyze, and connect information. In this way, students are prepared for continuous learning and effective problem-solving in real business and project environments.*

Key Words: artificial intelligence, dynamic learning, project management, higher education, project-based learning, student engagement

1. UVOD

Razvoj veštačke inteligencije u poslednjoj deceniji značajno je promenio način na koji se organizacije suočavaju sa složenim poslovnim i projektnim izazovima [1], što direktno utiče i na zahteve koji se postavljaju pred buduće profesionalce.

Studenti visokoškolskih ustanova danas se ne obrazuju za jasno definisana, stabilna zanimanja, već za uloge koje podrazumevaju kontinuirano učenje [2], prilagođavanje promenama i rešavanje kompleksnih, često nedovoljno strukturisanih problema. Zbog toga savremeni studenti zahtevaju drugačiji obrazovni pristup, u kome se znanje ne posmatra kao statičan skup informacija, već kao sposobnost razmišljanja, analize i primene u realnom kontekstu [3]. U okviru nastavnih predmeta koji obuhvataju projektni menadžment, veštačku inteligenciju i njenu primenu, kao i poslovne procese i automatizaciju, tradicionalni modeli nastave zasnovani na pasivnom slušanju i reprodukciji gradiva više nisu dovoljni za razvoj kompetencija potrebnih u savremenom poslovnom okruženju. Cilj ovog rada je

da prikaže koncept dinamičkog učenja kao metodološki okvir za edukaciju studenata u oblasti veštačke inteligencije, sa posebnim fokusom na pripremu studenata za praktične zadatke, samostalno donošenje odluka i rešavanje problema u realnom poslovnom i projektnom okruženju.

U nastavku rada, u drugom poglavlju razmatraju se ključni izazovi u edukaciji studenata u oblasti veštačke inteligencije, sa posebnim fokusom na ograničenja tradicionalnih nastavnih pristupa. Treće poglavlje posvećeno je konceptu dinamičkog učenja kao metodološkom okviru, uz opis osnovnih principa i nastavnih metoda koje podstiču aktivno učešće studenata. U četvrtom poglavlju prikazana je primena ove metodologije kroz nastavni proces i udžbenik „Upravljanje projektima nove generacije - Veštačka inteligencija i agilnost", kao i primeri iz prakse. Na kraju, u petom poglavlju izneti su zaključci i pravci daljeg unapređenja obrazovnog pristupa u oblasti veštačke inteligencije.

2. IZAZOVI U EDUKACIJI STUDENATA U OBLASTI VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

Razvoj veštačke inteligencije karakteriše izuzetno brza promena tehnologija, alata i znanja, što predstavlja značajan izazov za obrazovni sistem. Nastavni sadržaji u ovoj oblasti vrlo brzo zastarevaju, dok se od studenata očekuje da razumeju principe koji prevazilaze konkretne tehnologije i alate. Dodatni izazov predstavlja činjenica da studenti dolaze sa različitim nivoima predznanja, kako iz oblasti informacionih tehnologija, tako i iz oblasti poslovanja i upravljanja projektima. Istraživanja pokazuju da ovakva različitost studentske populacije zahteva fleksibilnije obrazovne modele koji omogućavaju prilagođavanje različitim stilovima i trendovima učenja, naročito u kontekstu primene veštačke inteligencije u visokom obrazovanju [3].

U praksi se često uočava da se edukacija o veštačkoj inteligenciji previše oslanja na konkretne alate i tehnološka rešenja, dok se manje pažnje posvećuje razumevanju osnovnih koncepata, ograničenja i konteksta njihove primene. Takav pristup može dovesti do površnog usvajanja znanja, gde studenti znaju kako da koriste određeni alat, ali ne i zašto ga koriste niti kakve posledice donete odluke mogu imati u realnom poslovnom ili projektnom okruženju. Fokus na alate, umesto na procese razmišljanja i donošenje odluka, negativno utiče na razvoj kritičkog mišljenja i samostalnog prosuđivanja, što je prepoznato kao jedan od ključnih izazova savremenog obrazovanja u eri veštačke inteligencije [4].

Pored toga, tradicionalni nastavni modeli često ne obezbeđuju dovoljnu pripremu studenata za praktične i interdisciplinarne probleme koji zahtevaju kombinovanje znanja iz više oblasti, kao što su tehnologija, poslovni procesi, organizacija rada, upravljanje resursima i rizicima. U savremenom poslovnom okruženju od budućih profesionalaca se očekuje sposobnost sistemskog razmišljanja, primene procesnog pristupa, sagledavanja međuzavisnosti i donošenja informisanih odluka u uslovima neizvesnosti. Zbog toga se javlja potreba za obrazovnim pristupom koji podstiče razvoj kritičkog i sistemskog razmišljanja, kao i aktivno povezivanje teorijskih znanja sa praktičnim primerima i realnim problemima.

3. DINAMIČKO UČENJE KAO METODOLOŠKI OKVIR

Dinamičko učenje se odnosi na obrazovni pristup i zasniva se na aktivnom uključivanju studenata u nastavni proces, konstantnoj interakciji i prilagođavanju sadržaja i metoda rada realnim potrebama i kontekstu primene. Za razliku od tradicionalnih modela nastave, koji se oslanjaju na linearno izlaganje gradiva i pasivno usvajanje znanja, dinamičko učenje omogućava fleksibilnost (prilagođavanje) u pristupu, povezivanje teorije sa praksom i stalno preispitivanje stečenih znanja. Ovakav pristup podstiče dublje razumevanje samog gradiva, veću motivaciju studenata i aktivno učestvovanje u procesu učenja, čime se znanje ne posmatra kao konačan skup informacija, već kao proces koji se neprestano razvija i nadograđuje.

Aktivno uključivanje studenata kroz dinamičko učenje doprinosi razvoju ključnih kompetencija koje su neophodne u savremenom profesionalnom i poslovnom okruženju. Studenti razvijaju sposobnost kritičkog razmišljanja, analize informacija, kao i veštinu donošenja odluka u uslovima neizvesnosti i kratkim vremenskim rokovima. Pored toga, ovakav pristup podstiče samostalnost u radu, odgovornost za sopstveni proces učenja i spremnost na saradnju kroz timski rad, diskusije i prezentacije. Kroz interakciju i rešavanje konkretnih problema, studenti se osposobljavaju da razmišljaju sistemski, sagledavaju različite perspektive i argumentovano brane svoja rešenja.

Poseban značaj dinamičko učenje može imati u edukaciji iz oblasti veštačke inteligencije, gde se znanja, alati i metodologije brzo menjaju, a problemi sa kojima se studenti susreću često nemaju jednoznačna rešenja. Razumevanje gradiva na ovaj način omogućava studentima da razumeju osnovne principe i ograničenja veštačke inteligencije, umesto da se fokusiraju isključivo na konkretne tehnologije ili alate. Time se studenti pripremaju za kontinučno učenje, samostalno istraživanje i prilagođavanje novim tehnologijama, što je od suštinskog značaja za njihovo buduće delovanje u realnom poslovnom i projektnom okruženju.

4. PRIMENA METODOLOGIJE KROZ UDŽBENIK, ALATE I NASTAVNI PROCES

Istaknuto je na početku da primena koncepta dinamičkog učenja u nastavnom procesu zahteva jasno definisan okvir koji studentima omogućava povezivanje teorijskih znanja sa praktičnim zadacima. U tom kontekstu, udžbenik

„Upravljanje projektima nove generacije - Veštačka inteligencija i agilnost" [1] predstavlja centralni edukativni resurs koji strukturira nastavni sadržaj i usmerava studente ka razumevanju osnovnih principa, a ne ka pukom usvajanju informacija. Gradivo je koncipirano tako da podstiče postavljanje pitanja, kritičko razmišljanje i samostalno istraživanje, čime se studenti aktivno uključuju u proces učenja i pripremaju za rešavanje realnih problema iz oblasti veštačke inteligencije, agilnog pristupa i projektnog menadžmenta.

Sama struktura udžbenika kao nastavnog sredstva u ovom kontekstu je od izuzetne važnosti. Već je istaknuto da je cilj aktivno uključivanje studenta u proces učenja kako bi razumeli osnovne principe i ograničenja veštačke inteligencije, a ne da fokus bude isključivo na konkretne tehnologije ili alate. Uzimajući to u obzir, udžbenik [1] je podeljen u 9 celina koje su opisane u narednoj tabeli.

Tabela 1 - Celine udžbenika kao nastavnog sredstva za dinamičko učenje

#	Celina/Poglavlje	Cilj Celine/Poglavlja
1	Uvod	O udžbeniku, ciljevi, kome je namenjen, način učenja, prikaz evolucije alata za poslovnu produktivnost kroz vreme, implementacija AI projekata u kompanijama (osnovni kontekst, ocena spremnosti), kao i struktura samog udžbenika.
2	Uvod u veštačku inteligenciju	Cilj ovog poglavlja je da pruži osnovno razumevanje pojma, principa i razvoja veštačke inteligencije. Kroz istorijski pregled, ključne termine i primere iz prakse, studenti će steći uvid u razliku između AI, mašinskog učenja i automatizacije, kao i u najvažnije oblasti primene ovih tehnologija u savremenom poslovanju.
3	Tipovi mašinskog učenja i primena	Cilj ovog poglavlja je da približi osnovne tipove mašinskog učenja, nadgledano, nenadgledano i učenje pojačanjem, kao i da objasni njihovu primenu u praksi. Kroz primere iz različitih industrija, istaknuto je kada i zašto se određeni pristup koristi i koje prednosti donosi u poslovnom odlučivanju.
4	Primena veštačke inteligencije u poslovanju	Cilj ovog poglavlja je da prikaže načine na koje je moguće integrisati veštačku inteligenciju u poslovne procese i digitalne proizvode. Kroz analizu stvarnih primera i oblasti primene, studenti će razumeti kako AI unapređuje efikasnost, inovacije i donošenje odluka u savremenim organizacijama.
5	Kvalitet podataka: temelj pouzdanih AI sistema	Cilj ovog poglavlja je da ukaže na značaj kvaliteta podataka kao ključnog faktora pouzdanosti i uspeha AI sistema. Kroz razmatranje dimenzija kvaliteta, izazova u prikupljanju i obradi podataka, studenti će razumeti kako precizni i relevantni podaci utiču na performanse i etičnost AI rešenja.
6	Upravljanje projektima nove generacije	Cilj ovog poglavlja je da studentima predstavi koncepte i alate koji oblikuju upravljanje projektima u eri digitalne transformacije i veštačke inteligencije. Kroz savremene pristupe, studenti će naučiti kako kombinacija agilnih metoda, podataka i AI tehnologija unapređuje planiranje, realizaciju i donošenje odluka u projektima nove generacije.
7	Agilnost u eri veštačke inteligencije	Cilj ovog poglavlja je da studentima pokaže na primerima kako se agilni principi i prakse prilagođavaju u kontekstu timova koji koriste veštačku inteligenciju. Kroz primere i studije slučaja, studenti će razumeti kako agilnost podržava inovacije, etičko korišćenje AI tehnologija i brže prilagođavanje promenama u dinamičnom poslovnom okruženju.
8	Upravljanje AI u kontekstu ISO 42001 standarda	Cilj ovog poglavlja je da studentima predstavi principe i strukturu standarda ISO/IEC 42001 kao okvir za odgovorno i transparentno upravljanje sistemima veštačke inteligencije. Kroz razumevanje zahteva standarda, studenti će naučiti kako se uspostavlja, primenjuje i kontinuirano unapređuje AI menadžment sistem u kompanijama.
9	AI alati i promptni inženjering	Cilj ovog poglavlja je da studentima omogući razumevanje načina rada savremenih AI alata i veštine kreiranja efektivnih promptova za različite poslovne i projektne potrebe. Kroz praktične primere, studenti će naučiti kako da koriste generativne modele i promptni inženjering za unapređenje kreativnosti, produktivnosti i donošenja odluka.

Poseban značaj u primeni dinamičkog učenja imaju projektni radovi, koji su integrisani u strukturu udžbenika i predstavljaju centralni element procesa učenja. Na početku rada studenti biraju jedan od dva tipa projektnog zadatka: (1) Primena veštačke inteligencije u upravljanju projektom, ili (2) Primena veštačke inteligencije u agilnom razvoju proizvoda. Tip projekta koji je odabran na početku, student prati kroz sva poglavlja udžbenika. Na kraju svakog poglavlja definisane su jasne i konkretne instrukcije koje studentima omogućavaju da znanja stečena u datoj tematskoj celini direktno primene na odabrani projekat. Ovakav pristup omogućava postepenu izgradnju projektnog rada, pri čemu svaka vežba predstavlja nadogradnju prethodne. Primenom svih projektnih instrukcija kroz čitav udžbenik, studenti na kraju nastavnog procesa dobijaju objedinjeni projekat, koji se prezentuje kao završni rezultat i predstavlja krunu procesa učenja. Osnovni pregled projektnih radova koji su dostupni studentima je dat u nastavku.

Oblast 1. Upravljanje projektima

Cilj: Istražiti mogućnosti za primenu AI u oblasti projektnog menadžmenta - npr. kao podrška proceni trajanja zadataka, raspodeli resursa, identifikaciji, analizi i upravljanju rizicima, identifikaciji uskih grla, kao i predikciji završetka zadataka i celokupnog projekta.

Izlazni rezultat: Prezentacija sa preporukama, analizama i jasnim prikazom načina korišćenja AI alata tokom rešavanja zadatka.

Oblast 2. Agilni razvoj proizvoda

Cilj: Istražiti mogućnosti i primeniti AI alate u okviru Agilnih metodologija (npr. *SCRUM*) za poboljšanje procesa razvoja proizvoda. Fokus može biti na prioritizaciji zahteva i njihovom definisanju, pisanju korisničkih priča (eng. *User stories*), komunikaciji, analizi povratnih informacija, generisanju ideja, estimaciji zadataka, vođenju sprintova, kao i organizaciji različitih događaja (eng. *Scrum events*).

Izlazni rezultat: Agilna Kanban/SCRUM tabla (npr. u *Miro, Trello, Jira*), prikaz zadataka sa prioritizacijom, prikaz sprintova (iteracije razvoja proizvoda), opis problema i kratki izveštaj koji opisuje proces i korišćene alate za rešavanje problema.

Pored sadržajnog dela i projektnog rada, svako poglavlje udžbenika obuhvata i treći važan aspekt koji se odnosi na proveru i produbljivanje znanja kroz različite tipove pitanja. Ova pitanja su dinamički definisana i prilagođena nivou složenosti obrađene tematske celine. Struktura obuhvata tri jednostavnija pitanja sa ponuđenim odgovorima, koja proveravaju razumevanje osnovnih pojmova, zatim dva pitanja koja zahtevaju kraće obrazloženje kroz nekoliko rečenica, kao i jedno složenije pitanje koje podrazumeva analitičko objašnjenje napisano u dva ili više pasusa. Na ovaj način studenti se podstiču ne samo na reprodukciju znanja, već i na argumentovano razmišljanje, povezivanje koncepata i primenu stečenih znanja u širem kontekstu, čime se dodatno pojačava dinamički karakter procesa učenja.

5. ZAKLJUČAK

Prikazana metodologija dinamičkog učenja pokazuje da edukacija studenata u oblasti veštačke inteligencije zahteva pristup koji prevazilazi tradicionalne modele zasnovane na pasivnom usvajanju znanja. Kroz kombinaciju sadržajnog dela, projektnog rada i dinamički definisanih pitanja, studenti se postepeno uvode u način razmišljanja koji je neophodan za razumevanje i primenu veštačke inteligencije u realnom poslovnom i projektnom okruženju. Ovakav pristup omogućava dublje razumevanje gradiva, veću angažovanost studenata i razvoj kompetencija koje su ključne za njihovo buduće profesionalno delovanje.

Posebna vrednost ovog obrazovnog modela ogleda se u tome što studenti tokom nastavnog procesa ne uče samo šta je veštačka inteligencija, već i kako da je koriste, procene i integrišu u različite kontekste. Dinamičko učenje podstiče razvoj kritičkog i sistemskog razmišljanja, samostalnosti i odgovornosti u procesu učenja, kao i sposobnost povezivanja znanja iz više oblasti. Na taj način studenti se pripremaju za rešavanje kompleksnih, interdisciplinarnih problema, sa kojima će se susretati u savremenom poslovnom okruženju.

U cilju dodatnog unapređenja nastavnog procesa, u toku je izrada praktikuma kao pomoćnog edukativnog sredstva uz udžbenik „Upravljanje projektima nove generacije - Veštačka inteligencija i agilnost". Praktikum će sadržati proširen skup pitanja različitih nivoa složenosti, dodatne primere projektnih radova za oba tipa projekata (primenu veštačke inteligencije u upravljanju projektom i primenu veštačke inteligencije u agilnom razvoju proizvoda), kao i poseban dodatak sa situacionim pitanjima koja zahtevaju dublje razmišljanje i povezivanje više tematskih celina. Na ovaj način biće dodatno osnažen koncept dinamičkog učenja i omogućena još snažnija veza između teorije, prakse i samostalnog istraživačkog rada studenata.

6. LITERATURA

[1] Nikola Vojtek, Vladan Pantović, *Upravljanje projektima nove generacije - Veštačka inteligencija i agilnost*. Fakultet za projektni i inovacioni menadžment prof. dr Petar Jovanović, Beograd, Srbija, 2026.

[2] Marjan Laal, *Impact of Technology on Lifelong Learning*, Procedia – Social and Behavioral Sciences, Volume 28, pp. 439-443, 2011, DOI:10.1016/j.sbspro.2011.11.084.

[3] James G. Greeno, *Cognitive Objectives of Instruction: Theory of Knowledge for Solving Problems and Answering Questions*, u: Cognition and Instruction, Psychology Press (Taylor & Francis Group), 1st Edition, London, UK, 1987, DOI:10.4324/9781315802480-9.

[4] Aniella Mihaela Vieriu, Gabriel Petrea, *The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Students' Learning Processes and Academic Performance*, Education Sciences, MDPI, 2025.

[5] Achmad Salido i saradnici, *Integrating critical thinking and artificial intelligence in higher education: A bibliometric and systematic review of skills and strategies*, Social Sciences & Humanities Open, 2025

INTERAKTIVNI MODEL NASTAVE I OCENJIVANJA KAO INSTRUMENT UNAPREĐENJA KVALITETA VISOKOG OBRAZOVANJA

Jelena Spajić[1], Nikolina Milošević[2], Bojana Milić[3], Dunja Bošković[4], Danijela Lalić[5]
[1,2,3,4,5]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]stankovicj@uns.ac.rs, [2]milosevicnikolina@uns.ac.rs, [3]bojana.milic@uns.ac.rs, [4]dunja.vujicic@uns.ac.rs, [5]danijelalalic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Tradicionalni oblici nastave i održavanja ispita često ne omogućavaju adekvatnu procenu praktičnih kompetencija, sposobnosti rešavanja problema i mekih veština koje su važne za kvalitetan proces učenja u savremenom visokom obrazovanju. Ovaj rad razmatra interaktivne modele nastave i polaganja ispita kao inovativan i fleksibilan pristup učenju i evaluaciji znanja. U radu je prikazana studija slučaja interaktivnog modela ispita koji se primenjuje na predmetu Marketing događaja na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Organizovanjem stvarnog događaja kao ispitne obaveze, studenti aktivno učestvuju u planiranju, realizaciji i evaluaciji, primenjujući teorijska znanja u kontekstu nastavnog procesa. Ovakav pristup doprinosi razvoju praktičnih veština i saradnje među studentima, uz veću uključenost i preuzimanje odgovornosti u procesu učenja.*

Ključne reči: interaktivni ispiti, visoko obrazovanje, iskustveno učenje, aktivno učenje, studija slučaja

INTERACTIVE TEACHING AND ASSESSMENT MODEL AS A TOOL FOR IMPROVING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION

Abstract: *Traditional forms of teaching and assessment often fail to provide an adequate evaluation of practical competencies, problem-solving abilities, and soft skills that are essential for a high-quality learning process in contemporary higher education. This paper examines interactive models of teaching and (self) assessment as an innovative and flexible approach to learning and knowledge evaluation. The study presents a case analysis of an interactive exam model implemented in the course Event Marketing at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad. By organizing a real event as part of the examination requirements, students actively participate in planning, implementation, and evaluation, applying theoretical knowledge within an authentic educational context. Such an approach fosters the development of practical skills and collaboration among students, while increasing engagement and responsibility in the learning process.*

Key Words: interactive exams, higher education, experiential learning, active learning, case study

1. UVOD

U savremenom visokom obrazovanju se sve češće postavlja pitanje na koji način unaprediti kvalitet nastavnog procesa u uslovima stalnih promena. Dosadašnja istraživanja pokazuju da tradicionalni oblici nastave često imaju ograničen domet kada je u pitanju razvoj složenih i praktičnih kompetencija kod studenata [1]. Zbog toga se u literaturi i nastavnoj praksi sve veća pažnja posvećuje interaktivnim metodama učenja, koje omogućavaju da se teorijska znanja povezuju sa praktičnim aktivnostima već tokom samog procesa učenja. Na taj način podstiče se razvoj kritičkog razmišljanja, ali i saradnje i timskog rada među studentima [2].

U tom kontekstu, posebno mesto zauzimaju pristupi zasnovani na učenju kroz iskustvo, poznati kao *learning by doing* ili *experiential learning*. Ovi pristupi podrazumevaju aktivno učešće studenata u konkretnim zadacima, kroz koje se usvaja znanje, ali i preispituje i nadograđuje kroz refleksiju. Prema Kolbu [3], učenje kroz iskustvo, refleksiju i primenu stečenog znanja doprinosi dubljem razumevanju gradiva. Polazeći od navedenog, cilj ovog rada jeste da se analizira uloga interaktivnih modela nastave i ocenjivanja kao inovativne prakse u unapređenju kvaliteta visokog obrazovanja, kroz prikaz studije slučaja interaktivnog modela polaganja ispita na predmetu Marketing događaja na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu

2. PRIKAZ PRETHODNIH ISTRAŽIVANJA

Savremene tehnologije i interaktivni pristupi sve više unapređuju nastavne procese u visokom obrazovanju. Međutim, načini održavanja nastave i ocenjivanja znanja i veština u velikom broju slučajeva ostaju zasnovani na tradicionalnim završnim ispitima. Takvi oblici učenja i evaluacije često čine da studenti budu pasivni. Oni ne omogućavaju studentima da steknu nova iskustva i da nauče nešto novo. Takođe, oni ne daju jasan uvid u to kako se znanje može primeniti u stvarnim situacijama [4].

Pitanje kvaliteta visokog obrazovanja predstavlja složen i višedimenzionalan pojam, koji se različito percipira od strane ključnih aktera u obrazovnom procesu. Dok studenti i nastavnici kvalitet često povezuju sa procesom učenja i načinom izvođenja nastave, budući poslodavci u najvećoj meri vrednuju lične i profesionalne kompetencije diplomaca, kao što su komunikacija, odgovornost i sposobnost prilagođavanja radnom okruženju [5]. Ovakve razlike u percepciji dodatno ukazuju na potrebu za obrazovnim modelima koji jasnije povezuju proces učenja sa njegovim ishodima. U tom kontekstu, mnoga istraživanja ukazuju na značaj aktivnih i interaktivnih metoda učenja. One mogu da podstaknu samostalnost studenata, motivaciju i razvoj praktičnih veština kroz simulaciju realnog profesionalnog okruženja [6, 7].

Ukoliko se nastava zasniva na interaktivnim i metodama fokusiranim na studente, dok se ocenjivanje i dalje oslanja na tradicionalne ispitne formate, dolazi do nesklada koji umanjuje efikasnost obrazovnog procesa. Zbog toga se u savremenim pedagoškim pristupima sve češće ističe potreba da se metode ocenjivanja razvijaju paralelno sa nastavnim praksama [8].

Primena interaktivnih modela ispita u visokom obrazovanju nosi i određene izazove. Jedan od ključnih izazova odnosi se na povećane zahteve u pogledu planiranja, nastavničkog angažovanja i jasno definisanih kriterijuma ocenjivanja. Za razliku od tradicionalnih ispitnih formata, interaktivni modeli zahtevaju kontinuirano praćenje rada studenata i mentorsku podršku tokom celog procesa. Poseban izazov predstavlja procena složenih kompetencija, poput timskog rada i donošenja odluka, što zahteva kombinovanje više načina evaluacije kako bi rezultati bili pouzdani [9, 10, 11].

Učenje kroz iskustvo ima značajan potencijal, međutim neadekvatno osmišljene aktivnosti mogu dovesti do kognitivnog preopterećenja studenata i samim tim otežati fokus na ključne ciljeve učenja. Zbog toga je važno da nastavne i evaluacione aktivnosti budu jasno strukturirane, bez suvišnih elemenata i usklađene sa definisanim ishodima učenja [12].

Autentično ocenjivanje, koje se zasniva na realnim i praktičnim zadacima, doprinosi razvoju ključnih kompetencija za 21. vek i predstavlja važan faktor unapređenja kvaliteta visokog obrazovanja [13]. Empirijski nalazi takođe potvrđuju da praktični ispiti dovode do povećanog angažovanja studenata i poboljšanja ishoda učenja [14]. Istraživanja ukazuju da uključivanje studenata i u proces ocenjivanja povećava njihovu odgovornost i aktivno učešće u učenju, što se pozitivno odražava na akademska postignuća [15].

Savremeni pedagoški modeli takođe naglašavaju važnost razvoja sposobnosti studenata da kritički sagledavaju sopstveni rad i rad drugih. Prema Tai i saradnicima [8], razvoj evaluativnog prosuđivanja predstavlja važan pokazatelj kvaliteta visokog obrazovanja, jer studentima omogućava samostalnije donošenje odluka u različitim kontekstima učenja.

Autori uočavaju da intereaktivni pristupi učenju mogu doprineti rastu motivacije i razvoju transverzalnih veština, kao što su timski rad, komunikacija i liderstvo. Takođe navode da ovakvi pristupi mogu studentima olakšati razumevanje nastavnog gradiva i podstaći ih na veću samostalnost u učenju. Dalja istraživanja ukazuju na smanjenje osećaja nespremnosti i anksioznosti studenata u situacijama koje podrazumevaju složenije i realističnije zadatke, što se povezuje sa višim nivoom samopouzdanja i percipirane spremnosti za dalji obrazovni razvoj [16]. Empirijski nalazi potvrđuju da interaktivni obrazovni pristupi pozitivno utiču na percepciju kvaliteta nastave, pri čemu studentsko angažovanje ima važnu posredujuću ulogu u ovom odnosu. Pored toga, postoje i faktori poput akademskog stresa koji mogu umanjiti efekte ovakvih metoda. Zato je važno da se nastava i ocjenjivanje učenika planiraju pažljivo [17].

Pristupi zasnovani na učenju kroz praksu, poznati kao *learning by doing*, dodatno podstiču studente da aktivno učestvuju u nastavnom procesu. Poseban značaj ima kontinuirana povratna informacija od strane nastavnika, kao i rad studenata na praktičnim i grupnim zadacima. Takvi zadaci doprinose razvoju samopouzdanja i sigurnosti studenata u sopstvene sposobnosti [18]. Ryan [19] ističe da je iskustveno učenje strukturisan i refleksivan proces koji omogućava povezivanje teorijskog znanja sa praktičnim iskustvom. U tom smislu, interaktivni modeli nastave i ocenjivanja predstavljaju prirodan okvir za integraciju učenja i evaluacije, što potvrđuju i savremena istraživanja u oblasti visokog obrazovanja [9].

3. STUDIJA SLUČAJA: INTERAKTIVNI MODEL NASTAVE I OCENJIVANJA NA PREDMETU *MARKETING DOGAĐAJA*

3.1 Kontekst i organizacija interaktivnog modela nastave i ispita

Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, u okviru Departmana za industrijsko inženjerstvo i menadžment, na studijskom programu Inženjerski menadžment, se primenjuje interaktivan model nastave i polaganja ispita na predmetu Marketing događaja (*Event marketing*), koji se realizuje u okviru modula Inženjerski marketing i multimediji. Umesto tradicionalnih oblika nastave i provere znanja, studenti kroz interaktivan nastavni proces organizuju stvarni događaj koji istovremeno predstavlja i nastavnu aktivnost i ispitnu obavezu. Evaluacija znanja se na taj način kontinuirano sprovodi tokom čitavog procesa učenja.

Tokom devet generacija studenata (2016-2024. godine), ispitna obaveza je podrazumevala samostalno osmišljavanje i realizaciju događaja, pri čemu studenti prolaze kroz sve faze organizacije - od definisanja koncepta i ciljeva, preko planiranja potrebnih resursa i aktivnosti, do realizacije i završne evaluacije. U okviru ovog procesa

studenti su organizovani u timove sa jasno definisanim ulogama (koordinator projekta, protokol, mediji i PR, tim za vođenje društvenih mreža, moderator/voditelj, logistika i tehnička podrška, tim za razvoj i vođenje veb-sajta, kreativni tim), čime se simulira profesionalna struktura organizacije događaja. Na ovaj način studenti su u prilici da donose ključne odluke u uslovima vremenskih i organizacionih ograničenja, ali i da se suoče sa nepredviđenim situacijama koje su karakteristične za profesionalno okruženje. U periodu od 2016. do 2024. godine realizovani su različiti formati događaja, uključujući onlajn konferencije, panel diskusije, kvizove znanja (*slika 1*), što dodatno pokazuje fleksibilnost i primenljivost datog modela nastave i ocenjivanja.



Slika 1. Primeri realizacije događaja u različitim formatima - panel diskusija (levo) i kviz znanja (desno)

Na ovaj način se studentima pruža prilika da stečena teorijska znanja primene u konkretnim situacijama, ali i da povezuju sadržaje iz različitih oblasti i promišljaju o sopstvenom radu. Ispit se na taj način ne svodi samo na završnu proveru gradiva, već postaje i deo nastavnog procesa u kojem se učenje i ocenjivanje odvijaju istovremeno.

3.2 Uloga studenata i nastavnika u interaktivnim modelima nastave i ispita

U interaktivnom modelu nastave i polaganja ispita, studenti imaju aktivnu ulogu u procesu učenja i preuzimaju veću odgovornost za sopstveni rad i postignute rezultate. Proces organizacija događaja predstavlja složen zadatak koji od svih studenata zahteva međusobnu saradnju, raspodelu odgovornosti, efikasno upravljanje vremenom i prilagođavanje nepredviđenim situacijama koje se mogu javiti tokom realizacije. Time studenti postaju aktivni nosioci obrazovnog procesa i sopstvenog učenja, a ispit prestaje da bude jednokratan čin provere znanja.

Pored toga što se menja uloga studenata istovremeno se menja i uloga nastavnika u skladu sa savremenim pedagoškim pristupima. Odnos između studenata i nastavnika se takođe zasniva na saradnji i partnerskom pristupu. Uloga nastavnika se transformiše iz tradicionalnog prenosioca znanja u mentora i koordinatora procesa. Nastavnici postaju fasilitatori koji pružaju podršku studentima i usmeravaju kompletan proces planiranja i realizacije događaja. U skladu sa takvim pristupom, proces ocenjivanja je zapravo višedimenzionalan. Svaki student, kao član organizacionog tima, nakon realizacije događaja anonimno procenjuje doprinos svojih kolega. Ovaj završni korak doprinosi razvoju refleksije kod studenata i jača njihovu sposobnost kritičkog sagledavanja sopstvenog rada. Na osnovu dobijenih podataka može se sagledati individualni doprinos svakog studenta i dinamika rada unutar tima. Na kraju, nastavnici na osnovu jasno definisanih kriterijuma donose konačnu ispitnu ocenu. Ovakav način ocenjivanja doprinosi razvoju samostalnosti studenata i jačanju njihove odgovornosti za postignute rezultate.

4. ISHODI I DOPRINOS KVALITETU VISOKOG OBRAZOVANJA

Na predmetu *Marketing događaja*, kroz interaktivan model nastave i polaganje ispita studentima se omogućava sticanje konkretnih praktičnih znanja u oblasti organizacije događaja. To se postiže povezivanjem teorijskih sadržaja sa njihovom primenom u realnom kontekstu. Realizacija ispitne obaveze podrazumeva jasno strukturisan tok aktivnosti. Studentima je time omogućeno da se usmere na ostvarenje ključnih ciljeva učenja i da efikasno upravljaju sopstvenim zadacima. U početku, ovakav model nastave i polaganja ispita može biti izazov za studente. Studenti moraju preuzeti više odgovornosti i raditi kao da su u profesionalnom okruženju. Međutim, nastavnici im pružaju stalnu podršku i povratne informacije. To pomaže studentima da postepeno razviju samopouzdanje i da se bolje osećaju u ovom okruženju. *Marketing događaja* je predmet koji ima značajnu ulogu u pripremi studenata za profesionalni rad kroz primenu znanja u realnim kontekstima.

Primenjeni model interaktivne nastave i ocenjivanja na predmetu *Marketing događaja* pokazuje da je moguće integrisati učenje i ocenjivanje kroz realizaciju složenog, realnog zadatka. Studenti kroz ovaj pristup stiču primenljiva znanja i veštine za buduće poslovno okruženje.

Sa aspekta nastavnog procesa, model omogućava kontinuirano praćenje rada studenata, jasniju procenu individualnog doprinosa i razvoj refleksije kroz završnu evaluaciju. Time se ocenjivanje pozicionira kao sastavni deo procesa učenja, a ne kao izdvojena završna aktivnost.

5. ZAKLJUČAK

Prikazana studija slučaja ukazuje da interaktivni modeli nastave i ocenjivanja mogu predstavljati efikasan pristup unapređenju kvaliteta visokog obrazovanja u savremenom tehnološkom okruženju. Primena ovakvih modela

zahteva dodatni angažman nastavnika i jasno definisane kriterijume ocenjivanja. a njihovi interaktivni modeli nastave i ocenjivanja mogu pomoći studentima da se bolje pripreme za buduću profesiju i da ostvare bolje rezultate u učenju. Iz tog razloga je važno da se takav model nastave i ispita dalje razvija i češće primenjuje na fakultetima.

Visokoobrazovne institucije bi trebalo da integrišu interaktivne formate ispita koji simuliraju zadatke i situacije iz stvarnog radnog okruženja. Za razliku od tradicionalnih ispitnih formata, interaktivni modeli nastave i ispita pružaju mogućnost procene šireg spektra kompetencija, uključujući praktične veštine, sposobnosti rešavanja problema i pojedine aspekte mekih veština, kao što su timski rad i komunikacija. Prikazani model učenja i ocenjivanja pokazuje da interaktivni modeli ispita i ocenjivanja mogu predstavljati održiv i efikasan pristup unapređenju kvaliteta visokog obrazovanja, posebno kada su jasno strukturirani i mentorski podržani, što je potvrđeno i odlukom da se ova dobra praksa nastavi na predmetu *Marketing događaja* i u 2026. godini.

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.

6. LITERATURA

[1] Yakovleva, N. O., & Yakovlev, E. V. (2014). *Interactive teaching methods in contemporary higher education*. Pacific science review, 16(2), 75-80.
[2] Marchenko, N., Slipchuk, V., & Yuzkiv, H. (2023). *Interactive learning methods in higher education institutions*. The Modern Higher Education Review, (8), 146-156..
[3] Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
[4] Harris, B. S., Jordan, K. A., Powell, G. M., Tucker, T. W., & McGuire, F. A. (2017). *Let's Talk About It: Using Interactive Exams to Bring Learning to Life*. SCHOLE: A Journal of Leisure Studies and Recreation Education, 32(1), 80-90.
[5] Dicker, R., Garcia, M., Kelly, A., & Mulrooney, H. (2019). *What does 'quality'in higher education mean? Perceptions of staff, students and employers*. Studies in higher education, 44(8), 1425-1441.
[6] Giorgdze, M., & Dgebuadze, M. (2017). *Interactive teaching methods: challenges and perspectives*. International E-journal of Advances in Education, 3(9), 544-548.
[7] Kutbiddinova, R. A., Eromasova, A., & Romanova, M. A. (2016). *The Use of Interactive Methods in the Educational Process of the Higher Education Institution*. International Journal of Environmental and Science Education, 11(14), 6557-6572.
[8] Tai, J., Ajjawi, R., Boud, D., Dawson, P., & Panadero, E. (2018). *Developing evaluative judgement: enabling students to make decisions about the quality of work*. Higher education, 76(3), 467-481.
[9] Villarroel, V., Benavente, M., Chuecas, M. J., & Bruna, D. (2020). *Experiential learning in higher education. A student-centered teaching method that improves perceived learning*. Journal of University Teaching and Learning Practice, 17(5), 1-16.
[10] Boud, D., & Falchikov, N. (2006). *Aligning assessment with long-term learning. Assessment & evaluation in higher education*, 31(4), 399-413.
[11] Gulikers, J. T., Bastiaens, T. J., & Kirschner, P. A. (2004). *A five-dimensional framework for authentic assessment.* Educational technology research and development, 52(3), 67-86.
[12] Skulmowski, A. (2024). L*earning by doing or doing without learning? The potentials and challenges of activity-based learning*. Educational Psychology Review, 36(1), 28
[13] Vlachopoulos, D., & Makri, A. (2024). *A systematic literature review on authentic assessment in higher education: Best practices for the development of 21st century skills, and policy considerations*. Studies in Educational Evaluation, 83, 101425.
[14] Rojec, Ž., Puhan, J., & Fajfar, I. (2025). *Practical Programming Exams with Automated Assessment Improve Student Engagement and Learning Outcomes*. Education Sciences, 15(11), 1486.
[15] Sanchez-Elez, M., Pardines, I., Garcia, P., Miñana, G., Roman, S., Sanchez, M., & Risco, J. L. (2014). *Enhancing students' learning process through self-generated tests*. Journal of Science Education and Technology, 23(1), 15-25.
[16] Huerta-Gomez-Merodio, M., & Requena-Garcia-Cruz, M. V. (2025). *Integrating theory and practice in engineering education: A cross-curricular and problem-based methodology*. Education Sciences, 15(9), 1253.
[17] Muthuswamy, V., & Pavithra, J. (2024). *Interactive teaching materials' impact on students' perception of teaching quality: Mediated by engagement*. Foro de Educación, 22(2), 44-65.
[18] Mekonnen, F. D. (2020). *Evaluating the Effectiveness of'Learning by Doing'Teaching Strategy in a Research Methodology Course*, Hargeisa, Somaliland. African Educational Research Journal, 8(1), 13-19.
[19] Ryan, T. *Experiential Learning as Education*. International Journal of Learning and Instruction (IJLI), 7(1), 21-32.

SAVREMENE METODE IZVOĐENJA NASTAVE U VISOKOM OBRAZOVANJU U OBLASTI EKONOMSKIH NAUKA

Katarina Soleša[1], Ivana Brkić[2], Jelena Vapa Tankosić[3]

[1,2,3]*Univerzitet Privredna akademija,Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija*

[1]katarina.solesa@fimek.edu.rs, [2]ivana.j.milosevic@fimek.edu.rs,[3]jvapa@fimek.edu.rs

Kratak sadržaj: *Cilj rada je sagledati postojeće metode izvođenja nastave i ukazati na značaj digitalizacije nastavnog procesa. Predavači, uz pomoć ovog rada, mogu da procene sopstvene veštine i identifikuju naredne korake svog profesionalnog razvoja. U prvom delu rada detaljno su objašnjene nastavne metode dok u drugom delu rada analiziraju se savremeni pristupi izvođenju nastave u visokom obrazovanju, sa posebnim osvrtom na primenu digitalnih tehnologija. Posebna pažnja posvećena je integraciji informaciono-komunikacionih tehnologija u nastavni proces, uključujući upotrebu digitalnih platformi, interaktivnih alata i onlajn okruženja za učenje. Digitalizacija nastave sagledava se kao faktor unapređenja kvaliteta obrazovanja, povećanja dostupnosti nastavnih sadržaja i podsticanja aktivne uloge studenata u procesu učenja.*

Ključne reči: nastavne metode, nastavni proces, digitalne kompetencije.

CONTEMPORARY TEACHING METHODS IN HIGHER EDUCATION IN THE FIELD OF ECONOMIC SCIENCES

Abstract: *The aim of this paper is to examine existing teaching methods and to highlight the importance of digitalization in the teaching process. Through this paper, lecturers can assess their own competencies and identify the next steps in their professional development. The first part of the paper provides a detailed explanation of teaching methods, while the second part analyzes contemporary approaches to teaching in higher education, with particular emphasis on the application of digital technologies. Special attention is given to the integration of information and communication technologies into the teaching process, including the use of digital platforms, interactive tools, and online learning environments. Digitalization of teaching is viewed as a factor that enhances the quality of education, increases the accessibility of educational content, and encourages the active role of students in the learning process.*

Key Words: teaching methods, teaching process, digital competencies.

1. UVOD

Metodika je pedagoško umeće ili veština nastavnog rada. Može se definisati i kao disciplina koja proučava zakonitosti nastave određenog nastavnog predmeta. Nastavna metoda je način rada nastavnika i studenata u nastavnom procesu gde studenti stiču nova znanja i veštine. Zastupljene su u svim delovima nastavnog procesa, počevši od planiranja nastave, do izvođenja nastave i vrednovanja.

Prema Vilotijević nastavne metode su: metode usmenog izlaganja i razgovora, demonstracija i ilustrativne metode, laboratorijsko eksperimentalne metode [1] Predavač u svom radu treba da primenjuje sve metode, kao i da jedne ne potcenjuje a druge ne precenjuje. Pravilnim izborom metoda se utiče na kvalitet nastave [2]. Prema Tomić i Osmić izbor nastavne metode može da zavisi od tipa nastavnog časa, ličnosti predavača, psihofizičkih mogućnosti studenata, opremljenosti, broja studenata [4].

Kvalitet nastave, istraživanja, akademskog i stručnog rada, uspeha studenata i predavača je neophodno neprestano unapređivati. To se može postići unapređenjem nastavnog procesa time što će se poboljšati kompetencije nastavnog osoblja. Takođe bitan je i odnos predavača i studenta. Razvoj informacionih tehnologija takođe ima veliki značaj pri praćenju indikatora kvaliteta i kompetentnosti i praćenja uspeha studenata.

Kvalitetna nastava doprinosi da diplomirani studenti stečena znanja i veštine uspešno primene, da traže kreativna rešenja problema, imaju preduzetničke sposobnosti i da su inicijativni.

U radu će biti prikazani neke od najbitnijih metoda izvođenja nastave.

2. NASTAVNE METODE

Metoda usmenog izlaganja i razgovora - to je osnovna metoda u nastavi. Ova metoda je značajna u prvoj fazi nastavnog rada i kada se studenti tek trebaju upoznati sa nastavnim sadržajima. Metoda je pogodna jer se detaljno objašnjava gradivo i sumira najbitnije. Mogući nedostatak jeste nedovoljna aktivnost studenata.

Prema autorima Krulj i Simić usmeno izlaganje se može izvoditi u vidu: akademsko predavanje, pripovedanje,

objašnjenje i rasuđivanje. [5] [2]

Akademsko predavanje je namenjeno slušaocima na visokom nivou misaonih sposobnosti [2]. Kvalitet akademskog predavanja zavisi od pripreme nastavnika i od sposobnosti studenata, gde je izlaganje sadržaja logički struktuirano, postavlja se naučna hipoteza te se na kraju izlaganja dolazi do određenih zaključaka.

Pripovedanje je izlaganje o nekim objektivnim događajima ili subjektivnim doživljajima. Time se može uticati na emocije slušaoca. Razlikuju se: epsko pripovedanje (opširno i detaljno), lirsko pripovedanje (sa unošenjem emocionalnih doživljaja), dramsko pripovedanje (s unošenjem zapleta, intriga, raspleta) i postoji kombinacija svih ovih oblika pripovedanja [2]. Da bi ono bilo jasno i razumljivo, neophodno je da se gradivo izlaže logičkim redom sa prihvatljivim obimom, pregled najbitnijeg se treba napisati na tabli i povezati novo gradivo sa starijim.

Sledeći oblik metode usmenog izlaganja je objašnjenje koje se primenjuje kada je neophodno razjasniti nedovoljno poznate ili nepoznate reči, pojmove, procese ili zakone. Cilj jeste jasno razumevanje objašnjenog. Da li će objašnjenje biti efikasno zavisi od jasnoće i dužine objašnjenja. Takođe zavisi i od zadržavanja pažnje i upotrebe primera.

Rasuđivanje se ogleda u glasnom razmišljanju. Problem se analizira, traže najpovoljnija rešenja.

Metod razgovora - Ovaj metod se često koristi u nastavi. Sastoji se od pitanja i odgovora koje može postavljati nastavnik studentu i obrnuto. Drugačije se naziva dijaloška metoda. Strukturni elementi ove metode jesu pitanje, odgovor i impuls. Impuls se odnosi na podsticanje studenata da potpuno odgovori na pitanje. Najčešće se koristi prilikom uvežbavanja i provere znanja. Razgovorom se ne otkrivaju nova naučna saznanja već se nastoji savladati didaktički oblikovani sadržaji. Razgovor treba biti prilagođen misaonim mogućnostima studenata. U nastavnom procesu predavač usmerava razgovor i racionalno vodi ka određenom cilju. Potrebno je takođe ostaviti dovoljno vremena i za pitanja studenata.

Prema karakteru didaktičkog vođenja razgovor može biti:

- neposredno vođen od predavača – strogo kontrolisan razgovor,
- slobodan – predavač prepušta inicijativu studentima i
- rasprava – razgovor u kome se sučeljavaju mišljenja [2].

Strogo kontrolisan razgovor neposredno vodi predavač. Svodi se na postavljanje pitanja i direktan odgovor. Slobodni nastavni razgovor podstiče predavač i prepušta inicijativu studentima. Studente treba ohrabriti po pitanju njihovih stavova. Bitna je uzajamnost slušanja.

Treći oblik je rasprava gde se sučeljavaju različita mišljenja. Razvija se saradnja, iznošenje sopstvenog stava i mišljenja i prihvatanje drugačijeg mišljenja [2]. U vidu razgovora ubraja se i oluja ideja (Brainstorming). Radi se o kreativnoj istraživačkoj metodi kojoj je cilj pronalaženje inovativnih i korisnih ideja [6].

Metoda ilustracije - Metoda ilustracije podrazumeva izražavanje pojedinih delova nastavnih sadržaja putem crteža i grafičkih prikaza. U stručnoj literaturi često se susreće i pod nazivom metoda grafičkih radova [2]. Ova metoda omogućava vizuelno predstavljanje pojmova i odnosa koji su apstraktni ili složeni, čime se olakšava njihovo razumevanje. Obuhvata različite oblike, kao što su crtanje šema, planova i karata, kao i izrada dijagrama i grafikona. Primena metode ilustracije doprinosi boljem povezivanju teorijskih znanja sa vizuelnim predstavama i podstiče aktivno učešće studenata u nastavnom procesu. U savremenoj nastavi, dodatno je unapređena primenom digitalnih alata. Pored tradicionalnog crtanja na tabli ili papiru, ova metoda danas obuhvata upotrebu digitalnih tabli, interaktivnih ekrana i specijalizovanih softvera za izradu dijagrama, grafikona i šema.

Metoda praktičnog rada - Metoda praktičnog rada zasniva se na aktivnom učešću studenata u primeni teorijskih znanja kroz konkretne zadatke i aktivnosti. Obuhvata vežbe u specijalizovanim kabinetima, simulacije, studije slučaja i rešavanje realnih problema iz prakse. Cilj metode praktičnog rada jeste razvijanje stručnih veština, samostalnosti i sposobnosti primene stečenih znanja u stvarnim ili simuliranim uslovima.

Metoda projektne nastave - Ova metoda se zasniva na aktivnom učenju kroz realizaciju projekata koji podrazumevaju rešavanje konkretnih problema ili izradu određenog proizvoda. Studenti, individualno ili u timovima, planiraju i sprovode projektne aktivnosti, pri čemu integrišu teorijska znanja i praktične veštine. Ova metoda podstiče razvoj kritičkog mišljenja, kreativnosti, komunikacionih i timskih veština, kao i odgovornost za sopstveni proces učenja.

Kombinovana (hibridna) nastava – predstavlja kombinaciju tradicionalne i online nastave. Ovaj vid nastave se koristi za individualizaciju i dodatni rad sa studentima.

Onlajn nastava - Jedan od strateških ciljeva Vlade Republike Srbije što se tiče obrazovanja je upravo digitalizacija u obrazovanju. Time s poboljšava kvalitet nastave, čime se stvara uslov za razvoj svakog pojedinca a samim tim i za razvoj društva [7]. Razvijaju se digitalne veštine i kompetencije studenata i predavača. Prema Matijašević, Carić, Škorić prednosti online nastave jeste da se omogućava aktivno i kvalitetno učešće velikog broja učesnika uz stalnu dostupnost materijala kao i fleksibilnost u organizaciji vremena za istraživanje i davanje povratnih informacija kao i za razmenu iskustava [8]. Nikolić, Banđur i Martivnović zaključuju da ovakav pristup učenja biva nezavistan od prostora i vremena te se koriste nove metode, scenariji učenja a samim tim se povećava motivacija, kontinuirano praćenje i napredovanje studenata [3].

3. PRIMENA NASTAVNIH METODA U KONTEKSTU EKONOMSKE EDUKACIJE

U obrazovanju iz oblasti ekonomije, primena savremenih nastavnih metoda i digitalnih alata ima poseban značaj

zbog potrebe za razumevanjem apstraktnih pojmova, kvantitativne analize i dinamičnih tržišnih procesa. Metode poput studije slučaja, projektne nastave i simulacija (npr. tržišnih igara) omogućavaju studentima ekonomije da kroz praktične primere razviju analitičko mišljenje, procenu rizika, i preduzetničke veštine. Upotreba digitalnih platformi i ekonomskih softverskih alata (Excel, SPSS, Tableau, ERP sistemi) dodatno doprinosi osposobljavanju studenata za realne izazove tržišta rada. Kombinovanjem tradicionalnih i digitalnih pristupa, nastava ekonomije postaje interaktivnija, primenljivija i više orijentisana ka rešavanju problema, što je ključno za razvoj kompetencija potrebnih u savremenoj ekonomiji.

4. ZAKLJUČAK

Nastavne metode se prilagođavaju digitalnom okruženju. Usmeno izlaganje je moguće putem video časova, dijalog putem video poziva, foruma a moguć je i rad na digitalnim tekstovima i nastavnim materijalima. Praktična nastava se sprovodi kroz online vežbe i testove. Istraživačka i projektna metoda podstiče samostalno razmišljanje i saradnju učesnika kroz korišćenje digitalnih alata.

U kriznim situacijama poput pandemije Covid 19 online nastava je bila jedino rešenje. Danas zastupljena je hibridna nastava jer je neposredna interakcija između studenta i predavača izuzetno važna dok tehnologija omogućava predavaču organizovanje raznovrsnih oblika nastave i ocenjivanja. Na taj način, savremena nastava kombinuje prednosti tradicionalnog i digitalnog pristupa, stvarajući uslove za kvalitetnije, dostupnije i efikasnije obrazovanje prilagođeno potrebama savremenog društva. Primena savremenih, digitalno podržanih nastavnih metoda u oblasti ekonomije doprinosi efikasnijem usvajanju znanja i boljoj pripremi studenata za zahteve savremenog tržišta rada.

5. LITERATURA

[1] Mladen Vilotijević, *Didaktika.* Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd,2000.
[2] Kojo Simić, *Osnove metodike nastave.* Evropski univerzitet, Brčko, 2015.
[3] Ivko Nikolić, Veljko Banđur, Dragan Martinović, *Uloga nastavnika u školi digitalnog doba.* Sociološki pregled, 51 (1), 88-103, 2020.
[4] Ruža Tomić, Ibrahim Osmić, *Didaktika.* Tuzla: Denfas. 2006.
[5] Radenko Krulj, *Nastavne metode - regulatori nastavnog procesa.* Zbornik radova Filozofskog fakulteta u Prištini, 30, 341-350, 2000.
[6] Sandra Kadum, *Divergentno mišljenje u procesu suvremenoga odgoja i obrazovanja*, 2018.
[7] *Strategija razvoja obrazovanja u RS do 2023,* dostupno na: https://prosveta.gov.rs/wp-content/uploads/2021/11/1-SROVRS-2030_MASTER_0402_V1.pdf
[8] Jelena Matijašević, Marko Carić, Sanja Škorić, *Online nastava u visokom obrazovanju-prednosti, nedostaci i izazovi.* XXVII skup Trendovi razvoja „Online nastava na univerzitetima, Novi Sad, 15-18.02.2021.

KOMPETENCIJE NASTAVNIKA ZA OČUVANJE KVALITETA NASTAVE U AI OKRUŽENJU

Dunja Bošković[1], Jelena Spajić[2], Bojana Milić[3], Danijela Lalić[4]
[1,2,3,4] *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]dunja.vujicic@uns.ac.rs, [2]stankovicj@uns.ac.rs, [3]bojana.milic@uns.ac.rs, [4]danijelalalic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Razvoj digitalnih tehnologija i pojava veštačke inteligencije (AI) u poslednjoj deceniji značajno transformišu visoko obrazovanje, menjajući načine kreiranja, prenosa i evaluacije znanja. Istraživači se uglavnom fokusiraju na studente i rizike zloupotrebe AI alata, a manje pažnje je posvećeno ulozi nastavnika i kompetencijama koje su im potrebne za pedagoški i etički odgovornu integraciju AI u nastavni proces. Ovaj rad analizira ključna znanja i veštine nastavnika u AI okruženju, uključujući digitalnu i AI pismenost, pedagoške i evaluacione kompetencije, kao i etičke i komunikacione veštine. Na osnovu analize relevantne literature, rad pokazuje da kvalitet nastave u AI okruženju ne zavisi samo od dostupnosti tehnologije, već od sposobnosti nastavnika da je smisleno integrišu u pedagoški okvir, podstiču kritičko mišljenje i očuvaju akademski integritet. Rad takođe ukazuje na promenu profesionalne uloge nastavnika, koji u AI okruženju sve više preuzimaju ulogu pedagoškog moderatora i etičkog posrednika između tehnologije i procesa učenja. Zaključuje se da institucionalna podrška i kontinuirani razvoj nastavničkih kompetencija predstavljaju ključne faktore za održivu i kvalitetnu primenu veštačke inteligencije u visokom obrazovanju.*

Ključne reči: veštačka inteligencija, nastavničke kompetencije, kvalitet nastave, visoko obrazovanje, etička primena AI

COMPETENCIES FOR MAINTAINING TEACHING QUALITY IN AN AI ENVIRONMENT

Abstract: *The development of digital technologies and the emergence of artificial intelligence (AI) over the past decade have significantly transformed higher education, altering the ways knowledge is created, delivered, and assessed. Researchers have primarily focused on students and the risks associated with the misuse of AI tools. At the same time, less attention has been given to the role of teachers and the competencies required for pedagogically and ethically responsible integration of AI into the teaching process. This study examines the key knowledge and skills of teachers in AI-enhanced environments, including digital and AI literacy, pedagogical and assessment competencies, as well as ethical and communication skills. Based on a review of relevant literature, the study shows that the quality of teaching in AI environments depends not only on the availability of technology but also on teachers' ability to meaningfully integrate it into pedagogical frameworks, foster critical thinking, and uphold academic integrity. The study also highlights the evolving professional role of teachers, who increasingly act as pedagogical moderators and ethical mediators between technology and the learning process in AI-rich contexts. It concludes that institutional support and continuous professional development of teachers are crucial factors for the sustainable and high-quality implementation of artificial intelligence in higher education.*

Key Words: artificial intelligence, teacher competencies, teaching quality, higher education, ethical AI application

1. UVOD

Razvoj digitalnih tehnologija u poslednjoj deceniji značajno je uticao na transformaciju visokog obrazovanja, menjajući načine na koje se znanje kreira, prenosi i vrednuje. Digitalizacija nastavnih procesa, rast onlajn i hibridnih oblika učenja, kao i sve veća dostupnost digitalnih obrazovnih resursa doveli su do preispitivanja tradicionalnih pedagoških modela i uloga aktera u obrazovanju [1]. U tom kontekstu, visoko obrazovanje se sve više pomera od modela zasnovanog na prenošenju znanja ka modelima koji naglašavaju aktivno učenje, kritičko mišljenje i samostalnost studenata [2].

Posebno mesto u savremenim transformacijama zauzima pojava veštačke inteligencije (AI), koja je u relativno kratkom vremenskom periodu postala široko dostupna i intenzivno korišćena među studentima i nastavnicima. Alati zasnovani na generativnim modelima omogućavaju automatizovano generisanje tekstualnog, vizuelnog i drugog sadržaja, pružajući korisnicima podršku u učenju, pisanju, analizi podataka i rešavanju problema. Njihova jednostavna upotreba i visok nivo prilagodljivosti doveli su do brze integracije u obrazovne prakse, ali i do brojnih dilema u vezi sa akademskim integritetom, kvalitetom učenja i pouzdanošću evaluacije znanja [3].

Dosadašnje rasprave o primeni AI u visokom obrazovanju uglavnom su usmerene na ponašanje i navike studenata, kao i na potencijalne rizike povezane sa zloupotrebom tehnologije u izradi akademskih zadataka, uključujući plagiranje, površno učenje i smanjenje kognitivnog angažmana. Iako su ova pitanja od velikog značaja,

ovakav fokus često zanemaruje širi pedagoški kontekst i ulogu nastavnika kao ključnog nosioca kvaliteta nastavnog procesa. Savremena literatura sve češće ukazuje na to da efekti AI na obrazovanje ne zavise isključivo od same tehnologije, već pre svega od načina na koji se ona integriše u pedagoški okvir i nastavne prakse [4]. U tom smislu, AI ne predstavlja samo tehnološki izazov, već i snažan podsticaj za (re)definisanje nastavničke uloge, profesionalnih odgovornosti i kompetencija u savremenom obrazovnom procesu. Nastavnici se suočavaju sa potrebom da istovremeno razumeju principe funkcionisanja AI alata, prilagode nastavne metode i razviju nove pristupe evaluaciji znanja, uz očuvanje etičkih standarda i kvaliteta obrazovanja. Upravo zato, pitanje nastavničkih znanja i kompetencija postaje centralno u razmatranju održive i odgovorne primene AI u visokom obrazovanju.

Cilj ovog rada jeste da identifikuje i sistematizuje ključna znanja i veštine koje su nastavnicima potrebne za efikasnu, pedagoški opravdanu i etički odgovornu primenu AI u nastavnom procesu. Rad se zasniva na analizi savremene relevantne literature, sa namerom da doprinese razumevanju transformacije nastavničke uloge i implikacija koje primena AI alata ima na očuvanje i unapređenje kvaliteta nastave u visokom obrazovanju.

2. UTICAJ AI NA TRANSFORMACIJU NASTAVNIČKE ULOGE

U kontekstu visokog obrazovanja, AI se sve češće koristi kao podrška učenju, pripremi nastavnih materijala, individualizaciji nastavnog procesa i rešavanju akademskih zadataka [5]. Pedagoški gledano, AI alati mogu pomoći nastavnicima da automatizuju rutinske zadatke, pruže personalizovane povratne informacije studentima i podrže kreativne i istraživačke aktivnosti. Međutim, postoje i ozbiljne akademske diskusije o rizicima preterane zavisnosti od generisanog sadržaja, uključujući mogućnost površnog učenja, netačnih odgovora i potencijalnih pristrasnosti u modelima [6].

S obzirom na ove izazove, u narednim sekcijama fokus će biti usmeren na promenu uloge nastavnika u savremenom obrazovnom okruženju i kompetencije koje su im potrebne za odgovornu i efikasnu integraciju AI alata. Prvo će biti razmotrena transformacija profesionalne uloge nastavnika, a zatim će se analizirati ključne kompetencije kao što su digitalna i AI pismenost, pedagoške i evaluacione veštine, etičke i profesionalne kompetencije, kao i komunikacione veštine koje omogućavaju nastavnicima da AI koriste na pedagoški smislen i etički prihvatljiv način.

2.1. Promena uloge nastavnika

U klasičnom modelu nastave, nastavnik je imao centralnu ulogu u prenosu znanja, dok su digitalne tehnologije uglavnom služile kao pomoćno sredstvo za predstavljanje i organizaciju sadržaja. Digitalne tehnologije pre desetak godina bile su najčešće korišćene za izradu prezentacija, multimedijalnih materijala i administrativnu podršku nastavnom procesu. U tom modelu, nastavnik je bio glavni nosilac znanja, a studenti su imali pasivniju ulogu u procesu usvajanja informacija. Savremeno obrazovno okruženje, obeleženo intenzivnom upotrebom veštačke inteligencije, podstiče promene u ovoj paradigmi. Nastavnik se sve više transformiše u mentora, facilitatora i dizajnera procesa učenja, gde njegova uloga nije samo prenošenje informacija, već strukturiranje, usmeravanje i podrška studentima u interakciji sa kompleksnim sadržajima[7]. Ova transformacija podrazumeva preraspodelu pedagoških odgovornosti – AI alati mogu služiti za generisanje materijala, automatizaciju rutinskih zadataka i pružanje brzih povratnih informacija, dok nastavnik ostaje ključna figura za korekciju, kritičko vrednovanje, interpretaciju i izgradnju dubljeg konteksta znanja [8].

Istraživanja pokazuju da nastavnici u višim obrazovnim ustanovama prepoznaju potencijal AI alata, ali istovremeno izražavaju zabrinutost zbog uticaja koji ti alati mogu imati na razvoj ključnih kompetencija studenata, kao i zbog izazova u prilagođavanju nastavnih metoda i vrednovanja znanja [9].

2.2. Kompetencije nastavnika u AI okruženju

U savremenom obrazovnom okruženju, uspešna integracija AI u nastavni proces zahteva od nastavnika razvoj niza međusobno povezanih kompetencija. Ove kompetencije obuhvataju tehničko razumevanje i kritičku upotrebu AI alata, pedagoško prilagođavanje nastavnih metoda, adekvatne strategije evaluacije znanja, kao i etičke i komunikacione veštine neophodne za odgovornu i transparentnu primenu AI u visokom obrazovanju. Razvoj ovih kompetencija ne predstavlja jednokratan proces, već kontinuirani profesionalni izazov koji zahteva stalno usavršavanje i refleksiju nastavničke prakse u skladu sa tehnološkim promenama. U tom smislu, kompetencije nastavnika postaju ključni faktor održivosti i kvaliteta nastave u AI okruženju.

2.2.1. Digitalna i AI pismenost

Digitalna i AI pismenost podrazumeva ne samo poznavanje osnovnih principa funkcionisanja alata veštačke inteligencije, već i sposobnost kritičke evaluacije AI-generisanih odgovora za njihovu tačnost, pouzdanost i kontekstualnu primenjivost. Literatura ukazuje da su ove veštine ključne za uspešnu integraciju AI u pedagogiju i da predstavljaju osnovu za smislenu primenu alata u akademskom kontekstu [10]. Nedovoljna AI pismenost može dovesti do nekritičkog oslanjanja na generisani sadržaj, što ugrožava kvalitet nastave i akademsku odgovornost. Zbog toga se digitalna i AI pismenost nastavnika smatra polaznom tačkom za razvoj svih ostalih kompetencija u AI okruženju.

2.2.2. Pedagoške kompetencije

Pedagoške kompetencije u AI okruženju zahtevaju od nastavnika da redizajniraju nastavne aktivnosti tako da

podstiču dublje razumevanje i refleksiju, umesto klasične reprodukcije sadržaja. AI alati mogu biti integrisani u metodološke strukture kako bi se unapredili aktivni oblici učenja, saradničke aktivnosti i problemski orijentisani zadaci [11]. Ovakav pristup ne samo da povećava angažman studenata, već ih i osposobljava da koriste AI kao podršku u razvijanju kritičkog mišljenja [12]. Uloga nastavnika u ovom kontekstu podrazumeva osmišljavanje zadataka koji zahtevaju interpretaciju, argumentaciju i primenu znanja, čime se smanjuje mogućnost površnog korišćenja AI alata. Time se AI integriše kao pedagoški resurs, a ne kao zamena za proces učenja.

2.2.3. Kompetencije za evaluaciju znanja

Evaluacione kompetencije obuhvataju sposobnost primene alternativnih i dinamičnih pristupa vrednovanju znanja, uključujući reflektivne zadatke, usmene prezentacije i projektne portfolije. Tradicionalni testovi i standardizovane provere više ne mogu pouzdano odrediti nivo stvarnog razumevanja studenata u kontekstu dostupnosti AI alata koji olakšavaju generisanje odgovora [13]. Zbog toga se sve veći značaj pridaje formatima evaluacije koji omogućavaju uvid u proces razmišljanja studenata, donošenje odluka i primenu znanja u realnim ili simuliranim situacijama. Ovakvi pristupi doprinose realnijem, validnijem i pravednijem vrednovanju studentskih ishoda učenja.

2.2.4. Etičke i profesionalne kompetencije

Etički aspekti primene veštačke inteligencije čine ključni deo kompetencija savremenog nastavnika. Korišćenje AI alata u obrazovnom procesu nije samo tehničko pitanje, već uključuje i odgovornost za očuvanje akademskog integriteta, pravičnost, kao i transparentnost u načinu na koji se AI-generisani materijali koriste i integrišu u nastavu. Nastavnik mora da bude sposoban da prepozna moguće rizike, postavi jasna pravila korišćenja AI i podstiče studente na odgovorno i kritičko korišćenje ovih tehnologija. Istraživanja ukazuju da institucije treba da razviju jasne smernice i politike koje definišu prihvatljive načine upotrebe AI i sprečavaju njenu zloupotrebu, uz istovremeno očuvanje etičkih standarda u obrazovanju [14]. Profesionalna odgovornost nastavnika ogleda se i u sposobnosti da studentima objasni granice dozvoljene upotrebe AI, kao i posledice njenog neetičkog korišćenja.

2.2.5. Komunikacione kompetencije

Efikasna komunikacija postaje ključna u podizanju svesti studenata o prednostima i ograničenjima veštačke inteligencije i u uspostavljanju jasnih očekivanja u pogledu njenog korišćenja. Transparentna komunikacija doprinosi izgradnji poverenja u nastavničku praksu i omogućava odgovorno ponašanje svih aktera u nastavnom procesu [15]. Otvoren dijalog o ulozi AI u učenju može smanjiti nesigurnost i otpor studenata, ali i podstaći njihovo aktivno učešće u oblikovanju nastavnih pravila i praksi. Na taj način, komunikacione kompetencije nastavnika doprinose stvaranju inkluzivnog i podržavajućeg okruženja za učenje.

Sagledane u celini, ove kompetencije ukazuju da uspešna primena veštačke inteligencije u visokom obrazovanju zahteva holistički pristup nastavničkom razvoju, u kome se tehnička, pedagoška, etička i komunikaciona znanja međusobno prožimaju. U tom smislu, nastavnik u AI okruženju ima ključnu ulogu u usmeravanju primene AI alata ka obrazovnim ciljevima i očuvanju kvaliteta nastavnog procesa.

3. ZAKLJUČAK

AI predstavlja jedan od najznačajnijih izazova, ali istovremeno i jednu od najvećih razvojnih prilika za savremeno visoko obrazovanje. Njena široka dostupnost i sve intenzivnija primena neminovno utiču na nastavne prakse, metode evaluacije znanja i odnose između nastavnika i studenata. U tom kontekstu, pitanje očuvanja i unapređenja kvaliteta nastavnog procesa postaje centralno pitanje savremenih pedagoških i obrazovnih rasprava. Analiza ključnih kompetencija nastavnika ukazuje da kvalitet nastave u AI okruženju ne zavisi primarno od same tehnologije, već od načina na koji se ona promišljeno i sistematski integriše u pedagoški okvir.

U radu se potvrđuju nalazi prethodnih istraživanja koja ističu da veštačka inteligencija ne menja suštinu obrazovanja, već zahteva redefinisanje nastavničke uloge i nastavnih praksi [16, 17]. Nastavnik u AI okruženju ostaje ključni akter procesa učenja, ali njegova uloga se pomera od tradicionalnog prenosioca znanja ka mentoru, facilitatoru i dizajneru obrazovnog iskustva. Upravo od njegovih digitalnih, pedagoških, evaluacionih, etičkih i komunikacionih kompetencija zavisi da li će AI alati doprineti dubljem razumevanju gradiva i razvoju kritičkog mišljenja, ili će se svesti na instrumente za površno izvršavanje akademskih zadataka.

Slični radovi ukazuju da restriktivan ili isključivo kontrolni pristup primeni AI, zasnovan na zabranama i nadzoru, ne doprinosi kvalitetu nastave i često proizvodi suprotne efekte, poput smanjenja motivacije studenata i narušavanja poverenja u akademskom odnosu [18]. Nasuprot tome, pedagoški osmišljena i transparentna integracija AI alata može unaprediti proces učenja, podstaći refleksiju i osnažiti studentsku autonomiju, uz istovremeno očuvanje akademskog integriteta.

Sa institucionalnog aspekta, zaključci ovog rada ukazuju na potrebu za sistematskim razvojem nastavničkih kompetencija u oblasti AI. Profesionalno usavršavanje nastavnika, jasno definisane smernice za upotrebu AI alata i kontinuirana pedagoška podrška predstavljaju ključne preduslove za odgovornu i održivu primenu ove tehnologije u visokom obrazovanju [2]. Time se ne unapređuje samo kvalitet pojedinačnih nastavnih aktivnosti, već i ukupni kvalitet obrazovnog sistema u tehnološki intenzivnom i dinamičnom okruženju.

Na osnovu iznetih razmatranja može se zaključiti da AI ne predstavlja pretnju kvalitetu visokog obrazovanja sama po sebi, već da njen uticaj zavisi od pedagoških odluka i profesionalnih kompetencija nastavnika. Buduća istraživanja mogu se usmeriti ka empirijskom ispitivanju efekata razvijenih nastavničkih kompetencija na ishode učenja i na percepciju kvaliteta nastave svih učesnika u obrazovnom procesu.

ZAHVALNOST

Rezultati predstavljeni u ovom radu deo su projekta „Jačanje brenda FTN biznis škole putem međunarodne akreditacije i razvoja sertifikovanih programa obrazovanja", Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

4. LITERATURA

[1] Diana Laurillard, *Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology,* Routledge, London, 2012.
[2] OECD, *Education at a Glance 2021: OECD Indicators,* OECD Publishing, Paris, 2021.
[3] Andreas Kasneci, et al., *"ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education",* Learning and Individual Differences, Vol. 103, 2023.
[4] Neil Selwyn, *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education,* Polity Press, Cambridge, 2019.
[5] Vojislav Kuleto, Miloš Ilić, Mihai Dumangiu, Milan Ranković, Otávio M. Martins, Daniel Păun, Liviu Mihoreanu, *Exploring opportunities and challenges of artificial intelligence and machine learning in higher education institutions,* Sustainability, 13(18), 10424, 2021.
[6] Dunja Bošković, Jelena Spajić, Bojana Milić, Danijela Lalić, *Etički aspekti upotrebe ChatGPT tehnologije u visokom obrazovanju.* XXX Skup Trendovi razvoja – Nastavnici i saradnici kao centar promena u visokom obrazovanju, Vrnjačka Banja, 2024.
[7] Olaf Zawacki-Richter, Bogdan Cefa, Jingyi Bai, *Towards reproducible systematic reviews in Open, Distance, and Digital Education – An umbrella mapping review,* Review of Education, 13(1), e70031, 2024. DOI: 10.1002/rev3.70031.
[8] Yen Thi Nguyen, Beverly Grace Clapano Oblina, *Reimagining Teacher Roles in the Age of AI: Perspectives from Vietnamese Classrooms,* International Journal of Multidisciplinary Research and Publications (IJMRAP), 7(11), 92–96, 2025.
[9] Ron Dotan, Laura S. Parker, Joanna Radzilowicz, *Responsible adoption of generative AI in higher education: Developing a "points to consider" approach based on faculty perspectives,* In Proceedings of the 2024 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, June 2024, pp. 2033–2046.
[10] Yujie Yang, Yu Zhang, Dong Sun, Wei He, Ying Wei, *Navigating the landscape of AI literacy education: insights from a decade of research (2014–2024),* Humanities and Social Sciences Communications, 12(1), 1–12, 2025.
[11] Kiran Pahi, Sayema Hawlader, Emily Hicks, Anika Zaman, Van Phan, *Enhancing active learning through collaboration between human teachers and generative AI,* Computers and Education Open, 6, 100183, 2024.
[12] Shanto S. Shanto, Zia Ahmed, Anisur Jony, *Enriching learning process with generative AI: A proposed framework to cultivate critical thinking in higher education using Chat GPT,* Tuijin Jishu/Journal of Propulsion Technology, 45(1), 3019–3029, 2024.
[13] David R. Cotton, Lorna Wyness, Jane Brown, Philip A. Cotton, *Redefining Assessments in the Age of AI,* In Teaching and Learning in the Age of Generative AI (pp. 283–308), Routledge, 2025.
[14] Selcuk Akgun, Christine Greenhow, *Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings,* AI and Ethics, 2(3), 431–440, 2022.
[15] Abdullahi Yusuf, Nasrin Pervin, Marcos Román-González, *Generative AI and the future of higher education: A threat to academic integrity or reformation? Evidence from multicultural perspectives,* International Journal of Educational Technology in Higher Education, 21(1), 21, 2024.
[16] Wayne Holmes, Kalina Porayska-Pomsta, Kenneth Holstein, Emma Sutherland, Thomas Baker, Simon Buckingham Shum, Kenneth R. Koedinger, *Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework,* International Journal of Artificial Intelligence in Education, 32(3), 504–526, 2022.
[17] Neil Selwyn, *The future of AI and education: Some cautionary notes*, *European Journal of Education*, 57(4), 620–631, 2022.
[18] Enkelejda Kasneci, Katja Seßler, Stefan Küchemann, Maria Bannert, Daria Dementieva, Frank Fischer, Gerhard Kasneci, *ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education*, Learning and Individual Differences, Vol. 103, Article 102274, 2023.

PROFIL AI PISMENOSTI U VISOKOM OBRAZOVANJU

Bojana Milić[1], Jelena Spajić[2], Nikolina Milošević[3], Dunja Bošković[4], Danijela Lalić[5]
[1,2,3,4,5]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]bojana.milic@uns.ac.rs, [2]stankovicj@uns.ac.rs, [3]milosevicnikolina@uns.ac.rs, [4]dunja.vujicic@uns.ac.rs, [5]danijelalalic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Rad ispituje nivo i strukturu AI pismenosti u kontekstu visokog obrazovanja, sa posebnim fokusom na studente i diplomirane ispitanike. Istraživanje je sprovedeno korišćenjem MAILS skale, uz dodatna pitanja o digitalnim i AI navikama. Rezultati ukazuju na široku upotrebu AI alata, ali i na razlike u pojedinim dimenzijama AI pismenosti, posebno u oblasti praktične primene i kreiranja AI. Nalazi potvrđuju značaj sistematskog razvoja AI pismenosti kao ključne obrazovne kompetencije.*

Ključne reči: AI pismenost, studenti

PROFILE OF AI LITERACY IN HIGHER EDUCATION

Abstract: *This paper examines the level and structure of AI literacy in the context of higher education, with a particular focus on students and graduated participants. The study was conducted using the MAILS scale, complemented by questions on digital and AI-related practices. The results indicate widespread use of AI tools, as well as differences across specific dimensions of AI literacy, particularly in the areas of practical application and AI creation. The findings highlight the importance of systematically developing AI literacy as a key educational competence.*

Key Words: AI literacy, students

1. UVOD

Generativna veštačka inteligencija je krajem 2022. godine pokrenula masovnu i globalnu ekspanziju interesovanja za veštačku inteligenciju (AI). Do tada, veštačka inteligencija je uveliko bila prisutna u industriji i korišćena u specijalizovanim domenima (poput medicine, marketinga, finansija i sl.), ali uglavnom nevidljiva krajnjim korisnicima. Veštačka inteligencija je bila alat za eksperte, sastavni deo pozadinskih sistema, a veoma retko uključena u svakodnevni život, pa i obrazovanje korisnika. Kompanija *OpenAI* je lansiranjem alata *ChatGPT* prvi put učinila dostupnim generativni AI alat koji nije zahtevao tehničko znanje, već je omogućio prirodnu jezičku interakciju krajnjeg korisnika sa veštačkom inteligencijom. Samo nekoliko godina kasnije, ne postavlja se pitanje da li se veštačka inteligencija koristi, već: kako se koristi, koliko je razumemo i da li je odgovorno koristimo. Upravo ova eksponencijalna ekspanzija prihvatanja i korišćenja veštačke inteligencije, dovela je do toga da AI postane deo svakodnevnog života, rada i učenja, a obrazovanje je jedno od ključnih oblasti u kome je uticaj veštačke inteligencije najbrže postao vidljiv [1]. Obrazovanje ne treba samo da prati tehnologiju, već i da razvija kritičko mišljenje, postavlja okvire za odgovornu upotrebu AI i stvara mogućnosti za AI podržano učenje. AI pismenost je naročito važna u kontekstu visokog obrazovanja, budući da su studenti oni koji istovremeno uče, koriste AI alate i pripremaju se za profesionalne uloge u kojima će AI tehnologije biti sastavni deo poslovnih procesa. Upravo zato, AI pismenost se nameće kao ključna kompetencija savremenog obrazovanja, a ne kao još jedna veština koja je nastala kao produkt tehnološkog razvoja.

2. TEORIJSKI OKVIR

Za razliku od drugih oblika digitalne pismenosti, AI pismenost podrazumeva ne samo sposobnost za korišćenje tehnologije, već obuhvata i razumevanje rada AI sistema, prepoznavanja njihovih ograničenja i kritičku evaluaciju njihovih rezultata, kao i ukupni društveni uticaj. Ng i saradnici konceptualizovali su AI pismenost kao sposobnost za razumevanje, evaluaciju i efikasnu primenu AI tehnologije, naglašavajući da pismenost u ovoj oblasti prevazilazi okvire tehnologije, uključujući etičku i reflektivnu dimenziju [2]. Na sličan način AI pismenost definišu i Long i Magerko, koji kažu da je to set kompetencija koji pomažu pojedincima da kritički ocenjuju AI tehnologiju, sarađuju sa AI sistemima i odgovorno ih koriste u različitim kontekstima, uključujući obrazovanje i svakodnevni život [3]. Obe definicije naglašavaju obrazovni značaj AI pismenosti pozicionirajući je kao osnovnu kompetenciju koja omogućava informisanu i autonomnu interakciju sa AI tehnologijom. Posmatrano iz ugla obrazovanja, AI pismenost je koncipirana kao multidimenzionalni konstrukt koji integriše kognitivne, praktične i reflektivne aspekte. Ovo potvrđuje i sistemski pregled literature koji je identifikacijom 16 različitih skala za operacionalizaciju AI pismenosti koji je pored različitosti, uspeo da identifikuje i pet dimenzija koje pokrivaju svi instrumenti, a odnose se na: afektivne aspekte, kognitivno razumevanje AI, veštine i primena, kritička evaluacija, kao i etička i društvena pitanja [4].

Istraživanja pokazuju da postoji jaz između korišćenja AI alata i razumevanja njihovih mogućnosti, ograničenja i implikacija [5]. Upravo ovaj raskorak između upotrebe i razumevanja ukazuje na važnost razvijanja svih aspekata AI pismenosti kod studenata. Carolus i saradnici razvili su teorijski okvir za ispitivanje dimenzija AI pismenosti na osnovu teorije obrazovanja i psiholoških modela za razvoj kompetencija. MAILS model (eng. *Meta AI Literacy Scale*) oslanja se na Blumovu taksonomiju obrazovnih ciljeva. U okviru MAILS modela, dimenzija *Poznavanje i razumevanje AI* (eng. *Know & Understand AI*) odgovara kognitivnim procesima koji omogućavaju usvajanje i razumevanje znanja. *Korišćenje i primena AI* (eng. *Use & Apply AI*) odnosi se na sposobnost upotrebe AI tehnologije u praktičnim situacijama. Etičko razmatranje upotrebe AI, odgovara kognitivnim procesima višeg reda, naročito u analizi pri donošenju odluka. Dimenzija *Kreiranje AI* (eng. *Create AI)* podrazumeva naprednije ishode učenja koji su povezani sa evaluacijom i kreiranjem novih rešenja kao što su dizajniranje ili prilagođavanje rešenja zasnovanih na veštačkoj inteligenciji. MAILS model proteže se izvan kognitivnih dimenzija, pa kroz dimenzije *AI samoučinkovitost* (eng. *AI self-efficacy*) i *AI samokompetentnost* (eng. *AI self-competency*) posmatra i percipirane sposobnosti, samopouzdanje i samoregulaciju u interakciji sa AI sistemima [6].

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

. Cilj ovog rada je da sagleda AI pismenost iz perspektive dve grupe ispitanika, kao i da razmotri obrazovne implikacije dobijenih rezultata u kontekstu savremenog visokog obrazovanja, odnosno da ispita:

IP1: Kakav je nivo i struktura AI pismenosti među studentima i diplomiranim ispitanicima;

IP2: Kako se pojedine dimenzije AI pismenosti manifestuju kod studenata u poređenju sa diplomiranim ispitanicima;

IP3: Kako studenti i diplomirani ispitanici procenjuju sopstvene digitalne i AI veštine, kao i učestalost i kontekst korišćenja AI alata.

U istraživanju je korišćen instrument koji se sastojao iz tri dela. Prvi deo čine pitanja kojim su prikupljeni demografski podaci, dok drugi deo čine pitanja za samoprocenu digitalnih i AI veština, procenu učestalosti i konteksta korišćenja AI alata. Treći deo upitnika korišćen je za merenje AI pismenosti, gde je upotrebljen upitnik MAILS koji se sastoji od 34 pitanja sa predloženom četvorofaktorskom strukturom,a merenje je izvšeno na skali Likertovog tipa sa rasponom odgovora od 1 do 10. Dimenzije i podfaktori su prikazani u tabelama 3 i 4. Istraživanje je sprovedeno u avgustu i septembru 2025. godine. Upitnik u onlajn formi distribuiran je kroz LinkedIn, kao i studentima koji na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu trenutno pohađaju master akademske i MBA studije. Od prikupljenih 107 odgovora, nakon isključivanja zbog nedostajućih podataka, konačan uzorak je činilo 97 ispitanika.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Uzorak u istraživanju obuhvatio je 97 ispitanika. Zbog potreba istraživanja, ispitanici su podeljeni u dve grupe, prema njihovom statusu u formalnom obrazovanju. Grupu *Studenti* čine ispitanici koji su u trenutku istraživanja bili uključeni u formalni obrazovni proces, dok grupu *Diplomirani* čine ispitanici koji u trenutku istraživanja nisu studirali.

Tabela 1 – Demografske karakteristike ispitanika

		N - Studenti	N- Diplomirani
Pol	Ženski	34	41
	Muški	13	9
Godine starosti	13-24	7	2
	25-34	25	17
	35-44	10	29
	45-54	5	1
	> 55	0	1
Nivo obrazovanja	Srednja škola	3	4
	Viša škola / OAS	20	12
	MAS / Specijalističke	22	31
	Doktorat	2	3
Zaposlenje	Zaposleni	44	49
	Nezaposleni	3	1

Kada je reč o polnoj strukturi uzorka, u obe posmatrane grupe je prisutna veća zastupljenost ženskih ispitanika, a ova razlika je izraženija u grupi *Diplomirani*. U grupi *Studenti* najzastupljenija je starosna kategorija 25-34 godine, a značajan deo ove grupe pripada i starosnoj kategoriji 18-24 godine. Ova distribucija je očekivana obzirom da najveći deo uzorka (95,7%) čine studenti MBA studija (35) i MAS (10) studija. Ispitanici starosne grupe 35-44 godina dominiraju grupom *Diplomirani*. U skladu sa ovim podacima jeste i distribucija ispitanika u odnosu na završeni nivo obrazovanja, gde u grupi *Studenti* dominiraju MAS/Specijalističke studije, kao i završena Viša škola ili OAS. Kada

je reč o zaposlenju, većina ispitanika u obe grupe je zaposlena tj. uzorak u obe grupe čine pretežno radno aktivni ispitanici (tabela 1).

Tabela 2 – Deskriptivni pokazatelji digitalnih i AI navika prema obrazovnom statusu

		Studenti (N = 47)		Diplomirani (N = 50)	
		AS	SD	AS	SD
Samoprocena digitalnih veština (ocena 1-5)		4,36	0,67	4,16	0,82
Samoprocena AI veština (ocena 1-5)		3,72	0,90	3,46	0,99
Poverenje u AI alate (ocena 1-5)		3,15	0,62	3,32	0,79
Korišćenje AI u svakodnevnom životu	Da	36		37	
	Ne	11		13	
Korišćenje AI u poslu	Da	36		37	
	Ne	11		13	
Učestalost korišćenja AI alata	Svakodnevno	24		27	
	Nekoliko puta nedeljno	15		13	
	Povremeno (< 1x nedeljno)	8		7	
	Nikada	0		3	

Obe grupe ispitanika procenjuju svoje digitalne veštine kao relativno visoke, pri čemu *Studenti* u proseku navode nešto više vrednosti u odnosu na *Diplomirane*. Kod obe grupe ispitanika, samoprocena veština korišćenja veštačke inteligencije je niža, u poređenju sa opštim digitalnim veštinama što ukazuje na razliku u percipiranoj digitalnoj pismenosti i specifičnim AI kompetencijama. *Studenti* i ovde procenjuju svoje veštine nešto višim u odnosu na *Diplomirane*. Nivo poverenja u AI alate je umeren kod obe grupe, gde *Studenti* pokazuju nešto niži stepen poverenja u odnosu na *Diplomirane*. Većina ispitanika u obe grupe navodi da koristi AI alate u svakodnevnom životu, a isti obrazac odgovora prisutan je i za korišćenje AI alata u profesionalnom kontekstu. Ovo ukazuje na široku rasprostranjenost upotrebe AI tehnologije u ličnom i profesionalnom kontekstu. Kada je u pitanju učestalost korišćenja AI tehnologije, najveći broj ispitanika u obe grupe navodi svakodnevnu upotrebu ili korišćenje nekoliko puta tokom sedmice. Pri tome, *Diplomirani* ispitanici u većem broju navode svakodnevno korišćenje AI alata, dok se kategorija ispitanika koji nikada ne koriste AI alate pojavljuje isključivo u ovoj grupi.

Studenti su se izjasnili da najčešće koriste sledeće AI alate: *ChatGPT* (46), *Microsoft Copilot* (17), *Grammarly AI* (12), *Google Gemini* (7) i *Midjourney/DALL-E/drugi alati za generisanje slika* (4). *Diplomirani* su se izjasnili da najčešće koriste: *ChatGPT* (48), *Grammarly AI* (12), *Google Gemini* (11), *Midjourney/DALL-E/drugi alati za generisanje slika* (9) i *Microsoft Copilot* (7).

Tabela 4 – Deskriptivna statistika podfaktora MAILS skale prema obrazovnom statusu

Dimenzije	Podfaktor	Studenti		Diplomirani	
		AS	SD	AS	SD
AI pismenost	Poznavanje i razumevanje AI	4,58	0,52	4,30	0,68
	Korišćenje i primena AI	3,39	0,46	3,27	0,41
	Prepoznavanje AI sadržaja	4,13	3,39	4,00	0,64
	Etika AI	4,21	0,57	4,10	0,59
Kreiranje AI		3,74	0,97	3,44	0,88
AI samoučinkovitost	AI rešavanje problema	5,87	1,72	5,27	2,09
	AI podržano učenje	6,14	2,50	5,37	2,72
AI samokompetentnost	AI ubeđivačka pismenost	8,00	1,58	7,55	2,23
	AI regulacija emocija	8,43	1,37	7,24	2,82

Studenti u proseku postižu više vrednosti na svim podfaktorima MAILS skale u odnosu na *Diplomirane* ispitanike. Ova razlika je naročito izražena na podfaktorima koje se odnose na dimenzije *AI samoučinkovitost* i *AI samokompetentnost*. Ovi rezultati mogu ukazivati na veći stepen samopouzdanja u radu sa AI sistemima kod ispitanika koji su trenutno uključeni u formalni obrazovni proces. *Diplomirani* ispitanici, sa druge strane, postižu nešto niže prosečne vrednosti na većini podfaktora MAILS skale. Ali i kod ove grupe ispitanika prosečne vrednosti odgovora na podfaktorima dimenzije *AI samokompetentnost* ostaju u višim delovima skale. Ovi rezultati mogu ukazivati na to da i nakon završetka formalnog obrazovanja, ispitanici percipiraju relativno visok nivo kontrole i kritičkog odnosa prema AI sistemima.

5. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati pokazuju da ispitanici aktivno koriste AI alate, kako u svakodnevnom životu, tako i u profesionalnom kontekstu, što je u skladu sa savremenim trendovima u visokom obrazovanju. Međutim, niže prosečne vrednosti na podfaktorima *Korišćenje i primena* AI i *Kreiranje AI* u poređenju sa podfaktorima *Poznavanje i razumevanje AI* i *Etika AI*, ukazuju na mogući jaz između razumevanja i praktične, napredne, primene AI. Dobijeni nalazi potvrđuju rezultate prethodnih istraživanja koji ukazuju na to da učestala primena AI alata ne podrazumeva i razvijene kompetencije za njihovu kritičku i samostalnu primenu. Grupa *Studenti* u proseku postiže više vrednosti na svim podfaktorima MAILS skale, a naročito za *AI samoučinkovitost* i *AI samokompetentnost*, što može ukazati na veći stepen samopouzdanja i otvorenosti ka AI podržanom učenju. Ovi rezultati se mogu dovesti u vezu sa tim da je ova grupa ispitanika trenutno uključena u obrazovni proces, gde se AI alati sve češće koriste kao podrška učenju, rešavanju problema i izradi zadataka. Najviše prosečne vrednosti u oba uzorka uočavaju se na podfaktorima *AI ubeđivačka pismenost* i *AI regulacija emocija* što ukazuje na visok nivo percipirane sposobnosti za kritički odnos prema AI sadržaju. Međutim, visoke vrednosti na ovim podfaktorima, u kombinaciji sa nižim vrednostima na dimenzijama praktične primene i kreiranja AI, dodatno naglašavaju potrebu za sistematskim obrazovnim pristupom razvoju AI pismenosti. Rezultati dobijeni u ovom istraživanju ukazuju na to da AI pismenost ne treba posmatrati kao spontanu posledicu korišćenja tehnologije, već ciljani ishod obrazovnih procesa, i upravo visoko obrazovanje može imati ključnu ulogu u razvijanju budućih profesionalaca sa uravnoteženim profilom AI pismenosti, koji neće obuhvatiti samo razumevanje i primenu, već i etiku i psihološke aspekte interakcije sa AI. Preporuke za unapređenje AI pismenosti u obrazovnom kontekstu odnose se na uvođenje strukturiranih zadataka koji zahtevaju aktivnu primenu AI alata, a ne samo njihovo korišćenje za automatizaciju zadataka. Ovi zadaci mogu uključivati poređenje generisanih rešenja, modifikovanje AI izlaza i refleksiju o izboru i ograničenjima korišćenog alata. Takođe, integracija AI pismenosti bilo bi poželjno da se sprovede kroz različite discipline, odnosno predmete, kako bi se razvile transferabilne AI kompetencije, a ne tehničke veštine koje su vezane za jedan kontekst. Razvoj AI pismenosti zahteva i dodatni razvoj kritičkog odnosa prema veštačkoj inteligenciji što je moguće ostvariti kroz vođene diskusije i analizu slučaja zloupotrebe ili njene pogrešne primene. Konačno, preporučuje se uvođenje kratkih kurseva o ograničenjima i rizicima AI kako bi se balansiralo poverenje i skepticizam prema veštačkoj inteligenciji. Ovo se može ostvariti kroz radionice posvećene halucinacijama AI sistema, pristrasnosti podataka i prevelikom oslanjanju na AI u donošenju odluka.

Ograničenja ovog istraživanja odnose se na veličinu i strukturu uzorka kao i na činjenici da su podaci zasnovani na samoproceni ispitanika. Buduća istraživanja mogu uključiti šire i reprezentativnije uzorke, kao i kombinovanje sa objektivnim merama AI kompetencija kako bi se produbilo razumevanje AI pismenosti u obrazovnom kontekstu.

ZAHVALNOST

Rezultati predstavljeni u ovom radu deo su projekta „*Jačanje brenda FTN biznis škole putem međunarodne akreditacije i razvoja sertifikovanih programa obrazovanja*" Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

6. LITERATURA

[1] J. Freeman, *Student Generative AI Survey 2025*, HEPI Policy Note 61, Higher Education Policy Institute, Oxford, UK, Feb. 26, 2025.

[2] D. T. K. Ng, J. K. L. Leung, K. W. S. Chu, and M. S. Qiao, *AI literacy: Definition, teaching, evaluation and ethical issues*, Proceedings of the Association for Information Science and Technology, vol. 58, no. 1, pp. 504–509, 2021. https://doi.org/10.1002/pra2.488

[3] D. Long and B. Magerko, *What is AI literacy? Competencies and design considerations*, in Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York, NY, USA: ACM, 2020, pp. 1–16. https://doi.org/10.1145/3313831.3376727

[4] T. Lintner, *A systematic review of AI literacy scales*, npj Science of Learning, vol. 9, Art. no. 50, 2024. https://doi.org/10.1038/s41539-024-00264-4

[5] A. Markus, J. Pfister, A. Carolus, A. Hotho, and C. Wienrich, *Effects of AI understanding-training on AI literacy, usage, self-determined interactions, and anthropomorphization with voice assistants,* Computers and Education Open, vol. 6, Art. no. 100176, 2024. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100176

[6] A. Carolus, M. J. Koch, S. Straka, M. E. Latoschik, and C. Wienrich, *MAILS – Meta AI literacy scale: Development and testing of an AI literacy questionnaire based on well-founded competency models and psychological change- and meta-competencies,* Computers in Human Behavior: Artificial Humans, vol. 1, no. 2, Art. no. 100014, 2023. https://doi.org/10.1016/j.chbah.2023.100014

DIGITALNA PRIVATNOST STUDENATA I PORODICE: ETIČKE DILEME I KRIVIČNOPRAVNA ZAŠTITA U ERI ONLINE OBRAZOVANJA

Dalibor Krstinić[1], Nenad Bingulac[2], Đorđe Sančanin[3], Jelena Matijašević[4], Sanja Škorić[5]
[1,2,3,4,5] *Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija*
[1]dkrstinic@pravni-fakultet.info, [2]nbingulac@pravni-fakultet.info, [3] djordje.sancanin@pravni-fakultet.info, [4]jelena@pravni-fakultet.info, [5]sanja@pravni-fakultet.info

Kratak sadržaj: *Digitalizacija visokog obrazovanja i razvoj online nastave doveli su do toga da se nastavni proces i provera znanja sve češće odvijaju u privatnom prostoru studenata. Time se otvaraju značajna pitanja zaštite digitalne privatnosti, ne samo studenata, već i članova njihove porodice, koji posredno mogu biti izloženi putem video-platformi, snimanja predavanja i sistema nadzora tokom ispita. Rad razmatra etičke dileme koje nastaju u vezi sa granicama institucionalne kontrole i očuvanjem dostojanstva ličnosti, kao i krivičnopravne mehanizme zaštite u situacijama kada povrede privatnosti prerastu u protivpravna snimanja, neovlašćeno objavljivanje podataka ili digitalno uznemiravanje. Zaključuje se da se kvalitet visokog obrazovanja u tehnološki intenzivnom okruženju ne može posmatrati isključivo kroz dostupnost i efikasnost, već i kroz standarde zaštite privatnosti, etičku legitimnost digitalnih praksi i delotvornu pravnu zaštitu studenata i njihove porodice.*

Ključne reči: digitalna privatnost, online obrazovanje, studenti, porodica, etika, krivičnopravna zaštita

DIGITAL PRIVACY OF STUDENTS AND THEIR FAMILIES: ETHICAL DILEMMAS AND CRIMINAL LAW PROTECTION IN THE ERA OF ONLINE EDUCATION

Abstract: *The digitalization of higher education and the expansion of online learning have increasingly shifted teaching and assessment processes into students' private homes. This development raises important questions regarding the protection of digital privacy, not only of students, but also of their family members, who may become indirectly exposed through video platforms, lecture recordings, and remote proctoring systems. The paper examines ethical dilemmas related to the limits of institutional control and the protection of human dignity, as well as criminal-law mechanisms applicable when privacy violations escalate into unlawful recording, unauthorized data disclosure, or digital harassment. It is argued that the quality of higher education in a technologically intensive environment cannot be assessed solely through accessibility and efficiency, but must also include privacy standards, ethical legitimacy of digital practices, and effective legal protection for students and their families.*

Key Words: digital privacy, online education, students, family, ethics, criminal-law protection

1. UVOD

Digitalizacija visokog obrazovanja, naročito nakon pandemijskog perioda, dovela je do toga da se značajan deo nastave i provere znanja odvija u online okruženju. Time se obrazovni proces iz institucionalnog prostora prenosi u privatni dom studenta. Iako ovakav model povećava dostupnost, fleksibilnost i kontinuitet nastave, istovremeno otvara pitanje granica institucionalne kontrole, zaštite dostojanstva ličnosti i digitalne privatnosti.

Posebna specifičnost online obrazovanja jeste da članovi porodice, iako nisu učesnici nastavnog procesa, mogu postati posredno izloženi: kroz video-platforme, snimanje predavanja, deljenje ekrana, kao i kroz sisteme daljinskog nadzora ispita (remote proctoring). U tom smislu, digitalna privatnost postaje pitanje ne samo studentskih prava, već i zaštite porodičnog života.

2. DIGITALNA PRIVATNOST U ONLINE NASTAVI: OPSEG I RIZICI

Digitalna privatnost u visokom obrazovanju obuhvata zaštitu podataka o ličnosti, tajnost komunikacija, audio/video identitet, kao i pravo na nepovredivost privatnog i porodičnog života. U praksi, tokom online nastave i ispita obrađuju se identifikacioni podaci (ime, prezime, broj indeksa), kontakt podaci, podaci o uspehu, ali i audio/video snimci i podaci o uređaju i mreži. U pojedinim sistemima, naročito kod proctoring rešenja, mogu se obrađivati i biometrijski podaci (prepoznavanje lica).

Rizici po privatnost posebno su izraženi u situacijama kada kamera obuhvata deo doma: prostoriju, lične predmete, porodične fotografije, dokumenta ili prisustvo drugih osoba. Članovi porodice mogu biti snimljeni ili indirektno identifikovani, iako nisu dali pristanak. Ovo je naročito problematično kada se u pozadini nalaze maloletna deca, čime se

otvara pitanje najboljeg interesa deteta i zaštite porodičnog života.

3. ETIČKE DILEME: PROPORCIONALNOST, PRISTANAK I JEDNAKOST

Etika u visokom obrazovanju zahteva da se digitalne tehnologije koriste odgovorno, uz poštovanje dostojanstva studenata i principa jednakosti. Prva ključna dilema odnosi se na proporcionalnost: univerzitet ima legitiman interes da obezbedi integritet ispita, ali invazivne mere nadzora (snimanje, praćenje pogleda, skeniranje prostorije, detekcija zvuka) mogu biti prekomerne u odnosu na cilj. Time se student tretira kao potencijalni prekršilac, što narušava akademsko poverenje.

Druga dilema odnosi se na informisani pristanak. U praksi, student često nema realnu mogućnost izbora, jer je prihvatanje uslova platforme preduslov za polaganje ispita. Takav „pristanak" ima formalni karakter i ne predstavlja slobodnu odluku. Treća dilema je pitanje jednakosti: ne poseduju svi studenti adekvatne uslove (mirnu prostoriju, stabilan internet, kvalitetnu opremu), pa se rizik povrede privatnosti neravnomerno raspodeljuje.

4. KRIVIČNOPRAVNA ZAŠTITA U SLUČAJEVIMA POVREDE PRIVATNOSTI

Kada povrede digitalne privatnosti prevaziđu nivo akademske ili građanskopravne odgovornosti, relevantna postaje krivičnopravna zaštita. U online obrazovanju mogu nastati situacije protivpravnog snimanja i objavljivanja sadržaja, neovlašćenog prikupljanja i obrade podataka, hakovanja platformi i curenja podataka, kao i digitalnog uznemiravanja studenata ili članova njihove porodice.

Krivični zakonik Republike Srbije predviđa više krivičnih dela koja mogu biti primenljiva, uključujući: neovlašćeno prisluškivanje i snimanje, neovlašćeno fotografisanje, neovlašćeno objavljivanje i prikazivanje tuđeg spisa, portreta i snimka, neovlašćeno prikupljanje ličnih podataka, kao i krivična dela protiv bezbednosti računarskih podataka. Digitalno uznemiravanje može se manifestovati kroz cyberbullying, doxxing ili širenje kompromitujućih snimaka, sa ozbiljnim posledicama po čast, ugled i mentalno zdravlje žrtava.

Posebno osetljive situacije nastaju kada kompromitujući sadržaj obuhvati članove porodice, naročito maloletnike. U takvim slučajevima, delotvorna pravna zaštita zahteva koordinaciju između visokoškolskih ustanova, nadležnih organa i regulatornih tela, kao i jasno definisane procedure prijavljivanja i reagovanja.

Uloga Poverenika za informacije od javnog značaja i zaštitu podataka o ličnosti je posebno značajna, jer studenti mogu tražiti zaštitu svojih prava, uvid u podatke, kao i brisanje ili ograničenje obrade u slučajevima kada se podaci obrađuju suprotno zakonu. Time se jača institucionalna kontrola nad praksama u online obrazovanju. [3]

Na nivou akademske etike, poželjno je da se pre uvođenja invazivnih proctoring rešenja sprovede procena uticaja na privatnost (DPIA), uz uključivanje studentskih predstavnika. Takav pristup povećava legitimnost odluke i doprinosi izgradnji poverenja u digitalnu transformaciju visokog obrazovanja. [3][4][5]

Jedan od važnih preventivnih mehanizama jeste tehnički dizajn sistema („privacy by design"). To podrazumeva da se od početka biraju platforme koje omogućavaju minimizaciju snimanja, isključenje nepotrebnih funkcija, lokalno čuvanje podataka i jasne administratorske logove. Na taj način se rizici smanjuju pre nego što dođe do povrede prava. [5]

U praksi se pojavljuje i pitanje sekundarne upotrebe snimaka. Iako se snimanje predavanja ili ispita formalno vrši radi nastavnog procesa, postoji rizik da se materijal koristi u druge svrhe (interni nadzor, disciplinski postupci, marketinška promocija, pa čak i neformalno deljenje u zatvorenim grupama). Upravo zbog toga, univerziteti moraju jasno ograničiti svrhu obrade i rokove čuvanja, uz strogu kontrolu pristupa. [3][5]

Evropski standardi zaštite privatnosti, posebno kroz praksu Evropskog suda za ljudska prava, naglašavaju da pravo na privatnost obuhvata i zaštitu identiteta, reputacije i porodičnog života. U tom okviru, svako zadiranje u privatni prostor mora biti zasnovano na legitimnom cilju, uz nužnost i proporcionalnost mere. Ovi standardi su relevantni i za visokoškolske ustanove koje uvode digitalne tehnologije. [6]

Sa stanovišta krivičnopravne zaštite, posebno je važno naglasiti da digitalni tragovi (snimci, screenshot-ovi, logovi) imaju trajni karakter i mogu biti distribuirani velikom brzinom. Čak i kratkotrajno objavljivanje kompromitujućeg sadržaja može izazvati dugoročne posledice po ugled studenta i njegove porodice. U tom smislu, krivično pravo zadržava ulogu ultima ratio, ali u digitalnom prostoru dobija na praktičnom značaju. [2]

U akademskoj zajednici, poverenje između nastavnika i studenata predstavlja pretpostavku etički održivog obrazovanja. Prekomerna kontrola i stalni nadzor mogu narušiti taj odnos, stvarajući atmosferu sumnje i straha. Stoga je potrebno razvijati modele provere znanja koji kombinuju integritet i zaštitu privatnosti, kao što su usmeni ispiti, projektni zadaci ili otvorene forme testiranja. [4]

U poređenju sa klasičnim ispitivanjem u prostorijama fakulteta, remote proctoring pomera teret organizacije na studenta: on obezbeđuje prostor, opremu, tišinu i tehničke uslove. Ovakav model može dovesti do indirektne diskriminacije studenata koji žive u većim porodicama, u manjim stanovima ili u socio-ekonomski nepovoljnijim uslovima. [1][4]

U praktičnom smislu, studenti u online okruženju često nisu svesni punog obima obrade podataka. Pored video-snimka, platforme mogu prikupljati i metapodatke (vreme pristupa, IP adresu, identifikatore uređaja, logove aktivnosti), što povećava rizik od profilisanja i sekundarne upotrebe podataka. Zbog toga je transparentnost obrade podataka ključni element kvaliteta digitalizovanog obrazovanja. [3][5]

5. ZAKLJUČAK

Digitalna transformacija visokog obrazovanja predstavlja važan korak ka modernizaciji i povećanju dostupnosti nastave, ali istovremeno donosi rizike po privatnost i etičku legitimnost obrazovnih praksi. Kvalitet visokog obrazovanja u tehnološki intenzivnom okruženju ne može se posmatrati samo kroz efikasnost i dostupnost, već mora uključiti i standarde zaštite digitalne privatnosti studenata i njihove porodice.

Neophodno je da visokoškolske ustanove primenjuju princip minimizacije podataka, obezbede transparentnost, realne alternative studentima i jasne politike privatnosti. Krivičnopravna zaštita postaje relevantna kada povrede privatnosti prerastu u protivpravna snimanja, neovlašćeno objavljivanje ili digitalno uznemiravanje. Samo uz ovakav pristup digitalna transformacija može biti održiva i etički prihvatljiva.

6. LITERATURA

[1] *Ustav Republike Srbije*, Službeni glasnik RS, br. 98/06, 115/21.
[2] *Krivični zakonik Republike Srbije*, Službeni glasnik RS, br. 85/05, 88/05 – ispr., 107/05 – ispr., 72/09, 111/09, 121/12, 104/13, 108/14, 94/16, 35/19, 27/21 – odluka US, 62/21, 16/23.
[3] *Zakon o zaštiti podataka o ličnosti*, Službeni glasnik RS, br. 87/18.
[4] *Zakon o visokom obrazovanju*, Službeni glasnik RS, br. 88/17, 27/18 – dr. zakon, 73/18, 67/19, 6/20 – dr. zakoni, 11/21 – autentično tumačenje, 67/21, 67/21 – dr. zakon, 76/23.
[5] *Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016* (General Data Protection Regulation – GDPR).
[6] *European Convention on Human Rights,* Article 8.

ULOGA MEHANIKE U TRANSDISCIPLINARNOM INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU - IZAZOVI I POSLEDICE MARGINALIZACIJE TEMELJNIH INŽENJERSKIH DISCIPLINA

Zvonko Rakarić
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
zvonko@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *U tehnološki intenzivnom okruženju, zahtevi koji se postavljaju pred inženjere neprestano rastu i problemi postaju kompleksniji. Dodatno, procesi, od ideja do željenih rešenja se ubrzavaju. Institucije koje se bave inženjerskim obrazovanjem, kao i šira zajednica, prepoznaju ovakve trendove. U tom cilju se vrše različite reforme inženjerskog obrazovanja u cilju prilagođavanja ovakvim zahtevima. Sve više, transdisciplinaran pristup, kako u inženjerskoj praksi, tako i u inženjerskom obrazovanju, dobija na značaju. U kontekstu reformi inženjerskog obrazovanja se uočavaju i trendovi narušenog balansa između temeljnih inženjerskih disciplina i stručnih disciplina, u smislu tendencije ka marginalizaciji temeljnih disciplina. Cilj ovog rada je da ukaže da temeljne inženjerske discipline nisu prepreka prilagođavanju inženjerskog obrazovanja savremenim tehnološkim zahtevima, već, preduslov za efikasnu primenu takvih reformi.*

Ključne reči: reforme inženjerskog obrazovanja, transdisciplinarnost, temeljne inženjerske discipline, mehanika

THE ROLE OF MECHANICS IN TRANSDISCIPLINARY ENGINEERING EDUCATION: CHALENGES AND IMPLICATIONS OF THE MARGINALIZATION OF FUNDAMENTAL ENGINEERING DISCIPLINES

Abstract: *In a technologically intensive environment, the demands placed on engineers continue to increase, while the problems they address become more complex and the path from idea to solution accelerates. These trends are widely recognized by engineering education institutions and the broader society, leading to ongoing reforms aimed at adapting engineering education to contemporary technological requirements. Within this context, transdisciplinary approaches are gaining increasing importance in both engineering practice and education. At the same time, however, certain reform trends indicate a disturbed balance between fundamental and specialized engineering disciplines, particularly through the marginalization of foundational subjects. This paper argues that fundamental engineering disciplines are not an obstacle to such reforms, but rather a prerequisite for their effective implementation.*

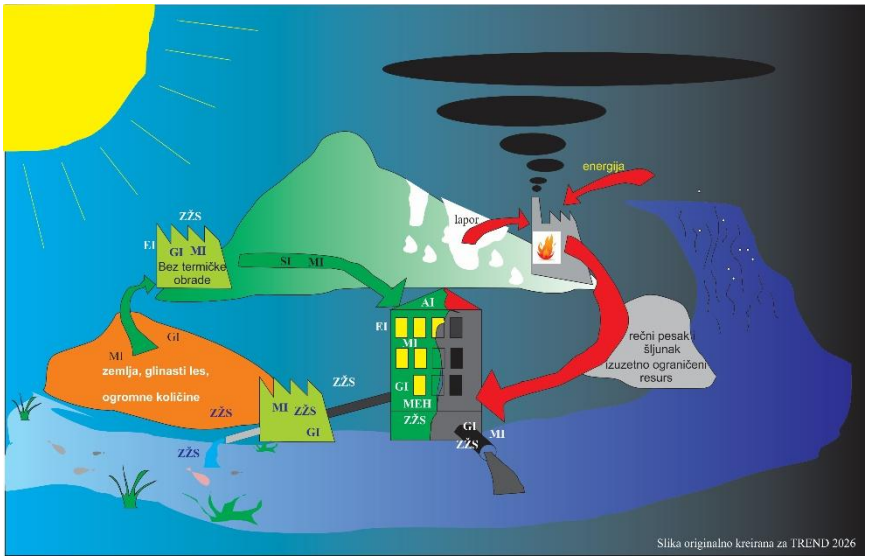
Key Words: engineering education reform, transdisciplinarity, fundamental engineering disciplines, mechanics

1. UVOD – ZAŠTO TRANSDISCIPLINARNOST

Nesporno je da se savremeno inženjersko obrazovanje odvija u uslovima ubrzanog tehnološkog razvoja, praćenog neprestanim rastom broja inovacija koje sve intenzivnije oblikuju svakodnevni život. Inženjerski sistemi postaju sve složeniji, dok se pred inženjere, odnosno pred rezultate njihovog rada, postavljaju sve noviji zahtevi [1,2]. Na primer, pored tehničke funkcionalnosti i efikasnosti, od inženjerskih rešenja se očekuje da budu bezbedna, estetski prihvatljiva, ekološki održiva i da ne ugrožavaju zdravlje ljudi i kvalitet životne sredine. Iako su pojedini od ovih zahteva postojali i ranije, standardi i brzine širenje informacija se povećavaju, kao i gotovo trenutna reakcija na posledice inženjerskih rešenja. Uočava se da brojni zahtevi proizilaze iz šire društvene zajednice, i kao takvi, nameću potrebu za proširenjem inženjerskih gledišta u odnosu neka ranija, uspostavljena tokom tradicionalnog, višedecenijskog razvoja inženjerskog obrazovanja. Prevazilaženje okvira pojedinačnih inženjerskih struka, sve više postaje uobičajeno u savremenom inženjerstvu, a što pred obrazovni sistem, a naročito pred inženjersko obrazovanje, postavlja nove izazove. Kao odgovor na ove izazove, svedoci smo značajnih reformi u koncipiranju studijskih programa, gde se sve se češće ukazuje na, i primenjuju interdisciplinarni [2] i transdisciplinarni pristupi [2,3]. Slika 1 daje primer mogućeg transdisciplinarnog inženjerskog okruženja, u kojem se ukazuje na potencijal prožimanja različitih inženjerskih oblasti u cilju smanjenja cementa, rečnog peska i šljunka, zamenom termički netretiranih sirovina na bazi lesnih sedimentnih naslaga (kojima R. Srbija obiluje). Svako smanjenje energetski zahtevnih, kao i izuzetno ograničenih resursa, predstavlja značajan doprinos smanjenju utroška energije i smanjenja emisije klimatskih gasova. U osnovi prožimanja različitih inženjerskih oblasti, a što čini neophodan preduslov za iznalaženje različitih i brojnih rešenja u navedenom problemu, je suštinsko razumevanje fundamentalnih principa.

U cilju što bolje prilagođenosti budućih inženjera pomenutim izazovima, u procesu reformi inženjerskog obrazovanja, naglasak se često stavlja na uvođenje novih stručnih i tehnološki orijentisanih sadržaja, kao i na razvoj praktičnih, alatno usmerenih kompetencija [4]. Međutim, paralelno sa ovim trendovima, uočava se tendencija postepenog potiskivanja temeljnih inženjerskih disciplina iz nastavnih planova i programa [5]. Ova pojava se ispoljava

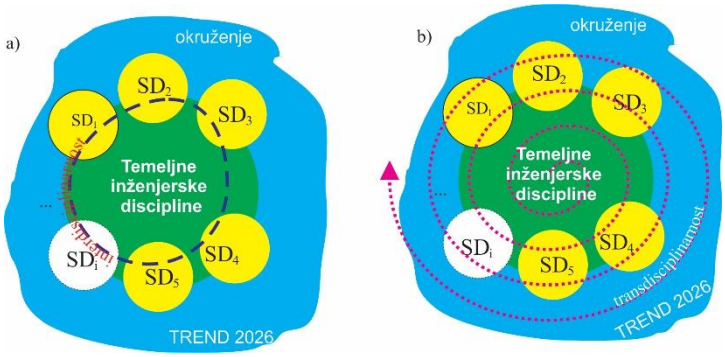
kroz smanjenje fonda časova, snižavanje kriterijuma znanja, fragmentaciju nastavnih sadržaja osnovnih disciplina u druge stručne discipline, kao i potpuno izostavljanje pojedinih disciplina koje tradicionalno čine osnovu inženjerskog obrazovanja. Konačno, svedoci smo i angažovanja nastavnika bez nastavno-naučne kompetencije, u temeljnim disciplinama, zasnovano na pogrešnoj pretpostavci, tj. uverenju da je svaki inženjer kvalifikovan da predaje bazične inženjerske discipline [5]. Mehanika, kao jedna od ključnih temeljnih inženjerskih disciplina, u tom smislu zauzima važno mesto. Ona obezbeđuje teorijski okvir za razumevanje ponašanja realnih sistema, razvija sposobnosti modelovanja i omogućava povezivanje matematičkih i fizičkih principa sa inženjerskom praksom [1,6]. Štaviše, mehanika se kroz prethodne periode industrijskih revolucija prirodno nametnula kao nosilac misaonih koncepata kroz jezik i terminologiju zajedničku za različite inženjerske struke. U tom smislu, i u ovoj trenutnoj četvrtoj industrijskoj revoluciji, u transdisciplinarnom okruženju, kada se granice između pojedinačnih inženjerskih oblasti sve više brišu, mehanika nastavlja sa ovom važnom ulogom [7]. Cilj ovog rada je razmatranje uloge mehanike u savremenom transdisciplinarnom inženjerskom obrazovanju, sa posebnim osvrtom na izazove i posledice njene marginalizacije.



Slika 1. Primer transdisciplinarnog okruženja (GI-građevinsko inženjerstvo; MI-mašinsko inženejrstvo; ZŽS-inžinjerstvo zaštite životne sredine; MEH- inženjeri mehatronike; EI- elektrotehničko inženjerstvo; SO – saobraćajno inženjerstvo; AI-arhitektura)

2. TEHNOLOŠKI INTENZIVNO I TRANSDISCIPLINARNO OKRUŽENJE – ZAŠTO ZAHTEVA JAČE, A NE SLABIJE OSNOVE

Na Slikama 2 a) i b) su, shematski predstavljene osnovne ideje interdisciplinarnog, odnosno transdisciplinarnog pristupa u inženjerskom obrazovanju, respektivno. Temeljne inženjerske discipline (TID), u oba slučaja predstavljaju strukturno jezgro obrazovanja, oko kojeg se nadovezuju stručne discipline (SD). Znanje ostvareno u TID se dalje nadograđuje u SD, zasnovano na uzajamnoj sprezi TID i SD. Kao krajnji, odnosno, željeni cilj obrazovanja, znanje, je u slučaju interdisciplinarnog pristupa (Slika 2a), slikovito predstavljeno zatvorenom linijom. Zatvorena linija, prelazi i preko TID i SD, asocira na njihovu uzajamnu spregu, kao i na znanje koje ima stabilni karakter. Naime, upotrebivši metaforičku analogiju, odnosno, koristeći jezik mehanike, linija može biti shvaćena kao granični krug (limit cycle), tj. stabilni atraktor. U prethodnim decenijama, ovakav pristup, odnosno, stečeno obrazovanje je predstavljalo dobru osnovu za uspešan profesionalan rad svršenih studenata u svojim inženjerskim oblastima.



Slika 2. Shematski prikaz: a) Interdisciplinarni pristup; b) Transdisciplinarni pristup u inženjerskom obrazovanju; SDi – Stručna i-ta disciplina

Nedostaci interdisciplinarnog pristupa mogu imati različite uzroke, kao i posledice. Uspešnost ovakvog pristupa u najvećoj meri se zasniva na dobro struktuiranoj obrazovnoj koncepciji, ali, i pre svega, u shvatanju da TID predstavljaju strukturno jezgro svakog inženjerskog programa. Bez ovakvog shvatanja, tendencija fragmentacije temeljnih znanja je vrlo moguća, u smislu smanjenja vremena za TID, i prebacivanja fragmentisanih delova znanja TID u SD. Dugoročno, takvo znanje postaje samo formalno, bez istinske dubine, ali i širine, bez koje uspešnost odgovora izazovima, nametnutih tehnološki intenzivnim okruženjem, kao i društvenom zajednicom, kod budućih inženjera se značajno umanjuje. Sa takvim trendovima, studenti inženjerskih akademskih studija će biti, u najboljem slučaju, osposobljeni praktičnim veštinama i alatno orjentisanim kompetencijama, ali u jednom uskom strukovnom polju. Ovde treba i naglasiti da se alatno orjentisane kompetencije, između ostalog, odnose i na primenu različitih softvera, kao što su na primer, softveri koji pružaju mogućnost analize zasnovane na metodi konačnih elemenata (MKE). Za korišćenje takvih softvera je neophodno odlično znanje iz TID, budući da su osnove takvih softvera obično skrivene, kao i njihova ograničenja. Samo suštinsko poznavanje TID obezbeđuje uspešno modelovanje, ocenu i tumačenje dobijenih rezultata, kao i primenu dobijenih rezultata u procesu projektovanja. Uzroci negativnih trendova u interdisciplinarnom pristupu, su različiti i izlaze iz okvira ovoga rada. Pogledajmo sada ideju transdisciplinarnog pristupa u inženjerskom obrazovanju, kako je shematski prikazano na Slici 2b). Osnovna struktura je zapravo ista kao i u slučaju ID pristupa. Imamo strukturno jezgro kojeg čine TID i oko kojeg su SD. Razlika je u toku kojim se znanje gradi. Vidimo spiralu, koja polazi iz same srži jezgra TID i postupno se širi kroz ovo jezgro. Na raspolaganju je dovoljno vremena (časova), da se postupno, metodološki i kontinuirano izgrađuje temeljno znanje. Zatim, ova kriva prelazi preko SD. Sa ovakvim pristupom, ostvarena je ne samo sprega između TID i SD, kao kod ID pristupa, već prožimanje znanja, kao prirodan preduslov za integraciju znanja, a što je jedna od karakteristika TD pristupa. Štaviše, ova kriva nije zatvorena, već izlazi, odnosno pretpostavlja mogućnost da se pruža, izvan granica utvrđenih osnovnim akademskim obrazovanjem. Ovo širenje znanja izvan unapred postavljenih granica je takođe, jedno od fundamentalnih karakteristika TD pristupa. Jezikom mehanike, prikazana spirala je kao nestabilni fokus (unstable focus), simbolično ukazujući na znanje koje ima nestabilan-evolutivni karakter sa čvrsto utemeljenom bazom. Treba pomenuti da, uvedene metafore, granični krug i nestabilni fokus, ovde se ne koriste u strogo matematičkom smislu. Njihova svrha je ilustracija razmatranih pristupa u reformama inženjerskog obrazovanja, sa naglaskom da samo studenti sa čvrstim osnovama u TID, i spremnošću da svoje znanje nadograđuju tokom celog života, će biti sposobni i prilagodljivi tehnološki zahtevnom okruženju 21. veka.

3. MEHANIKA KAO STUDIJA SLUČAJA

Mehanika predstavlja jednu od ključnih TID koja ima višestruku ulogu u obrazovanju inženjera. Kao takva, mehanika se prirodno nalazi u studijskim programima čijim se završetkom stiče inženjersko zvanje. Štaviše, u eri TD pristupa, uočava se potreba za osnovama mehanike i u neinženjerskim oblastima. U prilog tome se može navesti knjiga [1] koja je, između ostalog, namenjena i »neinženjerskim studentima« koji imaju potrebu da razumeju osnove inženjerske mehanike. Koje su to uloge koju mehanika ima u obrazovanju budućih inženjera? Pored uloge u prenošenju specifičnih znanja, mehanika se uobičajeno tretira kao most između drugih TID i SD. Uloga mosta je proistekla iz zajedničkog, konceptualnog jezika za sve inženjerske oblasti, a koji, upravo u mehanici, budući inženjeri započinju da usvajaju. Naime, ovaj zajednički jezik je formalna matematička interpretacija prostora i vremena, pojava i interakcija u tom prostoru i vremenu, tj., formalni jezik utemeljen na aksiomima. Bilo koja inženjerska oblast podrazumeva razumevanje i korišćenje određenih fizičkih principa karakterističnih za tu oblast, ali, bez obzira na kompleksnost tih principa, bez odgovarajuće »azbuke«, nije moguće pravilno i uspešno razumevanje tih principa. Mehanika je disciplina u kojoj prirodno, započinje usvajanje te »azbuke«. Iako se ovaj termin »azbuka«, podrazumeva, retko se eksplicitno tako i predstavlja. Cilj ovog rada, između ostalog je, da u vremenima koje karakteriše trend marginalizacije mehanike u reformama inženjerskog obrazovanja, podseti na ovu važnu ulogu. Marginalizacija mehanike je u trendu marginalizacije TID, sa određenim specifičnostima, koji su pre svega povezani sa stavovima o »opravdanosti fragmentacije« temeljnih znanja mehanike u predmete SD. Osnova ovakvog stava je u pretpostavci da je svaki inženjer u stanju da prenosi znanje mehanike [5]. Kao posledica ove fragmentacije je smanjenje časova nastave mehanike (uz istovremeno povećanje časova SD), tj. svođenje časova mehanike na minimalni, formalni sadržaj, kao i potpuno izostavljanja mehanike. U TD pristupu obrazovanja, gde se od studenata očekuje integracija znanja iz različitih oblasti, ovakva praksa, osim gubitka zajedničkog inženjerskog jezika, će umanjiti sposobnosti sagledavanja problema na sistemskom nivou [8], i uopšte, na kvalitet inženjerskog obrazovanja. Kvalitet nastave mehanike u velikoj meri zavisi od nastavne i naučne kompetentnosti nastavnika koji je realizuju i razvija se kroz dugogodišnji rad i naučno-istraživačku aktivnost u odgovarajućoj oblasti. Naime, izazov svakog nastavnika mehanike je da materiju približi što je više moguće studentima. U takvom pristupu se nastavnik, kad god je moguće, oslanja na jednostavne primere, primere koje su svakome jasni iz svakodnevnog života. Takođe, treba imati u vidu da se, potpuno legitimno koriste pojmovi »intuitivno iskustvo«, budući da ljudsko biće odrasta u realnom mehaničkom okruženju. Nastavnik mehanike treba da poveže takva intuitivna iskustva sa formalnim matematičkim jezikom čija je srž u aksiomama. Postupno i metodološko razvijanje i razumevanje kod studenata ideje mehaničkog modela, kao apstrakcije, je od ključne važnosti [9]. Bilo kakvo projektovanje, podrazumeva modelovanje, a zatim analizu, bilo analitički ili numerički. Što je nastavnik uspešniji u ovom procesu, to se materija čini lakšom, i čak, kod nekog može stvoriti lažnu pedagošku iluziju da se samo na osnovu uverenja o poznavanju osnova mehanike, ali bez višegodišnjeg

i odgovarajućeg nastavno-naučnog iskustva u TID, bude u stanju da predaje predmete čija materija pripada naučnoj oblasti mehanika, bez obzira u koju naučnu oblast to veštački biva premešteno. U tom smislu, angažovanje nastavnika bez adekvatne stručne i naučne pozadine u oblasti mehanike može dodatno doprineti njenoj formalizaciji i gubitku suštinske obrazovne vrednosti.

Konačno, mehanika se često tretira kao »opšti« predmet, a ne kao deo strukturnog jezgra određenog studijskog programa. Pomatrajući na takav način, »opšti« predmet se čini skraćivim, i čak zamenjivim. Zaboravlja se da mehanika nije opšta. Mehanika je univerzalna. Tehnologije napreduju, ali i zastarevaju. Zakoni mehanike ostaju uvek isti. Upravo u ovoj razlici između opšteg i univerzalnog leži i nerazumevanje njene uloge u savremenim reformama inženjerskog obrazovanja. Treba naglasiti i da pomenuti problemi koji su izneti u kontekstu mehanike se odnose i na druge predmete TID. Mehanika se ovde prirodno nametnula kao studija slučaja, jer, predstavlja paradigmatski primer TID, gde se najjasnije sagledava veza između aksiomatskog formalizma, modeliranja i inženjerske prakse [10].

4. ZAKLJUČAK

Transdisciplinarno i tehnološki intenzivno inženjersko obrazovanje ne smanjuje, već povećava značaj temeljnih disciplina. Mehanika, kao paradigmatski primer, pokazuje da su čvrste teorijske osnove ključne za razumevanje kompleksnih sistema, sposobnost kritičke procene rezultata i integraciju znanja iz različitih oblasti. Smanjenje fonda časova, snižavanje kriterijuma, ukidanje predmeta ili premeštanje nastavnih obaveza na nastavnike bez odgovarajuće stručne i naučne kompetencije ugrožava razvoj tih kompetencija i može dovesti do značajnog snižavanja obrazovnih standarda, do regresije znanja, a koje je decenijama razvijano u nekoj visokoškolskoj ustanovi.

Očuvanje i unapređenje kvaliteta temeljnih disciplina, uključujući mehaniku, ne predstavlja prepreku savremenim obrazovnim trendovima, već, naprotiv, preduslov za njihovu efikasniju primenu. Uspešno korišćenje savremenih alata, kritičko sagledavanje dobijenih rezultata, kao i sudelovanje u razvoju inovativnih rešenja, mogu ostvariti samo studenti sa čvrstim osnovama.

Posebno, obrazovne institucije koje su decenijama obrazovale inženjere različitih oblasti, i razvijale sopstvene baze temeljnih disciplina, imaju izuzetne preduslove ka ubrzanoj implementaciji transdisciplinarnog pristupa. Kao značajna posebnost takvih institucija je prirodno uključivanje nastavnog kadra temeljnih inženjerskih disciplina u nastavne procese različitih inženjerskih oblasti, što predstavlja onu kariku koju brojne visokoškolske ustanove, bez takvog decenijski stvaranog iskustva, tek treba da izgrade.

5. LITERATURA

[1] Atila Ertas, *Engineering Mechanics and Design Applications Transdisciplinary Engineering Foundamentals*, Taylor&Francis Group, 2012

[2] Van den Beemt A, MacLeod M, Van der Veen J, et al., *Interdisciplinary engineering education: A review of vision, teaching, and support*, J Eng Educ. 2020

[3] A. Ertas, M. M. Tanik, and T. T. Maxwell, *TRANSDISCIPLINARY ENGINEERING EDUCATION AND RESEARCH MODEL*, Journal of Integrated Design and Process Science, Volume 4, Issue 4, 2025

[4] Muzulon, N.Z., Resende, L.M., Leal, G.C.L., Ossani, P.C., Pontes, J., *Engineering in the Digital Age: A Career-Level Competency Framework Validated by the Productive Sector*, Sustainability 17, 2025

[5] Guerra J and Meneses M, *Basic sciences are non-negotiable: debunking three critical fallacies in engineering education*, Front. Educ. 10, 2025

[6] Sarat Singamneni, *The role of Applied Mechanics in Bridging the Gaps in Prior Learning for Aspirants of Engineering Education*, Education Sciences, 11, 10, 2021

[7] López, E.J.; Leyva, P.A.L.; López, A.A.; Estrella, F.J.O.; Vázquez, J.J.D.; Velázquez, B.L.; Molina, V.M.M. *Mechanics 4.0 and Mechanical Engineering Education*, Machines 12, 2024

[8] Koeppe, A.; Hesser, D.; Mundt, M.; Bamer, F.; Selzer, M.; Markert, B. *Mechanical 4.0. In Handbook Industry 4.0*; Frenz, W., Ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2022

[9] Nocito-Gobel, J., Broderick, G., Daniels, S., Collura, M. & Stanley, R., *Civil And Mechanical Engineering Students Learning Mechanics In A Multidisciplinary Engineering Foundation Spiral*. Paper presented at 2007 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Honolulu, Hawaii, 2007

[10] Whitcomb, Kyle M. et al., *Engineering Students' Performance in Foundational Courses as a Predictor of Future Academic Success*, 2020

STUDENT RESPONSE SYSTEMS AS A QUALITY LEVER IN UNIVERSITY ESP CLASSES: A COMPARATIVE REVIEW OF *KAHOOT!* AND *MENTIMETER*

Vojislav Jovanović[1], Jelena Zivlak[2]
[1]*University of Criminal Investigation and Police Studies, Belgrade, Serbia*
[2]*University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia*
[1]vojislav.jovanovic@kpu.edu.rs, [2]zivlakjelena@uns.ac.rs

***Abstract**: In technology-intensive university settings, the quality of English for Specific Purposes (ESP) teaching is often constrained by limited in-class practice time, uneven participation, and the difficulty of checking specialized vocabulary and concepts in large groups. Student response systems (SRS) can act as a practical quality lever in ESP because they enable frequent, low-stakes retrieval of terminology, immediate feedback on misconceptions, and anonymity that encourages participation. This paper presents a rapid narrative review of university-level ESP/EAP research and offers a focused comparison of two widely used SRS platforms—Kahoot! and Mentimeter—through ESP-relevant quality dimensions (terminology consolidation, engagement and anxiety, feedback for language-focused explanation, and instructor control). Evidence from a tertiary ESP study shows that regular in-class SRS use is associated with higher specialized vocabulary test performance (p= 0.017) and strong perceived motivational benefits, while students tend to prefer Kahoot! for its interactivity and Mentimeter for anonymity and discussion support. The paper concludes with fit-for-purpose selection guidelines for university ESP instructors and notes limitations of rapid reviews and context dependence. [4, 11] [4, 13] [6, 198]*

Key Words: English for Specific Purposes (ESP), student response systems (SRS), specialized vocabulary, formative assessment, Kahoot!, Mentimeter

1. INTRODUCTION

Quality in university ESP is enacted in "micro-moments" of language use: when students retrieve a technical term, choose an accurate collocation, interpret a genre-specific sentence, or test their understanding of a concept embedded in English. In large cohorts, these moments are hard to observe. Traditional response practices (volunteering, nomination, show-of-hands) typically produce low participation and weak diagnostic feedback—especially when students are unsure about terminology and fear public error. [6, p.198]

Student response systems (SRS) address this ESP-specific gap by enabling anonymous, rapid retrieval practice and instant visualization of response distributions. In a tertiary ESP course where *Mentimeter*, *Kahoot!* and *Socrative* were used for in-class specialized vocabulary revision, the experimental group outperformed the control group on an end-of-semester vocabulary test (N = 45, t-value = 2.15, p-value = 0.017). [4, p. 11] Beyond achievement, students reported higher engagement and motivation, and *Kahoot!* and *Mentimeter* were the two most preferred tools, for partially different reasons (interactivity vs. anonymity). [4, 13]

Against this backdrop, the present paper asks: How do *Kahoot!* and *Mentimeter* differ as quality levers for university ESP learning, and what practical selection criteria follow for instructors writing and teaching under strict time and space constraints? Rather than collecting new survey data, we synthesize existing university ESP/EAP evidence and translate it into a compact, decision-useful comparative model. [4; 6.] The discussion is additionally contextualized with an existing university ESP case study of *Kahoot!* use and student perceptions. [3]

2. METHODOLOGY (RAPID NARRATIVE REVIEW)

A rapid narrative review was conducted to identify university-level research discussing *Kahoot!* and/or *Mentimeter* in ESP and closely related English for Academic Purposes (EAP) contexts. Search terms included the following words and phrases: *Kahoot*, *Mentimeter*, *student response system*, *audience response system*, *ESP*, *EAP*, *tertiary*, *university*, *vocabulary*, *terminology*, *formative assessment*. Inclusion criteria prioritized (1) university ESP/EAP settings, (2) clear pedagogical purpose related to language learning (e.g., terminology revision, academic/genre features, formative feedback), and (3) reports with extractable outcomes or implications. Studies focused solely on primary/secondary learners were excluded. Due to strict length constraints, the synthesis foregrounds a small set of high-relevance ESP/EAP sources and maps them onto recurring ESP-quality dimensions. Our findings are interpreted as decision support rather than universal effects [4; 6: 7]. To triangulate the literature with practice-based evidence, we also draw on an existing university ESP *Kahoot!* case study. [3]

3. FINDINGS: ESP QUALITY DIMENSIONS (*KAHOOT!* VS. *MENTIMETER*)

ESP learning outcomes, i.e. specialized vocabulary and academic language ESP effectiveness, are most credibly argued when evidence connects SRS use to specialized vocabulary/terminology development and to the kinds of language choices ESP students must make in professional discourse. In a university ESP course, regular in-class SRS use for vocabulary revision produced statistically significantly higher end-of-semester vocabulary test scores for the experimental group (M = 40.33) than for the control group (M = 36.51), t-value = 2.15, with p-value = 0.017. [4, p. 11] In the same study, students also reported strong perceived benefits for engagement and course-material mastery, while being more cautious about direct grade effects in the mid-term exam. [4, p. 13] These results justify treating SRS as a quality lever in ESP primarily through frequent retrieval of terminology plus immediate clarification, rather than as a standalone driver of summative performance.

3.1 Engagement and Attention Regulation

Both analyzed platforms can increase engagement in ESP by turning specialized vocabulary and concept checks into frequent, low-stakes retrieval events. In a university ESP vocabulary study, students most often selected *Kahoot!* as the best of the tested apps (65%), describing it as interesting, interactive and user-friendly, while *Mentimeter* was the second choice (25%). [4, p. 13] In a university EAP course, students also reported that *Kahoot!* helped them capture the gist of academic-communication concepts and reinforced learning of academic language features and writing techniques (high mean ratings across items). [1, p. 22]

Mentimeter tends to support engagement via a calmer interaction style that fits discussion-oriented ESP moments (e.g., eliciting definitions, checking understanding of a process, or collecting examples). Students explicitly value its anonymous answering affordance as a way for shy learners to participate without fear of public exposure, which can be especially relevant when answers involve precise terminology. [4, p. 13] In ESP/EAP practice, *Mentimeter*'s open-ended and poll-style prompts can be used to check students' previous knowledge [6, p. 199] (or potential misconceptions of the subject matter) before the teacher provides the language-focused explanation. [5, p. 49]

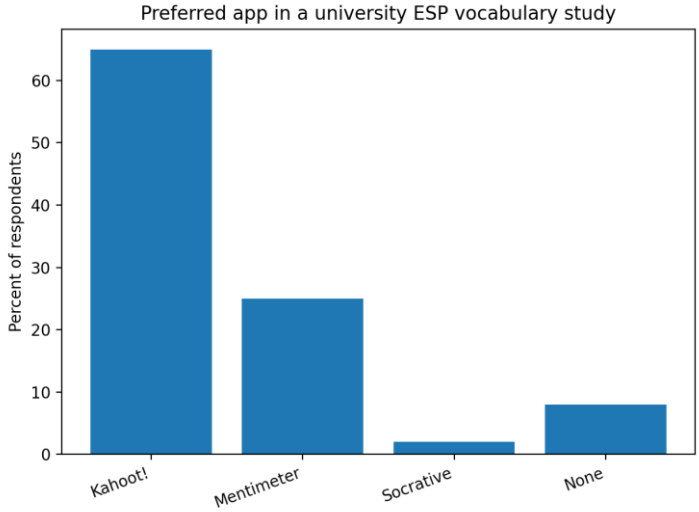


Figure 1. Student-reported preferred app in a university ESP vocabulary study (Kahoot! 65%, Mentimeter 25%). [4, p. 13]

3.2 Inclusivity, Anonymity, and Participation in Large Groups

For university ESP, inclusivity is not only a classroom-management issue; it is a learning-quality issue because terminology development depends on repeated attempts and corrective feedback. In the ESP study, one stated reason for choosing *Mentimeter* was anonymity and the protection it offers to shy students when answers may be incorrect. [4, p. 13] This supports using *Mentimeter* for more complex ESP exercises (e.g. providing definitions, paraphrases, short explanations), where anonymity can increase participation.

Kahoot! can still be inclusive in large ESP groups when used as a revision tool with short, well-scaffolded items, and its strong "event" feel may help sustain attention across long sessions. However, when the instructional goal requires slower processing (e.g., reading a sentence, noticing a genre move), instructors may prefer less time pressure or may use *Kahoot!* in untimed/team modes to keep inclusivity without sacrificing depth. In a university ESP *Kahoot!* case study, students' self-reported ability to respond quickly and accurately suggests that speeded quizzing may not feel equally reliable to all learners, which is relevant when accuracy is central to ESP outcomes. [3, p. 403]

3.3 Formative Assessment and Feedback for Teaching Adjustment

A core quality mechanism in ESP is feedback immediacy: the instructor needs to see where students misuse a term, misread a clause, or confuse a concept, and then immediately provide correction plus explanation. In the ESP

study, the experimental-group advantage is explicitly linked to regular in-class vocabulary revision using SRS, which implies a tight feedback cycle (retrieve → reveal distribution → clarify). [4, p. 11] In a university ESP context, students report that *Kahoot!* helps them stay focused during class and supports revision of course content. [3, p. 406] Meanwhile, *Mentimeter* is well suited to collecting short constructed responses that can trigger micro-discussions and teacher-led reformulation (useful for ESP accuracy work). [6, p. 199]

3.4 Usability and Lesson Flow (Instructor Control)

Usability is not cosmetic in ESP: if an SRS is clunky, teachers reduce question frequency, and vocabulary practice collapses. In the ESP study, students most often justified their preference for *Kahoot!* with interface design and user-friendliness, while *Mentimeter* was also chosen for design and interactivity. [4, p. 13] Practically, this suggests that instructor selection should balance (a) how quickly you can run a terminology-check sequence and (b) whether you need anonymous open-ended input or fast-paced multiple-choice retrieval.

3.5 Learning Outcomes

Across the ESP/EAP evidence base usable for a brief overview, the strongest defensible claim is about terminology/vocabulary consolidation and motivation. A controlled comparison in an ESP course shows higher vocabulary test performance for SRS users ($p = 0.017$), while students overwhelmingly report increased interest and motivation to participate. [4, p.11, p. 13] EAP findings further support perceived reinforcement of academic language features via *Kahoot!*-based review. [1, p. 22] Stronger claims about long-term ESP proficiency gains, transfer to writing quality, or "pure" tool effects remain difficult to defend within the current short-paper evidence base, because reported learning gains are not uniformly significant across contexts and are often entangled with broader instructional designs rather than attributable to *Kahoot!* or *Mentimeter* alone. [4, p. 7, p. 14] In addition, comparative studies may intentionally narrow their scope to specific gamified quiz formats, which further limits generalization. [2, p. 214]

4. *KAHOOT!* VS. *MENTIMETER* IN AN ESP CONTEXT

To translate the ESP-focused synthesis into an instructor-friendly decision aid, Table 1 condenses key contrasts between *Kahoot!* and *Mentimeter* around the kinds of learning moves typical of university ESP (terminology retrieval, accuracy-safe participation, and feedback that supports explanation and reformulation). [4, p. 11, p. 13]

Table 1 – Key contrasts: *Kahoot!* vs. *Mentimeter*

ESP-relevant dimension	*Kahoot!*	*Mentimeter*
Terminology retrieval (review bursts)	Fast-paced retrieval via quiz items; high student preference and perceived usability in an ESP course. [4, p. 13] Also supports EAP concept/feature reinforcement through review. [3, p. 408]	Supports paced checks and discussion-triggering prompts (polls, word cloud, short text), useful for eliciting term meanings. [6, p. 199]
Accuracy-safe participation	Often experienced as highly interactive; can be made low-stakes via nicknames/team mode and short, scaffolded items. [4, p. 13]	Anonymity explicitly valued by students as enabling shy learners to participate without fear of public error. [4, p. 13]
Feedback for ESP explanation	Immediate reveal of correct option supports fast correction and teacher explanation; students report reinforcement of academic-language features. [1, pp. 23-24]	Live response distributions (e.g., histogram feedback). [5, p. 48]
Productive ESP output	Best for recognition (choosing the right term/collocation) and quick diagnostic checks; less suited to longer constructed output in-class.	Open-ended responses (e.g. useful for formative assessment). [5, p. 51]
Student preference signal (ESP evidence)	Chosen as best by 65% of respondents in an ESP vocabulary study. [4, p. 13]	Chosen as best by 25% in the aforementioned ESP study; reasons include anonymity and participation safety. [4, p. 13]

Table 1 supports a practical ESP "fit-for-purpose" rule: *Kahoot!* should be chosen when you need high-energy, frequent terminology retrieval and rapid correction; *Mentimeter* on the other hand should be used when you need anonymity plus short constructed responses that can feed discussion, reformulation, and deeper processing of ESP meanings. In many ESP syllabi, a blended pattern is optimal: *Kahoot!* for quick consolidation, *Mentimeter* for concept-checking and definition work. [4, p. 13] [6, p.202] When teaching an engineering ESP course focused on renewable

energy systems, Kahoot! can be used for quick assessment of recognizing terms like *inverter, power grid,* and *efficiency*. Meanwhile, *Mentimeter* can assist in gaining deeper understanding by asking students to elaborate on system elements or to analyze cause-and-effect connections (for example, "What impact does an inverter have on energy transmission within a solar system?").

5. CONCLUSION

In technology-intensive university ESP, SRS tools can act as an actionable quality lever by strengthening terminology-focused formative assessment, widening participation through anonymity, and enabling rapid teacher adjustment of explanation and feedback. Evidence from university ESP/EAP contexts suggests that regular in-class SRS use can support specialized vocabulary revision and is perceived as motivating. Practically, *Kahoot!* is best positioned for fast retrieval and energetic review, while *Mentimeter* better supports anonymous participation, discussion triggers, and short written output. Limitations include the context dependency of engagement effects and the fact that comparative evaluations often cover only a narrow slice of platform features; therefore, claims are best framed as selection guidelines rather than universal guarantees.

Furthermore, SRS tools enhance the overall quality of university teaching by promoting active learning, keeping students engaged, and providing immediate feedback that allows instructors to adjust lesson pacing and focus. They increase class participation, ensuring that all students, including those who may be hesitant to speak up, contribute to classroom activities. By enabling targeted retrieval of specialized terminology, SRS reinforce retention and deeper understanding of teaching concepts, which is of critical importance. Additionally, SRS improve alignment between learning outcomes and assessment and allow instructors to monitor whether students meet ESP learning goals during the semester. Finally, the integration of SRS into lesson design is an evidence-based teaching practice which raises the overall effectiveness of university ESP teaching.

6. REFERENCES:

[1] Ali, Rabea & Abdalgane, Mohammed, *The Impact of Gamification "Kahoot App" in Teaching English for Academic Purposes*, World Journal of English Language, 18–27. 2022, https://www.sciedupress.com/journal/index.php/wjel [accessed on Feb 01, 2026]

[2] Duvignau, Romaric, *Kahoot vs. Mentimeter for Active Learning in Computer and Engineering Education – Who Won? Who's Next?*, Proceedings of the 30th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1, 2025, 2014–220. https://dl.acm.org/doi/10.1145/3724363.3729086 [accessed on Feb 02, 2026]

[3] Jovanović, Vojislav & Zivlak, Jelena, *Integrating Kahoot! as A Modern Learning Application into an ESP Course for the Students of the University of Criminal Investigation And Police Studies*, Conference Proceeding of the International Conference Language for Specific Purposes (LSP), Vol. 6 2025, Faculty of Philology, University of Belgrade, 393–411.

[4] Jović, Jovana, Anđelković, Jelena & Meršnik, Marija, *In-Class Use of Web Applications With ESP*, Scripta Manent XVI/1, 2021 3–18

[5] Mohin, Ma, Leonin, Kunzwa & Patel, Sagar, *Using Mentimeter to Enhance Learning and Teaching in a Large Class*, International Journal of Educational Policy Research and Review Vol.9 (2), pp. 48-57 March, 2022, 3–18. https://journalissues.org/wp-archive/ijeprr/wp-content/uploads/sites/7/2022/03/Mohin-et-al-.pdf [accessed on Feb 07, 2026]

[6] Moorhouse, Benjamin Luke & Kohnke, Lucas, *Using Mentimeter to Elicit Student Responses in the EAP/ESP Classroom*. RELC Journal, 51(1), 198–204. https://www.sciedupress.com/journal/index.php/wjel/article/download/22689/14055, [accessed on January 31, 2026]

BIBLIOMETRIJSKA PERSPEKTIVA NAUČNIH TRENDOVA I SARADNJE: PRIMER FUTURE-BME KONFERENCIJE

Milica Njegovan Gužvica[1], Andrea Ivanišević[2], Jovana Topalić[3]
[1]*Univerzitet Union – Nikola Tesla, Fakultet za menadžment, Sremski Karlovci, Srbija*
[2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]milica.njegovan@famns.edu.rs , [2]andreai@uns.ac.rs, [3]jovanatopalic90@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Ovaj rad predstavlja bibliometrijsku analizu prvog zbornika radova sa međunarodne konferencije Future-BME, sa ciljem mapiranja istraživačkih tema, obrazaca autorstva i međunarodne saradnje. Analizirano je ukupno 132 rada, sa 298 autora iz 29 institucija iz Srbije i 34 institucije iz inostranstva, pri čemu su autori iz 18 različitih država doprineli međunarodnom karakteru konferencije. Tematski fokus radova bio je interdisciplinaran, obuhvatajući oblasti održivog poslovanja, inovacija i preduzetništva, menadžmenta, ekonomije, inženjerstva i tehnologije. Rezultati pokazuju da konferencija ima značajan potencijal za dalji razvoj međunarodne saradnje i vidljivosti, što dodatno potvrđuje nedavno indeksiranje zbornika radova u Scopus bazi. Iako analiza obuhvata samo prvo izdanje konferencije, ona pruža polaznu osnovu za praćenje budućih trendova, unapređenje interdisciplinarnosti i strateško planiranje međunarodnog pozicioniranja Future-BME, kao i drugih naučnih konferencija.*

Ključne reči: bibliometrijska analiza, međunarodna konferencija, interdisciplinarnost, visoko obrazovanje

A BIBLIOMETRIC PERSPECTIVE ON RESEARCH TRENDS AND COLLABORATION: THE CASE OF THE FUTURE-BME CONFERENCE

Abstract: *This paper presents a bibliometric analysis of the first proceedings of the international Future-BME conference, aiming to map research themes, authorship patterns, and international collaboration. A total of 132 papers were analyzed, authored by 298 researchers from 29 institutions in Serbia and 34 institutions abroad, with contributors from 18 different countries highlighting the international character of the conference. The thematic focus of the papers was interdisciplinary, covering areas such as sustainable business, innovation and entrepreneurship, management, economics, engineering, and technology. The results indicate that the conference has significant potential for further development of international collaboration and visibility, further confirmed by the recent indexing of the proceedings in the Scopus database. Although the analysis covers only the inaugural edition of the conference, it provides a baseline for tracking future trends, enhancing interdisciplinarity, and strategically planning the international positioning of Future-BME, as well as other scientific conferences.*

Key Words: Bibliometric analysis, international conference, interdisciplinarity, higher education

1. UVOD

Međunarodne naučne konferencije važne su kao mesto testiranja ideja, povezivanja ljudi i povećanja vidljivosti naučnih istraživanja. Poslednjih godina uočava se trend interdisciplinarnosti, što se ogleda se u rastu broja časopisa, konferencija i postdiplomskih programa koji povezuju različite oblasti. Takvi interdisciplinarni naučni događaji imaju veliku vrednost jer pružaju prilike za profesionalni razvoj, podstiču saradnju izvan uskih disciplinarnih okvira i omogućavaju nastanak kreativnih, inovativnih rešenja za dugotrajne naučne probleme (Schulz et al., 2024).

Ovaj rad bavi se analizom naučnih istraživačkih tema i obrazaca međunarodne saradnje u Srbiji, koristeći bibliometrijsku analizu radova predstavljanih na prvoj međunarodnoj konferenciji Future-BME (*The First International Conference on Business, Management and Economics Engineering Future-BM*E). Bibliometrijska analiza podrazumeva kvantitativno proučavanje naučne produkcije i citatnih obrazaca radi identifikovanja trendova, istraživačkih tema i strukture naučnih mreža (Donthu et al., 2021).

Iako se bibliometrijske analize često sprovode na serijama konferencija ili dužim vremenskim periodima, analiza prvog izdanja konferencije Future-BME ima značajnu vrednost jer omogućava definisanje početnog tematskog i institucionalnog profila, procenu nivoa internacionalizacije i identifikaciju obrazaca autorstva (inter)nacionalne saradnje. Takva analiza pruža polaznu osnovu za praćenje razvoja konferencije u budućim izdanjima, kao i za strateško planiranje njenog daljeg međunarodnog i interdisciplinarnog pozicioniranja. Osim toga, analiza jednog izdanja omogućava uvid u tematske i organizacione prednosti i slabosti, identifikovanje praznina u zastupljenosti određenih oblasti ili geografskih regiona, te doprinosi podizanju kvaliteta i vidljivosti konferencije u narednim godinama.

2. METODOLOGIJA

Na osnovu bibliometrijske analize zbornika radova sa prve međunarodne konferencije Future-BME, sprovedene su sledeće vrste analiza i prikazani odgovarajući pokazatelji. Analiza publikovanih radova obuhvata:

- ukupan broj publikovanih radova i njihovu klasifikaciju prema tipu rada (originalni naučni radovi i pregledni radovi);
- obrasce autorstva, uključujući ukupan broj autora, strukturu domaćih i međunarodnih autora i prisustvo višestrukih afilijacija;
- stepen međunarodnog učešća kroz distribuciju autora prema državama i geografsku rasprostranjenost učesnika;
- distribuciju autora prema naučno-istraživačkim institucijama iz Srbije i inostranstva;
- obrasce međunarodne saradnje, uključujući radove autora iz inostranstva i radove nastale u međunarodnom koautorstvu;
- tematsku strukturu konferencije kroz raspodelu radova po naučnim oblastima i tematskim celinama;
- srednji i prosečan broj strana;
- broj autora po radu i stepen saradnje, tj. koautorstva.

3. KLJUČNI BIBLIOMETRIJSKI NALAZI

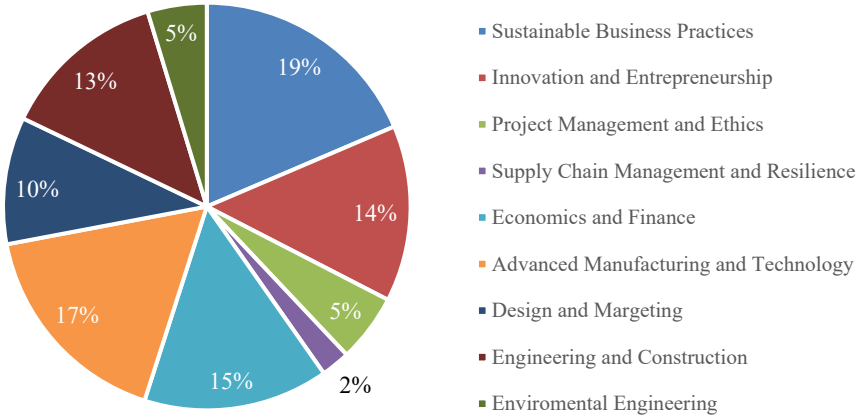
U zborniku radova sa konferencije publikovano je 132 rada u celini. Većina radova su kategorisani kao originalni naučni radovi, dok je manji broj predstavljao pregledni rad.

U pogledu autorstva, ukupan broj autora je 298, od čega je 208 iz Srbije, tj. imalo je afilijaciju u nekim domaćim naučno-istraživačkim ili profesionalnih organizacija, dok je 90 autora iz inostranstva. U pogledu geografske rasprostranjenosti, autori iz inostranstva bili su predstavnici 18 država, i to Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Italije, Slovačke, Severne Makedonije, Rusije, Australije, Turske, Nemačke, Kanade, Švajcarske, Albanije, Mađarske, Crne Gore, Austrije, Poljske i Indije. Najviše autora bilo je iz Bosne i Herzegovine (i to 22), zatim iz Švajcarske (13), 7 iz Slovenije, 6 iz Crne Gore, 5 iz Hrvatske, po 3 iz Slovačke i Severne Makedonije, po četiri autora iz Albanije, Austrije i Nemačke, zatim dva autora iz Italije, Poljske, Turske i Australije, i po jedan iz Kanade, Mađarske i Indije. Nekoliko autora imalo je više domaćih i međunarodnih afilijacija.

Autori su bili sa 29 različitih naučno-istraživačkih institucija iz Srbije i 34 iz inostranstva. Tako, najviše učesnika je sa Fakulteta tehničkih nauka, što je dominantna institucija u ovoj grupi. Slede Univerzitet u Kragujevcu i različite akademije i politehničke škole. Od inostranih institucija, dominira *Swiss School of Business and Management* iz Švajcarske sa najviše autora. Slede Univerzitet u Banjoj Luci (Bosna i Hercegovina) i Univerzitet u Mariboru (Slovenija) kao regionalni centri sa više autora. Ostale institucije imaju manji broj predstavnika (1–3 autora). Pojedini autori bili su i predstavnici privrednih, državnih i drugih, nenaučnih organizacija.

Od ukupnog broja radova, 39 radova (29,5%) su pisali isključivo autori iz inostranstva, dok su manji broj radova (8) pisali autori iz Srbije u koautorstvu sa autorima iz inostranstva. U ostalim radovima su zastupljeni samo domaći autori.

Kada analiziramo tematiku Konferencije, može se istaći da je bila interdisciplinarnog karaktera. Teme biznisa, menadžmenta i ekonomskog inženjerstva bile su razrađene u nekoliko ključnih tematskih celina, koje su odražavale recentne trendove u naučno-istraživačkoj i privrednoj oblasti. Zbornik radova sa konferencije je podeljen u više tematskih celina, prema primarnoj naučnoj disciplini, tj. temi koju su radovi obrađivali. Tako je 19% radova svrstano u temu *Sustainable Business Practices*, 14% u *Innovation and Entrepreneurship*, 5% u *Project Management and Ethics*, 2% u oblast *Supply Chain Management and Resilience*, 15% u *Economics and Finance*, 17% u *Advanced Manufacturing and Technology*, 10% u *Design and Margeting*, 13% u *Engineering and Construction* i 5% u *Enviromental Engineering*. Najveći broj radova bio je usmeren na temu *Sustainable Business Practices*, što odražava aktuelni interes istraživača za održivost i integraciju ekoloških i društvenih aspekata u poslovanje i tehnologiju. Ovaj rezultat ukazuje na potencijal konferencije da okuplja stručnjake koji se bave inovativnim i relevantnim pitanjima za savremenu privredu i industriju. Sa druge strane, procentualno najveći udeo radova sa stranim autorima pripadao je oblasti *Advanced Manufacturing and Technology* (oko 47% od ukupnog broja radova sa bar jednim stranim autorom), što ukazuje da međunarodni učesnici pokazuju najveći interes za tehničke, proizvodne i tehnološke teme. Ova tematska diferencijacija između domaćih i stranih autora sugeriše na postojeće obrasce specijalizacije, ali i otvara prostor za unapređenje međunarodne saradnje u različitim oblastima.



Grafikon 1. Učešće radova prema tematskim celinama.

U pogledu prosečnog i srednjeg broja strana objavljenih radova, prosečan broj iznosi 9, a srednji broj strana jeste 8. Kada se radi o broju autora na radu, čak 116 radova je pisalo više od jednog autora, a 16 radova je imalo samo jednog autora. Relativno najviše je bilo radova sa 2 autora, i to 47 (35,6%). Na osnovu broja radova sa jednim ili više autora, moguće je izračunati stepen saradnje (*degree of collaboration*), na osnovu formule (Subramanyam, 1983):

$$DC = \frac{Nm}{Nm + Ns}$$

gde je DC stepen saradnje,
Nm ukupan broj radova sa više od jednog autora,
Ns broj radova sa jednim autorom.

U ovom slučaju, DC iznosi približno 0,88, što predstavlja visok stepen saradnje. Međutim, kako smo napomenuli, saradnja između domaćih i inostranih autora prisutna je na oko 6% ukupnog broja radova, te u tom smislu postoji prostor za unapređenje i proširenje saradnje.

Tabela 1 – Broj autora po radu i stepen saradnje (DC)

	1 autor	2 autora	3 autora	4 autora	5 ili više autora	Ukupan broj radova	Prosečan broj autora po radu	Stepen saradnje (DC)
Broj radova	16	43	24	27	22	132	3,03	0,88

4. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Iako prva u nizu, konferencija Future-BME, pokazala je značajan potencijal kao međunarodna i interdisciplinarna naučna platforma. Bibliometrijska analiza publikovanih radova ukazuje na tematsku raznovrsnost i snažno prisustvo savremenih oblasti koje povezuju inženjerstvo, tehnologiju, ekonomiju i menadžment, što potvrđuje aktuelne trendove interdisciplinarnosti u naučno-istraživačkom prostoru. Značajan broj autora i institucija iz inostranstva, kao i učešće istraživača iz 18 država, potvrđuju rastuću međunarodnu vidljivost konferencije i njen potencijal za razvoj regionalne i šire naučne saradnje. Vredno je napomenuti da je zbornik radova Future-BME konferencije nedavno indeksiran u bazi *Scopus*, što dodatno povećava vidljivost i potencijalni uticaj istraživanja predstavljenih na konferenciji.

Glavno ograničenje ovog istraživanja je što se bazira samo na prvom izdanju konferencije, što znači da dugoročni trendovi i promene u međunarodnom učešću i tematskim fokusima nisu mogli biti analizirani. Analiza je takođe ograničena na dostupne podatke iz zbornika radova, što ne daje podatke o citiranosti ili uticaju pojedinačnih tema. Pored toga, broj međunarodnih autora i njihova geografska distribucija reflektuje trenutni fokus konferencije, prvenstveno na region i Evropu, dok globalni udeo autora iz drugih delova sveta ostaje ograničen. Takođe, visok stepen saradnje autora, prevashodno iz Srbije, ukazuje na postojanje intenzivnog timskog naučnog angažmana.

Na osnovu dobijenih rezultata, preporučuje se da buduća izdanja konferencije aktivno teže povećanju međunarodne raznovrsnosti učesnika, uključujući autore iz Severne Amerike, Azije i drugih istraživačkih centara sa velikim potencijalom. Takođe, korisno bi bilo pratiti razvoj koautorskih mreža i citatne indikatore kroz više izdanja, kako bi se dugoročno ocenjivao uticaj i vidljivost konferencije u globalnom akademskom okruženju. Konačno, organizatori treba da razmotre uvođenje tematskih specijalnih sesija i strateških partnerstava sa inostranim institucijama, što bi doprinelo jačanju interdisciplinarnosti i međunarodnog ugleda Konferencije.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (br. ugovora: 451-03-34/2026-03/200156) i Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu kroz projekat "Naučnoistraživački i umetničkoistraživački rad istraživača u nastavnim i saradničkim zvanjima Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2026" (br: 01-3609/1).

5. LITERATURA

[1] Andrew K Schulz, M Janneke Schwaner, Armita R Manafzadeh, Five Key Strategies for Organizing Interdisciplinary Scientific Events to Strengthen Careers, Collaborations, and Creativity, *Integrative and Comparative Biology*, Volume 64, Issue 3, September 2024, Pages 769–775, https://doi.org/10.1093/icb/icae050.

[2] Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M., How to Conduct a Bibliometric Analysis: An Overview and Guidelines, *Journal of Business Research*, 133, 285–296, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

[3] Proceedings, *1st International Conference on Business, Management and Eocnomics Engineering Future-BME* (Forging the Future: Pioneering Approaches in Business, Management and Economics Engineering to Overcome Emerging Global Challenges), 30-31. October 2024, Novi Sad. https://www.future-bme.ftn.uns.ac.rs/files/FUTURE-BME_2024_FINAL_PROCEEDINGS.pdf

[4] Subramanyan, K., Bibliometric studies of research collaboration: a review, *Journal of Information Science*, 6 (1), 33-38, 1983.

JEZIČKE KARAKTERISTIKE NAUČNIH RADOVA KAO FAKTOR KVALITETA VISOKOG OBRAZOVANJA: UPOTREBA PASIVA U ENGLESKOM JEZIKU ZA INŽENJERSTVO NA OSNOVU KORPUSA IZ INŽENJERSKOG MENADŽMENTA

Jelena Zivlak[1], Vojislav Jovanović[2], Jelisaveta Šafranj[3]
[1,3] Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
[2]Kriminalističko-policijski univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija
[1]zivlakjelena@uns.ac.rs, [2]vojislav.jovanovic@kpu.edu.rs, [3]savetas@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Rad se bavi analizom upotrebe pasiva u jeziku naučnih radova iz oblasti inženjerskog menadžmenta na engleskom jeziku, sa ciljem da se utvrde obrasci njegove upotrebe i njihov značaj za akademski diskurs, nastavu engleskog jezika struke i unapređenje kvaliteta visokog obrazovanja. Istraživanje je sprovedeno na korpusu od pet naučnih članaka. Analizirana je zastupljenost pasiva, upotreba različitih glagolskih vremena u pasivu, kao i frekventnost leksičkih glagola u pasivnim konstrukcijama. Rezultati istraživanja pokazuju da je pasiv zastupljen u 1,68% teksta, pri čemu dominira pasiv Present Simple-a (oko 60%), zatim Past Simple-a (28%) i Present Perfect-a (10%). Pasiv se najčešće koristi u opisima procesa, metodologije i rezultata istraživanja, kao i u definisanju pojmova i naglašavanju objektivnosti. Među najfrekventnijim leksičkim glagolima u pasivu izdvajaju se use i find, što ukazuje na fokus na primenu i interpretaciju rezultata. Dobijeni nalazi potvrđuju karakteristike inženjerskog naučnog diskursa i ukazuju na značaj empirijski zasnovanog pristupa u nastavi engleskog jezika za inženjere, jer doprinosi razvoju akademske pismenosti, kvalitetu pisanja i osposobljavanju studenata za učešće u međunarodnoj naučnoj komunikaciji. Istraživanje pruža skroman doprinos proučavanju upotrebe pasiva u ovoj oblasti i može biti korisno za unapređenje akademske pismenosti i kvaliteta nastave engleskog jezika struke.*

Ključne reči: pasiv, akademski diskurs, inženjerski menadžment, engleski jezik struke, korpusna analiza

LINGUISTIC CHARACTERISTICS OF RESEARCH ARTICLES AS A FACTOR OF HIGHER EDUCATION QUALITY: THE USE OF THE PASSIVE VOICE IN ENGLISH FOR ENGINEERING BASED ON A CORPUS FROM ENGINEERING MANAGEMENT

Abstract: *This paper analyzes the use of the passive voice in research articles in the field of engineering management written in English, with the aim of identifying patterns of its use and their significance for academic discourse, ESP instruction, and the improvement of higher education quality. The study was conducted on a corpus of five research articles. The analysis focused on the frequency of passive constructions, the distribution of verb tenses in the passive voice, and the frequency of lexical verbs used in passive structures. The results show that the passive voice accounts for 1.68% of the text, with the Present Simple passive being the most frequent (approximately 60%), followed by the Past Simple passive (28%) and the Present Perfect passive (10%). The passive voice is most commonly used in descriptions of processes, methodology, and research results, as well as in defining concepts and for emphasizing objectivity. The most frequent lexical verbs in the passive voice are use and find, indicating a focus on application and interpretation of results. The findings confirm typical features of engineering academic discourse and highlight the importance of an empirically grounded approach in ESP instruction for engineers, as it contributes to the development of academic literacy, writing quality, and students' ability to participate in international scientific communication. The study provides a modest contribution to research on passive voice usage in this field and may be useful for improving academic literacy and the quality of ESP instruction.*

Key Words: passive voice, academic discourse, engineering management, English for specific purposes, corpus analysis

1. UVOD

Naučni radovi predstavljaju oblik akademske proze u kojoj se rezultati istraživanja predstavljaju naučnoj zajednici. U tehničkim disciplinama jezik naučnih radova odlikuje se fokusom na procesima, činjenicama i tehničkim informacijama, pri čemu se vršilac radnje ređe eksplicitno navodi, a prednost se daje objektivnom izražavanju [3, str. 13, 14, 194]. Ove karakteristike povezane su sa prirodom inženjerskog diskursa i njegovim naglaskom na preciznost i jasnoću, što je od posebnog značaja u naučnoj komunikaciji [11, str. 17]. U visokom obrazovanju, posebno u tehnološki intenzivnom i internacionalizovanom okruženju, akademska pismenost na engleskom jeziku postaje važna komponenta kvaliteta obrazovanja. U tom kontekstu, nastava engleskog jezika za inženjere ima ključnu ulogu u

razvijanju sposobnosti studenata da razumeju, analiziraju i pišu naučne tekstove u skladu sa međunarodnim standardima. Ovladavanje jezičkim karakteristikama akademskog diskursa, uključujući i upotrebu pasiva, doprinosi razvoju naučnog izražavanja, kao i osposobljavanju studenata za učešće u istraživačkom radu. Razumevanje obrazaca upotrebe jezika u autentičnim naučnim radovima omogućava unapređenje nastave engleskog jezika struke, jer se nastavna praksa obogaćuje empirijskim podacima. Time se doprinosi razvoju akademske pismenosti, kvalitetu pisanja studenata i jačanju se veze između nastave i istraživanja, što predstavlja jedan od važnih aspekata unapređenja kvaliteta visokog obrazovanja. Imajući u vidu navedeni kontekst, predmet ovog istraživanja jeste lingvistička analiza jezika naučnih radova iz oblasti inženjerskog menadžmenta. Istraživački zadatak jeste opisati upotrebu pasiva kroz sledeće podciljeve: 1) analizirati zastupljenost pasiva; 2) analizirati zastupljenost različitih glagolskih vremena u pasivu; i 3) analizirati frekventnost upotrebe leksičkih glagola u pasivu.

2. PASIV

Uslov za pasiv jeste tranzitivnost glagola, pri čemu se na nivou glagolske fraze javlja pomoćni glagol *be* u odgovarajućem vremenu i particip prošli glavnog glagola, dok na nivou klauze aktivni objekat postaje pasivni subjekat [8, str. 45]. U engleskom jeziku tema se obično pozicionira na početak rečenice, dok komentar sledi na kraju, zbog čega pasiv omogućava fokusiranje na objekat ili proces [5]. U opštem jeziku pasiv se koristi kada je identitet vršioca radnje nepoznat, nevažan ili očigledan, kao i radi izbegavanja dugog subjekta i očuvanja tematske kohezije [8].

Iako priručnici za pisanje neretko preporučuju aktiv, pasiv je u naučnom diskursu čest jer omogućava opis procesa, naglašavanje eksperimentalnih procedura i postizanje objektivnog tona [1; 8]. Koristi se i pri pozivanju na prethodna istraživanja i izveštavanju o formalnim odlukama. Savremena istraživanja ukazuju da se upotreba pasiva u naučnim radovima donekle smanjila, ali on i dalje ostaje važna odlika inženjerskog diskursa, gde doprinosi fokusu na proces i objekat [9]. Analize inženjerskih članaka pokazuju da su među najčešćim glagolima u pasivu: *show*, *use*, *observe*, *find*, *perform*, *determine*, *obtain*, *expect*, *give* i *see* [6].

3. KORPUS I METODOLOGIJA

Rad se zasniva na Bajberovoj analizi varijacija u govoru i pisanju na engleskom jeziku, prema kojoj naučni diskurs karakteriše veća učestalost pasiva nego u svakodnevnom jeziku, kao i češća upotreba nominalizacija, manja zastupljenost zamenica u prvom i drugom licu i ređa upotreba skraćenih glagolskih oblika [3, str. 14-16].

Prvi analizirani članak (u daljem tekstu: *Č1*), *System of Systems Engineering*, napisali su Keating, Rogers, Unal, Dryer, Sousa-Poza, Safford, Peterson i Rabadi i sadrži 7 009 reči [2]. Drugi analizirani članak (u daljem tekstu: *Č2*), *Project Manager Leadership Role in Improving Project Performance*, autora Anantatmula, sadrži 5 810 reči [12]. Treći analizirani članak (u daljem tekstu: *Č3*), *Project Risk Management Using the Project Risk FMEA*, autora Carbone i Tippett, sastoji se od 6 262 reči [10]. Četvrti analizirani članak (u daljem tekstu *Č4*), *A Classification Scheme for the Process Industry to Guide the Implementation of Lean*, autora Abdulmalek, Rajgopal i Needy, sadrži 7 695 reči [4]. Peti analizirani članak (u daljem tekstu *Č5*), *Evaluating Benefits and Challenges of Knowledge Transfer Across Projects*, autora Landaeta, sadrži 7 608 reči [7]. Ukupno je analizirano 34 384 reči.

4. REZULTATI

Rezultati analize pokazuju da je pasiv u celokupnom korpusu upotrebljen 579 puta, što čini 1,68% ukupnog teksta. Posmatrano po pojedinačnim člancima, pasiv je nešto češći u člancima 3, 4 i 5, dok je u člancima 1 i 2 njegova zastupljenost blago ispod proseka. Jedinica analize bila je glagolska fraza, a u obzir su uzeti i primeri pasiva sa modalnim glagolima. Kada je reč o glagolskim vremenima, najzastupljeniji je pasiv Present Simple-a, koji čini približno 60% svih primera, zatim pasiv Past Simple-a sa oko 28%, dok pasiv Present Perfect-a učestvuje sa oko 10%. Ostala vremena su mnogo manje zastupljena i zajedno čine ispod 3% ukupne upotrebe.

Tabela 1 – Analiza frekventnosti upotrebe leksičkih glagola u pasivu

R.br.	Glagol	Broj	Procenat pasiva u korpusu
1.	use	25	4,32%
2.	find	21	3,63%
3.	associate	10	1,73%
4.	consider	9	1,55%
5.	base	7	1,21%
6.	identify	7	1,21%
7.	ask	7	1,21%

Ukoliko razmotrimo rezultate analize frekventnosti upotrebe leksičkih glagola u pasivu u naučnim radovima, uviđamo da su najzastupljeniji glagoli *use*, sa 4,32% upotrebe, i *find*, sa 3,63% upotrebe. Slede glagoli *associate*, *consider*, *base*, *identify* i *ask*, sa po manje od 2% zastupljenosti.

5. DISKUSIJA

Rezultati sprovedenih analiza ukazuju na to da je pasiv zastupljen sa 1,68% u analiziranim tekstovima, što je u skladu s očekivanjima, s obzirom na to da se u naučnim radovima češće koristi aktiv. U člancima koji su bili predmet analize isključivo se koristi 3. lice jednine i množine pasiva. Dati rezultati su usklađeni su sa polazištem da naučni radovi treba da budu nepristrasni. Primera radi, u Č2 se navodi: *Independent of ISM research methodology, a structured questionnaire **was used** to interview project management professionals to validate ISM research results*. Ovim se pažnja čitaoca usredsređuje na upitnik, a ne na istraživača.

Dok se u člancima 3, 4 i 5 pasiv javlja nešto češće, u člancima 1 i 2 to nije slučaj – naime, u prvom članku on je zastupljen sa 1,47%, a u drugom sa 1,41%. Razlog za to je što se u njima umesto pasiva za postizanje objektivnosti koristi drugo lice množine aktiva. Na primer, u članku 1 stoji: *However, **we** seem no more able to address Beer's puzzle than when he identified it over 20 years ago*. (Č1). Međutim, čak i u članku 2, u kojem se manje upotrebljava pasiv, pasiv Simple Present Tense-a je najzastupljeniji u pregledu literature: *Consequently, many current research efforts **are focused** on improving project success.* (Č2).

U uvodnom i teorijskom delu članaka, uglavnom se koristi pasiv Simple Present-a. Njegova funkcija je da se skrene pažnja na probleme i opšte činjenice koji trenutno postoje u oblasti istraživanja. Na primer: *Despite these research efforts, little **is known** about the effect of knowledge tranfer across projects.* (Č5). Pored ove upotrebe, pasiv sadašnjeg vremena se koristi da se ukaže na proces proizvodnje ili funkcionisanja određenih mašina i način rada sa materijalima i u člancima s tom tematikom je taj pasiv najzastupljeniji. Primera radi: *After wool or cotton **is fed** into a spinning machine, the yarn **is** then **sent** to cutting machines that produce discrete units for different applications including clothes, gloves, flags, blankets, etc.* (Č4). Dalje, pasiv sadašnjeg vremena koristi se da se ukaže na karakteristike određenih fenomena: *Process manufacturing environments **are**often **characterized** by high volume, low variety products, and inflexible processes.* (Č4). Koristi se i za definisanje i operacionalizaciju pojmova: *For the RFMEA, detection techniques or methods **are defined** as, "the ability to detect the risk event with enough time to plan for a contingency and act upon the risk."* (Č3). Pasiv Simple Present-a se koristi i za opis novih tehnika: *The new technique **is labeled** the project risk FMEA (RFMEA)* (Č3), ili za objašnjenje novih metoda rada: *The RFMEA **is developed** along the same lines as a typical FMEA.* (Č3).

Povrh toga, pasiv Simple Present Tense-a se koristi i za najavu strukture rada: *This article **is organized** to present the current state of SoSE by responding to four central questions.* (Č1). Za objašnjenje grafičkog prikaza rezultata istraživanja u upotrebi je pasiv u istom vremenu: *Four symbols **are used** to represent the type of relationship that can exist between two elements of the system under consideration.* (Č2).

U odeljku metodologije, koristi se pasiv prošlog vremena da se ukaže na statističke postupke. Na primer: *First, a reliability analysis of the measure of each variable **was performed** using Crombach's alpha* (Č5). U ovom delu radova pasiv se koristi i da bi se ukazalo na rezulate sprovedenih analiza: *The reliability of this construct **was found to be** = . 944.* (Č5). Pasiv Simple Past-a upotrebljava se radi opisa predašnjeg načina rada u oblasti u kojoj članak uvodi novinu: *Prior to implementing the RFMEA, the risk management process **was based** on using a brainstormed list of risks within each project phase.* (Č3).

U sažetku radova takođe se koristi pasiv sadašnjeg vremena, čime se ukazuje na važenje rezultata koji su zbog mogućnosti generalizacije primenjivi i van opsega jednog istraživanja. Na primer: *The results show that the body of knowledge of projects obtained from other projects **is** positively **associated** with project performance* (Č5). Isto važi i za zaključke istraživanja koji su napisani u pasivu sadašnjosti da bi skrenuli pažnju na činjenice koje su opšte važeće.

U uvodnom delu članaka takođe se koristi pasiv Present Perfect-a, da bi se ukazalo na zaključke dosadašnjih istraživanja. Primera radi: *Other factors of knowledge transfer that may affect the performance and capabilities of projects **have been** empirically **identified** by researchers.* (Č5) Nekad se pasiv tog vremena koristi da se skrene pažnja na dosadašnji pristup nekom pitanju pre iznošenja novog pogleda na njega: *Lean manufacturing **has** traditionally **been thought** of as being applicable mostly to the discrete manufacturing industries* (Č4).

U manjoj meri u radovima je zastupljen i pasiv Present Continuous-a. Pomoću njega se naglašavaju trenutna događanja i aktuelnosti: *The National Center for System of Systems Engineering (NCSOSE) **is being led** by Old Dominion University to foster this purposeful development of SoSE.* (Č1). Još manje prisutan je pasiv budućeg vremena, sa ukupno 3 primera u člancima 1 i 4. Razlog za to je što se u analiziranim naučnim radovima manje naglašava ono što će biti urađeno ili istraženo u budućnosti, a više se usredsređuje na potrebu, preporuku i obavezu da se neka aktivnost sprovede, za šta se koristi pasiv modalnih glagola.

U analiziranim člancima zastupljena je učestala upotreba određenih leksičkih obrazaca. Najzastupljeniji su glagoli aktivnosti, delanja, stvaranja i mišljenja u pasivu. Najfrekventniji glagol u pasivu je glagol *use*, što znači da autori radova naglašavaju primenu koja proističe iz istraživanja. Pomenuti glagol *use* ukupno se beleži 25 puta, od čega 16 puta u pasivu Simple Present-a, 5 puta u pasivu Past Simple-a, 4 puta u pasivu Present Perfect-a i 4 puta u pasivu sa glagolom *can*. On bi se mogao svrstati u glagole aktivnosti, delanja i stvaranja, zajedno sa takođe često zabeleženim glagolima *adapt*, koji je zabeležen 7 puta, *perform*, koji je zabeležen 6 puta, i *develop*, koji je zabeležen 4 puta. U drugu kategoriju najzastupljenijih glagola mogli bi se svrstati glagoli mišljenja koji govore o povezivanju, zaključivanju, postavljanju pitanja i otkrivanju. U ovoj grupi najzastupljeniji je glagol *find* sa 21 zabeleženom upotrebom, od kojih su sve u Past Simple-u, potom glagol *associate* sa 10 upotreba u Present Simple-u, glagol *consider* sa 9 upotreba u Present Simple-u, glagol *base* sa 7 upotreba u Present Simple-u, glagol *identify* sa 7 upotreba u Present

Simple-u i glagol *ask* sa 7 zabeleženih upotreba u Past Simple-u. Navedeni rezultati su u skladu sa očekivanim, s obzirom na to da se radi o naučnim radovima čiji su cilj istraživanje i otkrića. Takođe, potvrđuju se rezulati dobijeni u prethodnim istraživanjima, prema kojima su se glagoli *use*, *find*, *consider* i *base* najčešće koristili u pasivu [6] .

6. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje bavilo se opisom upotrebe pasiva u jeziku naučnih radova iz oblasti inženjerskog menadžmenta na engleskom jeziku. Analizirana je zastupljenost pasiva u naučnim radovima, kao i učestalost različitih glagolskih vremena u pasivu i frekventnost leksičkih glagola u pasivu.

Polazište istraživanja bila je Bajberova analiza naučnog diskursa, prema kojoj se predviđa veća upotreba pasiva u naučnim tekstovima i manja prisutnost prošlog vremena [3]. Pasiv je upotrebljen u 1,68% teksta, u 60% primera u sadašnjem vremenu, u 3. licu jednine i množine radi postizanja objektivnosti, što je u skladu sa očekivanjima. Pasiv sadašnjeg vremena se javlja u uvodnom i teorijskom delu naučnih radova da bi se ukazalo na proces proizvodnje, proces funkcionisanja mašina, za definisanje pojmova, za opis novih tehnika, kao i za najavu strukture rada i opis grafičkog prikaza rezultata. Takođe se koristi u sažetku radova i u zaključku, da bi se ukazalo na to da dobijeni rezultati i dalje važe. Pasiv prošlog vremena zastupljen je u metodologiji u opisu primenjenih statističkih postupaka i rezultata analiza, kao i prilikom opisa pređašnjih načina rada. Najčešće se koriste glagoli aktivnosti, delanja i stvaranja i glagoli mišljenja, čime se težište stavlja na primenu rezultata i na proces otkrivanja i povezivanja, što je u skladu sa prethodnim istraživanjima jezika inženjerstva [6]. U analiziranim naučnim radovima manje se koristi budućnost, jer se usredsređuje na preporuke da se nešto uradi.

Značaj ovog istraživanja je u tome što daje skroman doprinos proučavanju upotrebe pasiva u naučnim radovima iz oblasti inženjerskog menadžmenta. Sprovedeno istraživanje može biti korisno u nastavi engleskog jezika struke, pošto u određenoj meri ukazuje na aktuelno stanje kada se radi o akademskoj upotrebi pasiva.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (br. ugovora: 451-03-34/2026-03/200156) i Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu kroz projekat „Naučnoistraživački i umetničkoistraživački rad istraživača u nastavnim i saradničkim zvanjima Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2026" (br: 01-3609/1).

Autorke se zahvaljuju na podršci u okviru projekta Departmana za opšte discipline u tehnici Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu koji nosi naziv »Veštačka inteligencija i mogućnosti njene primene u cilju unapređenja nastavnog procesa u opštim disciplinama« (Artificial intelligence and its application possibilities in improving the teaching process in fundamental disciplines).

7. LITERATURA

[1] Adrian Wallwork, *English for Academic Research: Grammar, Usage and Style*, Springer, New York, 2016.
[2] Charles Keating, Robert Rogers, Resit Unal, David Dryer, Alejandro Sousa-Poza, Richard Safford, Ronald Peterson, Ghassan Rabadi, *System of Systems Engineering*, Engineering Management Journal, 15(3), 36–45, 2003.
[3] Douglas Biber, *Variation across Speech and Writing*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
[4] Fawaz A. Abdulmalek, Jayant Rajgopal, Kim L. Needy, *A Classification Scheme for the Process Industry to Guide the Implementation of Lean*, Engineering Management Journal, 18(2), 15–25, 2006.
[5] Martin Hewings, *Advanced Grammar in Use*, Cambridge University Press, Cambridge, 2005.
[6] Masahiro Shimizu, Masaki Murata, *Passive and active voices in engineering papers*, GloCALL 2013, Da Nang, Vietnam, 28–30 Nov. 2013.
[7] Ruben E. Landaeta, *Evaluating Benefits and Challenges of Knowledge Transfer Across Projects*, Engineering Management Journal, 20(1), 29–38, 2008.
[8] Sidney Greenbaum, Randolph Quirk, *A Student's Grammar of the English Language*, Longman, Essex, 1990.
[9] Susan Conrad, *The use of passives and impersonal style in civil engineering writing*, Journal of Business and Technical Communication, 32(1), 38–76, 2017.
[10] Thomas A. Carbone, Donald D. Tippett, *Project Risk Management Using the Project Risk FMEA*, Engineering Management Journal, 16(4), 28–35, 2004.
[11] Timothy J. Kotnour, John V. Farr, *Engineering Management: Past, Present, and Future*, Engineering Management Journal, 17(1), 15–26, 2005.
[12] Venkata S. Anantatmula, *Project Manager Leadership Role in Improving Project Performance*, Engineering Management Journal, 22(1), 13–22, 2010.

DIGITALIZACIJA OBRAZOVANJA U ERI POST-POSTMODERNIZMA: IZMEĐU TEHNOLOGIJE I AUTENTIČNOSTI

Bojana Borković[1], Danica Stanković[2], Vesna Bulatović[3]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Akademija umetnosti, Novi Sad, Srbija*
[3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]bojana.borkovic@uns.ac.rs, [2]danicastankovicengl@gmail.com, [3]vbullatovic@gmail.com

Kratak sadržaj: *Rad razmatra digitalizaciju visokog obrazovanja u kontekstu post-postmodernizma, sagledavajući njen uticaj na kvalitet nastave i učenja u tehnološki intenzivnom okruženju. Polazeći od teze da digitalizacija ne predstavlja samo tehničku inovaciju, već duboku epistemološku i kulturološku transformaciju, rad analizira ključne post-postmodernističke teorijske pravce – digimodernizam, metamodernizam i altermodernizam. Posebna pažnja posvećena je pitanju participacije, autentičnosti i kritičke refleksije u digitalno posredovanom obrazovanju, kao i promenjenoj ulozi nastavnika i studenata. Zaključuje se da digitalne tehnologije mogu doprineti unapređenju kvaliteta visokog obrazovanja samo ukoliko su integrisane u promišljen pedagoški i etički okvir, u kojem tehnologija funkcioniše kao sredstvo za razvoj angažovanog, refleksivnog i humanizovanog učenja, a ne kao cilj sama po sebi.*

Ključne reči: digitalizacija obrazovanja, kvalitet visokog obrazovanja, post-postmodernizam, digimodernizam, autentično učenje

DIGITALIZATION OF EDUCATION IN THE ERA OF POST-POSTMODERNISM: BETWEEN TECHNOLOGY AND AUTHENTICITY

Abstract: *This paper examines the digitalization of higher education within the context of post-postmodernism, focusing on its impact on educational quality in a technologically intensive environment. Starting from the assumption that digitalization represents not merely a technical innovation but a profound epistemological and cultural transformation, the paper analyzes key post-postmodern theoretical frameworks—digimodernism, metamodernism, and altermodernism. Special attention is given to issues of participation, authenticity, and critical reflection in digitally mediated education, as well as to the changing roles of teachers and students. The paper argues that digital technologies can enhance the quality of higher education only when they are embedded within a carefully designed pedagogical and ethical framework, in which technology serves as a tool for fostering engaged, reflective, and human-centered learning rather than an end in itself.*

Keywords: digitalization of education, quality of higher education, post-postmodernism, digimodernism, authentic learning

1. UVOD

U savremenom društvu obrazovanje prolazi kroz duboku transformaciju izazvanu procesom digitalizacije. Učenje putem interneta, online platformi, interaktivnih aplikacija i veštačke inteligencije postalo je svakodnevica, dok tradicionalni modeli nastave postepeno gube svoju dominantnu ulogu. Ove promene nisu isključivo tehnološke prirode, već zadiru u same temelje razumevanja znanja, učenja i obrazovnih vrednosti. Znanje više nije privilegija institucija, već postaje otvoren, umrežen proces dostupan širokom krugu učesnika. U tom kontekstu, pitanje digitalizacije obrazovanja se ne može svesti samo na efikasnost, dostupnost ili inovativnost tehnologije, već se mora sagledati kroz prizmu kvaliteta visokog obrazovanja. Kvalitet se danas ne meri isključivo količinom informacija ili brzinom njihove distribucije, već sposobnošću obrazovnog sistema da razvija kritičko mišljenje, epistemološku odgovornost, etičku svest i smisleno angažovanje studenata u tehnološki intenzivnom okruženju.

Nadalje, razmatranje kvaliteta visokog obrazovanja u tehnološki intenzivnom okruženju koje konstituiše savremenu epohu nužno zahteva njegovo pozicioniranje unutar šireg kulturološkog i filozofskog horizonta. Savremeni društveni i kulturni tokovi svedoče o iscrpljivanju interpretativnog potencijala postmodernizma kao dominantne paradigme kasnog 20. veka, te o postupnom formiranju novog teorijskog okvira koji se sve češće označava terminom post-postmodernizam.

U savremenoj literaturi često se ističe zabrinutost da digitalizacija obrazovanja može dovesti do dehumanizacije znanja, smanjenja refleksivne dubine učenja i pretvaranja obrazovnog procesa u površnu interaktivnu aktivnost. Autori poput Selvina (Selwyn, 2016) upozoravaju da prekomerna digitalna posredovanost može oslabiti pedagoško vođstvo, dok Kirbi (Kirby, 2009) ukazuje na rizik pseudo-participacije u digimodernoj kulturi, gde učesnici proizvode sadržaj bez dublje refleksije. Takvi stavovi sugerišu da tehnologija sama po sebi može značajno ugroziti kvalitet obrazovanja, što digitalne alate postavlja kao potencijalnu pretnju autentičnom učenju.

Stoga, primena digitalizacije obrazovanja, posebno u kontekstu kvaliteta nastave, mora biti sagledana u drugom

svetlu. Ona ne vodi nužno dehumanizaciji znanja, već predstavlja potencijal za unapređenje kvaliteta visokog obrazovanja, pod uslovom da tehnologija bude korišćena kao sredstvo za razvoj autentičnog, angažovanog i kritički refleksivnog učenja, a ne kao samosvrha obrazovnog procesa.

2. OD POSTMODERNIZMA KA POST-POSTMODERNIZMU

Digitalizacija je nepovratno transformisala načine kako doživljavamo svet oko sebe, kako radimo i kako učimo. Pojava interneta predstavljala je prekretnicu u razvoju obrazovnih praksi, dok savremeni napredak u oblasti veštačke inteligencije dodatno ubrzava i intenzivira te promene. Kako bi se ove transformacije adekvatno sagledale, neophodno je kontekstualizovati ih u širem kulturno-istorijskom i epistemološkom okviru savremenog društva.

Iako se savremeno društvo često još uvek opisuje terminom postmodernizma, sve je jasnije da ovaj okvir više ne može u potpunosti objasniti kompleksnost 21. veka. Kirbi (Kirby, 2006) primećuje da je postmodernizam „mrtav i sahranjen", dok se nova društveno-kulturna paradigma – post-postmodernizam – sve jasnije nazire.

Postmodernizam je nastao kao kritika modernističke vere u univerzalne istine, racionalnost i progres. Liotar opisuje „kraj velikih narativa", naglašavajući raspad metanaracija koje su prethodno davale koherentnost znanju i društvu. U postmodernom okviru istina postaje pluralna i relativna, znanje fragmentisano, a autoriteti podložni stalnom preispitivanju. Bodrijar (Bodrijar, 1991) ovu perspektivu produbljuje uvođenjem pojma hiperrealnosti, gde simulacije i reprezentacije često potiskuju samu stvarnost.

U obrazovanju, postmodernizam je omogućio pluralnost interpretacija, fleksibilne metode nastave i kritiku tradicionalnih hijerarhija znanja. Istovremeno, epistemološka otvorenost postmodernizma dovela je do krize kriterijuma vrednovanja obrazovanja. Relativizam postmodernizma nije samo filozofski fenomen, već se direktno prenosi na evaluaciju obrazovnog procesa i percepciju akademske relevantnosti.

Međutim, evidentno je da početkom 21. veka, sa razvojem digitalnih tehnologija i globalnim širenjem interneta, postmodernistički okvir gubi objašnjavajuću moć. Njegovi postulati više ne mogu da odgovore na tektonske promene koje donosi digitalizacija. Kao posledica ovih promena pojavljuje se niz teorijskih pokušaja da se imenuje nova paradigma: post-postmodernizam, altermodernizam, metamodernizam, digimodernizam, transmodernizam itd.

3. DIGITALIZACIJA OBRAZOVANJA KAO POST-POSTMODERNI FENOMEN

Teorija digimodernizma Alana Kirbija posebno je relevantna za razumevanje digitalizacije obrazovanja. U svom delu *Digimodernism: How New Technologies Dismantle the Postmodern and Reconfigure Our Culture* (Kirby, 2009) opisuje kulturu digitalne participacije koja predstavlja radikalnu transformaciju postmodernog okvira. On tvrdi da digitalne tehnologije nisu samo nastavak postmodernizma, već njegova suštinska negacija. U digimodernoj kulturi, tradicionalni koncepti autora, čitaoca i značenja postaju nestabilni i dinamični, zavisni od stalne interakcije korisnika. Kirbi naglašava da „tekst više nije fiksno delo, već otvoreni proces koji se oblikuje kroz interakciju i digitalnu participaciju" (Kirby, 2009, 45).

Ključna karakteristika digimodernizma je aktivna participacija publike: čitalac ili korisnik više nije pasivni primalac, već ko-autor značenja. Ovaj fenomen se prema Kirbiju ogleda u pojavi blogova, interaktivnih video igara, društvenih mreža i kolaborativnih digitalnih platformi, gde sadržaj stalno evoluira i zavisi od zajedničkog angažmana učesnika. Međutim, ovaj teoretičar upozorava i na potencijalnu opasnost pseudo-participacije, u kojoj pojedinci proizvode sadržaj bez dubljeg razmišljanja, samo klikom, lajkom ili komentarom, što može dovesti do površnosti i fragmentacije pažnje.

U kontekstu visokog obrazovanja, definisanje digimodernizma može da pruži važnu teorijsku osnovu za razumevanje novih obrazovnih praksi u digitalnom okruženju. Studenti, kao „digitalni učesnici", više nisu pasivni recipijenti informacija; oni aktivno učestvuju u stvaranju, reinterpretaciji i distribuciji znanja. Digitalni alati, poput online kurseva, kolaborativnih platformi i multimedijalnih projekata, omogućavaju participativno i interaktivno učenje, ali zahtevaju razvijene metakognitivne i kritičke kompetencije kako bi se izbegla površnost i pseudo-angažman. Kirbi, međutim, takođe upozorava na rizik pseudo-participacije, i pasivnog primanja nastavnog sadržaja i nedostatka samostalnog stvaranja sadržaja usled sve većeg oslanjanja na različite digitalne alate, veštačku inteligenciju, što obrazovni proces pretvara u puko tehničko „klikovanje" bez dubljeg smisla. Upravo u tom raskoraku između participacije i refleksije leži centralno pitanje kvaliteta visokog obrazovanja u tehnološki intenzivnom okruženju.

Imajući ovaj rizik u vidu, uloga nastavnika postaje ključna. Nastavnik mora pažljivo da bira digitalne platforme, zadatke i alate koji aktivno podstiču participaciju, kolaboraciju i kritičko razmišljanje, kao i da odbaci one koji studentima omogućavaju samo pasivno „sažvakavanje" nastavne jedinice. Pedagoški, pametno osmišljeni digitalni zadaci mogu usmeriti studente ka konstruktivnom učenju, razvijanju sposobnosti samostalnog rešavanja problema, refleksivnoj analizi i etičkom sagledavanju sadržaja. Uloga nastavnika, dakle, više nije isključivo prenošenje znanja, već kreiranje okruženja u kojem digitalni alati služe kao sredstvo za angažovano, smisleno i humanizovano učenje, u skladu sa post-postmodernim pristupom obrazovanju.

Pored digimodernizma, još nekoliko pravaca, ili – bolje rečeno – pokušaja da se definiše pravac posle postmodernizma, ključni su za definisanje post-postmodernističkog fenomena. Svakako, jedan od najistaknutijih među njima je metamodernizam, koji se definiše kao pokušaj prevazilaženja epistemološkog relativizma i kulturne

fragmentacije karakterističnih za postmodernizam, istovremeno zadržavajući njegove kritičke uvide. Vermeulen i van den Aker opisuju metamodernizam kroz koncept oscilacije između suprotnosti – između ironije i angažmana, skepticizma i optimizma, pluralizma i težnje ka smislu (Vermeulen & van den Akker, 2010). U obrazovnom kontekstu, to bi značilo da proces učenja ne treba da bude samo reprodukcija sadržaja, već prostor u kojem studenti aktivno učestvuju, reflektuju i konstruišu sopstveno značenje, povezujući teorijsko i praktično znanje u dinamičnom i smislenom okviru. Ovim se ponovo naglašava ključna uloga nastavnika kao svojevrsnog pedagoškog koordinatora između različitih digitalnih sadržaja i samih studenata.

I na kraju, ne treba zaobići još jedan oblik post-postmodernističke paradigme: altermodernizam. Tvorac ovog naziva je umetnik i umetnički kritičar Nikola Burijo i definiše ga kao kulturni odgovor na globalizaciju i fragmentaciju savremenog sveta (Bourriaud, 2009) i promoviše kreativnu reinterpretaciju lokalnog i globalnog, povezuje različite kulturne kontekste i stavlja naglasak na dijalog između tradicije i inovacije. Kada je reč o visokom obrazovanju, postulati altermodernizma vidljivi su u davanju prednosti praksi i praktičnoj nastavi kroz intenziviranu upotrebu digitalnih alata, ali i u uključivanju studenata u interdisciplinarne kolaborativne projekte koji omogućavaju studentima da kombinuju lokalna ili sopstvena, specifična znanja sa globalnim perspektivama, razvijajući na taj način kritičku, refleksivnu i kreativnu participaciju. Konkretno, altermodernistički pristup u nastavi može se realizovati i kroz međunarodne projekte, interdisciplinarne zadatke, zajedničke digitalne radionice, online zadatke ili analizu kulturnih i umetničkih praksi u transnacionalnom i međunarodnom kontekstu. Takvi oblici rada podstiču studente da kritički promišljaju o sopstvenoj poziciji u globalnom prostoru znanja, da razvijaju interkulturalne kompetencije i da aktivno učestvuju u proizvodnji značenja, što značajno doprinosi unapređenju kvaliteta visokog obrazovanja, jer povezuje akademsko učenje sa realnim, savremenim kulturnim i društvenim tokovima u tehnološki intenzivnom okruženju.

4. ZAKLJUČAK

U svetlu post-postmodernih teorijskih okvira, digitalizacija obrazovanja ne može se posmatrati samo kao tehnička ili administrativna inovacija. Naprotiv, ona predstavlja epistemološku i kulturološku transformaciju, u kojoj se redefinišu uloge studenata i nastavnika, načini pristupa znanju i kriterijumi kvaliteta visokog obrazovanja. Kirbijev Digimodernizam jasno pokazuje da digitalne tehnologije omogućavaju studentima da postanu „ko-autori" znanja, učešćem u reinterpretaciji i distribuciji nastavnog sadržaja putem kolaborativnih platformi, online kurseva, multimedijalnih projekata i društvenih mreža. Međutim, samo učešće studenata kao "ko-autora", ili nastavnika kao koordinatora u nastavnom procesu, nije dovoljno za očuvanje pedagoškog i epistemološkog kvaliteta. U tom kontekstu metamodernizam ističe potrebu za autentično angažovanim učenjem, u kojem studenti ne samo da učestvuju, već refleksivno vrednuju sopstveni doprinos, povezuju teorijsko i praktično znanje i razvijaju etičke i profesionalne kompetencije, dok altermodernizam dodatno proširuje ovaj okvir naglašavajući kreativnu integraciju lokalnog i globalnog znanja, što je naročito relevantno u digitalnom okruženju u kome se informacije, kulture i perspektive neprestalno susreću i prepliću.

U praktičnom smislu, digitalizacija visokog obrazovanja u eri post-postmodernizma omogućava interaktivne, participativne i kolaborativne metode učenja kao što su upotreba digitalnih alata za kreiranje multimedijalnih i multidisciplinarnih projekata kao deo nastavnog procesa, izgradnju portfolija (što je posebno značajno za studente umetnosti), izvođenje raznih vrsta simulacija ili učestvovanje u globalnim istraživačkim mrežama i projektima[1]. Nastavnici u ovom okviru postaju kuratori i mentori – pažljivo birajući digitalne platforme i zadatke koji podstiču aktivno, kritičko i kreativno učenje, a ne pasivnu „konzumaciju" sadržaja. Uloga nastavnika je, dakle, presudna za balans između digitalne participacije i refleksije, odnosno između tehničke aktivnosti i stvarnog sticanja znanja i kompetencija.

Drugim rečima, kvalitet visokog obrazovanja u tehnološki intenzivnom okruženju više nije vezan samo za količinu naučenih informacija ili formalne akademske rezultate. On zavisi od sposobnosti institucija da digitalnu infrastrukturu integrišu u pedagoški i etički okvir, omogućavajući studentima da razviju metakognitivne i kritičke veštine, konstruišu profesionalni identitet i učestvuju u znanju koje je relevantno i autentično. Digitalno obrazovanje, ako se primenjuje promišljeno, stoga, postaje sredstvo za humanizaciju učenja, povezivanje teorije i prakse, lokalnog i globalnog, pojedinca i zajednice, što direktno doprinosi kvalitetu visokog obrazovanja u eri post-postmodernizma.

5. LITERATURA

[1] H. Beetham, R. Sharpe (eds.), *Rethinking Pedagogy for a Digital Age: Designing for 21st Century Learning*, Routledge, London/New York, 2013.
[2] Ž. Bodrijar, *Simulakrum i simulacija*, Svetovi, 1991.
[3] N. Bourriaud, *The Radicant*, Sternberg Press, 2009.
[4] M. Castells, *The Rise of the Network Society*, Blackwell, 1996.
[5] A. Giddens, *Modernity and Self-Identity*, Stanford University Press, 1991.

[1] Primer dobre prakse u unapređivanju nastave putem globalnih istraživačkih mreža na Univerzitetu u Novom Sadu jeste platforma „Eugloh", koja studentima i nastavnicima pruža značajan potencijal za interdisciplinarno i interkulturalno umrežavanje sa institucijama širom Evropske unije.

[6] A. Kirby, "The Death of Postmodernism and Beyond," *Philosophy Now*, Issue 58, 2006.
[7] A. Kirby, *Digimodernism: How New Technologies Dismantle the Postmodern and Reconfigure Our Culture*, Continuum, 2009.
[8] Ž.-F. Liotar, *Postmoderno stanje: Izveštaj o znanju*, Karpos, Beograd, 2024.
[9] G. Lipovetsky, *Hypermodern Times*, Polity Press, 2005.
[10] N. Selwyn, *Education and Technology: Key Issues and Debates*, Bloomsbury Academic, 2016.
[11] T. Vermeulen and R. van den Akker, "Notes on Metamodernism," *Journal of Aesthetics & Culture*, vol. 2, no. 1, 2010.

CHATGPT 5.2 I FINANSIJSKA MATEMATIKA: ANALIZA TAČNOSTI I OBRAZOVNE VREDNOSTI GENERISANIH REŠENJA

Nemanja Vučićević[1], Marina Svičević[2], Aleksandar Milenković[3], Miloš Pavković[4], Jelica Protić[5]

[1,2,3]*Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac, Srbija*
[4]*Univerzitet Singidunum, Beograd, Srbija*
[5]*Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija*
[1]nemanja.vucicevic@pmf.kg.ac.rs, [2]marina.svicevic@pmf.kg.ac.rs, [3]aleksandar.milenkovic@pmf.kg.ac.rs, [4]mpavkovic@singidunum.ac.rs, [5]jelica.protic@etf.bg.ac.rs

Kratak sadržaj: *U radu se ispituje uspešnost najnovije verzije velikog jezičkog modela ChatGPT 5.2 u rešavanju zadataka iz finansijske matematike na nivou visokoškolskog obrazovanja. Analiza je zasnovana na poređenju rešenja generisanih od strane modela i rezultata 40 studenata matematike i informatike na kolokvijumu koji obuhvata zadatke iz različitih oblasti finansijske matematike. Rešenja su vrednovana prema istoj bodovnoj skali i kriterijumima koji uključuju tačnost rezultata, matematičku korektnost postupka, jasnoću objašnjenja i obrazovnu vrednost. Dobijeni rezultati pokazuju da ChatGPT 5.2 u većini zadataka ostvaruje učinak uporediv sa studentskim postignućima, uz uočena ograničenja u pogledu formalne preciznosti i potpunosti rešenja.*

Ključne reči: ChatGPT 5.2, veliki jezički modeli, finansijska matematika, visoko obrazovanje, evaluacija

CHATGPT 5.2 AND FINANCIAL MATHEMATICS: ANALYSIS OF ACCURACY AND EDUCATIONAL VALUE OF GENERATED SOLUTIONS

Abstract: *This paper examines the performance of the latest version of the large language model ChatGPT 5.2 in solving financial mathematics tasks at the higher education level. The analysis is based on a comparison between solutions generated by the model and the results of 40 mathematics and computer science students on a midterm exam covering problems from various areas of financial mathematics. All solutions were evaluated using the same scoring scale and criteria, including result accuracy, mathematical correctness of the procedure, clarity of explanations, and educational value. The results indicate that ChatGPT 5.2 achieves performance comparable to student outcomes in most tasks, with observed limitations related to formal precision and completeness of the solutions.*

Key Words: ChatGPT 5.2, large language models, financial mathematics, higher education, evaluation

1. UVOD

Razvoj savremenih informacionih tehnologija i ubrzana digitalizacija visokog obrazovanja značajno su promenili način na koji studenti pristupaju učenju, rešavanju zadataka i pripremi ispita. Posebno mesto u tom procesu zauzimaju alati zasnovani na veštačkoj inteligenciji, a među njima veliki jezički modeli (LLM), koji su u poslednjih nekoliko godina postali široko dostupni i jednostavno primenljivi u obrazovnom kontekstu [1–3]. Njihova sposobnost da generišu tekstualne odgovore, objašnjenja i postupke rešavanja problema otvorila je brojna pitanja u vezi sa njihovim uticajem na kvalitet nastavnog procesa i ishode učenja u tehnološki podržanom nastavnom okruženju.

U oblasti visokog obrazovanja, generativni AI alati se sve češće koriste kao podrška studentima tokom samostalnog učenja, izrade domaćih zadataka i pripreme kolokvijuma i ispita [4–6]. Dosadašnja istraživanja ukazuju da ovakvi sistemi mogu imati pozitivan efekat na motivaciju studenata, razumevanje gradiva i efikasnost učenja, ali istovremeno ukazuju i na ograničenja u pogledu tačnosti, dubine objašnjenja i rizika od nekritičkog oslanjanja na automatski generisana rešenja [7,8]. Zbog toga se u savremenim istraživanjima sve više naglašava potreba za empirijskom evaluacijom ovih alata u realnim nastavnim i ispitnim situacijama, umesto isključivo teorijskih ili demonstracionih analiza.

Posebno izazovno područje za primenu LLM modela predstavlja matematika, a naročito finansijska matematika, koja podrazumeva ne samo formalno matematičko računanje, već i pravilno modelovanje realnih problema, a u slučaju finansijske matematike i interpretaciju ekonomskog značenja dobijenih rezultata i donošenje zaključaka u konkretnom kontekstu [9,10]. Zadaci iz ove oblasti često kombinuju matematičke postupke sa pojmovima kao što su kamatne stope, inflacija, novčani tokovi i vrednovanje finansijskih instrumenata, što zahteva jasno i precizno obrazloženje svakog koraka rešavanja. Upravo zbog toga, procena kvaliteta rešenja ne može biti zasnovana isključivo na numeričkoj tačnosti, već mora uključiti i analizu obrazovne upotrebljivosti i jasnoće objašnjenja.

Iako postoje radovi koji ispituju uspešnost različitih AI alata u rešavanju matematičkih zadataka, uključujući i zadatke sa matematičkih takmičenja [11,12], znatno je manje istraživanja koja se bave analizom performansi LLM modela u kontekstu provera tokom nastavnog procesa u visokom obrazovanju i ocenjivanja znanja. Pored toga, većina

postojećih studija fokusirana je na starije ili besplatne verzije modela [13], dok su analize najnovijih, komercijalnih verzija i njihovog potencijala za podršku učenju još uvek ograničene.

Polazeći od navedenog, u ovom radu se analizira potencijal savremenih velikih jezičkih modela, konkretno aktuelne verzije ChatGPT-a 5.2, u rešavanju zadataka iz oblasti finansijske matematike na nivou visokoškolskog obrazovanja. Istraživanje je zasnovano na kolokvijumu koji se sastoji od 6 zadatka iz sledećih oblasti: amortizacija kredita sa promenljivim ratama uz uticaj inflacije, kriterijumi za evaluaciju investicionih projekata, kao i obveznice i primena ekonomskih funkcija. Kao referentni okvir korišćeni su rezultati 40 studenata, pri čemu su isti zadaci dodeljeni i ChatGPT-u 5.2, a dobijena rešenja ocenjena prema identičnim kriterijumima i bodovnoj skali.

Cilj rada je da se ispita u kojoj meri navedeni LLM može pružiti pouzdanu i kvalitetnu podršku studentima tokom pripreme kolokvijuma, ne samo kroz tačnost rezultata, već i kroz matematičku korektnost postupka, jasnoću i preciznost objašnjenja, kao i obrazovnu vrednost ponuđenih rešenja. Na taj način, rad nastoji da doprinese razumevanju uloge generativne veštačke inteligencije u unapređenju kvaliteta visokog obrazovanja, uz jasno sagledavanje njenih mogućnosti i ograničenja.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Ovo istraživanje je sprovedeno na primeru zadataka sa drugog kolokvijuma iz predmeta Finansijska matematika, studije Matematike i Informatike, na Prirodno-matematičkom fakultetu u Kragujevcu, pri čemu su analizirani zadaci koji obuhvataju ključne tematske celine predmeta. Zadaci su vrednovani sa različitim brojem poena i obuhvataju kako kraće računske zahteve, tako i složenije problemske situacije koje zahtevaju povezivanje matematičkih postupaka i ekonomskog tumačenja rezultata.

Empirijski deo istraživanja zasniva se na rezultatima 40 studenata. Paralelno sa tim, identičan skup zadataka prosleđen je najnovijoj komercijalnoj verziji velikog jezičkog modela ChatGPT 5.2. Zadaci su modelu dostavljeni u izvornom tekstualnom obliku, bez dodatnih pojašnjenja, sugestija ili dostavljanja naknadnih informacija. Svaki zadatak je rešavan u jednom pokušaju, čime je obezbeđena uporedivost sa načinom na koji studenti koriste ovakve alate tokom samostalne pripreme ispita i kolokvijuma.

Evaluacija generisanih rešenja izvršena je primenom iste bodovne skale i kriterijuma koji se koriste u standardnom ocenjivanju kolokvijuma. Pored ukupnog broja osvojenih poena, analizirani su i pojedinačni aspekti rešenja relevantni za nastavni proces. U tom cilju definisani su kriterijumi koji obuhvataju numeričku tačnost, matematičku ispravnost postupka, jasnoću prezentacije i obrazovnu upotrebljivost objašnjenja.

Kriterijumi korišćeni u procesu evaluacije prikazani su u Tabeli 1.

Tabela 1 – Kriterijumi evaluacije rešenja

Kriterijum	Opis
Tačnost rezultata	Usklađenost konačnog numeričkog rezultata sa očekivanim rešenjem
Matematička korektnost postupka	Logičnost i ispravnost primenjenih matematičkih koraka i postupaka
Jasnoća i preciznost objašnjenja	Razumljivost i strukturisanost izloženog postupka
Obrazovna vrednost rešenja	Potencijal rešenja da doprinese razumevanju gradiva od strane studenata

Na osnovu navedenih kriterijuma izvršeno je poređenje rešenja generisanih od strane ChatGPT-a 5.2 i distribucije poena ostvarenih od strane studenata, kako na nivou ukupnog učinka, tako i po pojedinačnim zadacima. Posebna pažnja posvećena je slučajevima u kojima je postignuta numerička tačnost praćena nedovoljno jasnim ili nepotpunim obrazloženjem, kao i situacijama u kojima su objašnjenja bila detaljna, ali su rezultati odstupali od tačnih vrednosti. Ovakav pristup omogućio je razdvajanje kvantitativnog uspeha od kvalitativnih aspekata rešenja relevantnih za proces učenja.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

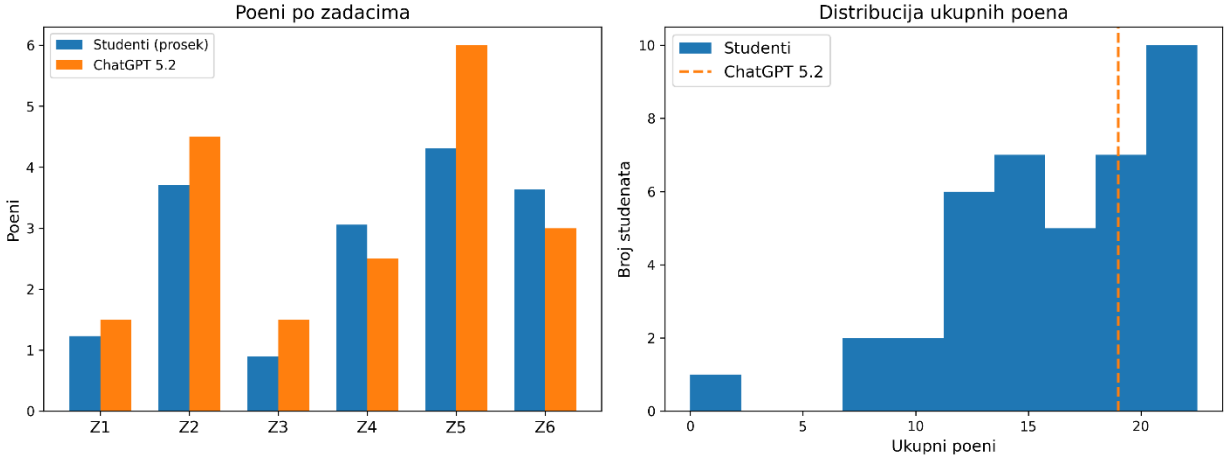
Rezultati poređenja ostvarenih poena studenata i rešenja generisanih od strane ChatGPT-a 5.2 prikazani su na Slici 1. Na levoj strani slike prikazan je prosečan broj poena studenata po zadacima, zajedno sa brojem poena koje je ostvario ChatGPT-5.2, dok je na desnoj strani data distribucija ukupnog broja poena studenata, uz označen položaj rezultata modela. Maksimalan ukupan broj poena na kolokvijumu iznosi 23, pri čemu su maksimalni poeni po zadacima redom Z1 - 1.5, Z2 - 4.5, Z3 - 1.5, Z4 - 4.5, Z5 - 6 i Z6 - 5.

Analiza po pojedinačnim zadacima pokazuje da ChatGPT 5.2 u većini slučajeva ostvaruje rezultate uporedive sa prosekom studenata, a kod pojedinih zadataka i veći broj poena. Posebno se to uočava kod zadatka Z5, koji obuhvata amortizaciju kredita sa promenljivim ratama, gde model ostvaruje maksimalan broj poena. Kod zadataka Z1 i Z3, koji zahtevaju kraće računske postupke, razlike između proseka studenata i rezultata modela su male, što ukazuje na stabilnost modela u osnovnim finansijsko-matematičkim proračunima.

Kod zadatka Z2, koji se odnosi na evaluaciju investicionog projekta kroz poređenje više alternativa, ChatGPT-5.2 ostvaruje visok broj poena, uz pravilno sproveden postupak diskontovanja i korektan izbor najpovoljnije opcije. Dobijeni rezultati pokazuju da model uspešno primenjuje standardne kriterijume finansijske analize, što je u skladu

sa prosečnim ili boljim studentskim rezultatima.

Zadatak Z4, koji obuhvata analizu ekonomskih funkcija ukupnih troškova, prihoda i dobiti, predstavlja primer u kome se jasno uočava razlika između numeričke tačnosti i dodatnih očekivanja u formalnom ocenjivanju. Iako rešenje generisano od strane ChatGPT-a ne sadrži grafičku vizuelizaciju funkcija, analitički deo rešenja, uključujući tumačenje ponašanja funkcija i ekonomsku interpretaciju dobijenih rezultata, korektno je i jasno obrazloženo. Ovo ukazuje da se takva rešenja mogu efikasno koristiti kao pomoć u razumevanju modela i donošenju ekonomskih zaključaka, pod uslovom da se grafički prikaz obezbedi korišćenjem drugih alata.



Slika 1. Poređenje prosečnog broja poena studenata i rezultata ChatGPT-a 5.2 po zadacima, kao i distribucija ukupnih poena studenata

Kod zadatka Z6, koji se odnosi na plan amortizacije kredita sa promenljivim ratama, primećena su manja odstupanja u odnosu na maksimalan broj poena. Analiza pokazuje da se uočene razlike uglavnom javljaju zbog zaokrugljivanja i rada sa decimalnim vrednostima, kao i zbog toga što plan amortizacije nije u potpunosti detaljno razrađen po svim periodima. Iako je osnovni postupak ispravan i u skladu sa očekivanim rešenjem, nedovoljna preciznost u tehničkim detaljima utiče na smanjenje broja osvojenih poena u okviru formalnog sistema bodovanja.

Distribucija ukupnog broja poena studenata pokazuje da se rezultat ChatGPT-a 5.2 nalazi u gornjem delu raspodele sa ukupno 19 od mogućih 23 poena, što znači da bi model, posmatrano isključivo kroz ukupan broj poena, ostvario rezultat uporediv sa uspešnijim studentskim radovima. Prema ostvarenom broju poena, 15 od 40 studenata je ostvarilo veći broj poena od ChatGPT-a 5.2. Međutim, detaljna analiza po zadacima i kriterijumima ukazuje da visok broj poena ne garantuje potpunu obrazovnu vrednost rešenja, naročito u zadacima gde se očekuje detaljan prikaz postupka ili dodatni elementi poput grafičke interpretacije.

Tabela 2 prikazuje uspešnost modela ChatGPT 5.2 pri izradi zadataka na osnovu prethodno utvrđenih kriterijuma. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da ChatGPT-5.2 pokazuje značajan potencijal kao dopunski alat u pripremi kolokvijuma iz finansijske matematike, naročito u fazama razumevanja postupaka i interpretacije ekonomskog značenja rezultata. Istovremeno, u kontekstu formalnog ocenjivanja znanja, uočena su ograničenja vezana za preciznost u prikazu svih koraka i detalja, što potvrđuje da ovakvi alati treba da budu korišćeni kao podrška učenju, a ne kao zamena za samostalno rešavanje zadataka.

Tabela 2 – Uspešnost ChatGPT-a 5.2 prema kriterijumima evaluacije

Kriterijum	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
Tačnost rezultata	uspešan	uspešan	uspešan	uspešan	uspešan	delimično uspešan
Matematička korektnost postupka	uspešan	uspešan	uspešan	uspešan	uspešan	uspešan
Jasnoća i preciznost objašnjenja	uspešan	uspešan	uspešan	delimično uspešan	uspešan	delimično uspešan
Obrazovna vrednost rešenja	uspešan	uspešan	uspešan	delimično uspešan	uspešan	delimično uspešan

4. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati ukazuju da se razlike između studentskih i modelom generisanih rešenja ne ogledaju isključivo u ukupnom broju osvojenih poena, već i u pojedinačnim kriterijumima evaluacije koji obuhvataju tačnost rezultata, matematičku korektnost postupka, jasnoću i preciznost objašnjenja, kao i obrazovnu vrednost ponuđenih rešenja. Analiza je pokazala da ChatGPT 5.2 u većini zadataka postiže rezultate uporedive sa prosečnim ili boljim studentskim

postignućima, naročito u zadacima koji zahtevaju standardne finansijsko-matematičke proračune i jasnu interpretaciju ekonomskog značenja dobijenih rezultata.

Istovremeno, uočena su ograničenja u situacijama u kojima se od rešenja očekuje potpuna formalna preciznost, detaljan prikaz svih koraka ili dodatni elementi poput grafičke vizuelizacije, što ima direktan uticaj na broj osvojenih poena u okviru formalnog sistema ocenjivanja. Ovi rezultati potvrđuju da generisana rešenja imaju nedostatke po više kriterijuma, ali da mogu imati značajnu ulogu kao dopunski alat u procesu učenja studenata i njihove pripreme za kolokvijume.

Na osnovu sprovedene analize može se zaključiti da savremeni veliki jezički modeli, poput ChatGPT-a 5.2, imaju potencijal da doprinesu unapređenju kvaliteta visokog obrazovanja, pod uslovom da se njihova primena zasniva na kritičkom pristupu i jasnom razumevanju njihovih mogućnosti i ograničenja. Dalja istraživanja mogu biti usmerena ka analizi uticaja ovakvih alata na dugoročno usvajanje znanja, kao i na njihovu integraciju u nastavnu praksu na način koji podržava, a ne narušava, ishode učenja.

5. LITERATURA

[1] Renana Peres, Martin Schreier, David Schweidel, Alina Sorescu, *On ChatGPT and beyond: How generative artificial intelligence may affect research, teaching, and practice*, International Journal of Research in Marketing, vol. 40, br. 2, 2023, str. 269–275.

[2] Kacper Łodzikowski, Peter W. Foltz, John T. Behrens, *Generative AI and its educational implications*, u: *Trust and Inclusion in AI-Mediated Education: Where Human Learning Meets Learning Machines*, Springer Nature Switzerland, Cham, 2024, str. 35–57.

[3] Stefanie Krause, Bhumi Hitesh Panchal, Nikhil Ubhe, *Evolution of learning: Assessing the transformative impact of generative AI on higher education*, Frontiers of Digital Education, vol. 2, br. 2, 2025.

[4] Chung Kwan Lo, *What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature*, Education Sciences, vol. 13, br. 4, 2023, str. 410.

[5] Said Elbanna, Loreta Armstrong, *Exploring the integration of ChatGPT in education: adapting for the future*, Management & Sustainability: An Arab Review, vol. 3, br. 1, 2024, str. 16–29.

[6] Ruiqi Deng, Maoli Jiang, Xinlu Yu, Yuyan Lu, Shasha Liu, *Does ChatGPT enhance student learning? A systematic review and meta-analysis of experimental studies*, Computers & Education, 2024.

[7] Jinhee Kim, *Leading teachers' perspective on teacher–AI collaboration in education*, Education and Information Technologies, vol. 29, br. 7, 2024, str. 8693–8724.

[8] Bodong Chen, Xinran Zhu, *Integrating generative AI in knowledge building*, Computers and Education: Artificial Intelligence, vol. 5, 2023, Article 100184.

[9] Zifeng Feng, Gangqing Hu, Bingxin Li, Jinge Wang, *Unleashing the power of ChatGPT in finance research: opportunities and challenges*, Financial Innovation, vol. 11, 2025, Article 93.

[10] Li Xian Liu, Zhiyue Sun, Kunpeng Xu, Chao Chen, *AI-Driven Financial Analysis: Exploring ChatGPT's Capabilities and Challenges*, Finance Research Letters, 2024.

[11] Aleksandar Milenković, Nemanja Vučićević, Marina Svičević, *Evaluating OpenAI tools o1 and o3-mini in solving high school problems from Serbian national mathematics competition*, Teaching of Mathematics, vol. 28, br. 1, 2025.

[12] Marina Svičević, Aleksandar Milenković, Nemanja Vučićević, Marko Stanković, *Evaluating the Success of AI Tools in Supporting Student Performance in Mathematical Kangaroo Competition*, Computer Applications in Engineering Education, vol. 33, br. 4, 2025, Article e70063.

[13] Nemanja Vučićević, Aleksandar Milenković, Marina Svičević, *ChatGPT's capability in solving mathematical modeling problems*, E-Learning 2025, 2025, str. 184–192.

ИНОВАЦИЈА СИСТЕМА ЗА ДАЉИНСКО УЧЕЊЕ КОРИШЋЕЊЕМ ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ

Владимир Шиповац [1], Далибор Крстинић[2], Ненад Бингулац[3], Дејан Логарушић[4]
[1,2,3,4]*Универзитет привредна академија у Новом Саду,*
Правни факултет за привреду и правосуђе, Нови Сад, Србија
[1]vladimir.sipovac@pravni-fakultet.info, [2]dkrstinic@pravni-fakultet.info, [3]nbingulac@pravni-fakultet.info,
[4]dejan.logarusic@pravni-fakultet.info

Кратак садржај: *Развој вештачке интелигенције довео је до развоја како нових тако и усавршавања постојећих система за даљинско учење. Ови системи омогућавају да корисници приступају са удаљених локација и да се њихов рад бележи у одређену базу података. Развојем вештачке интелигенције отварају се неке нове могућности које би како олакшале процес даљинског учења, а исто тако га и унапредиле. У овом раду се анализира коришћење робота у образовању, те да се подстакне креативност и критичко мишљење система вештачке интелигенције. Системи вештачке интелигенције се усмеравају да развијају вештине решавања проблема кроз развој свог јединственог алгоритамског мишљења. У последње време се интензивира примена како ChatGPT-а тако и осталих система вештачке интелигеције у образовању, те је неопходно дефинисати правила и процедуре како би ова технологија дала прави допринос настави и учењу.*

Кључне речи: систем за управљање учењем, информационе технологије, вештачка интелигенција

INNOVATING A REMOTE LEARNING SYSTEM USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract: *The development of artificial intelligence has led to the development of both new and improved existing remote learning systems. These systems allow users to access from remote locations and have their work recorded in a specific database. The development of artificial intelligence opens up some new possibilities that would both facilitate the process of remote learning and improve it. This paper analyzes the use of robots in education, and to encourage creativity and critical thinking of artificial intelligence systems. Artificial intelligence systems are directed to develop problem-solving skills through the development of their unique algorithmic thinking. Recently, the application of both ChatGPT and other artificial intelligence systems in education has been intensifying, and it is necessary to define rules and procedures for this technology to make a real contribution to teaching and learning.*

Key Words: learning management, information technology, identification of persons

1. УВОД

Предмет истраживања су информационе технологије и фактори који су довели до развоја вештачке интелигенције, односно иновације постојећег информационог система коришћењем вештачке интелигенције.

Савремене информационе технологије интензивно доносе промене у разним областима попут инжењеринга, саобраћаја, економије, медицине, док се у образовању промене дешавају спорије него у другим областима. Важећа Стратегија развоја науке и технолошког развоја има мото Моћ знања, јер је знање како теоријско тако и применљиво одговор образовних институција на изазове четврте индустријске револуције. Република Србија доношењем ове стратегије стала у ред најавангарднијих држава које су увеле од педагошког узраста до универзитетског образовања[1]. Укључивањем ВИ утиче на диверсификацију програма за даљинско учење и пружа многе могућности развоја који ће подићи квалитет целог система. Након актуелних помака у Републици Србији, постаје нужно утврдити актуелно стање образовања, пројектовати развој, имати активан однос према развоју и образовању генерација будућности у међусобно знатно повезанијем свету[2 стр.7].

Република Србија се поставила као предводник у дефинисању смерница за развој ВИ доношењем стратегије развоја вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020–2025. године[3].

У последњих годину дана, развој вештачке интелигенције (ВИ) у образовању доживео је значајан помак. Интеграција напредних АИ модела, попут мултимодалних система који разумеју текст, говор и слике, омогућила је даљу персонализацију и аутоматизацију процеса учења. У светлу актуелне Стратегије развоја вештачке интелигенције у Републици Србији, која је проширена за период 2025–2030, образовне институције све више усвајају АИ алате у свакодневној пракси[4].

Како развој треба да буде правовремен и успешан потребно је да се формирају стручни тимови који треба да прате имплементацију ВИ и правовремено укажу на проблеме који су настали коришћењем ВИ а исто тако да предложе нове смернице како унапредити и у потпуности искористити нови систем[5].

2. ПОТРЕБА СИСТЕМА ЗА ДАЉИНСКО УЧЕЊЕ

Развојем информационе технологије су постале саставни део живота толико да је данас практично незамислива могућност било каквог функционисања без њих[6]. Убрзани развој мобилних рачунара и програма је довео до тога да су захтеви од стране крајњих корисника све већи, а то нас доводи до појаве великог броја различитих решења у последње време је постала хит ВИ. Основни циљ свих ових различитих решења је унапређење пословања и лакше решавање разних животних потреба што се поклапа са развојем ВИ.

Поседовањем вештина коришћења разних информационих технологија, као и успешним коришћењем истих данас више није толико важно, појавом ВИ скоро сви водећи брендови су развили своје асистенте који су уствари системи ВИ који корисницима асистирају од најпростијих задатака до веома компликованих попут програмирања апликација.

Наведене промене утичу на то да постоји смањена потреба за позивним центрима и физичким особама које би асистирале корисницима код њихових проблема. Информационе технологије су увек значајно мењале изгледе свих процеса рада, а сада су значајно укључене у процесу пружања свих врста услуга стим што се сада појављује отпор људског фактора како полако али сигурно више није потребно у одређеним процесима.

У неким сверама привреде појавили су се чак и потести против коришћења вештачке интелигенције. Менаџмент сваке компаније тежи томе да смањи трошкове и повећа ефикасност а баш у томе је препозната корист система вештачке интелигенције па тако велики део процеса које је обављао човек сада може да се обави преко система вештачке интелигенције. Процес преласка на вештачку интелигенцију од стране менаџмената није само да би смањили трошкове него како би смањили број грешака који се појављује од стране људског фактора. Како сами знамо системи вештачке интелигенције су рачунарски системи који немају факторе замора попут човека када није наспаван, под дејством алкохола, наркотика, итд.

Пратећи законску регулативу у центру за роботику и вештачку интелигенцију у образовању (CRAIE), који је основан у сарадњи с Педагошким универзитетом из Пекинга (BNU). CRAIE је истраживачко развојни центар, у оквиру Факултета за образовање учитеља и васпитача, који је намењен усавршавање наставника у области дигиталних технологија и коришћења система ВИ[7].

3. РАЗВОЈ СИСТЕМА ЗА ЕЛЕКТРОНСКО УЧЕЊЕ НА ДАЉИНУ

Појавом интернета почео је и развој електронског учења, односно његови почеци се везују за крај друге половине 20. века, а почетак примене за појаву личних рачунара и масовно коришћење интернета. Почетком развоја електронско учење заснивало се углавном на мултимедијалним презентацијама и лекцијама, али су после израђивани и садржаји који су били интерактивног карактера који се преносио компакт дисковима или усб штаповима које се сада сматра неком претечом вештачке интелигенције.

Савремено образовање намеће нам много озбиљнији приступ управљању процесима стицања знања. Развој система за управљање знањем некада се базирао се на коришћењу сопствених база података а сада је евидентан прелазак експертних система који користе вештачку интелигенцију [8].

Како би наша земља била конкурентна и успешна, неизбежна су улагања како у све сфере посебно у информисање и образовање јер тако подижемо квалитет становништва и ниво знања који они поседују, а то у великој мери одређују успешност у међународној размени и позиционирању на светском тржишту[9].

Посредством формалног образовања професори и ученици који су стекли основна сазнања о коришћењу рачунара, мобилних уређаја и познавања интернета, они су овим путем овладали основим процесима стицања знања, те су постали информатички писмени. Овако информатички писмени они ће успешно савладати и коришћење ВИ што ће њима самима олакшати функционисање у наставним процесима.

У обучавању уопште, сматра се да постоје две врсте знања:
а) знање о нечему и
б) знање о томе како доћи до расположивог знања и како се њиме користити[10]

Развојем интернета развиле су се и нове функције, односно интернет се у својим почецима углавном користио за слање и примање електронских текстуалних информација у виду порука. Развојем технологије довео је до појаве ЛМС-а (енгл. *Learning Management System*), система за управљање учењем. Системи за управљањем учења омогућавају да наставник прати индивидуални рад сваког ученика и да посматра сваки корак који је направио корисник на платформи. Кориснику се бележи сваки корак од самог приступања систему па тако и даљим коришћењем апликације као одређени вид евиденције рада корисника.

Коришћењем блокчејн (енгл. *Blockchain*) технологије могуће је видети када је корисник приступио, које је промене направио, са тачним временским ознакама када је то извршио и колико је пута правио измене овим путем је безбедност апликације беспрекорна. Појавом ВИ створила се могућност да се ЛМС може иновирати и допунити новим системима, како би ученици добили много већи спектар могућности и то без обавезе да предавач то одобри већ ВИ . У процесу одлучивања у основним верзијама учења на даљину предавачи су могли да поставе наставне јединице и тестове али су морали да проверавају да ли је учесник приступао наставним јединицама како би испунио преднаставне активности које су потребне за полагање теста те одобрио приступ тесту. Укључивањем ВИ можемо препустити све ове формалности да се одвијају саме па и до тога да ВИ може прегледати резултате теста. Развојем ВИ могуће је аутоматизовати процес до тог нивоа да предавач може само на крају процеса који је спровела ВИ потврдити донету одлуку или унети измену из које ће ВИ развити нове елементе свог одлучивања.

4. ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА У СИСТЕМУ ДАЉИНСКОГ УЧЕЊА

Питање које се појавило са интеграцијом ВИ у системе даљинског учења је колико је особље обучено за коришћење ВИ, који су изазови а који ризици имплементације ВИ у систем даљинског учења.

Како вештачка интелигенција постаје све значајнија у свакодневном животу па тако ни образовање није избегло њену интеграцију. Вештачка интелигенција може бити суштинског је значаја за предаваче да развију нове компетенције и вештине како би ефикасно користили систем ВИ. Интеграција ВИ технологије у своју наставу може донети велики добробит како за предаваче тако и за кориснике система даљинског учења. Предавачи би први требало да буду информисани о могућностима које нуди ВИ а потом и обучени за вешто коришћење алата и технологија ВИ. Квалитетна обука ће довести до разумевања начина на који ВИ алгоритми функционишу, упознавање како платформи, тако и апликација које покрећу вештачку интелигенција. Предавачи треба да прођу обуку како да тумаче и анализирају податке које им пружа ВИ како би могли да прате, мере и вреднују напредовање корисника система за даљинско учење. Систем ВИ у програмима даљинског учења пружа правовремену повратну информацију која обезбеђује предавачу праву слику те му даје прилику за већу мотивацију корисника и ствара добре услове за самоевалуацију чиме процес учења постаје ефикаснији и ефективнији.

Савремена технологија може врло лако побољшати доступност за ученике с посебним потребама. Вештачка интелигенција има могућност препознавања говора и алате за претварање текста у говор који могу помоћи ученицима са оштећеним видом или сметњама у учењу, омогућавајући им приступ материјалима прилагођеним њиховим потребама[11].

ВИ можемо посматрати као активног предавача који подстиче ученике да развију критичко мишљење и развијају вештине решавања проблема. Претходни систем даљинског учења није имао тај активни део већ је допуштао корисницима да пасивно конзумирају информације, корисници су пред изазовом да анализирају, процењују и синтетизују знање. Системи за даљинско учење уз помоћ ВИ могу пружити студентима могућности да се укључе у сложене задатке те их стимулисати да сами решавају проблеме и да развију своје како аналитичке тако и креативне способности размишљања. Овакви системи олакшавају колективно искуство учења, омогућавајући корисницима да раде заједно на пројектима и да учествују у дискусијама. Корисницима омогућава да ефикасно сарађују, да саопштавају своје идеје и науче да поштују различите перспективе. Алати имплементирани у вештачкој интелигенцији могу да креирају виртуелну сарадњу, омогућавајући ученицима да се повежу и учествују у оквирима виртуелне учионице. Са оваквим коришћењем ВИ корисници би требало да развију вештине дигиталне писмености јер ће систем ВИ технологија анализирањем понаособ сваког корисника, теко може пружити препоруке за даље учење, помажући корисницима подстичући њихову жељу за сталним усавршавањем. Корисници свакако могу да користе ВИ технологију за истраживање, прикупљање података у изради есеја, семинарских радова и научних радова.

ВИ може да анализира велике количине података сакупљених о учинку корисника те да прикаже обрасце учења, пружајући драгоцене податке предавачима о њиховим навикама учења. Предавачима ови извештаји могу помоћи да схвате ефикасност својих наставних стратегија, препознају области побољшања и прилагоде своје приступе предавању како би боље задовољили индивидуалне потребе њихових корисника. Предности које доноси коришћење вештачке интелигенције је то што извештаји могу бити персонализовани за сваког корисника и групни за одређени предмет, годину или пак целокупне студијске програме. ВИ оваквим извештајима не помаже само предавачима него и корисницима који ће добити боље припремљене садржаје који су усмерени за њихово боље разумевање и брже савладавање датог садржаја.

Вештачка интелигенција би могла да буде постављена тако да нам помогне у индивидуализацији и диференцијацији сваког корисника. У оваквој модерној само развијајућој настави корисник сам учи користећи лично оријентисане уџбенике који би му препоручила вештачка интелигенција анализом његових интересовања. Овакав систем наставе би требало да замени застарели линеарне систем уџбеника, који се годинама користе на исти начин и никада није еволуирао него је само допуњаван новим информацијама. Сваки корисник је индивидуа за себе неке не треба стимулисати него ће сами тражити

знање док је друге потребно стимулисати и усмерити како би се они заинтересовали и прочитали нешто што можда и нису знали да постоји.

Проблематика која се појављује на свим нивоима од основног образовања до виских школа је то што су едукатори превише заокупљени административним пословима те немају слободног времена да се едукују и напредују те да искористе све могућности које нам пружа систем вештачке интелигенције. Како би предавачи почели да имплементирају системе вештачке интелигенције у своја предавања њихове организације морају иновирати своје постојеће системе са системом вештачке интелигенције што није ни мало лак задатак који на крају од тих организација захтева и улагање велике количине средстава у обнову постојеће инфраструктуре које поседују тренутно. Република Србија је донела стратегију примене вештачке интелигенције коју би требало да искористе сви потенцијални корисници јер ће им то у великој мери олакшати функционисање.

5. ЗАКЉУЧАК

Улагање у систем за даљинско учење представља трошак средстава како за обуку наставног особља тако и улагање у информационе технологије које могу да подрже коришћење вештачке интелигенције, то наилази на отпор менаџмента јер када је у питању софтвер он за њих није опипљив и лако видљив предмет[12].

Развој система даљинског учења са системом вештачке интелигенције ослобађа предаваче у одређеној мери од рутинских послова предавања и оцењивања. Овим путем им се омогућује више времена за интеракцију са корисницима те предавач има више могућности да професионално напредује, да се бави креативним радом, истражује у настави. На овај начин предавач има више времена да планира свој рад, унесе неопходне иновације и обогати га својом креативношћу како би пружио корисницима боље материјале за учење. Интеграција вештачке интелигенције у образовање отвара неограничене могућности и пружа велике предности како за кориснике, тако и за предаваче јер ова технологија има потенцијал да револуционарно промене искуство за креирање предавања а тако и учења, чинећи га персонализованијим, привлачнијим и ефикаснијим.

У 2025. години, вештачка интелигенција више није само алат – она постаје партнер у образовању. Њена способност да персонализује наставу, анализира напредак ученика и аутоматизује административне задатке отвара простор наставницима да се фокусирају на оно најважније – педагошки рад и развој ученика. Будућност образовања лежи у синергији између људске креативности и алгоритамске прецизности. Ове савремене технологије коришћењем вештачке интелигенције креирају неке нове савремене методе наставе које подразумевају смањење времена за предавања. Традиционална настава која је давала корисницима крајње податке и није их подстицала да самостално истражују, нова савремена метода их стимулише да проналазе нове информације, те напредују у складу с властитим предзнањима и способностима. Сматрамо да развојем система вештачке интелигенције где ће они преузети сав административни рад предавачи ће бити ту да буду оно што су одувек и требали да буду едукатори и саветници оних који траже знање. Смисао сваког предавача је да се бави едукацијом а не административним пословима за то сада постоји вештачка интелигенција која је савршени алат да помогне сваком предавачу.

6. ЛИТЕРАТУРА

[1] Стратегија научног и технолошког развоја Републике Србије за период од 2021 до 2025 године »Моћ знања« ("Сл. гласник РС", бр. 10/2021).
[2] Дукић Мијатовић М, Законодавни аспекти развоја високог образовања у Републици Србији до 2030. године, XXVIII Састанак РАЗВОЈНИХ ТРЕНДОВА: „Универзитетско образовање за привреду", Уредник проф. др Борис Думнић, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, 14-17. фебруар 2022. ISBN 978-86-6022-401-1, стр. 7-13
[3] Стратегије примене вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020–2025. године ("Сл. гласник РС", бр. 37/2019).
[4] Стратегије примене вештачке интелигенције у Републици Србији за период од 2025 до 2030 године ("Сл. гласник РС", бр. 19/2025).
[5] Ристић, М. (2000) Образовање на даљину путем Интернета. Иновације у настави, (3), 8-12
[6] Солеша Д, Информационе технологије, Нови Сад-Сомбор, 2007.
[7] Центар за роботику и вештачку интелигенцију у образовању, https://craie.edu.rs
[8] Солеша, Д, Обрић, М, Е-леарнинг платформа учитељског факултета у Сомбору, Прегледни научни рад, Педагогија, бр. 3, 2005.
[9] Шулц Т,.Education and Economic growth. Chicago:American Economic Review,1961.
[10] Завод за унапређивање образовања и васпитања, Алати за учење на даљину, https://zuov.gov.rs/alati/#1584730 570845-211fbf39-15ad

[11] Брковић, М., Милошевић, Д. (2005) Креирање материјала за учење применом е-леарнинг спецификације, Информатика, образовна технологија и нови медији у образовању, Сомбор: Учитељски факултет, књига 1, стр. 47-55.

[12] Шиповац, Р., Тепавац, Р., Шиповац, В., (2015). Рачунари и технологије заштите, бр 3, Международная академия финансовых технологий (Пятигорск) ISSN: 2226 – 1990, Номер: 3 Год: 2015 , Россия.

NIVOI ZRELOSTI I STRATEŠKO PLANIRANJE

Kristijan Lazić[1], Dragan Jovičić[2], Vladan Pantović[3], Nebojša Nikolić[4], Filip Jovanović[5]
[1]*Argo IT, Beograd, Srbija*
[2] *PHOENIX Pharma SE, Mannheim, Germany*
[3,4,5] *Fakultet za projektni i inovacioni menadžment prof. dr Petar Jovanović, Beograd, Srbija*
[1] kristijan.lazic@gmail.com, [2] dragan.r.jovicic@gmail.com [3] vladan@pantovic.rs,
[4] nebojsa.nikolic@pmc.edu.rs, [5] filip.jovanovic@pmc.edu.rs

Kratak sadržaj: *Koncept nivoa zrelosti predstavlja ključan alat u savremenom upravljanju organizacijama, omogućavajući sistematsku evaluaciju i unapređenje poslovnih procesa. U ovom radu opisano je kako se modeli zrelosti, poput CMMI i COBIT, primenjuju u kontekstu strateškog planiranja, naglašavajući put od ad-hoc aktivnosti ka optimizovanim procesima. Procena zrelosti kao metodološki pristup pomaže organizacijama da identifikuju slabosti i usmere resurse ka efikasnijim performansama, što direktno utiče na kvalitet proizvoda i usluga. Poseban fokus stavljen je na ulogu interne revizije u verifikaciji ovih procena, kao i na značaj kontinuirane edukacije revizora za bolje razumevanje i primenu modela zrelosti. Zaključak ističe potrebu za većim naglaskom na edukaciju u ovoj oblasti kako bi se unapredilo celokupno upravljanje procesima organizacije.*

Ključne reči: Nivoi zrelosti, Strateško planiranje, Revizija, Otpornost poslovanja, Edukacija

MATURITY LEVELS AND STRATEGIC PLANNING

Abstract: *The concept of maturity level is a key tool in modern management of organizations, enabling systematic evaluation and improvement of business processes. This paper describes how maturity models, such as CMMI and COBIT, are applied in the context of strategic planning, emphasizing the path from ad-hoc activities to optimized processes. Maturity assessment as a methodological approach helps organizations to identify weaknesses and direct resources towards more efficient performance, which directly affects the quality of products and services. Special focus is placed on the role of internal audit in the verification of these assessments, as well as on the importance of continuous education of auditors for a better understanding and application of the maturity model. The conclusion highlights the need for greater emphasis on education in this area in order to improve the overall management of the organization's processes.*

Key Words: Maturity models, Strategic planning, Audit, Business resilience, Education

1. UVOD

Procena zrelosti kao metodološki pristup pomaže organizacijama da identifikuju slabosti i usmere resurse ka efikasnijim performansama, što direktno utiče na kvalitet proizvoda i usluga i komparativnu prednost na tržištu. Koncept nivoa zrelosti predstavlja ključan alat u savremenom upravljanju organizacijama, omogućavajući sistematsku evaluaciju i unapređenje poslovnih procesa. Za uspešno vođenje projekata podizanje nivoa zrelosti kompanija važna je dobra saradnja sa funkcijom interne revizije koja vrši proveru usaglašenosti poslovnih procesa sa internom i eksternom regulativom. Adekvatni nivoi zrelosti poslovnih procesa utiču i na otpornost poslovanja (poslovnu rezilijentnost) – sposobnost organizacije da se prilagodi, opstane i nastavi funkcionisanje tokom nepredviđenih poremećaja, kriza ili značajnih promena na tržištu.

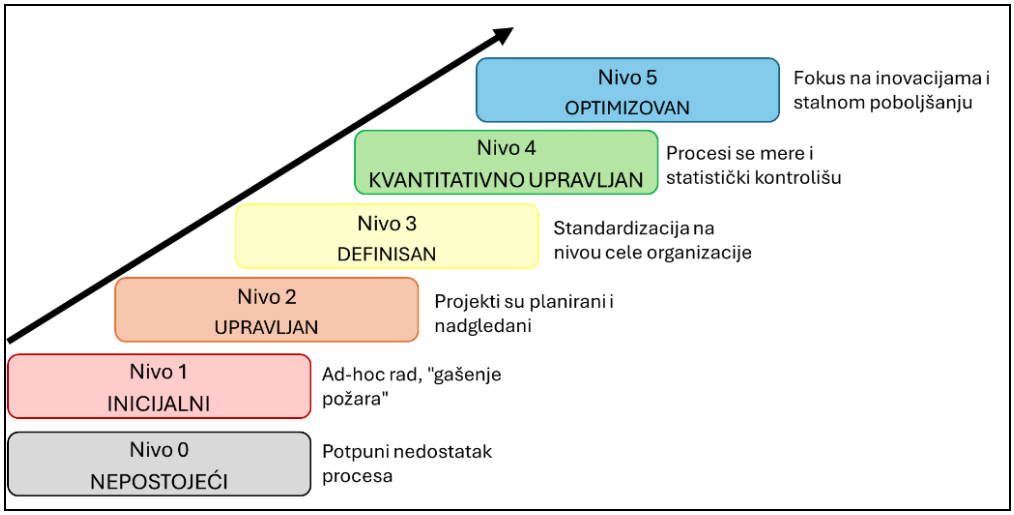
Posle uvodnih razmatranja značaja nivoa zrelosti za savremeno poslovanje, u drugom poglavlju je dat prikaz nivoa zrelosti procesa u organizaciji. Treće poglavlje razmatra relacije između nivoa zrelosti i strateškog planiranja, a četvrto ulogu revizije u proveri rezultata procene nivoa zrelosti, sa posebnim osvrtom na značaj akademske edukacije i kontinuirane obuke revizora u petom poglavlju.

2. NIVOI ZRELOSTI PROCESA U ORGANIZACIJI

Zrelost poslovnih procesa definiše se kao stepen do kojeg je specifičan proces eksplicitno definisan, upravljan, meren i kontrolisan unutar jedne organizacije [1]. Unapređenje zrelosti predstavlja razvojni put organizacije od *ad-hoc*, haotičnih aktivnosti ka efikasnim, optimizovanim procesima sa visokim stepenom predvidljivosti [2]. Koncept zrelosti se zasniva na pretpostavci da kvalitet finalnog proizvoda direktno zavisi od kvaliteta procesa koji se koristi za njegovo kreiranje [3]. Zbog svojih karakteristika i jednostavnosti, procena zrelosti predstavlja važan i koristan alat u aktivnostima strateškog planiranja.

Procena zrelosti procesa vrši se sistematskom evaluacijom trenutnog stanja procesa (procesnih praksi) u odnosu na referentne modele, sa ciljem identifikacije jaza između postojećeg stanja i željenog nivoa performansi [4].

Metodologije i postupci za procenu nivoa zrelosti poslovnih procesa u stručnoj literaturi često se označavaju akronimom PAM (*Process Assessment Model*) i predstavljaju set kriterijuma uz pomoć kojih se mere odgovarajući procesni atributi (npr. politike, planovi i procedure, veštine i stručnost, alati i automatizacija itd.). Jedna od najpoznatijih skala za merenje nivoa zrelosti (IT) procesa predstavlja CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) kontinuirana perspektiva (*continuous perspective*), koja koristi četiri nivoa: 0 – nepotpuni, 1 – izvršeni, 2 – upravljani i 3 – definisani [5]. Zbog svoje jednostavnosti, praktičnosti i visokog nivoa apstrakcije, CMMI model adaptiran je za procenu procesa različitih industrija, pri čemu je skala fazne perspektive (*staged perspective*), koja ima pet nivoa, preuzeta kao dominantna i češće je prisutna u osnovama novih modela zrelosti.



Slika 1. Uobičajena skala modela zrelosti

Razlike između kontinuirane i fazne perspektive su suptilne, ali značajne. Kontinuirana reprezentacija koristi „nivoe sposobnosti" koje opisuju pojedinačne procese, dok fazna reprezentacija koristi „nivoe zrelosti" kojima se ocenjuje ukupno stanje svih posmatranih procesa organizacije u odnosu na model kao celinu. Iako različite perspektive predstavljaju važan metodološki okvir za detaljnu procenu, u praksi je češće korišćenje skale fazne perspektive od pet nivoa: 1 – inicijalni, 2 – upravljani, 3 – definisani, 4 – kvantitativno upravljani i 5 – optimizovani. Osim CMMI modela, za procenu nivoa zrelosti često se primenjuju i COBIT model, kao i standardi ISO/IEC 15504 (SPICE), ISO/IEC 33x00 familija standarda, koji takođe pružaju okvir za procenu procesa u softverskom inženjeringu, i koji je takođe zbog svoje univerzalnosti često primenjen i šire, uz odgovarajuće modifikacije [6]. Jedan od praktično primenjivih modela zrelosti u praksi predstavlja COBIT, koji u verziji 4.1 iz 2007 godine sadrži jednostavan ali efikasan model zrelosti koji se bez izmena može koristiti za procenu i poslovnih i IT procesa [7]:

Tabela 1. CobiT v4.1 model zrelosti

Nivo	**Opis**
0 Nepostojeći	Potpuni nedostatak bilo kakvih prepoznatljivih procesa. Organizacija nije ni prepoznala da postoji problem koji treba rešiti.
1 Početni / Ad hok	Postoje dokazi da je organizacija prepoznala da problemi postoje i da ih treba rešiti. Međutim, ne postoje standardizovani procesi; umesto toga, postoje ad hok pristupi koji se obično primenjuju pojedinačno ili od slučaja do slučaja. Sveukupni pristup upravljanju je neorganizovan.
2 Ponavljajući, ali intuitivan	Procesi su se razvili do faze u kojoj različite osobe koje obavljaju isti zadatak prate slične procedure. Ne postoji formalna obuka ili komunikacija standardnih procedura, a odgovornost je prepuštena pojedincu. Postoji visok stepen oslanjanja na znanje pojedinaca i greške su verovatne.
3 Definisan proces	Procedure su standardizovane, dokumentovane i saopštene kroz obuku. Naloženo je da se definisani procesi poštuju; međutim, malo je verovatno da će se otkriti odstupanja u praksi. Aktivnosti procesa nisu sofisticirane, već predstavljaju formalizaciju postojećih praksi.
4 Upravljan i merljiv	Menadžment prati i meri usklađenost sa procedurama i preduzima mere tamo gde se čini da procesi ne funkcionišu efikasno. Procesi se stalno poboljšavaju i usklađuju sa dobrim praksama. Automatizacija i alati se koriste ograničeno ili fragmentirano.
5 Optimizovan	Procesi su usavršeni do nivoa najboljih praksi, na osnovu rezultata kontinuiranog poboljšanja i modeliranja zrelosti u odnosu na druge efikasne organizacije. IT se koristi na integrisan način za automatizaciju toka posla, pružajući alate za poboljšanje kvaliteta i efikasnosti, čineći organizaciju sposobnom za brza prilagođavanja i inovacije.

3. PROCENA ZRELOSTI U STRATEŠKOM PLANIRANJU

Primena opšteg koncepta modela zrelosti može se percipirati kao mogući način da organizacija dosegne svoje strategijske ciljeve, odnosno realizuje svoju strategiju na sistematičan, efikasan i efektivan način.

Osnovni model strategijskog menadžmenta obuhvata sledeće faze: sveobuhvatna analiza funkcionisanja organizacije u datom okruženju; predviđanje budućnosti; definisanje misije, vizije i ciljeva; formulisanje strategije; primena strategije kroz razrađene planove implementacije; i kontrola realizacije strategijskih planova [8]. Sa druge strane, opšti koncept modela zrelosti ističe potrebu za stalnom procenom nivoa valjanosti funkcionisanja organizacije (početni nivo; upravljani nivo; definisani nivo; kvantitativno upravljani nivo; i optimizovani nivo), odnosno pomaže u proceni efikasnosti organizacionih procesa i sagledavanju puta ka njihovom unapređenju.

Kombinovana primena osnovnog modela strategijskog menadžmenta i opšteg koncepta modela zrelosti sugeriše na potrebu permanentne opservacije i kontrole funkcionisanja organizacije u cilju objektivne analize i procene postignuća u realizaciji detaljnih strategijskih planova. Ta procena postignuća se upravo iskazuje kroz nivoe zrelosti, što doprinosi sistematičnosti pristupa. Efikasnost se ogleda u mogućnosti periodične evaluacije strategijskih planova i jasnog kvantitativnog iskaza na relaciji planirano-urađeno. Ako bismo pretpostavili da se na početku primene nove strategije, organizacija nalazi na početnom nivou zrelosti, onda bi svakako strategijski cilj bio dosezanje najvišeg nivoa zrelosti. A put realizacije od početnog ka najvišem nivou zrelosti bi vodio kroz realizaciju dobro osmišljenih strategijskih planova čija bi realizacija bila redovno praćena i kontrolisana. Glavni efekat je plansko, sistematično i efikasno postizanje strategijskog cilja organizacije kroz realizaciju projekata u okviru definisanog vremena, sa raspoloživim sredstvima i sa zahtevanim nivoom kvaliteta.

Postoji mnogo primera iz prakse koji ukazuju na česta i ne mala odstupanja u realizaciji projekata u pogledu produženja rokova realizacije i povećanja utroška resursa uključujući i finansijska sredstva. Ova situacija ukazuje na potrebu i mogućnost dodatnog unapređenja obrazovnog procesa projektnih menadžera, pored ostalog i boljim upoznavanjem sa modelima zrelosti i mogućnostima njihove primene, posebno u kontekstu strategijskog planiranja i realizacije projekata koji doprinose postizanju zacrtanih strategijskih ciljeva organizacije.

4. ULOGA REVIZIJE U PROVERI REZULTATA PROCENE NIVOA ZRELOSTI

Revizija ima ključnu ulogu u verifikaciji procenjenih nivoa zrelosti procesa, obezbeđujući da su oni tačni i usklađeni sa organizacionim ciljevima. Funkcija revizije uključuje sistematsku proveru metodologija procene, identifikaciju potencijalnih rizika koji su posledica subjektivnosti procenjivača i validaciju dokaza koji podržavaju dodeljene nivoe zrelosti. Takođe, interna revizija može koristiti modele zrelosti poput CMMI ili neke od izvedenih verzija modela, kako bi ocenila efikasnost internih procesa i identifikovala oblasti za poboljšanje [9].

Pored toga, važna uloga revizije je i procena opravdanosti težnji ka željenim nivoima zrelosti u kontekstu strateškog planiranja, analizirajući da li oni doprinose i smanjenju rizika i poboljšanju performansi. Jedna od osnovnih uloga revizije predstavlja identifikaciju rizika, tako da revizija može identifikovati i rizike u proceni zrelosti, poput nedostatka doslednosti sprovođenja postupka (standardizacije), i predložiti korektivne mere za njihovo ublažavanje.

Konačno, kroz kontinuiranu proveru, revizija podržava tranziciju organizacije ka višim nivoima zrelosti, integrišući nalaze u strateške planove za održivu konkurentsku prednost. Ova uloga revizije nije samo reaktivna, već i proaktivna, doprinoseći inovacijama u procesima i boljem upravljanju rizicima [10].

5. ZNAČAJ OBUKE REVIZORA U PROCENI NIVOA ZRELOSTI

Adekvatna edukacija i redovna kontinuirana obuka poboljšava veštine revizora u identifikaciji rizika i proceni usklađenosti sa standardima, što direktno utiče na kvalitet revizorskih nalaza [11], a u objavljenim istraživanjima [12, 13] ukazano je na značaj kontinuirane obuke revizora, koji su u obavezi da unapređuju svoja stručna znanja. Kontinuirana obuka revizora u oblasti modela zrelosti i postupaka procene nivoa zrelosti procesa, predstavlja važnu oblast čije razumevanje i primena predstavljaju jednu od osnova za efikasno strateško planiranje i unapređenje organizacionih performansi. Niz obuka u ovom domenu, omogućava revizorima da razumeju ključne koncepte modela zrelosti (poput CMMI i COBIT PAM), i primene ih u praktičnim scenarijima procene. Takođe, s obzirom da koncept nivoa zrelosti može da se primeni na niz drugih procesnih oblasti, ova obuka može pomoći revizorima da unaprede i svoj rad, podižući nivo zrelosti procesa revizije na viši nivo. Osim upoznavanja sa konceptima i principima navedene oblasti, obuka koja uključuje razvoj veština za korišćenje alata za automatizaciju i analitiku, omogućila bi prelazak sa reaktivnog na proaktivni pristup u proceni zrelosti. Obučeni revizori bolje razumeju integraciju procena zrelosti procesa sa strateškim ciljevima, čime doprinose boljem upravljanju resursima i smanjenju operativnih troškova [14]. Kontinuirano usavršavanje revizora kroz specijalizovane kurseve osigurava da oni budu u koraku sa evolucijom u standardima i regulatornim zahtevima, što je ključno za održavanje adekvatnog nivoa usklađenosti u organizaciji.

Integracija teorijske obuke sa praktičnim vežbama u proceni zrelosti, jača kapacitete revizora za identifikaciju slabosti i predlaganje inovacija, što doprinosi ukupnoj efikasnosti strateškog planiranja. Integrisane obuke predstavljaju važan doprinos postizanju visokog nivoa organizacione zrelosti i konkurentske prednosti.

6. ZAKLJUČAK

Vrednost procene zrelosti ogleda se u definisanju jasnog puta za unapređenje procesa strateškog planiranja, omogućavajući organizacijama da usmere resurse na ključne nedostatke. Nezrele organizacije nemaju objektivnu osnovu za procenu kvaliteta ili za rešavanje problema sa proizvodima ili procesima, dok visok nivo zrelosti direktno korelira sa smanjenjem operativnih troškova, boljim upravljanjem rizicima i povećanom brzinom odgovora na zahteve tržišta. Dalje, nezrele organizacije karakteriše postizanje manjeg broja ciljeva u strateškom planiranju nego što je planirano, loše obezbeđivanje kvaliteta i viši stvarni troškovi u poređenju sa procenjenim troškovima. Na kraju, redovna procena služi kao strateški alat za postizanje održive konkurentske prednosti kroz kontinuiranu inovaciju procesnih struktura.

Obuke u oblasti modela zrelosti, procene nivoa zrelosti poslovnih procesa, prvenstveno procesa u strateškom upravljanju, kao i pravilno razumevanje rezultata procesa, nisu česte teme u akademskim programima i planovima obuka organizacija. Unapređenje znanja i veština u ovim oblastima, u značajnoj meri unapredilo upravljanje poslovnim procesima i omogućilo efikasnije strateško upravljanje vođeno rezultatima procene zrelosti kao pouzdanom merom stanja.

7. LITERATURA

[1] W. S. Humphrey, „*Characterizing the Software Process: A Maturity Framework*," *IEEE Software,* t. 5, br. 2, pp. 73-79, 1988.

[2] M. C. Paulk, B. Curtis, M. Beth Chrissis i C. V. Weber, „*Capability Maturity Model(SM) for Software, Version 1.1*," Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, United States, 1993.

[3] K. Dooley, A. Subra i J. Anderson, „*Maturity and its Impact on New Product Development Project Performance*" *Research in Engineering Design,* t. 13, pp. 23-29, 2001.

[4] P. Harmon, „*Evaluating an organizations business process maturity*" *Business Process Trends,* t. 2, br. 3, pp. 1-11, 2004.

[5] CMMI Product Development Team, „*CMMI for systems engineering/software engineering/integrated product and process development, version 1.02, Staged Representation*" Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2000. [Na mreži]. Available: https://www.sei.cmu.edu/documents/2903/2001_017_001_22526.pdf. [Poslednji pristup 11 01 2006].

[6] H. van Loon, *Process Assessment and ISO/IEC 15504: A Reference Book 2nd Edition*, NY, USA: Springer, 2007.

[7] IT Governance Institute, „*CobiT v4.1*" 2007. [Na mreži]. Available: https://repository.unikom.ac.id/47541/1/CobiT_4.1.pdf. [Poslednji pristup 05 02 2026].

[8] P. Jovanović, „*Strategijski menadžment"*, udžbenik, Visoka škola za projektni menadžment, 2007, Beograd.

[9] KPMG, „*Transforming Internal Audit: A Maturity Model from Data Analytics to Continuous Assurance*" 05 2016. [Na mreži]. Available: https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/05/Transforming-Internal-Audit.pdf. [Poslednji pristup 10 2 2026].

[10] „*Why Maturity Assessments Add Value to External Quality Assessments*" The Institute of Internal Auditors, [Na mreži]. Available: https://www.theiia.org/en/content/group-services/why-maturity-assessments-add-value-to-external-quality-assessments. [Poslednji pristup 10 2 2026].

[11] „*The Importance of Auditor Training for Ensuring Organizational Compliance*" QMII, 19 10 2023. [Na mreži]. Available: https://www.qmii.com/the-importance-of-auditor-training-for-ensuring-organizational-compliance/. [Poslednji pristup 11 2 2026].

[12] S. Wurzburger, I. Zlatanović, A. Simonović, V. Popović, K. Lazić i V. Pantović, „*Kontinuirana obuka internih revizora u oblasti informacionih tehnologija*" u *XXIX Skup TRENDOVI RAZVOJA: "UNIVERZITET PRED NOVIM IZAZOVIMA"*, Vrnjačka Banja, 2023.

[13] S. Wurzburger, I. Zlatanović, A. Simonović, V. Popović, K. Lazić i V. Pantović, „*Obuka internih revizora u oblasti upravljanja rizicima*" u *XXX Skup TRENDOVI RAZVOJA: 'NASTAVNICI 1 SARADNICI KAO CENTAR PROMENA U VISOKOM OBRAZOVANJU"*, Vrnjačka Banja, 2024.

[14] „*The Benefits of Internal Audit Training for Auditors*" Innovative Quality Products and Systems (IQPS), 19 8 2024. [Na mreži]. Available: https://www.iqps.net/2024/08/19/the-benefits-of-internal-audit-training-for-auditors/. [Poslednji pristup 11 2 2026].

VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I HIBRIDNE TEHNIKE PROJEKTNOG MENADŽMENTA U KONTINUIRANOJ IT REVIZIJI

Dragan Jovičić[1], Kristijan Lazić[2], Vladan Pantović[3], Katarina Pavlović[4], Dušan Vujošević[5]
[1] *PHOENIX Pharma SE, Mannheim, Germany*
[2] *Argo IT, Beograd, Srbija*
[3, 4] *Fakultet za projektni i inovacioni menadžment, Beograd, Srbija*
[5] *Računarski fakultet, Beograd, Srbija*
[1]dragan.r.jovicic@gmail.com, [2] kristijan.lazic@gmail.com [3] vladan@pantovic.rs,
[4] katarina.pavlovic@pmc.edu.rs, [5] dvujosevic@raf.rs

Kratak sadržaj: *Tehnološki napredak je pred IT reviziju postavio nove zahteve u vidu upotrebe tehnoloških rešenja kao alata u obavljanju revizija. Uvođenjem automatizovanih analitičkih pristupa, integracijom podataka u realnom vremenu i automatskim praćenjem izvršenja kontrola, omogućen je prelazak sa periodične na kontinuiranu reviziju, uz povećavanje pouzdanosti, brzine i obuhvata revizorskih procedura. Kontinuirana IT revizija predstavlja evoluciju tradicionalnog revizorskog modela ka stalnom nadzoru, analitičkom testiranju i pravovremenoj identifikaciji rizika. Uspešnost ovog modela sve više zavisi od primene hibridnih metodologija projektnog menadžmenta koje kombinuju strukturu tradicionalnog upravljanja sa fleksibilnošću adaptivnih pristupa. Ovako prilagođen model omogućava iterativno planiranje, brzu reakciju na promene i bolje usklađivanje revizorskih aktivnosti sa dinamičnim IT okruženjem, a sa prmenom veštačke inteligencije dodatno se unapređuje kontinuirana IT revizija. Kao rezultat ovih transformacija, razvija se novi način izveštavanja koji karakterišu transparentnost, vizuelizacija podataka, kontinuirana komunikacija i izveštaji zasnovani na analitici u realnom vremenu.*
Ključne reči: IT revizija, tehnike revizije zasnovane na tehnologiji, kontinuirana revizija, hibridne tehnike projektnog menadžmenta, veštačka inteligencija, revizorsko izveštavanje

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND HYBRID PROJECT MANAGEMENT TECHNIQUES IN CONTINUOUS IT AUDIT

Abstract: *Advancements in technology have introduced new demands on IT auditing, in the form of the use of technological solutions as a tool in auditing. With the introduction of automated analytical approaches, real-time data integration and automatic monitoring of the execution of controls, it is possible to move from periodic to continuous auditing, increasing the reliability, speed and coverage of audit procedures. Continuous IT audit is an evolution of the traditional audit model towards continuous monitoring, analytical testing and timely identification of risks. The success of this model depends on the application of hybrid project management methodologies that combine the structure of traditional management with the flexibility of adaptive approaches. This model enables iterative planning, quick response to changes and better alignment of audit activities with a dynamic IT environment, and with the addition of artificial intelligence, continuous IT auditing is further enhanced. As a result of these transformations, a new way of reporting is being developed that is characterized by transparency, data visualization, continuous communication, and real-time analytics-based reporting.*
Key Words: IT audit, technology-based audit techniques, continuous auditing, hybrid techniques project management, artificial intelligence, audit reporting

1. UVOD

U prethodnom periodu tehnološki napredak je značajno uticao na organizacije i na to kako se obavljaju poslovni procesi. Ubrzana digitalizacija i nove tehnologije koje su danas u upotrebi (*Cloud Computing, Artificial Intelligence, Blockchain…*), podigle su industrijsku proizvodnju na novi nivo, toliko da se u nekim radovima ova faza naziva Industrija 4.0 - četvrta industrijska revolucija. Ove značajne promene su postavile nove zahteve IT revizorima, koji su došli od svih zainteresovanih strana, uključujući i zahteve od strane menadžmenta organizacije. Istraživanje sprovedeno od strane *PwC* (*PricewaterhouseCoopers*) je pokazalo da jedan od ključnih zahteva za lidere interne revizije, pored većeg uključivanja u strateške projekte i inicijative, jeste i uvođenje tehnologije u procese revizije i da je očekivanje da revizija unapredi svoje procese korišćenjem novih tehnologija [1]. Uvođenje tehnologije trebalo bi da ima pozitivne efekte na procese interne IT revizije, ali da bi se ti efekti ostvarili potrebno je utvrditi koji su uslovi koje je potrebno ispuniti prilikom implementacije novih tehnologija kao što je veštačka inteligencija (*Artificial Intelligence – AI*) ili alata za analizu podataka (*Data Analytics*) u procese IT revizije i kako

je potrebno promeniti tradicionalni pristup IT revizijama, da bi se prilagodili novim zahtevima zainteresovanih strana.

U narednim poglavljima prikazaćemo i objasniti ključne koncepte u implementaciji tehnologije u IT reviziju. U drugom poglavlju biće objašnjen koncept IT revizije baziran na upotrebi tehnologije. Konceptu kontinuirane revizije i šta predstavlja, biće posvećeno treće poglavlje. U četvrtom poglavlju biće objašnjene dve često korišćene tehnologije u IT reviziji, alati za analizu podataka i veštačka inteligencija. U petom poglavlju biće dat prikaz - kako IT revizije bazirane na hibridnim metodologijama utiču na revizorske procese i koje je promene moguće implementirati.

2. REVIZIJE ZASNOVANE NA UPOTREBI TEHNOLOGIJE

Pristup revizije zasnovane na upotrebi tehnologije (*Technology-Based Audit Techniques - TBAT*), odnosi se na sistematsku upotrebu informacionih sistema i alata u procesu IT revizije. Informacione sisteme i alate je moguće koristiti u svim fazama revizije, od planiranja, izvršenja, do, na kraju, i izveštavanja o rezultatima revizije. Umesto da ručno proveravaju svaki dokument ili transakciju, revizori koriste tehnologiju za automatizaciju testiranja, analizu velikih skupova podataka i otkrivanje neobičnih obrazaca koji bi mogli ukazivati na greške ili prevaru. Ove tehnike je preporučljivo koristiti kada imamo veliku količinu podataka koje nije moguće da revizor pregleda detaljno sve. Računarski potpomognute tehnike revizije (*Computer-Assisted Audit Techniques - CAATs*) su skup tehnika i alata zasnovanih na informacionim tehnologijama koje omogućavaju revizorima da prikupljaju, analiziraju i testiraju podatke u elektronskom obliku radi pribavljanja revizorskih dokaza [2]. Postoji nekoliko kategorija tehnika koje se koriste:

1) Generalni revizorski softver (*Generalized Audit Software - GAS*) je specijalizovani softver koji revizorima omogućava da analiziraju velike količine podataka iz informacionih sistema, nezavisno od aplikacije iz koje podaci potiču, radi testiranja kontrola, otkrivanja nepravilnosti i sprovođenja analitičkih procedura.
2) Pomoćni softver (*Utility software*) obuhvata alate koji podržavaju administraciju sistema, bezbednost, obradu podataka, dijagnostiku i kontrolu IT okruženja.
3) Primena testnih podataka (*Test data*) je tehnika IT revizije u kojoj revizor kreira kontrolisane, veštačke transakcije ili podatke i unosi ih u informacioni sistem kako bi proverio da li aplikacione kontrole funkcionišu pravilno.
4) Aplikativni softver za praćenje i mapiranje (*Application software for tracking and mapping*) je revizorska i upravljačka tehnika koja omogućava identifikaciju i evidenciju svih aplikacija u organizaciji (*Tracking*) i mapiranje aplikacija na poslovne procese, kontrole, rizike i IT infrastrukturu (*Mapping*) [3].
5) Kontinuirani monitoring i kontinuirana revizija (*Continuous Monitoring and Continuous Auditing*) su savremeni koncepti, koje podržavaju automatizovane skripte i algoritmi, sa ciljem da se stalno analiziraju transakcije i u zavisnosti od podešavanja generišu upozorenja ili šalju obaveštenja kada imamo odstupanja od već definisanih pravila.
6) Napredne analitičke tehnike (*Advanced analytical procedures*) uključuju statističko modelovanje (*Statistical Modelling*), veštačku inteligenciju (*Artificial Intelligence*), mašinsko učenje (*Machine Learning*) i analizu velike količine podataka (*Big Data Analytics*). Ovim tehnikama se proširuje tradicionalni CAAT koncept. Korišćenjem ovih alata revizija se zasniva na analitici u realnom vremenu, i njihovom upotrebom je moguće kreirati i prediktivne modele.

Upotreba tehnologije pomaže internim revizorima da direktno testiraju kontrole, povećaju efikasnost i efektivnost revizije, često i kvalitet revizorskih angažmana. Takođe, da povećavaju obuhvat testiranja, tako da je moguće testirati do 100% populacije umesto kreiranja uzorka određene populacije, kao i da je moguće testiranje velikog broja transakcija u realnom vremenu. Efikasnost revizora može se poboljšati smanjenjem manuelnog rada. Automatizacijom testiranja kontrola se ubrzava proces i smanjuje mogućnost ljudske greške. Dužina trajanje revizije može se smanjiti, a resursi se mogu bolje rasporediti na druge revizije.

Inicijalno uvođenje novih tehnologija u reviziju utiče na povećanje troškova, kroz implementaciju novog alata, troškove licenci ali i kroz dodatne troškove obuke revizora za korišćenje novog alata. Takođe, u samom početku upotrebe novog alata, nije moguće iskoristi u potpunosti sve koristi koje proističu iz njegove upotrebe. Često se naglašava i otpor prema upotrebi novog alata. Implementacije se mogu i završiti neuspešno jer postoje nejasnoće oko upotrebe alata ili zbog nedostataka znanja za upotrebu novih tehnologija.

Sve ovo je potrebno uzeti u razmatranje prilikom donošenja odluke o implementaciji novih tehnologija u IT reviziju. Ako implementacija nije usklađena sa revizorskom strategijom i IT strategijom organizacije, postoji rizik fragmentirane primene bez jasnih ciljeva i merljivih rezultata. Revizorske tehnologije se oslanjaju na integritet, potpunost i tačnost podataka. Ako su podaci nepotpuni, nekonzistentni, duplirani ili pogrešno mapirani, rezultati analize mogu biti netačni, što dovodi do pogrešnih zaključaka.

3. KONTINUIRANA IT REVIZIJA

Kontinuirana revizija obuhvata procene rizika i kontrola u realnom vremenu, koje su omogućene tehnologijom i olakšane novim pristupom IT revizijama koja se prebacuje sa periodičnih procena rizika i kontrola na osnovu uzorka transakcija, na procene zasnovane na većem broju transakcija u relanom vremenu. Koncept je razvijen 1990-ih sa napretkom prvih računarskih sistema [4] i softvera koji se koristi u računovodstvene svrhe, a uključene su i tehnologije baza podataka i mreže podataka. Tehnike revizije zasnovane na tehnologiji treba da budu fleksibilne i skalabilne, te da igraju ključnu ulogu u optimizaciji rizika i kontrola [3].

Cilj kontinuirane revizije je da obezbedi brzo i precizno uveravanje o detaljnijim podacima za širok skup finansijskih i nefinansijskih podataka, koje je moguće različitim korelacijama povezati u informacije potrebne za donošenje odluka. Sistemi u realnom vremenu pružaju mogućnost neposrednog procesa revizije, bilo istovremeno ili neposredno nakon događaja [5].

Najveće izazov u implementaciji kontinuirane revizije je način na koji kontinuirana revizija ima tendenciju da se preklapa sa kontinuiranim monitoringom od strane menadžmenta [6]. Ovo preklapanje aktivnosti revizije sa potrebama menadžmenta je, i najveći izazov, i prilika za internu reviziju. To je razlog zašto granice revizije i operativnog menadžmenta treba postaviti na odgovarajućem nivou, i da se postigne dogovor između revizije i operativnog menadžmenta.

4. VELIKA KOLIČINA PODATAKA I VEŠTAČKA INTELIGENCIJA U IT REVIZIJI

Dostupnost i pristup velikim podacima donose značajne promene. Inicijative za digitalnu transformaciju sve više sazrevaju na globalnom nivou, potpomognute rastom računarskih mogućnosti [7]. Alati za analizu podataka fundamentalno menjaju metodologije revizije omogućavajući kontinuiranu reviziju i reviziju u realnom vremenu. Upotreba alata za analizu podataka omogućava revizorima analizu kompletne populacije transakcija (100% *data testing*), umesto ograničavanja na statističke uzorke, čime se povećava nivo pouzdanosti revizorskih zaključaka. Na taj način se značajno smanjuje rizik neotkrivanja (*Detection Risk*) i unapređuje kvalitet revizorskog uveravanja [8].

Podaci koje se koristiti u analitici mogu dolaziti iz različitih sistema. Te podatke je moguće agregirati na jednom mestu kao što su SIEM rešenja (*Security Incident and Event Monitoring*), sistemi koji mogu da prikupe podatke iz različitih sistema i da, na osnovu predefinisanih kriterijuma, kreiraju izveštaje. Podaci koji se na taj način prikupljaju mogu se odnositi na:

- učestalosti grešaka obrade unutar računovodstvenog sistema,
- broj izuzetaka u procesima,
- incidente bezbednosti i kršenja pravila dozvoljene upotrebe informacionih sredstava,
- odstupanja od kontrola, uglavnom odstupanja od automatskih kontrola.

Uprkos prednostima, primena alata za analizu podataka suočava se sa izazovima kao što su:

- nedostatak kompetencija revizora za rad sa velikim podacima,
- problemi kvaliteta podataka i pouzdanosti izvora iz kog podaci za obradu dolaze,
- pitanja bezbednosti podataka i poverljivosti i privatnosti podataka,
- potreba za integracijom sa postojećim okvirima i međunarodnim standardima revizije i regulativom koja utiče na upotrebu [9].

Kao nastavak na razvoj alata za analizu podataka, došla je pojava veštačke inteligencije, posebno kroz primenu mašinskog učenja (*Machine Learning*) i dubokog učenja (*Deep Learning*), omogućava automatizovanu analizu velikih količina strukturiranih i nestrukturiranih podataka radi identifikacije obrazaca, anomalija i indikatora rizika [10]. Rezultat uticaj veštačke inteligencije na reviziju i računovodstvo je da integracija veštačke inteligencije transformiše metodologije revizije i računovodstva.

Profesija interne revizije doživela je značajnu transformaciju vođenu brzim napretkom u digitalnim tehnologijama, a veštačka inteligencija se pojavljuje kao posebno uticajni alat u promeni revizijskih praksi [11]. AI alati, kao što su mašinsko učenje, obrada prirodnog jezika i prediktivna analitika, koriste se sve više i više, kako bi revizije bile brže, preciznije i vrednije automatizacijom redovnih zadataka, omogućavajući kontinuirano praćenje i pružanje uvida na osnovu podataka [12]. Automatizovani procesi čine tradicionalne revizije glomaznim, dugotrajnim i potrebno je više sati za validaciju ručnih uzoraka određenih transakcija [13].

5. PRELAZAK SA PREDIKTIVNIH REVIZIJSKIH ANGAŽMANA NA HIBRIDNI PRISTUP

Revizorski standardi definišu da se koristi prediktivna (*waterfall*) metoda upravljanja IT revizorskim projektima. Primena veštačke inteligencije i kontinuirane revizije zahtevaju adaptivni pristup upravljanju projektima, omogućavajući timovima za reviziju da efikasno reaguju na promene i neizvesnost. Umesto sveobuhvatnog fiksnog plana na samom početku revizorskog angažmana, revizorski tim razvija plan na visokom nivou koji se postepeno razvija tokom vremena. Polazi se od prediktivne metode u planiranju IT revizija zbog trenutnih zahteva Međunarodnog okvira profesionalne prakse (*International Professional Practices Framework – IPPF*) Instituta internih revizora (*Institute of Internal Auditors – IIA*) [3] koji prati tradicionalne metode upravljanja

projektima. Unapređenje i primena više iterativnog pristupa upravljanja projektima može se primeniti u fazama sprovođenja same revizije i izveštavanja. Prilikom sprovođenja kontinuirane revizije potrebno je u prvih nekoliko iteracija vršiti kontrolu izlaznih podataka, u pogledu kompletnosti i tačnosti samih podataka. U ovom slučaju za razliku od tradicionalnog načina izvršenja revizorskih angažmana, izveštavanje je moguće vršiti na periodičnom nivou (mesečno, kvartalno, dva puta godišnje) ili u slučaju kada se dogodi praćeni događaj [14]. Ovo zahteva drugačiji pristup izvođenja revizija sa uvođenjem hibridnog pristupa planiranju, izvršenju i izveštavanju sa projekata IT revizije. Za uspeh ovog unapređenog načina sprovođenja IT revizija neophodna je dodatna edukacija IT revizora za upotrebu novih tehnologija i primenu hibridnih metoda upravljanja projektima IT revizije.

6. ZAKLJUČAK

Revizije zasnovane na upotrebi tehnologija zahtevaju nova znanja i veštine revizora. Da bi organizacije uspešno implementirale tehnologije potrebno je da postoji podrška menadžmenta u implementaciji, dogovor sa menadžmentom o granicama koje će buduće kontinuirane revizije imati. Potrebno je da se menadžment i revizija slažu i razumeju gde kontinuirana revizija počinje i završava, i takođe, gde počinju operativni monitoring i operativno upravljanje. Važno je razumeti koje su prednosti ali, i ograničenja primene implementiranih tehnologija.

Upotreba alata veštačke inteligencije i alata za analizu velike količine podataka zahteva od revizora nova znanja iz statistike, razumevanja podataka koji se koriste i izvora iz kojih potiču podaci. Uključivanje veštačke inteligencije u mnogim oblastima menja način na koji se procesi sprovode, a interne revizije nisu imune na ovu praksu. S obzirom na globalni poslovni scenario koji se brzo menja, funkcije interne revizije sve više koriste alate kako bi poboljšale kvalitet, efikasnost i tačnost revizije.

Implementacijom tehnologija u IT reviziju, potrebno je promeniti i način planiranja, izvršenja i izveštavanja o izvršenim revizijama, prilagoditi ga modernim pristupima upravljanja projektima i hibridnoj metodologiji umesto tradicionalne prediktivne metode. Uspeh implementacije zavisiće od edukacije IT revizora da bi se omogućila primena novih tehnologija u IT revizorskim procesima i poboljšala efikasnost, efektivnost i kvalitet IT revizije.

7. LITERATURA

[1] PwC, "*PwC Global Internal Audit Study 2023*" PwC, Brussels, 2023.

[2] M. Eulerich, A. Masli, J. Pickerd and D. A. Wood, "*The Impact of Audit Technology on Audit Task Outcomes: Evidence for Technology-Based Audit Techniques*" *Contemporary Accounting Research,* vol. 40, no. 2, pp. 981-1012, 2023.

[3] *The Institute of Internal Auditors (IIA), Coordinating Continuous Auditing and Monitoring to Provide Continuous Assurance*, 2nd ed., Altamonte Springs, Florida: IIA, 2015.

[4] V. Chiu, L. Qi and M. A. Varashelyi, "*The development and intellectual structure of continuous audit research*" *Journal of Accounting Literature,* vol. 33, no. 1, pp. 37-57, 2014.

[5] M. A. Vasarhelyi, M. Alles and A. Kogan, "*Principles of analytic monitoring for continuous assurance*" *Journal of Emerging Technologies in Accounting,* vol. 1, no. 1, pp. 1-21, 2004.

[6] M. G. Alles, A. Kogan and M. A. Vasarhelyi, "*Putting Continuous Auditing Theory into Practice: Lessons from Two Pilot Implementations*" *Journal of Information Systems,* vol. 22, no. 2, pp. 195-214, 2008.

[7] Y. Dwivedi, "*Theory Building in Information Systems with Big Data-Driven Research*" *International Journal of Information Management,* 2021.

[8] M. A. A. M. G. &. W. K. T. Vasarhelyi, "*Big Data in Accounting: An Overview*" *Accounting Horizons,* vol. 29, no. 2, p. 381–396, 2015.

[9] L. Theodorakopoulos, G. Thanasas and C. Halkiopoulos, "*Implications of Big Data in Accounting: Challenges and Opportunities*" *Emerging Science Journal,* 2024.

[10] N. Vojtek and V. Pantović, *Upravljanje projektima nove generacije - Veštačka inteligencija i agilnost*, Beograd, Fakultet za projektni i inovacioni menadžment prof. dr Petar Jovanović, 2026.

[11] D. Jovičić, K. Lazić, V. Pantović, M. Jovanović-Milenković and I. Vulić, "*Using Artificial Intelligence in Information Technology Audits*" in *XL International Conference INFOTECH 2025*, Aranđelovac, 2025.

[12] Z. Baharom, "*The Transformative Role of Artificial Intelligence in Internal Auditing: A Critical Review*" *International Journal of Research and Innovation In Social Science (IJRISS),* 2025.

[13] I. Ghafar, W. Perwitasari and R. Kurnia, "*The Role of Artificial Intelligence in Enhancing Global Internal AuditEfficiency: An Analysis*" *Asian Journal of Logistics Management,* 2023.

[14] Project Management Institute (PMI), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide*), 7th ed., Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute Inc., 2021.

IZAZOVI AKADEMSKE ETIKE I INTEGRITETA U PRIMENI GENERATIVNE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U STUDENTSKOM RADU

Vanja Urošev[1], Iva Šiđanin[2]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1] urosev.di5.2023@uns.ac.rs, [2] iva.sidjanin@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *U radu je razmatrano pitanje odnosa studenata prema upotrebi sveprisutnije generativne veštačke inteligencije u visokom obrazovanju, s akcentom na izazove akademske etike i očuvanje akademskog integriteta. U istraživanju je učestvovalo 150 studenata osnovnih i master studija sa studijskog programa Inženjerski menadžment na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Rezultati sprovedenog istraživanja su ukazali na upotrebu generativnih alata veštačke inteligencije među studentima, prevashodno radi uštede vremena, unapređenja efikasnosti i poboljšanja kvaliteta akademskih radova i zadataka. Potvrđena je razvijena svest o etičkim rizicima, naročito u pogledu zamene samostalnog rada, nepreciznih institucionalnih smernica, kao i razvoja kritičkog mišljenja i etičkih okvira za odgovornu primenu generativne veštačke inteligencije u visokom obrazovanju.*

Ključne reči: generativna veštačka inteligencija, akademska etika, akademski integritet, visoko obrazovanje.

CHALLENGES OF ACADEMIC ETHICS AND INTEGRITY IN THE APPLICATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN STUDENTS' WORK

Abstract: *The paper examines students' attitudes toward the increasingly prevalent use of generative artificial intelligence in higher education, with a particular emphasis on challenges related to academic ethics and the preservation of academic integrity. The study involved 150 undergraduate and master's students enrolled in the Engineering Management study program at the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad. The results indicate a widespread use of generative AI tools among students, primarily for time savings, increased efficiency, and improvement of the quality of academic assignments and tasks. The findings also confirm a well-developed awareness of ethical risks, particularly with regard to the substitution of independent student work, the lack of clear institutional guidelines, as well as the need to foster critical thinking and develop ethical frameworks for the responsible application of generative artificial intelligence in higher education.*

Key Words: generative artificial intelligence, academic ethics, academic integrity, higher education.

1. UVOD

Savremeno visoko obrazovanje doživljava jednu od najznačajnijih promena u svojoj istoriji. Tome doprinosi razvoj i masovna implementacija tehnologija koje su zasnovane na generativnoj veštačkoj inteligenciji *(Generative Artificial Intelligence, GenAI)*. Pojava velikih jezičkih modela (LLM), kao što su *ChatGPT*, *Claude* ili *Google Gemini*, omogućavaju brzu pretragu željenih informacija, generisanje strukture akademskih radova, ali i podršku u prevazilaženju kreativnih blokada. Samim tim, generativna veštačka inteligencija uspela je da izmeni temelje akademskog rada, istraživanja i učenja. Budući Inženjeri menadžmenta treba da pruže inovativnost u donošenju odluka i rešavanju problema, te upotreba generativne veštačke inteligencije doprinosi povećanju efikasnosti i uštedi vremena. Međutim, iako alati poput *ChatGPT*-a ili specijalizovanih AI asistenata pružaju do sada neviđenu brzinu odgovora, istovremeno dovode u pitanje akademsku etiku i integritet. Prema tome, granica između korišćenja generativne veštačke inteligencije kao podrške u akademskom radu i protpunog oslanjanja na generisani sadržaj postaje sve nejasnija, čime se stvara sumnja na autentičnost i originalnost studentskog doprinosa. S druge strane, studenti smatraju da transparentnost u korišćenju GenAI doprinosi akademskoj čestitosti.

2. PREGLED LITERATURE

Generativna veštačka inteligencija (u daljem radu *GenAI*) obuhvata sisteme veštačke inteligencije koji su osbosobljeni za kreiranje teksta, slika, videa i drugih medijski sadržaja, putem primene generativnih modela. Naime, ovi modeli analiziraju i uče obrasce i strukture iz podataka na kojima su trenirani, a zatim generišu nove podatke sličnih karakteristika i svojstava [1]. Šezdesetih godina XX veka razvijen je *chatbot Eliza*, koji se smatra jednim od prvih primera generativne veštačke inteligencije. Međutim,ovaj *chatbot* je imao brojna nedostatke kao što su ograničen vokabular, nedostatak konteksta, kao i slaba sposobnost prilagođavanja različitim korisnicima i situacijama

[2]. Današnje tehnološki intenzivno okruženje karakteriše upravo generativna veštačka inteligencija koja predstavlja jednu od ključnih inovacija. Upravo njena sposobnost da kreira originalan sadržaj na osnovu analize velikih količina podataka, priviklo je pažnju različitih sektora, među kojima je i sektor visokog obrazovanja [3]. Chatbotovi *GenAI* među kojima su *ChatGPT*, *Claude, Gemini, Perplexity* i drugi postaju sve aktuelniji alati među studentima iz više razloga. Autori [4], [5] ističu da sve više studenata koristi *GenAI* u svom obrazovanju, jer omogućava personalizovano učenje, te je najčešće koriste za generisanje novih ideja i stilsku korekciju teksta smatrajući da im upravo to pomaže u postizanju boljih rezultata na fakultetu. Međutim, iako većina studenata podržava ideju integracije *GenAI* u obrazovanje, istovremeno su svesni i rizika. Pod tim se podrazumeva sve češće plagiranje, ugrožavanje privatnosti podataka, kao i trenutno nejasne politike fakulteta i univerziteta u vezi sa primenom veštačke inteligencije [4], [6]. Autori [7] ističu da primena *GenAI* u obrazovanju, uprkos brojnim prednostima, istovremeno podrazumeva i značajne izazove. Mnoga sprovedena istraživanja [4], [5], [8] pokazuju da su najčešći rizici plagijat i varanje, odnosno predstavljanje AI generisanih radova kao sopstvenih, širenje dezinformacija i algoritamska pristrasnost, nepouzdanost alata za detekciju AI generisanog sadržaja, ali i potencijalno smanjenje kritičkog mišljenja i kreativnosti kod studenata, kao posledica preteranog oslanjanja na ove sisteme. Pored toga, dodatni izazovi uključuju napredak tehnologije koji je brži od razvoja etičkih okvira, pravila i smernica [9]. Autori [10] ističu da izazovi za akademski integritet i čestitost proizilaze iz moguće zloupotrebe *GenAI*, naglašavajući potrebu za transparentnošću prilikom korišćenja AI alata. S druge strane, smatra se da upravo transparentna i etički usmerena primena *GenAI* može pozitivno uticati na akademski integritet i čestitost, motivišući studente da se pridržavaju njihovih načela [11].

Sve šira primena *GenAI* u obrazovnom okružanju donosi nova pitanja o granicama prihvatljive upotrebe ovih alata u studentskom radu, kao i njivom potencijalom uticaju na akademske standarde i vrednosti. Na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu u okviru studijskog programa *Inženjerski mendžment* studenti se susreću sa različitim zadacima koji zahtevaju kritičko mišljenje, analitičke veštine i inovatinost u rešavanju problema. Pripremajući studente za profesionalne uloge u planiranju, organizovanju i upravljanju poslovnim procesima, sve više se postavlja pitanje o akademskoj etici i integritetu prilikom korišćenja *GenAI* u studentskim radovima. Shodno tome, razumevanje percepcija studenata o etičkim aspektima korišćenja *GenAI* postaje ključno za budući razvoj odgovarajućih smernica i preporuka na nivou fakulteta i univerziteta.

Za potrebe ovog rada predmet istraživanja bili su stavovi studenata *Inženjerskog menadžmenta* o etičkim dilemama i izazovima akademskog integriteta s obzirom na sve veću upotrebu *GenAI* tokom izrade studentskih radova i ispunjavanja fakultetskih obaveza. Cilj istraživanja je bio da se utvrdi na koji način studenti percipiraju granice između legitimne pomoći AI alata i akademski neprihvatljivog ponašanja, kao i njihova svesnost o potencijalnim rizicima za akademski integritet.

3. ISTRAŽIVANJE

3.1. Uzorak, metod i instrument istraživanja

U istraživanju je učestvovalo 150 ispitanika, odnosno studenata završnih godina osnovnih i master studija studijskog programa *Inženjerski menadžment* sa Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Među njima je bilo 68% osoba ženskog i 32% osoba muškog pola. Najveći broj učesnika istraživanja bio je uzrasta između 21 i 23 godine (60%), a zatim uzrasta od 24 do 26 godina (40%). Više od polovine ispitanika činili su studenti master studija (53,3%), dok su drugu, manju polovinu, činili studenti završne godine osnovnih studija (46,7%). Najzastupljeniji su bili studenti koji su pohađali modul *Industrijski marketing i multimediji* (36%), a zatim *Projektni menadžment* (18,7%), *Menadžment kvaliteta i logistike* (12%), *Informacioni menadžment* (8%), *Menadžment ljudskih resursa* (5,3%). Studenti sa drugih modula učestvovali su u značajno manjem procentu u istraživanju. Od ukupnog broja anketiranih lica svega njih troje uopšte nije koristilo generativne alate veštačke inteligencije i oni su izuzeti iz dalje analize.

Istraživanje, koje je bilo dobrovoljno i anonimno, sprovedeno je u periodu od 1. do 7. februara 2026. godine. Prikupljanje podataka se vršilo onlajn, putem anketnog upitnika. Vreme neophodno za popunjavanje upitnika iznosilo je pet minuta u proseku.

Onlajn upitnik, kreiran pomoću *Google Forms* platforme, sadržao je 15 pitanja grupisanih u tri celine. Prva celina je sadržala pet pitanja koja su se odnosila na socio-demografska obeležja učesnika istraživanja. Druga je sadržala pet pitanja u vezi upotrebom generativnih alata veštačke inteligencije, dok je treća celina sadržala pet pitanja u vezi sa odnosom prema etičkoj primeni generativnih alata veštačke inteligencije. Deset pitanja je bilo zatvorenog tipa, sa ponuđenim modalitetima odgovora, jedno pitanje je bilo otvorenog tipa, dok su se na četiri pitanja odgovori procenjivali putem petostepene skale Likertovog tipa. Podaci su se prikupljali putem studentskih Viber grupa, a postojalo je ograničenje da sa jedne imejl adrese može da se pošalje samo jedan odgovor.

3.2. Varijable

Za potrebe istraživanja svi podaci su prikupljeni u sklopu mernog instrumenta, odnosno upotrebljeno je pet socio-demografskih varijabli i deset varijabli koje mere odnos prema generativnim alatima veštačke inteligencije i etičkoj

primeni tih alata. Nacrt istraživanja se može posmatrati kao frekvencijski nacrt, usled čega nije razmatran status varijabli koje su pojedinačne.

3.3. Rezultati istraživanja

3.3.1. Odnos prema upotrebi generativnih alata veštačke inteligencije

Više od polovine učesnika istraživanja generativne alate veštačke inteligencije u svom akademskom radu najčešće je koristilo dva do tri puta nedeljno (54,2%). Ove alate svakog dana je koristilo 29,2% ispitanika, jednom nedeljno 15,3% njih a jednom mesečno ili ređe svega 1,4% učesnika istraživanja. *ChatGPT* je alat koji koriste apsolutno svi ispitanici (100%). Pored njega, studenti, u velikom broju, koriste i sledeće generativne AI alate: *Google Gemini* (68,1%), *Claude* (41,7%), *Canva AI* (37,5%), *Grammarly AI* (34,7%), *Perplexity AI* (11,1%) i *Manus* (5,6%).

Učesnici istraživanja su se u potpunosti složili sa tvrdnjama da korišćenje generativnih alata veštačke inteligencije doprinosi uštedi vremena prilikom izrade studentskih zadataka i završavanja fakultetskih obaveza (70,8%), i da generativni alati veštačke inteligencije mogu biti koristan dodatak tradicionalnim metodama učenja i rada (44,4%). Isto tako, veliki broj ispitanika se složio sa tvrdnjama da generativni AI alati olakšavaju razumevanje nastavnog gradiva (52,8%), da korišćenje generativnih AI alata doprinosi efikasnijoj izradi akademskih zadataka (50%), i da upotreba generativnih AI alata doprinosi unapređenju kvaliteta pisanih akademskih radova (34,7%).

Nastavno osoblje studijskih programa, prema stavovima 40,3% učesnika istraživanja, daje delimične smernice za korišćenje generativnih AI alata u akademskom radu, ali one nisu precizno definisane. Svega 25% ispitanika dobija jasna pravila i smernice za upotrebu ovih alata, dok nikakve smernice od svojih profesora i asistenata ne dobija 13,9% anketiranih studenata.

Trećina učesnika istraživanja procenjuje da je upotreba generativnih AI alata u njihovom akademskom radu umereno važna (37,5%), druga trećina naglašava da je ona važna (27,8%), dok su stavovi ostalih ispitanika bili podeljeni – njihova upotreba je bila veoma važna za 12,5% njih, malo važna za 16,7% njih i nevažna za svega 5,6% učesnika istraživanja.

3.3.2. Odnos prema etičkoj primeni i akademskom integritetu u kontekstu upotrebe generativnih alata veštačke inteligencije

Rezultati istraživanja ukazuju na to da studenti imaju razvijenu svest o etičkim principima upotrebe veštačke inteligencije. Tako se, na primer, najveći broj učesnika istraživanja u potpunosti slagao sa sledećim tvrdnjama: preterano oslanjanje na generativne AI alate smanjuje sposobnost kritičkog mišljenja (68,1%), korišćenje generativnih AI alata u akademskom radu je etički prihvatljivo ukoliko se koristi kao pomoćno sredstvo (63,9%), korišćenje generativnih AI alata postaje neetičko kada u značajnoj meri zamenjuje samostalan rad studenata (62,5%), i korišćenje generativnih AI alata bez razumevanja generisanog sadržaja je neetičko (54,2%). Sa tvrdnjom da upotreba generativnih AI alata za stilsku korekciju teksta ne narušava akademski integritet slagalo se 47,2% učesnika istraživanja.

Po pitanju transparentnosti korišćenja generativnih AI alata u akademskom radu, najveći broj učesnika istraživanja se slagao sa tvrdnjama da transparentnost korišćenja ovih alata doprinosi akademskoj čestitosti (38,9%), zatim da povećava poverenje između studenata i profesora (36,1%), i da navođenje korišćenih AI alata ne umanjuje vrednost akademskog rada (30,6%). Tvrdnje koja su se prevashodno odnosile na navođenje korišćenja veštačke inteligencije u radu, kao što su „nepostojanje obaveze navođenja korišćenja veštačke inteligencije moglo bi da dovede do zloupotreba" (38,9%) i „studenti bi trebalo da navedu u kojoj meri su koristili generativnu veštačku inteligenciju" (30,6%) su u najvećem procentu izazivale neodlučnost kod anketiranih lica.

Na osnovu Likertove skale procenjen je i odnos učesnika istraživanja prema dugoročnim etičkim implikacijama upotrebe generativne veštačke inteligencije u visokom obrazovanju. Tako se najveći broj ispitanika u potpunosti složio sa tvrdnjom da će se značaj etičke primene generativne AI povećavati u budućnosti (48,6%). Ispitanici su se slagali sa svim ostalim navedenim procenama: važno je razvijati etičke smernice paralelno sa tehnološkim razvojem AI (55,6%), odgovorna upotreba generativne AI može doprineti održivom razvoju visokog obrazovanja (47,2%), etička primena generativne AI može unaprediti kvalitet visokog obrazovanja (44,4%), i etika korišćenja generativne AI bi trebalo da bude sastavni deo nastavnih programa (40,3%).

Odgovori učesnika ustraživanja su bili vrlo podeljeni po pitanju ličnog osećaja nakon korišćenja generativnih alata veštačke inteligencije u njihovom akademskom radu. Najveći broj njih nije imao poseban odnos prema upotrebi ovih alata pa samim tim, kod njih nije dominiralo određeno osećanje (34,7%). Sa druge strane, 23,6% ispitanika je osećalo nelagodu jer nisu bili sigurni da li smeju da koriste veštačku inteligenciju u procesu izrade svojih studentskih radova, a 6,9% njih je osećalo neprijatnost jer su smatrali da su time narušili principe akademske čestitosti. S druge strane, bio je i nemali procenat onih koji su se osećali srećno i zadovoljno jer je uz pomoć veštačke inteligencije njihov rad postao kvalitetniji (20,8%).

Kako će upotreba generativnih AI alata uticati na akademski rad i etiku u visokom obrazovanju u budućnosti bilo je pitanje otvorenog tipa. Učesnici istraživanja su davali najrazličitije odgovore – od toga da će biti sve manje

kreativnih i samostalnih radova i da studenti neće razvijati kritičko mišljenje do toga da će generativni AI alati promeniti način učenja, da će oslabiti saradnja na relaciji profesor – student, kao i da će fakulteti morati da uvedu pravilo da svaki rad mora proći kroz softver za detekciju AI sadržaja kako bi bio prihvaćen.

4. ZAKLJUČAK

Razvoj generativne veštačke inteligencije u visokom obrazovanju donosi fundamentalnu promenu u načinu na koji studenti *Inženjerskog menadžmenta* pristupaju akademskom radu. Rezultati istraživanja su potvrdili da alati *GenAI* studentima pružaju značajne mogućnosti za personalizovano učenje, generisanje novih ideja, uštedu vremena, povećanje efikasnosti i način izrade akademskih radova. Ovo može biti koristan dodatak tradicionalnim nastavnim procesima ukoliko bi se definisale jasne smernice upotrebe. Nepostojanje institucionalizovanih odrednica i nedostatak edukacije doprinosi narušavanju akademskog integriteta. Značaj transparentnosti u korišćenju alata *GenAI*, kao i precizno navođenje njihove upotrebe moglo bi da doprinese akademskoj čestitosti i produbljivanju poverenja između studenata i njihovih profesora. Učesnici istraživanja su istovremeno bili svesni mnogobrojnih etičkih izazova, naročito u situacijama kada upotreba alata *GenAI* može da dovede do zamene samostalnog rada ili smanjenja kritičkog mišljenja. S obzirom na dinamiku razvoja tehnologije i povećanog korišćenja veštačke inteligencije javlja se potreba za uključivanjem tema o odgovornoj primeni veštačke inteligencije u nastavne planove ali i kontinuiranim praćenjem etičkih implikacija *GenAI* u visokom obrazovanju. Buduća istraživanja trebalo bi fokusirati na evaluaciju efektivnosti implementiranih smernica za upotrebu generativne veštačke inteligencije u akademskom radu, analizu njenog uticaja na kreativnost i kritičko mišljenje studenata, kao i na razvoj alata i procedura koji omogućavaju proveru autentičnosti studentskih radova uz očuvanje akademskog integriteta. Održiv razvoj visokog obrazovanja u digitalnom dobu biće moguć zahvaljujući usklađivanju tehnoloških inovacija sa principima akademske etike, transparentnošću i edukacijom.

5. LITERATURA

[1] Sengar, S. S., Hasan, A. B., Kumar, S., & Carroll, F. (2024). *Generative artificial intelligence: A systematic review and applications*. Multimedia Tools and Applications, 84, 23661–23700. DOI: https://doi.org/10.1007/s11042-024-20016-1

[2] Berry, D. M. (2023). *The limits of computation: Joseph Weizenbaum and the ELIZA chatbot. Weizenbaum* Journal of the Digital Society, 3(3). DOI: https://doi.org/10.34669/WI.WJDS/3.3.2

[3] Cordero, J., Torres-Zambrano, J., & Cordero-Castillo, A. (2025). *Integration of generative artificial intelligence in higher education: Best practices*. Education Sciences, 15(1), 32. DOI: https://doi.org/10.3390/educsci15010032

[4] Arowosegbe, A., Alqahtani, J. S., & Oyelade, T. (2024). *Perception of generative AI use in UK higher education.* Frontiers in Education, 9, 1463208. DOI: https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1463208

[5] Msambwa, M., Wen, Z., & Daniel, K. (2025). *The impact of AI on the personal and collaborative learning environments in higher education*. European Journal of Education, Research, Development and Policy, 60(1), e12909. DOI: https://doi.org/10.1111/ejed.12909

[6] Almassaad, A., Alajlan, H., & Alebaikan, R. (2024). *Student perceptions of generative artificial intelligence: Investigating utilization, benefits, and challenges in higher education.* Systems, 12, 385. DOI: https://doi.org/10.3390/systems12100385

[7] Malik, A. R., Pratiwi, Y., Andajani, K., Numertayasa, I. W., Suharti, S., Darwis, A., & Marzuki. (2023). *Exploring artificial intelligence in academic essay: Higher education student's perspective.* International Journal of Educational Research Open, 5, 100296. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100296

[8] Benouachane, H. (2024). *AI in higher education: Balancing pedagogical benefits and ethical challenges.* Educational AI Review, 2(5), 302–322. DOI: https://doi.org/10.6084/m9.figshare.26349289

[9] Al Daraai, S. B., Al Maqrashi, M., Al Zakwani, M., & Al Shaikh, Z. (2024). *Integrating AI in higher education: Applications, strategies, ethical considerations*. Utilizing AI for Assessment, Grading, and Feedback in Higher Education (str. 189–211). DOI: https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2145-4.ch008

[10] Wilson, A. & C. Burleigh (2025). *Research integrity in the era of Generative Artificial Intelligence.* Journal of Educational Research and Practice, 15(1). DOI: https://doi.org/10.5590/JERAP.2025.15.2054

[11] Ali, W., Alami, R., Alsmairat, M. A. K., & AlMasaeid, T. (2024). *Consensus or controversy: Examining AI's impact on academic integrity, student learning, and inclusivity within higher education environments,* 2024 2nd International Conference on Cyber Resilience (ICCR), 1–5, Dubai, United Arab Emirates: Institute of Electrical and Electronic Engineers Inc. DOI: https://doi.org/10.1109/ICCR61006.2024.10532968

UPRAVLJANJE VREMENOM KAO DETERMINANTA KVALITETA VISOKOG OBRAZOVANJA U TEHNOLOŠKI INTENZIVNOM OKRUŽENJU

Sanja Stanisavljev[1], Vesna Makitan[2], Ivana Berković[3], Eleonora Brtka[4]
[1,2,3,4] *Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin", Zrenjanin, Srbija*
[1]sanja.stanisavljev@tfzr.rs, [2]vesna.makitan@tfzr.rs, [3]ivana.berkovic@tfzr.rs, [4]eleonora.brtka@tfzr.rs

Kratak sadržaj: *Savremeno visoko obrazovanje funkcioniše u tehnološki intenzivnom okruženju koje karakterišu digitalne platforme, hibridni modeli nastave i stalna dostupnost informacija. Digitalizacija povećava fleksibilnost i dostupnost znanja, ali istovremeno dovodi do fragmentacije vremena, multitaskinga i kognitivnog opterećenja. Cilj rada je analiza upravljanja vremenom kao determinante kvaliteta visokog obrazovanja, uz teorijski pregled relevantne literature i prikaz realizovanih i planiranih radionica. Rezultati ukazuju da sistematski razvoj ovih kompetencija doprinosi akademskoj uspešnosti, smanjenju stresa i unapređenju kvaliteta nastave.*

Ključne reči: upravljanje vremenom, postignuća studenata, akademski uspeh, planiranje učenja

TIME MANAGEMENT AS A DETERMINANT OF HIGHER EDUCATION QUALITY IN A TECHNOLOGICALLY INTENSIVE ENVIRONMENT

Abstract: *Modern higher education operates in a technologically intensive environment characterized by digital platforms, hybrid teaching models and constant information availability. While digitalization increases flexibility and access to knowledge, it also leads to time fragmentation and cognitive overload. The paper analyzes time management as a determinant of higher education quality through theoretical review and presentation of implemented and planned workshops. The findings confirm that systematic development of time management skills improves academic performance, reduces stress and enhances teaching quality.*

Key words: time management, student achievement, academic performance, study planning

1. UVOD

Digitalna transformacija visokog obrazovanja značajno je promenila organizaciju nastavnog procesa. Uvođenje sistema za upravljanje učenjem, digitalnih platformi i hibridnih modela nastave povećalo je dostupnost obrazovnih sadržaja, ali je istovremeno nametnulo nove zahteve u pogledu samoregulacije i organizacije vremena. U savremenom akademskom okruženju vreme postaje strateški resurs čije efikasno planiranje direktno utiče na kvalitet učenja i nastave.

Cilj rada je sagledavanje upravljanja vremenom kao determinante kvaliteta visokog obrazovanja, uz analizu teorijskih polazišta i prikaz dobre prakse kroz realizovane i planirane edukativne aktivnosti.

Upravljanje vremenom predstavlja stratešku kompetenciju savremenog visokog obrazovanja. Razvijene veštine planiranja, prioritizacije i kontrole distrakcija doprinose akademskoj uspešnosti, smanjenju stresa i unapređenju kvaliteta nastave. Integracijom programa upravljanja vremenom u institucionalne aktivnosti obezbeđuje se dugoročni razvoj kompetentnih i samoregulisanih studenata spremnih za izazove digitalne ere.

Uspeh studenata danas nije samo pitanje znanja, već i sposobnosti da se efikasno organizuju i optimizuju svoje vreme u okruženju prepunom informacija i mogućnosti

Važno je postaviti pitanje: Da li se ubrzalo vreme ili mi?

2. ZNAČAJ I NEOPHODNOST UPRAVLJANJA VREMENOM U TEHNOLOŠKI INTEZIVNOM OKRUŽENJU

Digitalizacija obrazovanja omogućava fleksibilnost i veću dostupnost sadržaja, ali briše granice između akademskog i privatnog vremena. Studenti se suočavaju sa stalnom dostupnošću informacija, što zahteva jasnu prioritizaciju i organizaciju obaveza. Upravljanje vremenom postaje mehanizam očuvanja efikasnosti i psihološke stabilnosti.

Upravljanje vremenom podrazumeva planiranje, organizovanje i kontrolu aktivnosti radi ostvarivanja postavljenih ciljeva. Istraživanja potvrđuju povezanost između razvijenih veština upravljanja vremenom i akademske uspešnosti studenata [1], [2]. Studenti koji primenjuju strategije planiranja i prioritizacije pokazuju viši nivo motivacije i niži nivo stresa.

U tehnološki intenzivnom okruženju dodatni izazov predstavljaju digitalne distrakcije i multitasking, koji dovode do fragmentacije pažnje i smanjenja produktivnosti [3], [4]. Razvoj ovih kompetencija stoga predstavlja važan

segment institucionalne politike kvaliteta.

Tokom poslednje dve decenije vreme dobija sve izraženiji značaj u organizacionim istraživanjima, posebno u kontekstu ubrzanih promena, globalne konkurencije i povećanih zahteva za dostupnošću usluga i rezultata rada [5]. Ukazuje se na fenomen ubrzanja svakodnevnih aktivnosti, skraćivanja vremena za osnovne potrebe i istovremenog obavljanja više zadataka, što dovodi do pojačanog osećaja vremenskog pritiska i fragmentacije pažnje [6]. Istraživanja su analizirala i percepciju vremena u organizacionim kontekstima [7], kao i iskustvo vremenskog pritiska kod zaposlenih [8-10], potvrđujući povezanost između vremenskih zahteva, stresa i organizacionog funkcionisanja.

Paralelno sa tim, autori naglašavaju potrebu za snažnijim uključivanjem vremenske dimenzije u teorijske modele i istraživačke dizajne [11-13], dok su druga istraživanja usmerena na načine na koje pojedinci upravljaju svojim vremenom i na mogućnosti unapređenja tih praksi [14,15]. Ovi nalazi imaju posebnu relevantnost za visoko obrazovanje, gde studenti funkcionišu u tehnološki intenzivnom okruženju, suočeni sa stalnom dostupnošću informacija i višestrukim akademskim zahtevima. Razvoj kompetencija upravljanja vremenom kod studenata predstavlja važan mehanizam smanjenja stresa, jačanja samoregulacije i unapređenja kvaliteta akademskog postignuća.

U savremenom akademskom okruženju, postignuća studenata zavise ne samo od intelektualnih sposobnosti, veći od efikasnog upravljanja vremenom. U eri digitalizacije i neograničenog pristupa informacijama, studenti su izloženi stalnim distrakcijama, uključujući društvene mreže i instant notifikacije, što može smanjiti fokus i produktivnost.

Istraživanja pokazuju da studenti koji primenjuju tehnike upravljanja vremenom, poput planiranja obaveza i postavljanja prioriteta, ostvaruju značajno bolje akademske rezultate u poređenju sa onima koji nemaju strukturisan pristup [16]. Na primer, studija sprovedena na 491 studentu pokazala je da oni koji koriste digitalne alate za praćenje zadataka imaju višu prose;nu ocenu u odnosu na studente koji ih ne koriste [17].

Dalja istraživanja potvrđuju da postoji pozitivna korelacija između veštine upravljanja vremenom i prosečne ocene (GPA), kao i da efikasno upravljanje vremenom doprinosi razvoju samodiscipline i smanjenju akademskog stresa [18]. U digitalnoj eri, sposobnost da se balansira između akademskih zadataka, dodatnih projekata i slobodnog vremena postaje ključni faktor za postizanje vrhunskih rezultata [19].

Tabela 1. daje uporedni prikaz rezultata,prosečnih ocena kod studenata koji primenjuju i ne primenjuju tehnike i alate upravljanja vremenom,kreirano na osnovu više inostarnih istraživanja,prilagođeno intervalu ocena u visokom obrazovanju u Srbiji,autorski prikaz.

Tabela 1 – Uporedni prikaz postignuća/faktora upravljanja vremenom kod studenata

Faktor upravljanja vremenom	Studenti koji primenjuju tehnike	Studenti koji ne primenjuju	Razlika u uspehu
Samostalna organizacija učenja	Prosečna ocena 8,5 – 9,0	Prosečna ocena 7,0 – 7,5	✔ 20–30% bolji rezultati
Korišćenje digitalnih alata (kalendar, aplikacije)	8,4	7,2	✔ Bolja kontinuitet u radu
Strukturisano planiranje obaveza	8,6	7,4	✔ Direktna pozitivna korelacija
Razvijene veštine samodiscipline	8,8	7,3	✔ Manji stres, veća efikasnost
Efikasna kontrola digitalnih distrakcija (≈3% studenata)	9,0 – 9,3	6,8 – 7,2	✔ Do 53% bolje ocene

Efikasno upravljanje vremenom predstavlja značajan prediktor akademskog uspeha. Studenti koji planski organizuju obaveze, koriste digitalne alate i razvijaju samodisciplinu ostvaruju u proseku za jednu do dve ocene bolje rezultate u odnosu na studente koji uče bez jasne strukture, uz istovremeno smanjenje nivoa akademskog stresa.

Ključ dobrog upravljanja vremenom nije raditi više, već raditi efikasnije. To zapravo znači da je vreme potrebno struktuirati tako da se za kraće vreme obavi više zadataka, uz eliminaciju stresa po pojedinca.

Neki od načina na koje je moguće ovo postići jesu:

- izbegavanje distrakcija na poslu/tokom učenja/studiranja
- formiranje liste zadataka i prioriteta
- precizna procena i merenje vremena i

pravljenje rasporeda

3. PRAKTIČNA REALIZACIJA I PLANIRANE AKTIVNOSTI

U okviru praktičnog dela rada prikazane su realizovane i planirane aktivnosti usmerene na razvoj kompetencija upravljanja vremenom kod studenata i mladih. Aktivnosti su obuhvatile obuke, interaktivne radionice i mentorski rad, sa ciljem unapređenja organizacionih sposobnosti, postavljanja ciljeva i prevencije akademskog stresa.

3.1 Realizovane radionice i programi

Tokom 2024. i 2025. godine realizovano je više edukativnih aktivnosti:

- **Radionica „Upravljanje vremenom, sobom i stresom"**, održana 31. avgusta 2024. godine za stipendiste Humanitarne fondacije Miloš Biković, namenjena nadarenim studentima iz Srbije (oko 20 učesnika). Program je bio usmeren na razvoj lične odgovornosti, planiranja akademskih obaveza i balansiranja profesionalnog i privatnog života.
- **Predavanje i radionica „Time Management & Goal Settings"**, realizovana 25. septembra 2025. godine u okviru JCI Zrenjanin – Banat centra, međunarodne organizacije mladih lidera i preduzetnika (10–15 učesnika). Akcenat je bio na postavljanju SMART ciljeva, prioritetizaciji zadataka i ličnoj efikasnosti u dinamičnom poslovnom okruženju.

Radionice su bile koncipirane kao kombinacija stručnog uvodnog predavanja i interaktivnog rada, uz aktivno učešće polaznika kroz diskusiju, analizu konkretnih situacija i primenu alata za planiranje vremena.

3.2 Projekat unapređenja obrazovnog programa (2025–2026)

U 2025. godini odobren je projekat pod nazivom „Razvoj veština studenata za uspešno upravljanje vremenom i sobom – Time Management", finansiran od strane AP Vojvodine – Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost.

Planirano je realizovanje najmanje četiri radionice tokom projektne godine, namenjene:

- studentima svih studijskih programa Fakulteta,
- studentima studijskih programa Inženjerski menadžment i Menadžment informacionih tehnologija u okviru predmeta „Upravljanje promenama",
- učenicima zrenjaninske gimnazije (najmanje dva termina),
- svim zainteresovanim studentima putem otvorenog poziva.

Program je osmišljen kao edukativni modul koji se sastoji iz dva povezana segmenta:

1. Stručno predavanje, koje obuhvata:

- osnovne koncepte upravljanja vremenom,
- principe postavljanja ciljeva,
- planiranje i strukturiranje aktivnosti,
- uticaj digitalnih distrakcija na efikasnost.

2. Praktična radionica primene tehnika, tokom koje studenti koriste konkretne alate:

- Eisenhower matricu (prioritetizacija zadataka prema hitnosti i važnosti),
- ABC metoda
- Pomodoro tehniku (rad u fokusiranim vremenskim intervalima),
- tehnike prevazilaženja prokrastinacije,
- principe Lean metodologije u organizaciji ličnih i akademskih aktivnosti.

Program je usmeren na razvoj mekih veština koje nisu sistematski zastupljene u nastavnim planovima, ali predstavljaju ključne kompetencije savremenog tržišta rada.

Poseban značaj projekta ogleda se u njegovoj održivosti. Rezultati programa integrišu se u redovan nastavni proces, posebno kroz predmet „Upravljanje promenama", čime se obezbeđuje dugoročni efekat i sistemsko jačanje kompetencija studenata.

Planirano je i uvodno predavanje na međunarodnoj konferenciji ITRO 2026 na temu upravljanja vremenom u obrazovnim institucijama u eri digitalnih transformacija, čime se dodatno afirmiše značaj ove teme u akademskoj zajednici, osnovnim i srednjim školama.

4. ZAKLJUČAK

Upravljanje vremenom predstavlja jednu od ključnih kompetencija u savremenom visokom obrazovanju, posebno u tehnološki intenzivnom okruženju koje karakterišu digitalne platforme, stalna dostupnost informacija i povećano kognitivno opterećenje.

Teorijska analiza ukazuje na jasnu povezanost između razvijenih veština upravljanja vremenom i akademske uspešnosti, dok prikaz praktičnih aktivnosti potvrđuje da se ove kompetencije mogu sistematski razvijati kroz strukturirane radionice i projekte. Realizovani i planirani programi doprinose jačanju organizacionih sposobnosti, smanjenju stresa i unapređenju kvaliteta studiranja.

Integracijom sadržaja upravljanja vremenom u redovan nastavni proces obezbeđuje se dugoročan i održiv efekat, čime se ova kompetencija pozicionira ne samo kao individualna veština, već i kao strateška determinanta kvaliteta visokog obrazovanja.

Na taj način, upravljanje vremenom postaje deo šireg koncepta razvoja samoregulisanog, odgovornog i produktivnog „radnika znanja", spremnog da uspešno funkcioniše u savremenom akademskom i profesionalnom okruženju.

5. LITERATURA

[1] Britton, B., Tesser, A., *Effects of Time-Management Practices on College Grades*, Journal of Educational Psychology, 1991.
[2] Claessens, B. et al., *A Review of the Time Management Literature*, Personnel Review, 2007.
[3] Zimmerman, B., *Becoming a Self-Regulated Learner, Theory Into Practice*, 2002.
[4] Kirschner, P., De Bruyckere, P., *The Myths of the Digital Native, Teaching and Teacher Education*, 2017.
[5] Orlikowski, W. J., Yates, J., *"It's About Time: Temporal Structuring in Organizations*," Organization Science, Vol. 13, No. 6, 2002, pp. 684–700.
[6] Garhammer, M., "*Pace of Life and Enjoyment of Life*," Journal of Happiness Studies, Vol. 3, 2002, pp. 217–256.
[7] Palmer, T. B., Schoorman, F. D., "*Unpackaging the Multiple Aspects of Time in Polychronicity*," Journal of Managerial Psychology, Vol. 14, No. 3/4, 1999, pp. 323–344.
[8] Jackson, P. R., Martin, R., *"Impact of Just-in-Time on Job Content, Employee Attitudes and Well-being*," Ergonomics, Vol. 39, No. 1, 1996, pp. 1–16.
[9] Major, V. S., Klein, K. J., Ehrhart, M. G., "*Work Time, Work Interference with Family, and Psychological Distress,"* Journal of Applied Psychology, Vol. 87, No. 3, 2002, pp. 427–436.
[10] Teuchmann, K., Totterdell, P., Parker, S. K., "*Rushed, Unhappy, and Drained: An Experience Sampling Study of Relations Between Time Pressure, Perceived Control, Mood, and Emotional Exhaustion,*" Journal of Occupational Health Psychology, Vol. 4, No. 1, 1999, pp. 37–54.
[11] Ancona, D. G., Goodman, P. S., Lawrence, B. S., Tushman, M. L., *"Time: A New Research Lens,"* Academy of Management Review, Vol. 26, No. 4, 2001, pp. 645–663.
[12] George, J. M., Jones, G. R., *"The Role of Time in Theory and Theory Building,*" Journal of Management, Vol. 26, No. 4, 2000, pp. 657–684.
[13] Wright, T. A., *"Time Revisited in Organizational Behavior*," Journal of Organizational Behavior, Vol. 23, 2002, pp. 879–890.
[14] Macan, T. H., "*Time Management: Test of a Process Model*," Journal of Applied Psychology, Vol. 79, No. 3, 1994, pp. 381–391.
[15] Brigitte J.C. Claessens; Wendelien van Eerde; Rutte, Christel G; Roe, Robert *A. Personnel Review*; Farnborough Vol. 36, Iss. 2, (2007): 255-276. DOI:10.1108/00483480710726136

KORIŠĆENJE SIMULATORA RADA DIGITALNIH KOLA RADI UNAPREĐENJA NASTAVE IZ PREDMETA DIGITALNA ELEKTRONIKA

Mirjana Damnjananović[1], Milica Kisić[2], Dragomir Nikolić[3]
[1,2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]mirad@uns.ac.rs, [2]mkisic@uns.ac.rs, [3]nikolicd@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Digitalna elektronika je jedan od obaveznih predmeta na studijskoj grupi Mikroračunarska elektronika studijskog programa osnovnih akademskih studija Energetika, elektronika i telekomunikacije, na Fakultetu tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu. Studenti kroz teorijsku i praktičnu nastavu imaju mogućnost da nauče osnovne metode analize i projektovanja digitalnih mreža i da steknu osnovna znanja iz ove oblasti, što predstavlja neophodnu osnovu za savladavanje više predmeta ove studijske grupe. Da bi gradivo bilo razmatrano sa dubljim razumevanjem, u nastavi se, i u okviru predavanja i u okviru računarskih vežbi, koriste primeri pripremljeni u simulatoru rada elektronskih kola MicroCAP.*

Ključne reči: digitalna elektronika, računarske vežbe, unapređenje nastave

THE IMPROVEMENT OF DIGITAL ELECTRONICS TEACHING USING A DIGITAL CIRCUIT SIMULATOR

Abstract: *Digital electronics is one of the mandatory subjects in the Microcomputer Electronics study group of the academic study program Power, Electronic and Telecommunication Engineering, at the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad. Through theoretical and practical teaching, students have the opportunity to learn the basic methods of analysis and design of digital networks and to acquire basic knowledge in this area, which is a necessary basis for mastering several of the following subjects in this study group. In order for the material to be discussed with a deeper understanding, examples prepared in the MicroCAP circuit simulator are used in classes, both in the lectures and in the computer exercises.*

Key Words: digital electronics, computer exercises, improving the course

1. UVOD

Predmet „Digitalna elektronika" je obavezni, stručno-aplikativni predmet na drugoj godini studija za studente koji su na studijskoj grupi Mikroračunarska elektronika studijskog programa osnovnih akademskih studija Energetika, elektronika i telekomunikacije, na Fakultetu tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu [1]. U okviru predmeta „Digitalna elektronika" studenti stiču osnovna znanja iz oblasti digitalne elektronike: načina prikazivanja logičkih funkcija, minimizacije logičkih funkcija i realizacije osnovnim logičkim kolima.

Cilj ovog predmeta je da studenti nauče da povezuju osnovna teoretska znanja iz Bulove algebre sa praktičnim aspektima analize i realizacije kombinacionih i sekvencijalnih digitalnih mreža. U okviru kursa proučavaju se osnovni problemi koji mogu da se jave u radu digitalnih mreža, uzroci neispravnog rada i način njihovog otklanjanja [2]. Sličan predmet se izvodi u okviru studijskih programa na univerzitetima koji imaju studijske programe elektrotehničkog inženjerstva kao, na primer, Univerzitet u Kembridžu [3], Upsali [4], Beogradu [5], Nišu [6], Kragujevcu [7] i na drugim.

„Digitalna elektronika" je uvodni u nizu predmeta koji obrađuju primenu digitalnih elektronskih kola. Izvodi se u trećem semestru studija Energetika, elektronika i telekomunikacije, na Smeru za mikroračunarsku elektroniku. Predmet obuhvata sledeće gradivo:

- analiza osnovnih kombinacionih mreža
- sinteza osnovnih kombinacionih mreža
- uticaj kašnjenja logičkih kola na rad kombinacionih mreža (logički i funkcionalni hazardi)
- kombinacioni funkcionalni blokovi i njihova primena
- analiza osnovnih sinhronih i asinhronih sekvencijalnih mreža
- sinteza sinhronih i osnovnih asinhronih sekvencijalnih mreža
- osnovni problemi (hazardi) u sekvencijalnim mrežama
- sekvencijalni funkcionalni blokovi i njihova primena.

U okviru predavanja, pored teoretskih razmatranja, rade se i kratki ilustrativni zadaci, dok se na auditornim vežbama rešavaju detaljni zadaci. Radi lakšeg savladavanja gradiva iz osnova digitalne elektronike, i kao podloga za lakše polaganje pismenog dela ispita, kako teoretskog, tako i praktičnog, pripremljena je „Zbirka zadataka iz digitalne

elektronike" [8]. Literatura koja se koristi je na srpskom [9], i engleskom jeziku [10], [11].

U okviru računarskih vežbi koristi se programa za simulaciju elektronskih kola MicroCAP, koji je jedna verzija programa SPICE. Studentska (demo) verzija tog programa je besplatna i lako se može preuzeti [12]. Zbog toga se koristi kao simulator rada digitalnih i analognih kola. Za izradu računarskih vežbi je pripremljen „Praktikum za računarske vežbe iz digitalne elektronike" [13]. Cilj je da studenti kroz simulaciju rada digitalnih kola lakše savladaju predmet i bolje nauče analizu rada i sintezu digitalnih kola. U tabeli 1 je prikazan broj studenata koji su prvi put pohađali predmet „Digitalna elektronika" u toku prethodnih 5 školskih godina, broj studenata koji su položili ispit do kraja prethodne školske 2024/2025. godine i procenat studenata koji su položili predmet. U svakoj tekućoj godini obično preko 70 % studenata položi predmet, a manji deo u toku naredne školske godine. Broj upisanih studenata u školskoj 2025/2026. godini je 50, ali oni nisu imali prilike da polažu predmet (jer januarski ispitni rok još nije održan), pa podaci za njih nisu prikazani u tabeli 1.

Tabela 1 – Broj studenata koji su prvi put pohađali predmet „Digitalna elektronika" u toku prethodnih 5 školskih godina, broj studenata koji su položili ispit do kraja školske 2024/2025. godine i procenat studenata koji je položio predmet

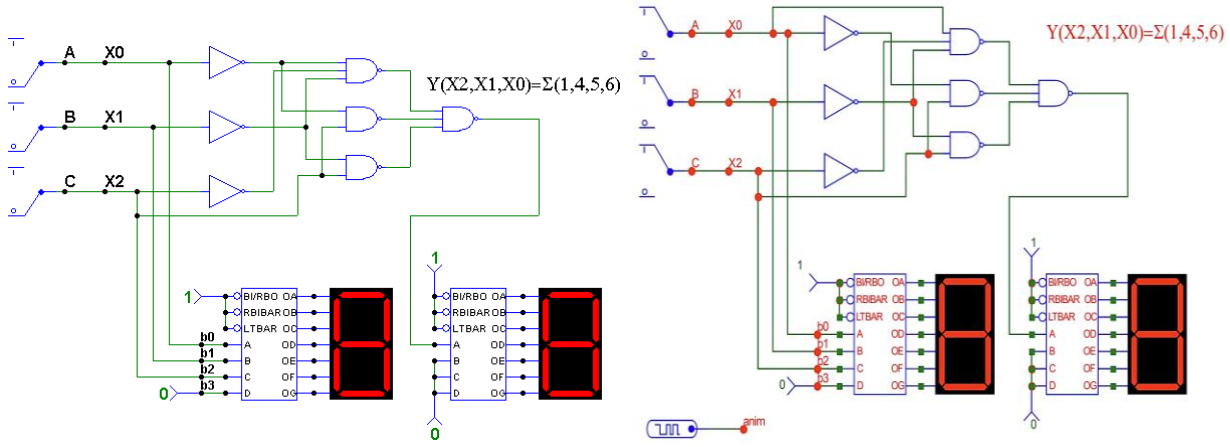
Školska godina	Broj studenata koji pohađa prvi put	Broj studenata koji su položili	Procenat (%)
2020-2021.	72	66	91.67
2021-2022.	87	79	90.80
2022-2023.	86	77	89.53
2023-2024.	70	47	67.14
2024-2025.	76	37	48.68
Ukupno	391	306	78.26

2. METODE IZVOĐENJA NASTAVE

Fond časova aktivne nastave nedeljno je: 3 časa predavanja, 2 časa auditornih vežbi i 1 čas računarskih vežbi. Računarske vežbe se, po tekućoj akreditaciji, izvode u toku prvog sledećeg, četvrtog semestra. Time je osigurano aktivno znanje studenata iz obuhvaćenog gradiva i utvrđivanje gradiva koje će im biti potrebno iz predmeta koji slede u toku školovanja iz oblasti projektovanja digitalnih mreža. Gradivo je podeljeno u 5 celina.

Prva vežba obuhvata gradivo iz kombinacionih mreža gde se, korišćenjem tranzijentne analize u simulatoru MicroCAP, radi animaciona analiza jednostavnih kombinacionih mreža i proučava rad tipičnih funkcionalnih blokova u kombinacionim mrežama. Takođe, pomoću simulacija se utvrđuje da li kombinaciona mreža ima eventualne greške, koje se zatim otklanjaju (slika 1). Pomoću digitalnih prekidača se vrši izbor kombinacija ulaznih promenljivih $X2$, $X1$, $X0$ i provera da li je vrednost izlaza Y u skladu sa zadatom logičkom funkcijom. Posto postoji greška, funkcija se koriguje na najjednostavniji mogući način. Na ovaj način studenti uče da rade analizu rada digitalnog kola kroz simulacije i otklanjanje grešaka [13].

U okviru druge vežbe se proučavaju sinhrone sekvencijalne mreže. Najpre se posmatraju memorijski elementi (leč kola i flipflopovi) kao osnovni elementi sinhronih mreža, a zatim se radi analiza i sinteza jednostavnijih sinhronih mreža.



Slika 1. Animacija rada nepoznate kombinacione mreže, provera da li kombinaciona mreža realizuje zadatu logičku funkciju $Y(X2, X1, X0) = \sum(1,4,5,6)$ *i odgovarajuća kombinaciona mreža dobijena nakon korekcije [13]*

U trećoj vežbi se uče osnovne metode analize asinhronih sekvencijalnih mreža uz pomoć računara. Ujedno se radi i jedan način sinteze jednostavnih asinhronih mreža, tzv. intuitivna metoda, pri čemu računarska simulacija služi za proveru rada realizovane mreže.

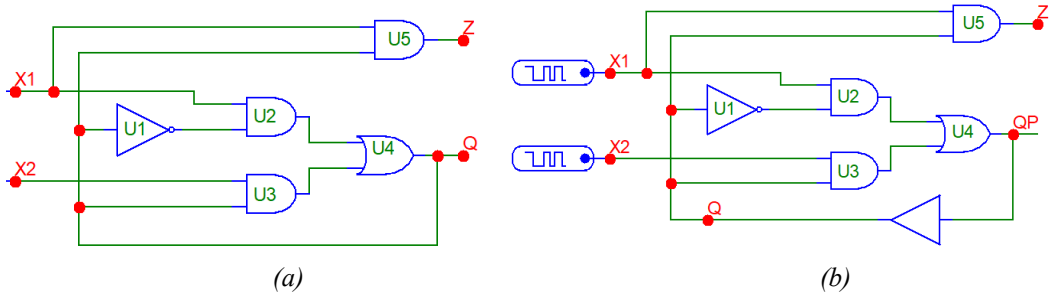
Primer analize asinhronih sekvencijalnih mreža je prikazan na slici 2. Najpre je potrebno nacrtati električnu šemu analiziranog kola i odrediti jednačinu stanja,

$$Q' = f(Q, X_1, X_2) = \bar{Q} \cdot X_1 + Q \cdot X_2, \tag{1}$$

gde su X_1 i X_2 ulazne promenljive, Q je promenljiva stanja, buduće stanje je označeno sa Q' a jednačina izlaza:

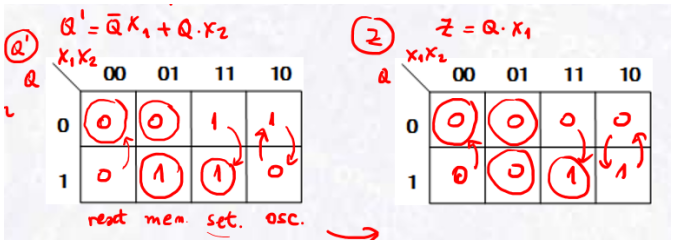
$$Z = f(Q, X_1, X_2) = Q \cdot X_1. \tag{2}$$

Crtanjem Karnoovih tablica za ove dve funkcije, odnosno tabele pobude i tabele izlaza (slika 3), utvrđuje se ponašanje mreže u zavisnosti od kombinacije ulaznih promenljivih. Za kombinaciju $X_1X_2 = 00$, promenljiva stanja prelazi u stanje $Q' = 0$, odnosno, dešava se reset. Za kombinaciju $X_1X_2 = 01$ ostaje prethodno stanje, odnosno mreža memoriše prethodno stanje, za $X_1X_2 = 11$ dešava se setovanje, a u slučaju kombinacije $X_1X_2 = 10$ oscilovanje. Treba primetiti da će se oscilovanje desiti i na izlazu mreže. Nakon analize rada, studenti vrše simulacije rada kola, porede rezultate teorijske analize i rezultate simulacije i izvode odgovarajuće zaključke (slika 4).

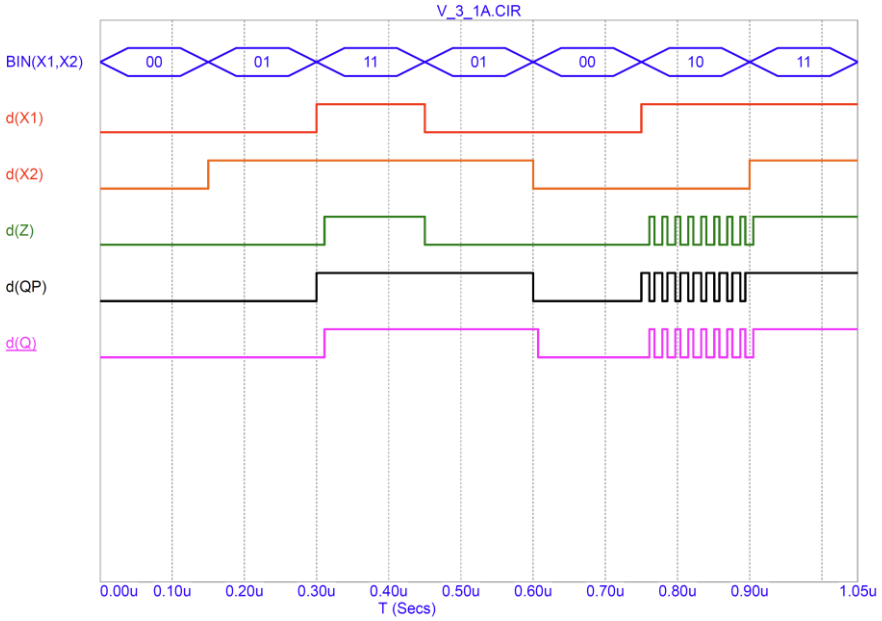


(a) *(b)*

Slika 2. Električna šema (a) analizirane asinhrone sekvencijalne mreže i (b) modifikovane mreže (kašnjenje je koncentrisano u grani povratne sprege, u obliku bafera, dok su ostala logička kola idealna)



Slika 3. Tabela pobude $Q' = f(Q, X_1, X_2)$ i tabela izlaza $Z = f(Q, X_1, X_2)$ analizirane asinhrone sekvencijalne mreže



Slika 4. Simulacija rada analizirane asinhrone sekvencijalne mreže dobijena pomoću simulatora MicroCAP (ulazni signali X_1 i X_2, izlazna funkcija Z, promenljiva stanja Q i buduće stanje Qp)

U preostale dve vežbe dati su primeri koji služe za savladavanje dve veoma važne klase sinhronih sekvencijalnih mreža, brojača i registara. U četvrtoj vežbi se posmatra rad asinhronih i sinhronih brojača, kao i korišćenje gotovih univerzalnih četvorobitnih brojačkih modula (proširivanje kapaciteta brojača i skraćivanje njihovog ciklusa brojanja). Uočavaju se problemi u vezi rada brojača, posebno u vezi asinhronizma u radu zbog neadekvatnog odziva na pomoćne signale (za brisanje stanja *CLR*, punjenje brojača *LOAD* itd.). U petoj vežbi proučavaju se statički i pomerački registri. Vrši se sinteza različitih vrsta kružnih brojača, koji se realizuju od pomeračkih registara.

3. ZAKLJUČAK

Digitalna elektronika je jedan od bazičnih predmeta koji se izvode u studijskim programima elektrotehničkog inženjerstva na velikom broju univerziteta. Cilj takvih kurseva je sticanje osnovnih znanja iz projektovanja i analize rada digitalnih kola i sistema. Kako ovaj predmet obično predstavlja osnovu za predmete iz oblasti projektovanja digitalnih mreža, veoma je važno da studenti dobro nauče i razumeju osnovne principe rada digitalnih kola i ograničenja u radu koja su specifična za njih. Predmet „Digitalna elektronika" je upravo tako koncipiran da omogući dublje razumevanje ove oblasti.

Značaj ispravnog projektovanja savremenih digitalnih kola uključuje proučavanje različitih pojava vezanih za povećanje frekvencije takta i brzine prenosa podataka digitalnog sistema. Da bi gradivo bilo na što bolji način predstavljeno, u nastavi se na predavanjima koristi kombinacija predavanja teorijskih osnova sa korišćenjem softverskih alata, koji im omogućavaju mnogo uspešnije usvajanje gradiva.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržan od strane Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Departmana za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, u okviru realizacije projekta pod nazivom: „Razvoj naučno-stručnih metoda u energetici, elektronici i telekomunikacijama".

4. LITERATURA

[1] Internet stranica „*Akreditacija 2020 - Energetika, elektronika i telekomunikacije*", Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, https://ftn.uns.ac.rs/akreditacija-2020/EM0/1/1/mikroracunarska-elektronika. Pristupljeno: 16. 2. 2026.
[2] Internet stranica „*Digitalna elektronika* (17.E138A)", Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, https://ftn.uns.ac.rs/stranice-predmeta/E138A/digitalna-elektronika. Pristupljeno 16. 2. 2026.
[3] Internet stranica „*Digital Electronics*", Department of Computer Science and Technology, University of Cambridge, https://www.cl.cam.ac.uk/teaching/2526/DigElec/. Pristupljeno 16. 2. 2026.
[4] Internet stranica „*Digital Electronics*", Department of Electrical Engineering, Uppsala University, https://www.uu.se/en/study/syllabus?query=42472. Pristupljeno 16. 2. 2026.
[5] Internet stranica „*Digitalna elektronika* 1", Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, http://tnt.etf.rs/~19e042de1/. Pristupljeno 16. 2. 2026.
[6] Internet stranica „*Digitalna elektronika*", Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, https://elektronika.elfak.ni.ac.rs/digitalna-elektronika/. Pristupljeno 16. 2. 2026.
[7] Internet stranica „*Digitalna elektronika*", Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, https://fin.kg.ac.rs/images/2024/09/13/Prilog_5.2_Knjiga_predmeta_Racunarska_tehnika_i_softversko_inzenjerstvo_20240913.pdf. Pristupljeno 16. 2. 2026.
[8] Mirjana Damnjanović, Laslo Nađ: „*Zbirka rešenih zadataka iz digitalne elektronike*", FTN izdavaštvo, Edicija: Tehničke nauke - udžbenici, broj 436, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.
[9] Vujo Drndarević: „*ELEMENTI ELEKTRONIKE*, *digitalna kola*", Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2016.
[10] Shuqin Lou; Chunling Yang: „*Digital Electronic Circuits: Principles and Practices*", Berlin: De Gruyter, 2019.
[11] Anil K. Maini: „*Digital Electronics: Principles, Devices and Applications*", John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England, 2007.
[12] Internet stranica „Micro-Cap 12.2", https://micro-cap.informer.com/. Pristupljeno 16. 2. 2026.
[13] Laslo Nađ, Mirjana Damnjanović: „*Praktikum za računarske vežbe iz digitalne elektronike*", FTN izdavaštvo, Edicija: Tehničke nauke - udžbenici, broj 437, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.

KORIŠĆENJE SOVA PLATFORME: ANALIZA LOG PODATAKA KURSEVA DIIM-A U ZIMSKOM SEMESTRU 2025/26

Branislav Bogojević[1], Bojan Lalić[2], Tanja Todorović[3]
[1,2,3] *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]bogojevic@uns.ac.rs, [2]blalic@uns.ac.rs, [3]ttodorovic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *U radu je analiziran intenzitet korišćenja SOVA platforme, na osnovu log podataka 87 kurseva otvorenih tokom zimskog semestra školske 2025/26. godine na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Analiza obuhvata 725.000+ sistemski generisanih zapisa koje je kreiralo 1.116 jedinstvenih korisnika, uključujući studente i nastavno osoblje. Primenjen je kvantitativni deskriptivni pristup zasnovan na agregaciji i obradi log podataka, sa ciljem ispitivanja intenziteta aktivnosti, distribucije korišćenja po kursevima i vremenskih obrazaca pristupa platformi. Rezultati pružaju uvid u nivo integracije Moodle LMS-a (SOVA platforme) u nastavni proces i predstavljaju osnov za dalje unapređenje kombinovanog učenja.*

Ključne reči: LMS, SOVA, analitika učenja, logovi

SOVA PLATFORM USAGE: AN ANALYSIS OF LOG DATA FROM DIIM COURSES IN THE WINTER SEMESTER 2025/26

Abstract: *The paper analyzes the intensity of SOVA platform usage based on data logs from 87 courses delivered during the winter semester of the 2025/26 academic year at the Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad. The analysis includes 725,000+ system-generated records created by 1,116 unique users, including both students and teaching staff. A quantitative descriptive approach was applied, based on the aggregation and processing of data logs, with the aim of examining activity intensity, course-level usage distribution, and temporal patterns of platform access. The results provide insight into the level of integration of the Moodle LMS (SOVA platform) into the teaching process and serve as a foundation for further improvement of blended learning practices.*

Key Words: LMS, SOVA, learning analytics, log data

1. UVOD

Savremeno visoko obrazovanje intenzivno se oslanja na digitalne tehnologije, kolaboracione alate i sisteme za upravljanje učenjem – LMS (*Learning Management Systems*), koji omogućavaju organizaciju nastavnih aktivnosti, distribuciju obrazovnih sadržaja i kontinuirano praćenje angažovanja studenata. U uslovima ubrzane digitalizacije i razvoja kombinovanih modela nastave, LMS platforme uveliko su postale ključna tehnička podrška nastavnom procesu, a samim tim i značajan izvor podataka o obrascima ponašanja korisnika (dominantno studenata) u online okruženju. Sistematska analiza log podataka omogućava razumevanje evidentiranih obrazaca korišćenja platforme, intenziteta aktivnosti i vremenske dinamike učenja. Zbog velikog obima sistemski generisanih zapisa, u procesu ekstrakcije, agregacije i analize podataka, kao pomoćni analitički alati korišćeni su sistemi zasnovani na VI (veštačkoj inteligenciji), ChatGPT, NotebookLM i Claude.

Na Univerzitetu u Novom Sadu, SOVA platforma, zasnovana na Moodle LMS sistemu, predstavlja centralno okruženje za digitalnu podršku nastavi. Na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment Fakulteta tehničkih nauka, SOVA platforma se koristi u okviru velikog broja kurseva različitih studijskih programa i godina studija. Integracija LMS-a u nastavni proces omogućava studentima pristup nastavnim materijalima, komunikaciju sa nastavnicima i realizaciju zadataka, a ključna karakteristika je visok stepen fleksibilnosti, kako u pogledu dinamike pristupa, tako i u odnosu na vreme i lokaciju korišćenja. Studenti i nastavno osoblje imaju mogućnost da resursima i aktivnostima pristupaju asinhrono, nezavisno od fizičkog prisustva u učionici.

U posmatranom kontekstu, analiza automatski generisanih log podataka predstavlja pouzdan i objektivan izvor informacija o stvarnom intenzitetu korišćenja platforme i obrascima digitalnog ponašanja korisnika. Moodle LMS sistemski beleži svaku aktivnost realizovanu u okviru kursa – od prijavljivanja na platformu, pregleda nastavnih materijala i komunikacije, do predaje zadataka, rešavanja testova, itd. Prikupljeni podaci ne zasnivaju se na subjektivnim procenama, nego predstavljaju autentičan i precizan digitalni trag aktivnosti korisnika [1].

Rezultati ovakve analize omogućavaju procenu nivoa angažovanja, identifikaciju obrazaca korišćenja i vremenske dinamike realizovanja aktivnosti, čime se dobija objektivni uvid u realno stanje, a zaključci mogu biti iskorišćeni za unapređenje organizacije ovog dela nastave i donošenje odluka zasnovanih na validnim podacima prikupljenim u procesu kombinovanog učenja.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I ANALIZA PRIKUPLJENIH PODATAKA

Istraživanje je sprovedeno na osnovu sistemski generisanih log podataka LMS platforme SOVA. Cilj istraživanja je ispitivanje intenziteta korišćenja platforme, distribucije aktivnosti i resursa po kursevima i vremenskih obrazaca pristupa u okviru posmatranog vremenskog perioda, na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu.

Skup podataka obuhvata generisane logove 87 aktivnih kurseva. Analiza je zasnovana na više od 725.000 sistemski generisanih log zapisa koje je kreiralo 1.116 jedinstvenih korisnika, uključujući i studente i nastavno osoblje. Log zapisi preuzeti su korišćenjem standardnog Moodle izveštaja (*Standard log report*), koji automatski beleži sve aktivnosti realizovane u navedenoj kategoriji kurseva. Evidentirane aktivnosti obuhvataju prijavljivanje na platformu, pregled nastavnih materijala, interakcije u okviru komunikacionih alata (foruma), predaju zadataka, rešavanje testova i druge radnje.

Postupak obrade podataka podrazumevao je ekstrakciju, agregaciju i sistematizaciju log zapisa prema relevantnim parametrima, uključujući kurs, korisnika, datum i vreme pristupa, kao i sprovedene aktivnosti. Posebna pažnja posvećena je identifikaciji jedinstvenih korisnika, bez obzira na broj kurseva na kojima je određeni korisnik bio angažovan [2]. Klasifikacija korisnika na studente i nastavno osoblje izvršena je na osnovu zvaničnih podataka o angažovanju u nastavi, odnosno kroz analizu *Jotform* obrazaca koji se koriste pri slanju zahteva za otvaranje kurseva, a koji, između ostalog, sadrže podatke o nastavnicima.

Zbog velikog obima sistemski generisanih zapisa, u procesu ekstrakcije, agregacije i obrade podataka primenjeni su alati VI (ChatGPT, NotebookLM i Claude) [3], a interpretacija rezultata sprovedena je od strane autora rada. Važno je naglasiti da log podaci predstavljaju objektivan digitalni trag aktivnosti korisnika, ali ne pružaju direktan uvid u kvalitet učenja, nivo razumevanja gradiva niti u stvarno vreme provedeno u okviru pojedinačne aktivnosti. Rezultati ovog istraživanja odnose se isključivo na kvantitativne pokazatelje korišćenja platforme i intenzitet interakcije u digitalnom nastavnom okruženju.

Poseban značaj u primeni alata zasnovanih na VI imao je način formulacije promptova, uzevši u obzir da preciznost zadatih instrukcija direktno utiče na kvalitet dobijenih izlaznih rezultata. U procesu analize primenjivan je princip kontekstualnog inženjeringa [4], koji podrazumeva jasno definisanje analitičkog cilja, strukture podataka i očekivanog formata odgovora. Pažljivo oblikovanje promptova omogućilo je doslednu ekstrakciju i agregaciju podataka, čime je obezbeđena kontrola nad procesom obrade podataka.

3. REZULTATI ANALIZE LOG PODATAKA

Analiza je obuhvatila više od 725.000 log zapisa generisanih u okviru 87 kurseva DIIM tokom zimskog semestra školske 2025/26. godine. Ukupan broj identifikovanih jedinstvenih korisnika iznosi 1.116. Prosečan broj log zapisa po kursu iznosi približno 8.300, dok je prosečan broj aktivnosti po korisniku približno 650 tokom posmatranog perioda. Uočena je neujednačena distribucija aktivnosti među kursevima, pri čemu pojedini kursevi generišu značajno veći broj zapisa usled većeg broja upisanih studenata ili intenzivnijeg korišćenja aktivnosti i resursa. Vremenska analiza pristupa platformi pokazuje jasno izražene obrasce korišćenja u toku dana. Najveći intenzitet korišćenja registrovan je u popodnevnim i večernjim časovima, dok je najmanji obim aktivnosti zabeležen u ranim jutarnjim satima. Analiza tipova aktivnosti pokazuje da najveći deo log zapisa čine pregledi nastavnih resursa, zatim aktivnosti vezane za zadatke i testove, dok komunikacione aktivnosti (forumi) zauzimaju značajno manji udeo u ukupnom broju zapisa.

Distribucija aktivnosti po kursevima prikazana je u Tabeli 1. Iz podataka je vidljivo da postoji značajno odstupanje u ukupnom broju log zapisa između pojedinačnih kurseva. Minimalan, maksimalan i srednji broj zapisa po kursu ukazuju na raspon intenziteta korišćenja platforme u okviru analizirane kategorije.

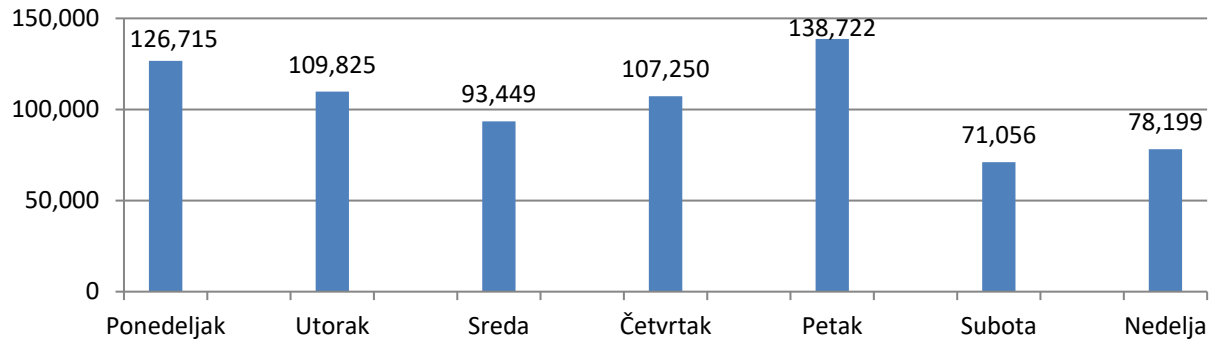
Tabela 1 – Distribucija log zapisa posmatrane kategorije kurseva

Parametar	Vrednost
Broj kurseva	87
Ukupan broj log zapisa	725.000+
Broj jedinstvenih korisnika	1.116
Minimum zapisa po kursu	195
Maksimum zapisa po kursu	89.196
Prosečan broj zapisa po kursu	8.334

Broj generisanih log zapisa, posmatran u odnosu na broj jedinstvenih korisnika, predstavlja kvantitativni pokazatelj intenziteta korišćenja SOVA platforme. Ukupan obim zapisa po kursu uslovljen je brojem upisanih korisnika, ali dominantno zavisi od strukture samog kursa, odnosno broja i tipa aktivnosti i resursa koji se u okviru kursa koriste.

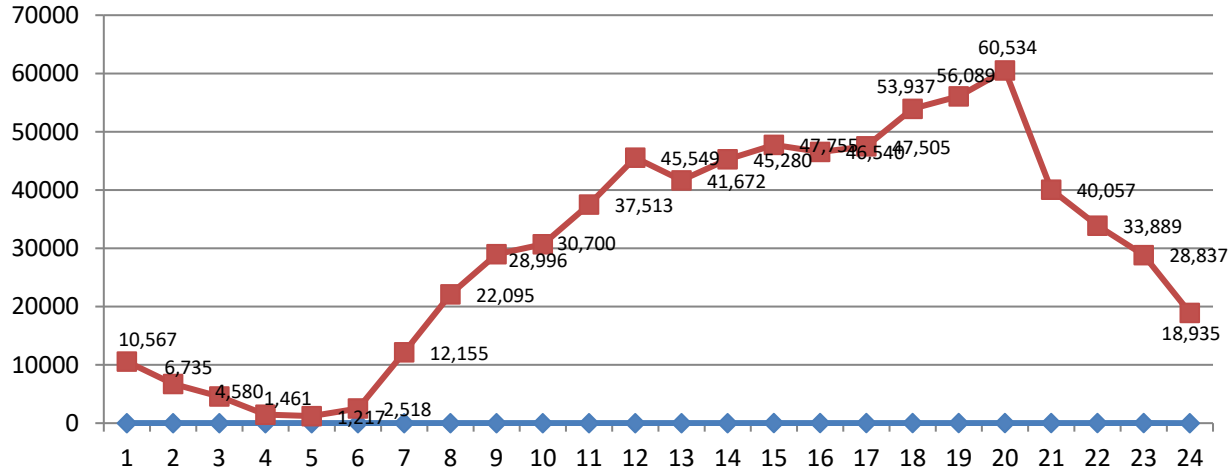
Kursevi sa većim brojem interaktivnih elemenata (zadaci, testovi, forumi, itd.) generišu veći broj sistemskih zapisa, jer svaka pojedinačna interakcija rezultira novim log unosom. Prema tome, intenzitet korišćenja platforme se može posmatrati kao rezultat sadejstva broja korisnika i tehničke strukture kursa.

Kada je u pitanju distribucija aktivnosti po danima u sedmici, analiza logova pokazuje konzistentnost u broju zabeleženih aktivnosti. Najveći broj aktivnosti registrovan je petkom (138.722 zapisa), dok je najmanji obim aktivnosti evidentiran u subotom (71.056 zapisa). Radnim danima (ponedeljak–petak) zabeležen je značajno veći broj aktivnosti u odnosu na vikend dane. Ukupan broj aktivnosti opada tokom vikenda, pri čemu nedelja (78.099) beleži nešto veći obim u odnosu na subotu. Podatak da je i tokom vikenda evidentiran značajan broj aktivnosti ukazuje na kontinuirano korišćenje platforme tokom cele sedmice, uključujući i dane van standardnog nastavnog rasporeda.



Slika 1. Distribucija aktivnosti po danima u sedmici

Distribucija aktivnosti po satima u toku dana (Slika 2) pokazuje izraženu varijabilnost intenziteta korišćenja LMS platforme tokom 24 časa. Najveći broj aktivnosti registrovan je u 20:00 časova (60.534 zapisa), dok je najmanji obim aktivnosti evidentiran u 05:00 časova (1.217 zapisa). U periodu od 08:00 do 21:00 časova zabeležen je kontinuirano povišen nivo aktivnosti, sa postepenim rastom od jutarnjih sati i izraženijim intenzitetom u popodnevnim i večernjim časovima. Nakon 21:00 časa uočava se opadanje broja aktivnosti, dok su najniže vrednosti prisutne u ranim jutarnjim satima između 02:00 i 06:00 časova. Ovakva raspodela pruža jasan kvantitativni uvid u dnevnu dinamiku korišćenja platforme tokom analiziranog perioda.



Slika 2. Distribucija aktivnosti po satima u toku dana

Kombinovana analiza distribucije aktivnosti po danima u nedelji i po satima u toku dana pokazuje jasno izražene obrasce korišćenja SOVA platforme. Posmatrano na sedmičnom nivou, najveći broj aktivnosti registrovan je u petkom (138.722 zapisa), dok je najmanji obim aktivnosti evidentiran u subotom (71.056 zapisa). Na dnevnom nivou, najviši intenzitet aktivnosti zabeležen je u 20:00 časova (60.534 zapisa), dok je najmanji broj aktivnosti registrovan u 05:00 časova (1.217 zapisa). Ukoliko se ovi podaci posmatraju zajedno, može se konstatovati da se platforma najintenzivnije koristi radnim danima, u popodnevnim i večernjim časovima, dok je najmanji intenzitet korišćenja prisutan tokom vikenda i u ranim jutarnjim satima.

Posmatrani obrasci korišćenja potvrđuju svrhu LMS-a kao fleksibilnog digitalnog okruženja koje omogućava pristup sadržajima nezavisno od lokacije i vremenskog okvira, i omogućava studentima prilagođavanje dinamike učenja. Istraživanja ukazuju da kontinuirana dostupnost obrazovnih resursa i mogućnost asinhrone interakcije pozitivno utiču na angažovanost i akademske ishode [5]. U tom smislu, LMS ne predstavljaju samo tehničku infrastrukturu za distribuciju sadržaja, nego i integrisano okruženje koje podržava organizaciju, praćenje i realizaciju nastavnih aktivnosti u savremenom visokom obrazovanju

4. ZAKLJUČAK

Sprovedena analiza log podataka SOVA platforme omogućila je uvid u intenzitet i dinamiku njenog korišćenja u okviru 87 kurseva Departmana za industrijsko inženjerstvo i menadžment. Dobijeni rezultati potvrđuju da LMS sistemi predstavljaju važnu digitalnu podršku nastavnom procesu, sa jasno izraženim obrascima korišćenja tokom sedmice i u toku dana. Kvantitativni pokazatelji ukazuju na kontinuiranu i intenzivnu upotrebu SOVA platforme, što potvrđuje njen značaj u realizaciji kombinovanog modela nastave.

Analiza takođe potvrđuje značaj generisanih log podataka kao pouzdanog izvora informacija za razumevanje ponašanja korisnika u online okruženju. Analitika učenja omogućava donošenje odluka zasnovanih na podacima, čime se unapređuje transparentnost i efikasnost obrazovnih sistema [6]. Sistematsko korišćenje obrazovnih podataka predstavlja ključni korak ka transformaciji visokog obrazovanja u pravcu veće prilagodljivosti i institucionalne odgovornosti [7].

Iako log podaci ne pružaju direktan uvid u kvalitet učenja ili nivo usvojenog znanja, oni predstavljaju autentičan digitalni trag aktivnosti koji omogućava pouzdanu procenu intenziteta korišćenja i angažovanosti u digitalnom okruženju. U tom smislu, rezultati ovog istraživanja predstavljaju osnov za dalje unapređenje organizacije nastave, optimizaciju strukture kurseva i razvoj strategija zasnovanih na realnim pokazateljima korišćenja LMS platforme.

Automatski generisani log podaci mogu se dodatno analizirati na nivou pojedinačnih kurseva, čime se nastavnicima omogućava detaljniji uvid u obrasce angažovanja studenata, strukturu korišćenja aktivnosti i resursa, kao i identifikaciju potencijalnih prostora za unapređenje organizacije i dizajna nastavnog procesa na određenom predmetu.

ZAHVALNOST

Ovaj rad je deo projekta „Jačanje brenda FTN biznis škole putem međunarodne akreditacije i razvoja sertifikovanih programa obrazovanja".

5. LITERATURA

[1] Tiong-Thye Goh, *Learning management system log analytics: the role of persistence and consistency of engagement behaviour on academic success*, Journal of Computers in Education, Vol. 13, pp. 283–306, 2026.
[2] Yaqun Zhang, Ahmad Ghandour, Viktor Shestak, *Using learning analytics to predict students performance in Moodle LMS*, International Journal of Emerging Technologies in Learning, Vol. 15, No. 20, pp. 102–115, 2020.
[3] Gerald Gartlehner, Georg Wagner, Linda Lux, Lisa Affengruber, Alina Dobrescu, Anja Kaminski-Hartenthaler, *AI-Assisted Data Extraction With a Large Language Model: A Study Within Reviews*, medRxiv, 2025.
[4] Lingrui Mei, Jiayu Yao, Yuyao Ge, Yiwei Wang, Baolong Bi, Yujun Cai, Jiazhi Liu, Mingyu Li, Zhong-Zhi Li, Duzhen Zhang, Chenlin Zhou, Jiayi Mao, Tianze Xia, Jiafeng Guo, Shenghua Liu, *A Survey of Context Engineering for Large Language Models*, arXiv, 2507.13334v2, 2025.
[5] Charles Dziuban, Charles R. Graham, Patsy D. Moskal, Amy Norberg, Nicole Sicilia, *Blended learning: the new normal and emerging technologies*, International Journal of Educational Technology in Higher Education, Vol. 15, Article 3, 2018.
[6] George Siemens, Ryan S. J. D. Baker, *Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration*, Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, pp. 252–254, 2012.
[7] Phillip D. Long, George Siemens, *Penetrating the fog: analytics in learning and education*, EDUCAUSE Review, Vol. 46, No. 5, pp. 31–40, 2011.

DIGITALNI ALATI I TEHNOLOGIJE ZA UČENJE STUDENATA SA DISLEKSIJOM

Lidija Trifunović
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
lidijatri@gmail.com

Kratak sadržaj: *Disleksija je teškoća u učenju koja utiče na sposobnost studenata da čitaju i razumeju obrazovne materijale. Tradicionalne intervencije često se bore da održe pažnju i motivaciju studenata. Virtuelna realnost udružena sa veštačkom inteligencijom daje podršku učenju, pružanjem impresivnih, multisenzornih i adaptivnih okruženja za učenje. Ovaj rad ističe pedagoški potencijal prethodno navedenih tehnologija u smislu inkluzivnosti i prilagodljivosti u nastavi.*

Ključne reči: disleksija, virtuelna realnost, veštačka inteligencija, inkluzivno obrazovanje

DIGITAL TOOLS AND TECHNOLOGIES FOR LEARNING STUDENTS WITH DYSLEXIA

Abstract: *Dyslexia is a learning disability that affects students' ability to read and understand educational materials. Traditional interventions often struggle to maintain students' attention and motivation. Virtual reality combined with artificial intelligence supports learning by providing immersive, multisensory, and adaptive learning environments. This paper highlights the pedagogical potential of the aforementioned technologies in terms of inclusiveness and adaptability in learning.*

Key Words: dyslexia, virtual reality, artificial intelligence, inclusive education

1. UVOD

Disleksija, teškoća u učenju karakteriše se teškoćom u čitanju, pisanju i pravopisu, nije mera inteligencije, već problem sa povezivanjem zvukova govora s pisanim rečima. Sa napretkom u tehnologiji, pojavila se široka lepeza pomoćnih alata, dizajniranih da izjednače uslove za studente sa disleksijom.

U svetu gde se učenje sve više digitalizuje, ravnopravan pristup obrazovanju postao je složen izazov. U srži ovog izazova su različite grupe: starije osobe, osobe sa invaliditetom i mnogi drugi, koji svi traže mogućnosti celoživotnog učenja koje zadovoljavaju njihove specifične potrebe. Pristupačnost akademskog okruženja je jedan od značajnih činilaca kvaliteta visokog obrazovanja studenata sa invaliditetom. Digitalizacija igra ključnu ulogu u poboljšanju kvaliteta i pristupačnosti akademskog okruženja.

Postoji intenzivan pritisak na visoko obrazovanje da se prilagodi tehnološkim promenama i stalno razvijajućim zahtevima studenata. U obrazovnom kontekstu, inkluzija studenata sa invaliditetom predstavlja ključni izazov. Tehnološki napredak, uključujući virtuelnu realnost (VR) i veštačku inteligenciju (VI), nudi obećavajuće izglede za prevazilaženje ovih izazova.

Nedavni okviri u inkluzivnom obrazovanju zalažu se za integraciju digitalnih tehnologija radi stvaranja adaptivnih, multimodalnih i angažovanih okruženja za učenje [1]. Alati kao što su imerzivne platforme, gejmificirano učenje i personalizovani sistemi za povratne informacije sve se više posmatraju kao neophodna dopuna tradicionalnim intervencijama, nudeći potencijal za smanjenje kognitivnih i emocionalnih prepreka. Uz to, veštačka inteligencija interveniše kako bi personalizovala učenje, stvarajući tako prilagođena obrazovna iskustva.

Ovaj rad daje pregled i ističe značaj VR kao inovativnog podagoškog alata za podršku u učenju studenata sa disleksijom.

2. KARAKTERISTIKE I POTREBE STUDENATA SA DISLEKSIJOM

Disleksija je jedan od najčešćih poremećaja u učenju, koji pogađa 5%–10% učenika svih uzrasta širom sveta, uključujući i one u osnovnom i srednjem obrazovanju. Osnova disleksije je neurološka i mnogi slučajevi disleksije kod dece se mogu ublažiti ranom rehabilitacijom [2]. Veliki broj studenata ima disleksiju, ali ona nije dijagnostikovana tokom školskog perioda pa zbog toga posledice mogu biti znatno teže.

Studenti sa disleksijom često imaju kašnjenja u tečnosti čitanja i razumevanju, što zauzvrat utiče na šire ishode učenja u oblastima sadržaja kao što su nauka i društvene studije. Pored pismenosti, disleksija je povezana sa povećanim rizikom od napuštanja škole, nižim akademskim samopoštovanjem i povećanom prevalencijom anksioznosti i depresije tokom adolescencije [3].

Disleksija prvenstveno utiče na čitanje učenika, sposobnosti obrade jezika i radno pamćenje, što može otežati

fokusiranje na zadatke čitanja ili pisanja tokom dužeg perioda i dovesti do nižeg postignuća u učenju, gubitka samopouzdanja i anksioznosti [4]. Studenti sa disleksijom imaju posebne obrazovne zahteve koji čine tipične pristupe učenju problematičnim i često zahtevaju personalizovanu obuku.

Edukatori treba da razviju posebne nastavne strategije i intervencije kako bi podržali jedinstvene potrebe učenja ovih pojedinaca. Stoga će se ovaj rad fokusirati na studente sa disleksijom i proceniti da li postoje relevantna istraživanja o integraciji tehnologije kako bi se obezbedilo impresivno okruženje za učenje u visokom obrazovanju.

3. VIRTUELNA REALNOST I VEŠTAČKA INTELIGENCIJA

Za studente sa disleksijom, VR je novi imerzivni alat koji može poboljšati njihovo iskustvo učenja. VR je efikasni obrazovni alat koji može simulirati različita izazovna okruženja za učenje, pružati multisenzorna iskustva učenja i smanjiti spoljašnje ometanja tokom procesa učenja. Pored toga, VR nudi znanje na kontekstualizovan način, što ga čini snažnim resursom za zadovoljavanje jedinstvenih potreba učenika sa disleksijom, omogućavajući prilagođeno napredovanje u učenju i učenje sopstvenim tempom [5].

Za razliku od konvencionalnih medija za učenje, VR uključuje vizuelne i kinestetičke stimuluse u okruženja za učenje. Ovo je u skladu sa principima teorije multimodalnog učenja, koja se zalaže za učenje kroz više senzornih puteva – pristup posebno koristan za decu sa disleksijom, koja često ističu vizuelno-prostorno razmišljanje Fleksibilnost dizajna VR-a je u skladu sa paradigmom Univerzalnog dizajna za učenje (UD), omogućavajući učenicima da izaberu željenu brzinu, gledaju sadržaj iz više uglova i dobiju trenutne povratne informacije [6]. Ovi elementi su ključni za učenike koji traže prilagođena, nelinearna i okruženja za učenje sa niskim pritiskom. Za edukatore i kreatore kurseva, razumevanje i implementacija VR tehnologije je važno za ispunjavanje zahteva ovih učenika. Na primer, VR koristi tekst u fontovima prilagođenim osobama sa disleksijom, uključuje audio podršku za pomoć pri razumevanju pročitanog i omogućava interaktivna okruženja za učenje kako bi se poboljšalo razumevanje i pamćenje. Uključivanjem elemenata dizajna prilagođenih korisnicima i fokusiranjem na nastavni sadržaj, VR može ponuditi učenicima sa disleksijom niz inovativnih alternativa tradicionalnim tehnikama učenja. Prema nedavnim istraživanjima, VR takođe može poboljšati iskustvo učenja učenika sa disleksijom povećavajući njihovo samopouzdanje i podržavajući njihov kognitivni razvoj [7].

VR nudi kontekstualno bogatu, impresivnu alternativu omogućavajući učenicima da manipulišu i angažuju se sa apstraktnim konceptima u 3D prostoru, umesto da ih samo dešifruju iz papirnog formata [8]. Istraživanja sugerišu da VR podešavanja mogu smanjiti anksioznost, održati pažnju i poboljšati radnu memoriju kroz multimodalnu integraciju [9]. Ove osobine čine VR posebno pogodnim za potrebe učenika sa disleksijom koji se obično bore u tradicionalnim, tekstualno gustim okruženjima za učenje. Može se primetiti da integracija VR-a u nastavu učenika sa disleksijom nudi potencijalnu metodu za rešavanje prepreka u njihovom procesu učenja. Dok su tradicionalne tehnologije postavile ključne temelje, VR predstavlja nove pedagoške mogućnosti uranjanjem učenika u okruženja za učenje koja su više usklađena sa njihovim kognitivnim sposobnostima i preferencijama učenja.

VR intervencije poboljšavaju motivaciju i angažovanje učenika. Tradicionalni programi pismenosti često imaju poteškoća da održe pažnju kod studenata sa disleksijom; VR, nasuprot tome, stvara dinamična okruženja koja smanjuju frustraciju i povećavaju upornost [10].

Učenici pokazuju smanjenu anksioznost i povećano samopouzdanje kada vežbaju veštine pismenosti u VR-u u poređenju sa vežbama na papiru [11]. Pored toga, psihosocijalni ishodi se protežu i na poboljšanu emocionalnu regulaciju. Imerzivna VR okruženja omogućavaju učenicima da vežbaju zadatke u kontekstima sa niskim nivoom stresa, smanjujući strah od neuspeha i podstičući otpornost. Studentima sa disleksijom nude priliku za istraživanje i otkrivanje bez straha od neuspeha. One promovišu aktivno učenje tako što omogućavaju korisnicima da testiraju svoje veštine i uče iz svojih grešaka u realnom vremenu. Umesto da se oseća obeshrabreno, koristi platformu za učenje zasnovanu na veštačkoj inteligenciji koja analizira njihove specifične veštine i potrebe. Zahvaljujući ovoj tehnologiji, sadržaj se prilagođava u realnom vremenu, pružajući ciljane vežbe i predloge za poboljšanje.

Ove koristi se poklapaju sa širim istraživanjem o pozitivnom odnosu između imerzivnih tehnologija i socio-emocionalnog učenja [12].

Upotreba VR i AI za poboljšanje inkluzije studenata i pristupačnosti za osobe sa disleksijom, posebno u kontekstu adaptivnog učenja, je brzo rastuće područje istraživanja. Studije ističu potencijal VR i VI da ponude personalizovana iskustva učenja, poboljšaju dostupnost obrazovnih resursa i povećaju efikasnost intervencija za studente sa disleksijom. Zahvaljujući adaptivnim algoritmima, VI omogućava personalizaciju iskustava učenja prema individualnim potrebama svakog korisnika, čineći obrazovanje i zanimljivijim i efikasnijim. Korišćenjem realističnih scenarija, ovi alati pomažu u razvoju veština kao što su timski rad i rešavanje problema, a istovremeno učenje čine zabavnim. VI, sa svojom sposobnošću da analizira ponašanje korisnika i prilagođava sadržaj u realnom vremenu, nudi jedinstvenu priliku da revolucioniše način na koji obučavamo zaposlene i učenike u sve konkurentnijem okruženju.

Integracijom imerzivnih tehnologija u učenje, nastavnici mogu stvoriti zanimljiva okruženja u kojima učenici uče kroz iskustvo, a ne samo kroz pamćenje. Zaista, simulacije omogućavaju učenicima da se urone u realistične scenarije, čime se jača veza između teorije i prakse. Na taj način studenti se mogu prilagoditi profesionalnim realnostima [13].

4. ZAKLJUČAK

Sinergija između virtuelne realnosti i veštačke inteligencije predstavlja značajan napredak u oblasti učenja. Integracijom inovativnih simulacija, ovi alati ne samo da povećavaju angažovanje učenika, već i personalizuju iskustva učenja kako bi zadovoljili individualne potrebe svakog učenika. Zahvaljujući adaptivnim algoritmima, povratne informacije se dobijaju u realnom vremenu, podstičući bolju asimilaciju koncepata i povećanu motivaciju za učešće u obrazovnom procesu.

Upotreba veštačke inteligencije u ozbiljnim igrama otvara obećavajuće perspektive za budućnost obrazovanja. Transformišući učenje u impresivno i interaktivno iskustvo, ovi alati pomažu u smanjenju tradicionalnih barijera u nastavi. Učenici mogu da istražuju složene i realistične scenarije, čime razvijaju osnovne veštine kao što su kritičko razmišljanje, rešavanje problema i saradnja. Ukratko, ova kombinacija veštačke inteligencije i virtuelne realnosti nije samo način da se angažuju učenici, već i snažna poluga za revolucionizaciju metoda nastave i pripremu budućih lidera sutrašnjice.predstavlja primer konvergencije tehnologije i obrazovanja, nudeći nastavnicima moćan alat za olakšavanje interaktivnih predavanja, multimedijalnih prezentacija i besprekornog povezivanja, na kraju pružajući studentima obogaćeno i impresivno iskustvo učenja koje ih priprema za uspeh u digitalnoj eri.

5. LITERATURA

[1] Karagianni, E., & Drigas, A., *New technologies for inclusive learning for students with special educational needs.* International Journal of Online and Biomedical Engineering, 19(5), 4–21. 2023, doi:10.3991/ijoe.v19i05.36417

[2] O'Byrne, C., Jagoe, C., & Lawler, M. *Experiences of dyslexia and the transition to university: a case study of five students at different stages of study*, Higher Education Research and Development, *38*(5), 1031–1045, 2019 doi: 10.1080/07294360.2019.1602595

[3] Snowling, M. J., *Dyslexia: A very short introduction (2nd ed.),* Oxford University Press, 2019.

[4] Kizilaslan, A., & Tunagür, M., *Dyslexia and Working Memory: Understanding Reading Comprehension and High Level Language Skills in Students with Dyslexia*, Kastamonu Eğitim Dergisi, 29(5), 941–952., 2021, doi:10.24106/kefdergi.741028

[5] Billingsley, G., Smith, S., Smith, S., & Meritt, J., *A Systematic Literature Review of Using Immersive Virtual Reality Technology in Teacher Education.* The Journal of Interactive Learning Research, 30(1), 65–90, 2019.

[6] Rodríguez-Cano et al., *To design a VR application for students with dyslexia based on user-centered design*, Scientific Reports, *11*(1). 2021, doi:10.1038/s41598-021-84945-9

[7] Zingoni, A., Taborri, J., Panetti, V., Bonechi, S., Aparicio-Martínez, P., Pinzi, S., & Calabrò, G., *Investigating issues and needs of dyslexic students at University: proof of concept of an Artificial Intelligence and Virtual Reality-Based supporting platform and preliminary results*, Applied Sciences, 11(10), 4624, 202, doi:10.3390/app11104624.

[8] Apandi, N. E. F. Z., Mokmin, N. A. M., & Rassy, R. P. (2023), *Design and Development of Virtual Reality Science Laboratory on Science Education: An Analysis of Presences during Learning*, International Journal of Information and Education Technology, *13*(11), 1729–1734, doi:10.18178/ijiet.2023.13.11.1982

[9] Zingoni et al, *SPECIAL platform (on mobile phones and VR Headset),* 2021.

[10] Parong, J., & Mayer, R. E. *Learning science in immersive virtual reality. Journal of Educational Psychology*, *110*(6), 785–797. doi:10.1037/edu0000241

[11] Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. *Overcoming dyslexia: A new and complete science-based program for reading problems at any level* (2nd ed.). Alfred A. Knopf, 2020.

[12] Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. *Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design*. Journal of Computers in Education*, 8*(1), 1–32. 2020, doi:10.1007/s40692-020-00169-2

[13] Jadán-Guerrero, J., Tamayo-Narvaez, K., Méndez, E., & Valenzuela, M. (2024). *Adaptive Learning Environments: Integrating Artificial Intelligence for Special Education Advances*, In International Conference on Human-Computer Interaction pp. 86-94, 2024.

ULOGA FUNDAMENTALNIH NAUČNIH DISCIPLINA U TEHNOLOŠKI INTENZIVNOM OKRUŽENJU

Nenad Grahovac[1], Miodrag Žigić[2]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]ngraho@uns.ac.rs, [2]mzigic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj:*Savremeno tehnološki intenzivno inženjersko okruženje u velikoj meri se oslanja na napredne numeričke alate i platforme za simulacije. Međutim, njihova odgovorna i pouzdana primena podrazumeva duboko razumevanje fundamentalnih naučnih disciplina. U radu se razmatra uloga mehanike kao strukturnog stuba inženjerskog obrazovanja, uz argument da tehnološki napredak ne umanjuje, već dodatno naglašava značaj temeljnih znanja. Na osnovu relevantne literature iz oblasti obrazovanja u mehanici, ističe se veza između teorijskih osnova i razvoja analitičkog, kritičkog i kreativnog inženjerskog mišljenja. Kao ilustracija izložene teze prikazan je primer - mehanička analiza sudara dva vozila, sprovedena kroz jasno definisano modelovanje, razlaganje procesa na faze i sistematsku primenu zakona mehanike. Primer pokazuje da se i u uslovima primene savremenih softverskih alata inženjersko rešavanje problema zasniva na fundamentalnim principima mehanike. Zaključuje se da očuvanje i unapređenje fundamentalnih disciplina predstavlja ključni uslov dugoročne održivosti i kvaliteta inženjerskog obrazovanja.*

Ključne reči: inženjersko obrazovanje, fundamentalne naučne discipline, mehanika

THE ROLE OF FUNDAMENTAL SCIENCES IN A TECHNOLOGY-INTENSIVE ENVIRONMENT

Abstract: *In contemporary technology-intensive engineering environments, advanced numerical tools and simulation platforms play an increasingly dominant role. However, their effective and responsible use presupposes a deep understanding of fundamental scientific disciplines. This paper examines the role of mechanics as a structural pillar of engineering education and argues that technological progress does not diminish, but rather reinforces, the importance of fundamental knowledge. Drawing upon relevant literature on engineering mechanics education, the discussion highlights the connection between theoretical foundations and the development of analytical, critical, and creative engineering thinking. To illustrate this position, an example is presented involving the mechanical reconstruction of a two-vehicle traffic accident. The analysis was conducted through explicit modeling, phase decomposition, and systematic application dynamic principles. The example demonstrates that even when supported by modern computational tools, engineering problem-solving fundamentally relies on clearly defined mechanical models and theoretical reasoning. The paper concludes that maintaining and strengthening fundamental disciplines within engineering curricula is essential for ensuring long-term educational quality, methodological rigor, and responsible application of advanced technological tools.*

Key Words: engineering education, fundamental scientific disciplines, mechanics

1. UVOD

Savremeno inženjersko okruženje karakterišu visoko razvijeni numerički alati, veoma moćni softverski paketi i platforme za simulacije. Zato se nameće pitanje da li tradicionalne fundamentalne naučne discipline, kao što su matematika, fizika, teorijska i primenjena mehanika, zadržavaju svoju centralnu ulogu u obrazovanju inženjera. Ipak, i pored ubrzanog razvoja digitalnih alata, sposobnost pravilnog modelovanja, tumačenja dobijenih rezultata i kritičkog razmišljanja i dalje se zasniva na dubokom razumevanju osnovnih zakona fizike i matematike.

Primena mehanike u savremenom inženjerstvu ne svodi se samo na rešavanje standardnih zadataka, već podrazumeva razvoj analitičkog načina razmišljanja i sposobnost idealizacije realnih sistema. U radu [1] ističe se da primenjena mehanika ima ključnu ulogu u povezivanju matematičkih osnova sa inženjerskom praksom i naglašava se da bez čvrstog temelja studenti teško mogu da razviju potrebne analitičke sposobnosti. Slično tome, u radu [2], ukazuje se da teorijska mehanika ostaje jedna od ključnih disciplina za razumevanje i razvoj savremenih tehnoloških sistema. Pao u svom radu naglašava da primenjena mehanika predstavlja vezu uzmeđu fizike i konkretnih inženjerskih problema, [3].

U ovom radu razmatra se uloga fundamentalnih naučnih disciplina kroz analizu konkretnog problema, mehaničke rekonstrukcije saobraćajne nezgode, sa ciljem da se pokaže kako sistematska primena osnovnih zakona mehanike i geometrije omogućava pouzdanu i transparentnu analizu, za razliku od primene tzv. „black-box" softverskih paketa ukoliko nema kritičkog i stručnog pristupa analizi dobijenih rezultata.

2. FUNDAMENTALNE DISCIPLINE I ANALITIČKI NAČIN RAZMIŠLJANJA INŽENJERA

U savremenom tehnološkom okruženju inženjeri imaju na raspolaganju napredne numeričke pakete koji omogućavaju brzo dobijanje rezultata. Međutim, takvi alati implementiraju matematičke odele zasnovane na fundamentalnim zakonima mehanike. Bez razumevanja pretpostavki koje su uključene u model, uslova i oblasti primenljivosti, kao i ograničenja metoda, korisnik softvera može da se nađe u veoma nezavidnoj situaciji, tj. ne samo da ne može da proceni validnost dobijenih rezultata, već da toga nije ni svestan.

Persaud i Smit, [4], naglašavaju da savremeni pristupi nastavi mehanike treba da razviju duboko razumevanje modela, a ne samo proceduralnu sposobnost rešavanja zadataka. Singamneni dodatno ističe da primenjena mehanika predstavlja most između matematičkog znanja i realnih inženjerskih problema, te da zanemarivanje tog mosta neminovno dovodi do slabljenja sposobnosti inženjera za analitički način razmišljanja.

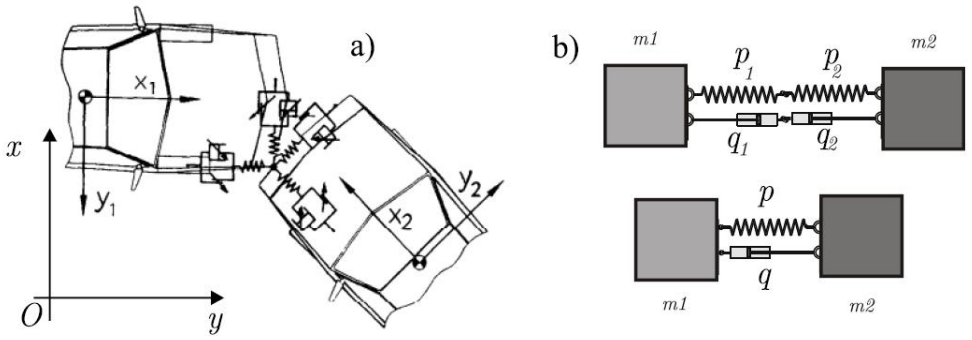
Tehnološka kompleksnost ne umanjuje značaj fundamentalnih disciplina, već naprotiv, prirodno povećava potrebu njihovim dubljim razumevanjem. Napredne numeričke metode kao što su metode konačnih i graničnih elemenata, ili metode koje se koriste za analizu dinamike sistema krutih tela, zasnivaju se na uslovima ravnoteže, zakonima o održanju i zakonima o promenama mehaničkih veličina, na rešavanju diferencijalnih jednačina kretanja. Bez jasnog razumevanja tih osnova, inženjer ostaje ograničen na operativno korišćenje softverskog alata, bez sposobnosti kritičkog mišljenja i interpretacije.

3. MEHANIČKA ANALIZA REALNOG PROBLEMA

Radi ilustracije značaja fundamentalnih disciplina, u nastavku radaje prikazana analiza sudara dva putnička vozila, sprovedena isključivo na osnovu principa klasične mehanike.

Analiza je započeta definisanjem sistema odabirom odgovarajućeg modela. Vozila su predstavljena krutim telima poznatih masa i geometrijskih karakteristika, ali sa viskoelastičnim slojem u zoni kontakta. Pretpostavljeno je ravno kretanje krutih tela, usvojeni su odgovarajući koordinatni sistemi i definisane su tri faze procesa:

1. Prilazna faza - meri se sekundama, obično je neko od učesnika saobraćajne nezgode načinio prekršaj;
2. Faza sudara - meri se milisekundama, traje dok postoji kontakt između vozila učesnika u nezgodi, razlikuju se faza dok se centri masa približavaju i faza u kojoj se centri masa udaljavaju jedan od drugog;
3. Faza koja započinje neposredno nakon završetka faze sudara pa sve do zaustavljanja vozila, meri se sekundama. Na Slici 1 vide se kontaktni model iz rada [5], kao i model vikoelastičnog sloja iz knjige Huanga, [6], koji su korišćeni u analizi.



Slika 1. a) Kontaktni model iz rada [5]; b) Model viskoelastičnog sloja iz knjige Huanga, [6].

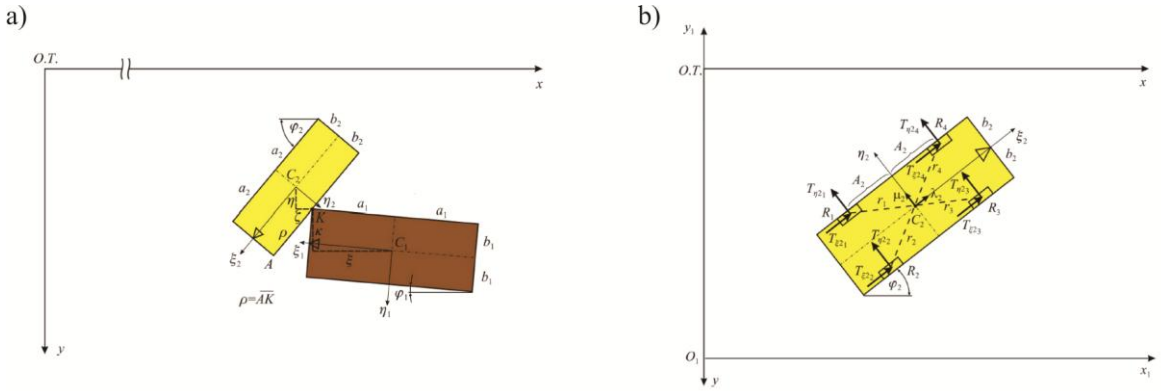
Svaka faza analizirana je primenom odgovarajućih zakona mehanike.

U prilaznoj fazi korišćen je Lineikinov model kretanja automobila, koji se zasniva na primeni Lagranževih jednačina druge vrste za neholonomne sisteme, na osnovu kojeg se simulira kretanje vozila do trenutka njihovog međusobnog kontakta.

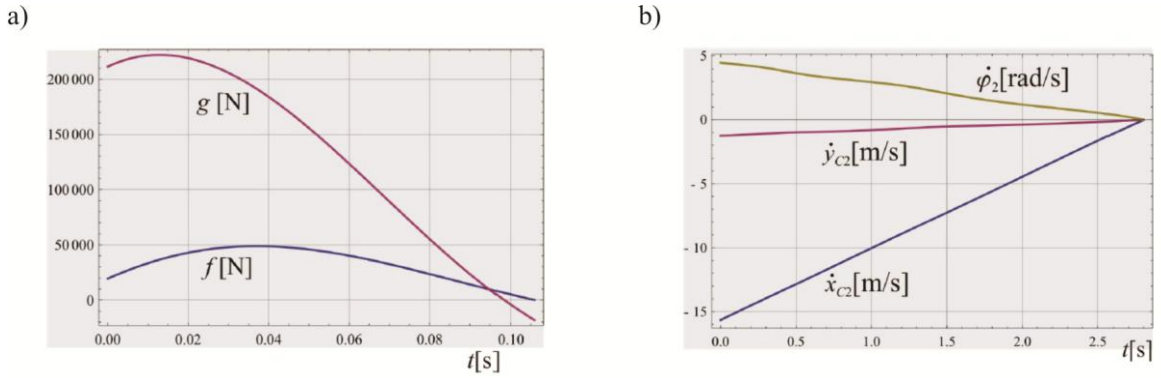
Tokom udarne faze, Slika 2*a*, proučava se kretanje vozila pri čemu se određeni delovi vozila deformišu. Korišćenjem geometrijskih principa i modela viskoelatičnog tela kao na Slici 1, moguće je odrediti zakon promene udarne sile, koja se odlikuje veoma velikim intenzitetom i veoma kratkim trajanjem, Slika 3*a*. Njutn-Ojlerove jednačine su postavljene za svako od vozila, a uzimajući u obzir i jednačine geometrijskih veza i konstitutivne jednačine, postavljen je zatvoreni sistem od 14 jednačina sa 14 nepoznatih veličina.

Na Slici 2*b* prikazane su sile koje dejstvuju između pneumatika i podloge vozila, koje dovode do zaustavljanja, a atributi kretanja tokom te faze prikazani su na slici 3*b*. Pošto je u toj fazi izgubljena upravljivost vozila, korišćena je dinamika rvnog kretanja krutog tela za oba vozila.

Ovde se radi o o složenom kretanju u redoslednom smislu, gde atributi kretanja na kraju jedne faze predstavaju početne uslove za sledeću fazu. Na osnovu dostupnih podataka o samoj saobraćajnoj nezgodi, pomoću simulacije sve tri faze sudara na opisan način, procenjene su brzine kretanja vozila neposredno pre sudara, koje vozila dovode najbliže evidentiranim zaustavnim pozicijama, što je i bio zadatak.



Slika 2. a) Pozicija vozila u trenutku započinjanja udarne faze; b) Sile koje dejstvuju na vozilo tokom treće faze procesa, usled kojih dolazi do zaustavljanja vozila nakon završetka faze sudara.



Slika 3. a) Dobijena rešenja z udarne sile tokom 2. faze, faze sudara, koja se meri milisekundama; b) Dobijena rešenja za brzinu centra mase i ugaonu brzinu vozila u trećoj fazi procesa, nakon sudara do zaustavljanja, dužina faze se meri sekundama.

4. DISKUSIJA: FUNDMENTALNO ZNANJE I „BLACK-BOX" ALATI

Opisani postupak pokazuje da je analiza od početka do kraja sprovedena na osnovu jasnih mehaničkih modela i fundamentalnih fizičkih i geometrijskih principa. Svaki korak je bio zasnovan na eksplicitno postavljenim jednačinama i proverljivim pretpostavkama.

Nasuprot tome, savremeni softverski paketi za rekonstrukciju saobraćajnih nezgoda omogućavaju unos parametara i automatsko generisanje rezultata. Iako su takvi alati izuzetno korisni, njihova pouzdana primena zahteva duboko razumevanje dinamike krutog tela, kontaktne mehanike, geometrijskih principa.

Bez tog znanja korisnik ne može dobro proceniti da li su ulazni podaci realni, da li su pretpostavke modela zadovoljene, niti da li dobijeni rezultati imaju fizičkog smisla.

U tom kontekstu, tehnološki napredak ne smanjuje značaj fundamentalnih disciplina, već ga dodatno naglašava. Zhao i saradnici, [2], ističu da teorijska mehanika ostaje osnova za razumevanje složenih sistema, dok Pao, [3], ukazuje na neraskidivu vezu između primenjene mehanike i inženjerske prakse.

5. ZAKLJUČAK

U uslovima ubrzanog tehnološkog razvoja, očuvanje i unapređenje fundamentalnih naučnih disciplina predstavlja strateški imperativ inženjerskog obrazovanja. Mehanika ne predstavlja samo skup procedura već daleko više od toga. Ona pruža čvrstu osnovu za razumevanje i modelovanje problema, razvija sposobnost kritičke analize, ali istovremeno otvara prostor za kreativno nalaženje novih rešenja zasnovanih na fundamentalnim principima.

Prikazani primer pokazuje da savremeni inženjerski problemi, čak i kada se rešavaju uz podršku digitalnih alata, ostaju duboko ukorenjeni u fundamentalnim zakonima mehanike. Dugoročni kvalitet inženjerskog obrazovanja zavisi od sposobnosti institutcija da prepoznaju i očuvaju tu ulogu.

Autori se zahvaljuju na podršci u okviru projekta Departmana za tehničku mehaniku Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, pod nazivom Savremeni problemi analitičke i primenjene mehanike: teorija, stabilnost i primene.

6. LITERATURA

[1] Sarat Singamneni, *The Role of Applied Mechanics in Bridging the Gaps in Prior Learning for Aspirants of Engineering Education*, Education Sciences, 11, 626, 2021., https://doi.org/10.3390/educsci11100626
[2] Guanyixuan Zhao, Yining Zhang, Yifan Xie, Zhenjie Liang, Rongjie Cai, Yihao Zhang, *Important Role of Theoretical Mechanics in Engineering*, Eng. Solut. Mech. Mar. Struct. Infrastruct., 1(2).8, ISSN：3006-2837, https://doi.org/10.58531/esmmsi/1/2/8, 2024.
[3] Yih-Hsing Pao*, Applied mechanics in science and engineering*, AppI Mech Rev vol 51, no 2, February 1998.
[4] Stefan Persaud, Mark Smit, *A 21st Century Approach to Engineering Mechanics Education*, International Conference on Engineering and Product Design Education, Oslo and Akershus University College of Applied Sciences, Norway, 7-8 September 2017.
[5] Vera C., Aparacio F., San Román J.L., *Theoretic model for the computer analysis of vehicle collisions*, Safety Science, 19, 179-189, 1995.
[6] Huang M., *Vehicle crash mechanics*, CRC Press, Boca Raton, 2002.

TEORIJSKA I PRIMENJENA MEHANIKA U NAUCI I INŽENJERSTVU

Miodrag Žigić[1], Nenad Grahovac[2]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]mzigic@uns.ac.rs, [2]ngraho@uns.ac.rs

Kratak sadržaj:*U ovom radu je prikazan kratak pregled razvoja teorijske i primenjene mehanike kao i njihov odnos prema nauci i nženjerstvu. Takođe je analiziran njihov uticaj na obrazovanje inženjera. U nastavku je data diskusija o savremenoj fizici, inženjerstvu i formiranju primenjene mehanike kao discipline u nauci i inženjerstvu. Prema časopisu Applied Mechanics Reviews koji izdaje Američko društvo mašinskih inženjera, čiji je impact faktor 16..1, primenjena mehanika je klasifikovana u 94 naslova u okviru 10 kategorija. Odnos nauke i inženjerstva i interakcija primenjene mehanike sa drugim disciplinama je šematski prikazan blok dijagramom. Na kraju je diskutovano o značaju izučavanja teorijske i primenjene mehanike prilikom obrazovanja inženjera u tehnološki inventivnom okruženju.*

Ključne reči:Teorijska mehanika/Primenjena mehanika/Inženjerstvo/Nauka/Obrazovanje

THEORETICAL AND APPLIED MECHANICS IN SCIENCE AND ENGINEERING

Abstract:*In this paper a brief overview of the development of theoretical and applied mechanics, as well as their relationship to science and engineering, are presented. Their impact on engineering education is also analyzed. The following is a discussion of modern physics, engineering and the formation of applied mechanics as a discipline in science and engineering. According to the journal Applied Mechanics Reviews published by the American Society of Mechanical Engineers, whose impact factor is 16..1, applied mechanics is classified into 94 subjects within 10 categories. The relationship between science and engineering and the interaction of applied mechanics with other disciplines is schematically shown in a block diagram. At the end, the importance of studying theoretical and applied mechanics during the education of engineers in a technologically inventive environment is discussed.*

Key Words: Theoretical mechanics/Applied mechanics/Engineering/Science/Education

1. UVOD

Čuveni austrijski fizičar i filozof Ernst Mach je u svojoj knjizi Science of mechanics [1], o mehanici je napisao „That branch of physics which is at once the oldest and the simplest .. is concerned with the motion and equilibrium of masses. It bears the name of mechanics." U preglednom radu [2], mehanika je kratko definisana kao nauka koja proučava mehaničko kretanje i deformaciju materijalnih tela pod dejstvom sila. Mehaničko kretanje podrazumeva promenu položaja tela u prostoru tokom vremena a deformacija relativnu promenu položaja materijalnih čestica unutar tela. Teorijska mehanika se oslanja na neki konačan broj zakona(aksioma) koje uzima za apsolutno tačne i iz njih se razvija deduktivno pomoću strogih matematičkih metoda, [3]. Istorijski razvoj teorijske mehanike od doba Arhimeda i Aristotela do današnjih dana je prikazan u radu [4]. Početkom 20. veka, inženjeri istraživači u građevinskom i mašinsko-vazduhoplovnom inženjerstvu, zajedno sa nekoliko fizičara i matematičara, formirali su novu disciplinu koja se zove primenjena mehanika [2], koja predstavlja mnogo više od primene mehanike u ostalim granama nauke i inženjerstva, što bi se na osnovu definicije mehanike moglo na prvi pogled zaključiti.

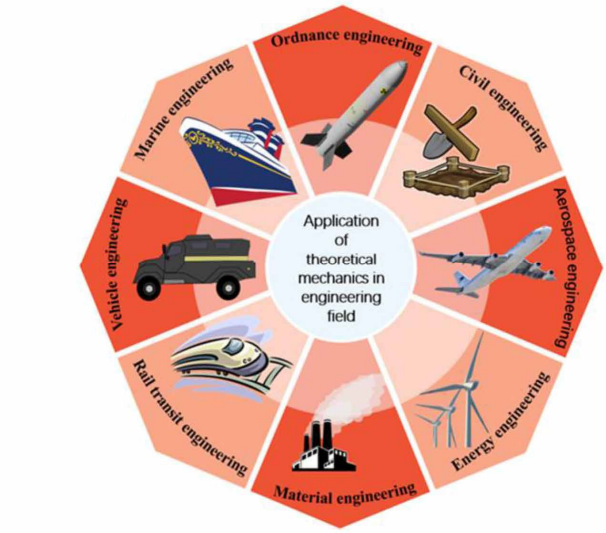
Reč nauka, nije tako lako objasniti jer se ona ne može definisati korišćenjem naučne terminologije. Izvedena je oko 14. veka od latinske reči *scientia* što znači imati znanje. Korišćenje reči nauka sa današnjim značenjem je počelo u drugoj polovini 18. veka kada je mehanika kao i znanja iz elektriciteta, magnetizma, hemije i biologije bila značajno razvijena, [2]. U današnje vreme nauku bi mogli definisati kao skup sistematizovanog znanja potvrđenog činjenicama. Nauka se može podeliti na prirodne i društvene nauke. Reč nauka koja figuriše u naslovu rada predstavlja prirodne nauke. Reč inženjerstvo je izvedena od latinske reči *ingeniare* što znači osmisliti, izmisliti. Ona je u početku bila vezana samo za rad vojnih inženjera. Vojnike koji su se bavili konstrukcijom i pravljenjem katapultova i ovnova za napad na utvrđenja zu zvali *men of ingenuity* (génie na francuskom). Kasnije sredinom 18. veka u francuskoj se pojavila grupa civila koji su obavljali izgradnju puteva, mostova i kanala. Znanje koje su stekli i rad koji su obavljali nazvani su građevinsko inženjerstvo(civil engineering). Danas reč inženjerstvo označava skup znanja u svim granama tehnologije i profesiju koja se bavi umetnošću usmeravanja i prilagođavanja izvora energije u prirodi za upotrebu i udoban život čoveka, [2].

Imajući u vidu značaj teorijske i primenjene mehanike u nauci i inženjerstvu izuzetno je važno posvetiti posebnu pažnju organizaciji i kvalitetu obrazovanja inženjera iz oblasti teorijske i primenjene mehanike.

2. MEHANIKA KAO NAUKA I NJENA PRIMENA U INŽENJERSTVU

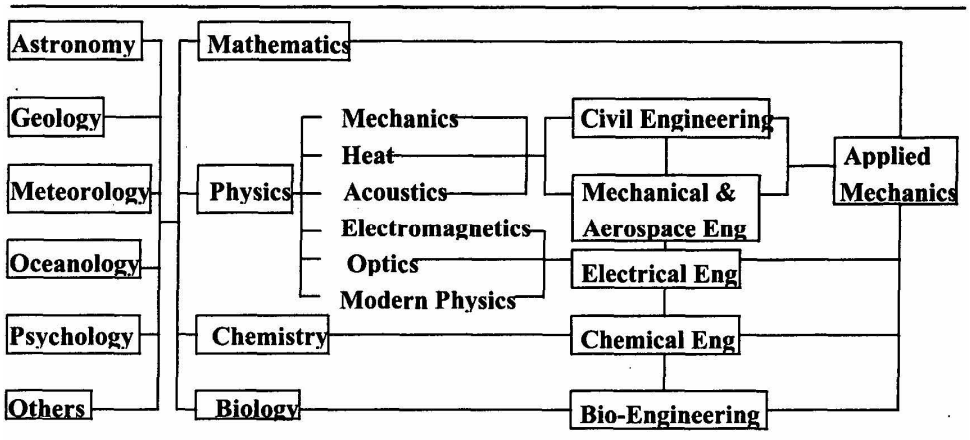
Teorijska mehanika, fundamentalna za inženjerstvo, ključna je za tehnološki napredak u mnogim oblastima kao što su npr. mašinski dizajn, građevinarstvo, energetika i vazduhoplovstvo. Uprkos svojoj širokoj primeni, izazovi se javljaju prilikom upotrebe u složenim sistemima ili interdisciplinarnim studijama, gde postojeći modeli i metode mogu biti nedovoljni. Razvoj primenjene mehanike čija istraživanja tokom veka postojanja nisu samo dovela do razvoja novih inženjerskih proizvoda, već su i proširila znanje klasične ili čak moderne fizike. Primenjena mehanika je proširujući svoju osnovu obuhvatajući sve grane i osnovnih i primenjenih nauka, proširila i svoje primene na elektrotehniku, hemiju i bioinženjering, [2].

Neki od pravaca primene teorijske mehanike u inženjerstvu navedeni su na Slici 1. Služeći kao temeljni stub unutar inženjerstva, teorijska mehanika neprestano doprinosi dobrobiti čovečanstva i napretku društva. U okviru nje se koristi niz sofisticiranih matematičkih alata za sprovođenje temeljnih izvođenja i proračuna, što kulminira formulisanjem preciznih, matematički izraženih zaključaka, [4].



Slika 1. Primene teorijske mehanike u različitim oblastima inženjerstva, [4].

Brza evolucija nauke i tehnologije podstakla je pojavu brojnih poddisciplina i interdisciplinarnih oblasti unutar teorijske mehanike, uvodeći različite mehaničke modele i značajno proširujući primenljivost ove oblasti, što je i dovelo do pojave primenjene mehanike početkom 20. veka.



Slika 2. Interakcija primenjene mehanike sa naukom i inženjerstvom, [2].

Odnos između nauke i inženjerstva i interakcija primenjene mehanike sa drugim disciplinama mogu se sumirati u blok dijagramu prikazanom na Slici 2, koji je preuzet iz rada [2]. Iz dijagrama možemo jasno utvrditi da je primenjena mehanika grana nauke, kao i profesija u inženjerstvu. Da je primenjena mehanika disciplina i u nauci i u inženjerstvu može se videti iz „Main Headings of the Subjects Classification Scheme" časopisa Applied

Mechanics Reviews. AMR je mesečna publikacija ASME-a, koja pregleda hiljade istraživačkih članaka u skoro 500 međunarodnih časopisa povezanih sa primenjenom mehanikom. Godine 1990, AMR je klasifikovao predmete u deset kategorija kao što se vidi u tabeli, preuzetoj iz rada [2], prikazanoj na Slici 3. Primer: Od deset kategorija sa Slike 3, prvih šest, I. Osnove i osnovne metode, II. Dinamika i vibracije, III. Automatsko upravljanje, IV. Mehanika čvrstih tela, V. Mehanika fluida i VI. Termičke nauke, čine jezgro primenjene mehanike. Preostale tri se bave primenom na VII. Nauku o zemlji, VIII. Energiju i životnu sredinu, i IX. Biološke nauke. Poslednja kategorija, X. Opšte i razno, koristi se više za recenzije knjiga i beleške o AMR nego za članke u časopisima.

I. Foundations and Basic Methods
Continuum mechanics
Finite element methods
Finite difference methods
Other computational methods
Modeling
Experimental systems analysis

II. Dynamics and Vibration
Kinematics and dynamics
Vibrations of solids (basic)
Vibrations (structural element)
Vibrations (structures)
Wave motions in solids
Impact on solids
Waves in incompressible fluids
Waves in compressible fluids
Solid fluid interactions
Astronautics (celestial, orbital mechanics)
Explosions and ballistics
Acoustics

III. Automatic Control
Systems theory and design
Control systems
Systems and control applications
Robotics
Manufacturing

IV. Mechanics in Solids
Elasticity
Viscoelasticity
Plasticity and viscoplasticity
Composite material mechanics
Cables, ropes, beams, etc.
Plates, shell, membranes, etc.
Structural stability (buckling, postbuckling)
Electromagneto-solid mechanics
Soil mechanics (basic)
Soil mechanics (applied)
Rock mechanics
Materials processing
Fracture and damage process
Fracture and damage mechanics
Experimental stress analysis
Materials testing, stress analysis
Structures (basic)
Structures (ground)
Structures (ocean and coastal)
Structures (mobile)
Structures (containment)
Friction and wear
Machine elements
Machine design
Fastening and joining

V. Mechanics in Fluids
Rheology
Hydraulics
Incompressible flow
Compressible flow
Rarefied flow
Multiphase flows
Wall layers (incl boundary layers)
Internal flow (pipe, channel, Couette)
Internal flow (inlets, nozzle diffusers, cascades)
Free shear layers (mixing layers, jets, wakes,
cavities, plumes)
Flow stability
Turbulence
Electromagneto-fluid and plasma dynamics
Naval hydrodynamics
Aerodynamics
Machinery fluid dynamics
Lubrication
Flow measurements, visualization

VI. Thermal Sciences
Thermodynamics
One phase convection
Two phase convection
Conduction
Radiation, combined modes
Devices and systems
Thermomechanics of solids
Mass transfer
Combustion
Prime movers, propulsion systems

VII. Earth Sciences
Micromeritics
Porous media
Geomechanics
Earthquake mechanics
Hydrology, oceanology, meteorology

VIII. Energy and Environment
Fossil fuel systems
Nuclear systems
Solar and other energy systems
Wind energy systems
Ocean energy systems
Energy distribution and storage
Environmental mechanics
Hazardous waste containment and disposal

IX. Biosciences
Biomechanics
Human factors, rehabilitation, sports
Rehabilitation engineering
Sports mechanics

X. General and Miscellaneous

* From "main heading of subjects classification scheme," *Applied Mechanics Reviews*, **43**(12) 371-375, Dec 1990.

Slika 3. Klasifikacija primenjene mehanike prema časopisu Applied Mechanics Reviews, [2].

Čista nauka pruža osnovna znanja za razvoj inženjerstva. Od pet glavnih disciplina, građevinarstvo i mašinstvo se zasnivaju na tri oblasti fizike: mehanici, akustici i toploti; elektrotehnika se zasniva na tri različite oblasti: elektromagnetici, optici i modernoj fizici. Hemijsko inženjerstvo se zasniva na hemiji, a bioinženjerstvo se očigledno zasniva na biologiji. U potrazi za znanjem, nauka se bavi prirodnim fenomenama i prirodnim objektima u univerzumu, dok se inženjerstvo bavi fenomenima koje je stvorio čovek i proizvodima koje je stvorio čovek u društvu. Pored toga, proces inženjerstva uključuje istraživanje, projektovanje, proizvodnju ili izgradnju, održavanje i marketing, a na sve to utiču ljudski elementi kao što su bezbednost, ekonomija i zakonitost. U tom smislu, inženjerstvo se veoma razlikuje od čiste nauke, i nije primenjena nauka. Mnogo je raznovrsnije i inteligentnije i više doprinosi razvoju ljudskog društva.

Kao fundamentalna nauka sa dubokim korenima, teorijska mehanika ne samo da zauzima centralnu poziciju u tradicionalnim inženjerskim oblastima kao što su građevinarstvo, nauka o materijalima i mašinstvo, već igra podjednako ključnu ulogu u oblastima u razvoju kao što su biomedicina i mikro i nanotehnologija, [4]. Posebno u oblasti mikro i nanotehnologije, uvođenje teorijske mehanike pruža solidnu teorijsku podršku i inovativnu metodologiju za istraživanje. Primenom principa teorijske mehanike, istraživači su u mogućnosti da steknu dublje razumevanje i predviđanje mehaničkog ponašanja na nanoskali, što je neophodno za projektovanje i optimizaciju struktura na mikro i nanoskali. Ove studije ne samo da proširuju obim primene same teorijske mehanike, već i unose novu snagu i mogućnosti u razvoj mikro i nanotehnologije. Integracija teorijske mehanike i biomedicine dovela je do obećavajuće interdisciplinarne discipline biomehanike, koja pokazuje veliki potencijal u modeliranju kretanja živih organizama, razumevanju složenih mehaničkih svojstava biomaterijala i razvoju naprednih medicinskih uređaja. U oblasti nauke o materijalima, primena teorijske mehanike promoviše suštinsko razumevanje odnosa između mikrostrukture i makroskopskih svojstava materijala i pruža teorijske smernice za projektovanje i proizvodnju visokoperformansnih materijala.

Uzimajući u obzir značaj teorijske i primenjene mehanike za razvoj nauke i inženjerstva, obrazovanje inženjera bi trebalo modifikovati kako bi se iskoristile sve prednosti tehnološki inventivnog okruženja, ali je veoma važno

naglasiti da modifikacija ne znači odustaje od klasičnog pristupa koji treba da ostane baza koja će se nadograđivati korišćenjem savremenih metoda i alata, vidi [5] i [6]. U radovima [7], [8] i [9] je prikazano nekoliko mogućih pravaca razmišljanja u cilju podizanja kvaliteta izvođenja nastave iz mehanike na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

3. ZAKLJUČAK

Sve u svemu, teorijska i primenjena mehanika, kao most koji povezuje različite kao naučne tako i inženjerske discipline, i dalje imaju široku perspektivu razvoja u budućnosti kao i nezamenljivu ulogu u promociji naučnog napretka, olakšavanju tehnoloških inovacija i rešavanju praktičnih inženjerskih problema, otvarajući više mogućnosti za razvoj ljudskog društva. U tom smislu obrazovanje inženjera iz oblasti mehanike nikako ne treba da bude skrajnuto već naprotiv treba mu posvetiti pažnju koju svojim značajem zaslužuje.

Autori se zahvaljuju na podršci u okviru projekta Departmana za tehničku mehaniku Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, pod nazivom Savremeni problemi analitičke i primenjene mehanike: teorija, stabilnost i primene.

4. LITERATURA

[1] Ernst Mach, *Science of Mechanics (1893)*, reprinted by Open Court Publication, 1960.
[2] Yih-Hsing Pao, *Applied mechanics in science and engineering*, Appl Mech Rev, 51(2), 151 - 153, 1998.
[3] Dragan T. Spasić, *Mehanika (osnove, opšte i proširenja)*, Fakultet Tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, u pripremi.
[4] Guanyixuan Zhao, Yining Zhang, Yifan Xie, Zhenjie Liang, Rongjie Cai, Yihao Zhang, *Important Role of Theoretical Mechanics in Engineering*,Eng. Solut. Mech. Mar. Struct. Infrastruct.1(2).8,2024.
[5] Stefan Persaud, Mark Smit, *A 21st century approach to engineering mechanics education*, International conference on engineering and product design education 7 & 8 September 2017, Oslo and Akershus University college of applied sciences, Norway, 2017.
[6] Rajibul Karim, *Teaching and Learning of Fundamentals of Mechanics in an Innovative Way to Maximize Students' Understanding*, 2nd WIETE Annual Conference on Engineering and Technology Education, Pattaya, Thailand, 2011.
[7] Nenad Grahovac, Miodrag Žigić, *Analiza i simulacije u inženjerstvu primenom softverskog paketa Mathematica,* XXV Skup Trendovi razvoja: Kvalitet visokog obrazovanja, Kopaonik, 11.-14. 02.2019.
[8] Miodrag Žigić, Nenad Grahovac, *Savremene metode rešavanja inženjerskih zadataka,* XXVI Skup Trendovi razvoja: Inovacije u modernom obrazovanju, Kopaonik, 16.-19. 02.2020.
[9] Armin Berecki, Nenad Grahovac,Miodrag Žigić, *Integracija eksperimentalnih metoda u nastavni proces: Analiza udarnih sila u mehaničkim sistemima,* XXX Skup Trendovi razvoja: Nastavnici i saradnici kao centar promena u visokom obrazovanju, Vrnjačka Banja, 7.-10. 02.2024.

IZAZOVI I MOGUĆNOSTI PRIMENE PERSONALIZOVANOG UČENJA UZ PRIMENU GENERATIVNE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE

Dragan Domazet
Metropolitan univerzitet u Beogradu, Fakultet informacionih tehnologija, Srbija,
dragan.domazet@metropolitan.ac.rs

Kratak sadržaj: U radu se navode izazovi i mogući odgovori na izazove u primeni personalizacije studijskih programa u skladu sa posebnim zahtevima pojedinih studenata i poslodavaca. Predložena su tri nivoa kompetencija svakog predmeta i svake njegove lekcije. Prvi nivo N1 sadrži obavezne, a nivo N2 – opcione kompetencije. Nivo N3 omogućuje najboljim studentima razvoj njihovog kritičnog mišljenja, njihovih analitičkih i kreativnih sposobnosti. Kako za svaku lekciju je potrebno razviti skup nastavnih materijala i predispitnih obaveza, predviđena je upotreba generativne inteligencije, ali uz odgovarajuća ograničenja i zahteve. Personalizacija omogućava da se na zahtev studenta ili poslodavca kreira i personalizovana lekcije, ili deo lekcije, i time se studijski program oblikuje za potrebe studenata i poslodavaca koji imaju posebne zahteve.

Ključne reči: personalizovano učenje, primena AI u visokom obrazovanju, personalizacija kompetencija studenta

CHALLENGES AND POSSIBILITIES OF APPLICATION OF PERSONALIZED LEARNING USING GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract: *The paper lists the challenges and possible answers to the challenges in the application of the personalization of study programs in accordance with the special requirements of individual students and employers. Three levels of competence are proposed for each subject and each of its lessons. The first level N1 contains mandatory, and the level N2 – optional competences. Level N3 enables the best students to develop their critical thinking, their analytical and creative abilities. Since for each lesson it is necessary to effectively develop a set of teaching materials and pre-examination obligations, the use of generative intelligence is foreseen, but with appropriate restrictions and requirements. Personalization makes it possible to create personalized lessons, or part of a lesson, at the request of a student or employer, and thus the study program is designed for the needs of students and employers who have special requirements.*

Key Words: *personalized learning, application of genAI in higher education, personalization of student competencies*

1. UVOD

Sve brži razvoj novih tehnologija, posebno (Informacionih tehnologija), kao i sve veća primena generativne veštačke inteligencije (genAI) ima za posledicu da i novi planovi i programi studijskih programa visokoškolskih ustanova (VŠU) vrlo brzo postaju zastareli, te moraju sve češće da se menjaju i prilagođavaju promenama tehnologija i zahteva poslodavaca. Promena genAI može da pruži značajnu pomoć nastavnicima koje treba da vrše promene u svojim predmetima, kao i u pratećim nastavnim materijalima (tekst lekcija, PPT prezentacije, testovi, zadaci, projekti i dr.). U poslednjih par godina objavljeno je puno radova, preporuka, i knjiga na ovu temu, kao i raznih genAI alata [1, 3-7]. Istraživanja primene veštačke inteligencije za potrebe personalizovanog učenja n Metropolitan univerzitetu su počela 2012. godine primenom ekspertnih sistema koji su preko pravila uređivali sadržaj nastavnih materijala sastavljanih od više malih objekata učenja . Od 2022. godine, istraživanja su proširena primenom generativne veštačke inteligencije [1]. Zbog ograničenog prostora, u ovom radu će fokus biti na koncepcijskim aspektima primene genAI.

2. IZAZOVI I ODGOVORI NA IZAZOVE PRIMENE PERSONALIZOVANOG UČENJA

Studijski program se projektuje s ciljem da se obezbedi diplomiranim studentima kompetencije za koje postoji tražnja na tržištu. Uobičajeno je da visokoškolska ustanova u svojim programima obezbeđuje obavezne kompetencije (za sve studente) i izborne, koje student bira izborom izbornih predmeta ili izbornih modula. Da bi se koristili izborni moduli, potrebno je da na studijskim programima studira veći broj studenata, kako bi izborni moduli imali dovoljno studenata da budu rentabilni. U uslovima opadanja broja studenata zbog posledica pada nataliteta, veće ponude upisa koja nadmašuje tražnju u Srbiji a i odlaska potencijalnih studenata na studije u inostranstvo (npr. u Sloveniju, Italiju i dr. države), VŠU, pogotovu manje, umesto modula, mogu da nude samo izborne predmete, i njihovo povezivanje preko preduslova. Zbog potreba da se formiraju (a i gase) novi izborni predmeti u sve kraćim periodima jer u malim zamljama se brzo zadovolji specifična tražnja kompetencija ili od strane studenata ili poslodavaca. Ovde se zajedno

prikazuju uočeni izazovi i mogući odgovori na ove izazazove u primeni personalizoavnog učenja uz pomoć generativne veštačke inteligencije.

Izazov 1: *Neophodno je brzo formiranje novih izbornih predmeta, sa kratkim vremenom upotrebljivosti*.

Odgovor na izazov 1: *VŠU treba da budu otvorene na zahteve studenata i poslodavaca da se uvedu novi izborni predmeti ili zamene neke lekcije novim, u postojećim izbornim predmetima, koj se mogu nuditi dok traje potreba kompetencijama koje oni obezbeđuju studentima,*

Ovo zahteva stalno i brzo pripremu nastavnika za pripremu i nastavu novih programskih sadržaja, novih ili postojećih izbornih predmeta, a pri tome, to ne sme da ugrozi potreban nivo kvaliteta nastave. Pored same nastave, potrebno je u kratkom periodu razviti odgovarajuće nastavne

Izazov 2: *Brza priprema nastavnika i saradnika za nastavu na novim izbornim predmetima, ili novim trmama, uz uslov da se time ne ugrozi neophodan nivo kvaliteta nastave.*

Izazov 2: *Brza priprema nastavnika i saradnika za nastavu na novim izbornim predmetima, ili novim temama, uz uslov da se time ne ugrozi neophodan nivo kvaliteta nastave*

Odgovor na izazov 2: *Primenom genAI nastavnici mogu da steknu brzi uvid u stanje nauke i tehnologije kada treba da pripreme program novog predmeta, i jedne ili više novih lekcija postojećih predmeta. Na taj način mogu brzo da pripreme potrebne nastavne materijale i ceo skup neophodnih prdeizpitnih obaveza studenata-*

Trenutno, postoje ograničenja za obim promena akreditovanih studijskih programa. Zbog potreba da se sada vrše veće i kratkoročnije promene, neophodno je da takve promene budu dozvoljene standardima kvaliteta ili zakonom.

Izazov 3: *Neophodno je da standardi akreditacije omoguće akreditovanim VŠU da mogu da vrše brze promene i dopune studijskih programa u skladu sa novim potrebama poslodavaca i studenata, bez ili sa malo ograničenja.*

Odgovor na izazov 3: *Standardi za akreditaciju studijskih programa, treba da akreditovanim VŠU daju autonomnost i slobodu uvođenja novih predmeta ili lekcije postojećih predmeta na zahtev pojedinih studenata ili poslodavaca . Na taj način se može ostvariti personalizacija programa u skladu sa pojedinačnim potrebama studenata i poslodavaca.*

Sve promene, pogotovu u slučajevima korišćenje generativne veštačke inteligencije, potrebno je utvrditi i izazove koje su specifične za primenu veštačke inteligencije u obrazovanju [ ]. Za razliku od primene GenAI alata u firmama, na radnim mestima, gde je važno što pre uspešmo rešiti poslovni zadatak pa i primenom GenAI alata, obrazovne institucije pri primeni generativne inteligencije od strane studenata (npr. pri izradi predispitnih obaveza) moraju da obezbede da *studenti razumeju odgovore koje dobijaju na svoje upite od nekog genAI alata. Veštačka inteligencije ne bi trebalo da zameni upotrebu udžbneika i nastavnih materijala, već samo da je dopuni.*

Izazov 4: *U cilju pripreme za potrebe svojih budućih radnih zadataka kod poslodavaca, studenti treba da koriste odgovarajuće genAI alate, kako bi brže nalazili potrebne informacije, izvore znanja i rešavali poslovne zadatke na jedan profesionalni način. Međutim, dok su na studijama, studenti mogu da koriste GenAI alate pri radu na predispitnim obavezama (npr. projekata, seminarskih radova, studija slučajeva i dr.), ali moraju da pokažu da razumeju dato rešenje zadatka, kao i da poseduju odgovarajuće znanje i veštinu primene tog znanja.*

Odgovor na izazov 4: *VŠU treba da omoguće studentima sticanje kompetencija u primen GenAI, jer će im te kompetencije biti potrebne kada se zaposle kod poslodavaca. Međutim, posebnim pravilnikom treba da definišu studentima ograničenja i obaveze u njihovoj primeni pri izradi pojedinih predispitnih obaveza. VŠU treba da se obaveže da će za svaku predispitnu obavezu organizovati odbranu studenta, koji mora da pokaže stečeno relevantno znanje i ili veštinu primene tog znanja, kao i da sa razumevanjem obrazloži rešenja do kojih je došao radom na predispitnim obavezama.*

Analize efikasnosti studija pokazuju opadanje broja studenata u narednim godinam studija, bilo produženjem perioda studiranja, bilo napuštanja studija, ili prealskom na studije na drugoj. Napuštanje studija je najizrazitije u prvoj godini studija

Izazov 5: *VŠU treba da posebnu pažnju obrate studentima koji su zainteresovani samo da polože ispit i sa ocenom 6, jer nemaju interesovanje ili mogućnosti za stecanje većih kompetencija. VŠU bi trebalo da povećaju prohodnost na prvoj, pa i na ostalim godinama studija, ali bez snižavanja kvaliteta nastave i kriterijuma ocenjivanja,*

Odgovor na izazov 5: *U cilju povećanja efikasnosti studija i prohodnosti studija, a bez ugrožavnaja kbaliuteta studija, VŠU može da za svaki predmet prdvidi mogućnost stcanja dva nivoa kompetetnosti, Nivo 1: Sadrži kompetencije koje su obavezne za sve studente i koji im bezbeđuju ocenu 6 ako ih u potpunost steknu. Nivo 2: Sadrži dodatne, izborne kompetencije u okviru svake lekcije i njenih tema, koje omogućavaju dublja znanja i bolje veštin , a koje studentima omogućavaju dobijanje ocena od 7 do 9.*

Primena veštačke inteligencije u poslovanju sve više zamenjuje zaposlene koji rade rutinske mentalne ili vizičke poslove (softevrski ili fizički roborti) kao i poslove sa relativno niskim nivoom kompetetnosti. Poslodavci sve više traže kandidate za posao koji poseduje veći nivo kompetencija, a posebno one koji su kreativni, inovativni i koji imaju dobre komunikaione veštine.

Izazov 6: V*ŠU treba da omogući studentima da, pored sticanja novih kompetencija, razvijaju i svoje kritačno mišljanje, analitičke i kreativne sposobnosti sposobnost, kao i komunikacione veštine.*

Odgovor na izazov 6: *Pored nivoa kompetetnosti N1 i N2, VŠU treba da ociono ponudi i Nivo 3 koji studetima koji su stekli preduslove za nivo N3, da mogu za razviju svoje kritačno mišljanje, analitičke i kreativne sposobnosti*

sposobnost, kao i komunikacione veštine prepremom eseja na pojedine ponuđene ili predložene od strane studena tema, koje student priprema u konsultacija sa predmetnim nastavniko, i koje brani na organizovanoj debati pred studentima na predmetu. Nastavnik određuje i studenta koji je oponent u diksuiji, i čiji je zadatak da kritički analizira izložen esejski rad studenta na izabranu temu. Ostali student, kao i nastavnik, imaju pravi da učestvuju u debati. Na kraju nastavnik određuje broj poena koje student dobija, a koji mu omogućava da dobije i ocenu 10. ili 9.

Primena generativne veštačke inteligenciuje otvara i druga, ne-tehnološka pitanja, kao što su pitanje korišćenja tuđe intelektualne svojine, pitanje autorskih prava, pitanje zaštite ličnih podataka i pitanja zloupotreba rezultata genAI alata (na primer montiranje fotografija, video snimaka sa generisanim likovima, sa generisanim njihovim izjavama i dr. Takve zluoupotrebe postaju sada široko dostupne i neophodno njihovo otkrivanje i sankcionisanje. Pojedini autori udžbenika, radova i knjiga, njihov sadržaj dobijaju u celini korišćenjem generativne veštačke inteligencije, i na osnovu toga stiču nezaslužno autorstvo, finansijsku dobit ili unapređenja i priznanja. Zato etička i pravna pitanja primene generativne inteligencije postaju nezaobilazan aspekt i primene generativne veštačke inteligencije u obrazovanju.

Izazov 7: *Nastavnici i autori nastavnih materijala i udžbenika, moraju da poštuju prava intelektualne svojine, autorska prava i da primenjuju odgovarajuće etičke principe pri pripremi nastavnih materijala, udžbenika i svojih naučnih radova. I nastavnici i studenti, pored navedenog, ne smeju da se služe plagiraizmom. Sa primenom veštačke inteligencije, dolazi do masovnog kršenja etičkih principa i pravnih ograničenja, te je poseban izazov kako automatizovati njihovo otkrivanje i sprećavanje.*

Odgovor na izazov 7: *Posebnim pravilnikom o pripremi nastavnih materijala i nastave , VŠU je dužna da definiše obaveze koje nastavnici i autori nastavnih materija a moraju da poštaju, kada je reč o etičkim principima u obrazovanju, načinu kontrole plagijarizma, prava privatnosti. Pored pravilnika, VŠU je dužna da primenom GenAI ugradi automatsko nalaženje kršenja definisanih etičkih principa, autorskih prava, prava privatnosti i pojavu plagijarizma. Da bu+i se obezbeilo efikasno otklananje nepravilnosti u pripremi nastavnih materijala, poželjno je da se primeni i GenAI rešenje za otklanjanje utvrđenih nepravilnosti, što bi povečavalo efikasnost promena, a i garanotvalo otklanjanje uočenih nedostataka i kršenja postavljenih pravila.*

Implementacija odgovora na uočene izazove, dovela bi do ostvarivanje ciljeva personalizacije studijskih programa, primena GenAi u implementacija bi znatno povećalo efikasnost pripmene navedenih odgovora i rešenja. Bez GenAi, posao nastavnika i saradnika bio bi vrlo veliki i zamoran, te samim tim i ugožena bi bila volja za primenom personalizacije studijskih programa. Nastavnike i saradnike treba osloboditi rutinskih i dugotrajnih priprema testova i tačnih odgovora na oitanja, priprema tekstoba i prezentacija svake lekcije, pogotovu kada sve predispitne obaveze i sve oblike nastavnih materijala treba pripremiti posebno za Nivo1 i Nivo 2 kompetencija. Za nivo 3, GenAI može biti i dodatni recenzent eseja studenata. Brza o definasnje novih predmeta, lekcija i li pojedinih tema, samo za pojedine studente koji ih žele, zahteva i promenu ispita, I ispiti postaju u jednom delupersonalizovani, jer student koji koristi personalizobani deo plana i programa predmeta, za taj deo mora da dbbije i personalizovana pitanja i zadatke na ispitu, što zahteva i odgovarajuću poodršku inofrmacionog sistema VŠU.

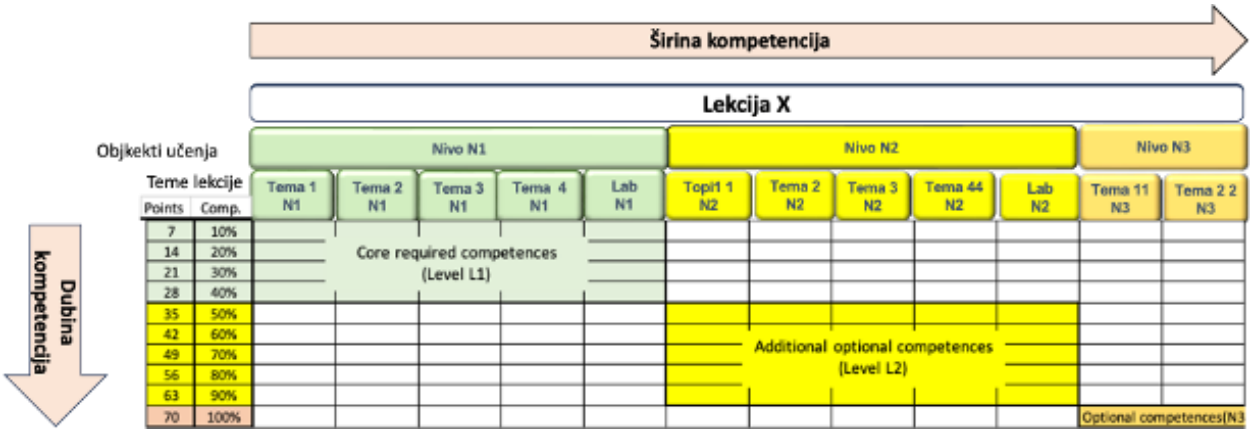
Korsiti od personalizacije imaju svi, i studenti (uče ono što ih interesuje), i nastavnici sa sardnicima GenAI im olakšava pripremu nastave) i poslodavci (zapošljavanju studnte sa unikatnim kompetencija, koje su samo njima potrebne. Male zelje, sa malom industrijom, bez velikih firmim za koje se mogu isplativo pripremati odgovarjući studijski programim, moraju da svoje programe personalizuju, kako bi zadovoljili poptrebe poslodavaca. Ako imaju veći broj izbornih predmeta pripremljenih za personalizovani deo svojih kurikuluma, ona će biti privlačniji za stuidente i time povećati njihov broj koji je u poslednjem periodu u stalnom opadanju. To može biti privlačno i za insotrane studente koji mogu da popunjavaju manjak studenata iz Srbije, Zato je važno da VŠU dostignu visok nivo kvaliteta svojih strudija, i u procesu kontrole nastave i nastavnih materijala, kao i njene primene, neophodno je koristiti inteligentne sisteme bazirane na primeni veštačke inteligencije, kako bi se otkrivala odstupanja od pravila kvaliteta nastave i otklanjale učene +ni nedostaci u održavanju kvaliteta studija.

3. STANJE PRIMENE PERSONALIZACIJE STUDIJA NA METROPOLITAN UNIVERZITETU

Da bi se primenila navedena rešanja, potrebna su razvijena tehnička rešenja za personalizaciju, s jedne strane, a i pravila akreditacije koje ja ne opetaju primenu tih rešenja. U tom slilu, u prprethodne dve godine, primena tri nivoa kampetencija je bila opcija za unastavnike i autore nastavnih materijala. O 2026/27 akademske godine, to postaje obaveza na svim integrisanim fakultetima Metropolitan unigverziteta, sem na Fakultetu digitalnih umetnosti, zbog sp cepefičnosti nastave na predmetima iz umetnosti i dizajna. Na predmetima nauka o umetnostima, primenju se tri nivoa kompetetnosti. Slika 1 daje grafički prikaz Mogućnosti primene tri nivoa kompetenosti, kao i mogučnsoti dodavanja opcionih personalizovanih izbornih predmeta. Za sve predmete su definisani planovi i programi predmeta (silabusi) koji definišu nastavne sadržaja za svaki od tri nivoa stduija, kao i odgovarajuće predispitne obaveze. Definisani su korpusi kompetencija sa svaki studijski program, i obezbeđeno je praćenje njihove primena na nivo svakog predmeta, i svake njegove lekcije. Na taj način se prati razvoj i primena definisanih ciljeva, ishoda učenja, kompetencija do svake lekcije i njene teme.

Na slici 1 je predstavljna struktura jedne lekcije jednog predmeta osnovnih akademskih studija. Na Metropolitan univerzitetu student može da obezbedi do 70 poena radeći na predispitnim obavezama, a 30 poena dobija na samom ispitu. Da bi položio ispit student mora da obezbedi najmanje 35 poena iz predispitnih obaveza, a najmanje 15 poena radeći ispitna pitanja i zadatke. Slika 1 pokazuje po hoorizontalnoj osi širinu kompetencija koje lekcija obezbeđuje,

a koju definišu sadržaji tema koje lekcija sadrži. Vertikalna osa pokazuje dubinu kumpoetencija koje lekcija obebzeđuje u svakoj temi lekcije. Ako student ne može da obezbedi 28 poena na nivo N1, on ih može dopuniti sa nivo N2. Međutim, time se emože nadoknaditi najviše do 20% nedostajućih kompetencija nivoa 1. Zato, svaki student treba da pokuša i da radi predispitne obaveze, a kasniji+je i ispit, i na sticanju dela ponuđenih kompetencija koje obezbeđuje nivo N2, da bi ostvario neophodnih 35 poena za izlazak na ispit. dok zadovoljenje 28 poena obezbeđuje, uslove da na ispitu, student dobije ocenu 6. Ako stekne više poena na nivou N2, može da dobije ocene 7, 8 i 9. Nivo N3 obezbeđuje studentu mogućnost da radeći na ponuđenim ili predloženim temema za eseje, da izlaganjem svojih eseja na debati pred drugim studentom i svojim kolegom, oponentom, obezbedi najviše 70 poena. Ako želi da ostavri i kompetencije koje obezbeđuje nivo N3, on rad od 1. do 3. eseja (zavisno od predmeta) na kojima može da dobije ocenu 9 ili 10. a Na zahtev pojedinih studenata, ili poslodavaca, nastavnik može da pripremi, uz pomoć GenAi nastavne materijale i predispitne obaveze relatvno brzo, ne samo na nivo 2, već i na nivou N1, ako je to potrebno. Jedna lekcija na taj način može vremenom da ima veći broj personalizovanih lekcija predmeta, što omogućava narednim generacijama studenata veći izbor personalizovanih kompetencija na jednom ili svim nivoima lekcije, pa i na nivou N3, u skladu sa datim tema sa sticanje kompetencija nivoa 3 (kritičko mišljenje, analitika i kreativne spodobnosti) ako ostvari i uslove ispita za dobijanje ocene 9 ili 10.



Slika 1. Tri nivoa kompetetnosti jedne lekcije

4. ZAKLJUČAK

U radu su dati izazovi i rešenja za izazove personalizaciji uz pomoć generativne veštačke inteligencije. Dat je samo mali deo njihove primene na Metropolitan univerzitetu, a tiče se primene tri nivoa kompetencija. Uz pomoć genAI alata, mogu se brzo pripremiti nastavni materijali i određivanje predispitnih obeveza, za dodatne personalizovane predmete, lekcije ili njihove tema, u skladu sa zahtevom studentdenta ili poslodavca. Neophodno je obezbediti poštovanje zaštite autorskih i prava zaštite ličnih podataka, kao i spečavanje plagiarizma.

5. LITERATURA

[1] Cecilia Ka Yuk Chan and Tom Colloton (2024), Generative AI in Higher Education: The ChatGPT Effect, 1st Edition, Routedge, https://doi.org/10.4324/9781003459026

[2] Dragan Domazet, Competences-driven and GenAI-supported hybrid per-sonalized learning, 6th International Conference on eLearning (ELEARNING2025) 25 - 26 September 2025, Belgrade, Serbia, Research Paper - Invited Paper, DOI: https://doi.org/10.46793/eLearning2025.008D Part of ISBN: 978-86-89755-37-4

[3] García-Peñalvo, F. J., Llorens Largo, F., & Vidal, J. (2023). The new reality of education in the face of advances in generative artificial intelligence. https://www.researchgate.net/publication/372788949_The_new_reality_of_education_in_the_face_of_advances_in_generative_artificial_intelligence

[4] Giannini S., Generative AI and future of education (2023), UNESCO, Document code: ED/ADG/2023/02, https://doi.org/10.54675/HOXG8740\

[5] Harry A. (2023), Role of AI in Education, Injuruty: Interdiciplinary Journal and HumanityVolume 2, Number 3, March 2023 e-ISSN: 2963-4113 and p-ISSN: 2963-3397, https://radensa.ru/wp-content/uploads/2024/05/Role_of_AI_in_Education.pdf

[6] Hsu, Y. C., & Ching, Y. H. (2023). Generative artificial intelligence in education, part one: The dynamic frontier. TechTrends, 67(4), 603-607. http://dx.doi.org/10.1007/s11528-023-00863-9

[7] Hwang, G. J., & Chen, N. S. (2023). Exploring the potential of generative artificial intelligence in education: applications, challenges, and future research directions. Journal of Educational Technology & Society, 26(2

DESIGNING AND VERIFYING AUTONOMOUS VEHICLE PERCEPTION SYSTEMS

Jelena Pisarov
Nikola Tesla - Serbian Cultural and Educational Center, Budapest, Hungary
jelena.pisarov@gmail.com

Abstract: *Engineers have long used Matlab to design and verify perception systems for autonomous vehicles. One of the primary challenges in this domain is handling large volumes of heterogeneous sensor data, which requires effective tools for visualisation and interpretation. This work highlights the role of Application Programming Interfaces (APIs) that enable engineers to plot, analyse, and understand diverse datasets collected from autonomous driving environments. A second key aspect is object detection in images, supported by computer vision toolboxes and accelerated through automated ground-truth labelling workflows. Such labeled data is essential for developing new object detectors and validating existing ones. A further challenge arises from combining detections from multiple sensors, where discrepancies between vision-based and radar-based detections must be resolved through tracking and sensor fusion. Matlab provides multi-object tracking capabilities and synthetic detection generation, enabling comprehensive testing and verification of perception algorithms. Overall, the tools discussed support a streamlined workflow for designing, evaluating, and improving autonomous vehicle perception systems.*

Key Words: Matlab, autonomous driving, perception systems, object detection, sensor fusion

1. INTRODUCTION

Perception systems represent a fundamental component of autonomous vehicle technology, enabling vehicles to interpret their surroundings and make informed driving decisions. These systems rely on a diverse set of sensors – such as cameras, radar, lidar, and inertial measurement units – to capture complementary information about the environment. The complexity and heterogeneity of the collected data require robust tools for visualisation, analysis, and algorithm development. Matlab has emerged as a widely adopted platform for this purpose, offering integrated toolboxes that support data exploration, object detection, ground-truth labelling, multi-sensor fusion, and multi-object tracking [1-5].

Developing reliable perception algorithms involves several key challenges. Engineers must first understand and interpret large volumes of raw sensor data, which often come in different formats and coordinate systems. They must also design and validate object detection models capable of identifying vehicles, pedestrians, lanes, and other relevant features. Furthermore, autonomous systems must reconcile conflicting or incomplete detections from multiple sensors, requiring advanced fusion and tracking techniques to produce accurate and stable estimates of the environment.

This paper examines how Matlab's perception-related tools support these tasks, with particular emphasis on data visualisation, object detection workflows, ground-truth labelling, and multi-sensor fusion. The following section provides an overview of vehicle sensor data and demonstrates how visualisation APIs can be used to interpret and analyze logged data from automated driving applications.

2. VISUALISING IN IMAGE AND VEHICLE COORDINATES

Effective visualisation is a key component in understanding how perception systems interpret sensor data in automated driving applications. Matlab provides a set of tools that allow engineers to inspect detections both in image coordinates – directly on the video frame – and in vehicle-centric ground-plane coordinates. Combining these two perspectives enables a comprehensive understanding of how sensors perceive the environment and how detection algorithms operate [6-20].

2.1 Visualising in Image Coordinates

The visualisation process typically begins by selecting a specific timestamp in the recorded dataset and extracting the corresponding video frame. Using classic image-processing functions such as *imshow*, the frame is displayed in image coordinates, forming a basis for overlaying additional sensor information. This approach allows engineers to directly compare raw camera imagery with the outputs of perception algorithms.

As shown in Figure 1, Matlab enables the extraction

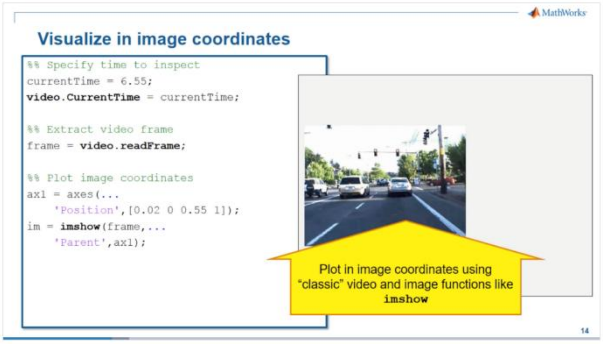


Figure 1 Visualisation of a video frame in image coordinates using standard Matlab image-processing functions.

and display of individual video frames, which serve as the foundation for further visualisation of detections and sensor outputs [20-25].

2.2 Visualising Detections in Vehicle Coordinates

After visualising the scene in image coordinates, the next step is to examine detections in vehicle-centric coordinates. Matlab provides specialized APIs for this purpose, beginning with the *coverageAreaPlotter*, which displays the sensor's field of view and operational range. The API is divided into an initialisation step and an update step, ensuring efficient rendering during playback or iterative analysis.

Once the coverage area is established, detections can be plotted using the *detectionPlotter*. This tool supports visualisation of object positions, classification labels, and relative velocity vectors. The position is typically represented by a marker, the label indicates the detected object class, and the velocity vector illustrates relative motion between the ego vehicle and the detected object.

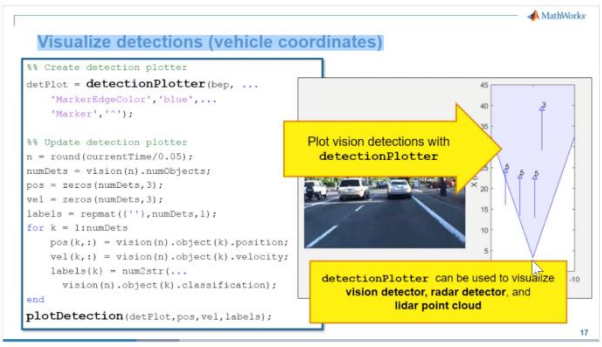


Figure 2 Visualisation of object detections in vehicle coordinates using the Matlab detectionPlotter API.

This process is illustrated in Figure 2, which shows how detections from a vision-based detector are plotted in vehicle coordinates. The same API can be used for radar and lidar detections, enabling consistent visualisation across different sensor modalities [26-33].

3. DETECTING OBJECTS IN IMAGES

Object detection represents one of the core capabilities of perception systems in automated driving applications. The goal of an object detector is to identify relevant objects within an image – such as vehicles, pedestrians, cyclists, or traffic signs – and to return both their classification labels and corresponding bounding boxes. This process is illustrated in Figure 3, which shows the relationship between training data, ground-truth annotations, and the resulting detector.

Developing an object detector requires reversing the typical perception workflow. Instead of starting with a trained model and applying it to images, engineers must begin with raw images and manually annotated ground-truth data. Ground truth consists of bounding boxes and classification labels that describe the true positions and identities of objects within each image. These annotations serve as the foundation for training machine learning or deep learning–based detection models.

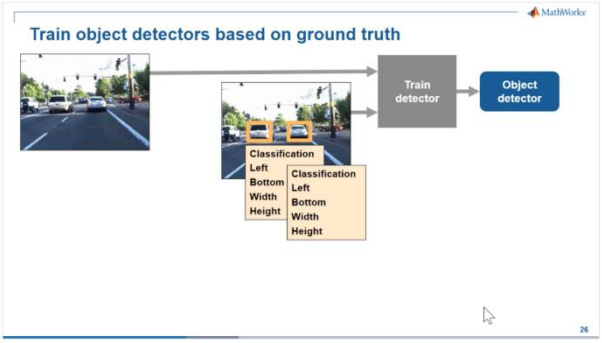


Figure 3 Training object detectors based on ground-truth annotations.

To construct a high-quality training dataset, engineers must annotate each image with precise object locations and classes. In automated driving applications, these images are rarely isolated; they typically originate from video sequences. This means that consecutive frames are temporally related, and annotation tools must support efficient labelling across sequences rather than individual static images. Matlab provides a ground-truth labelling app designed specifically for this purpose, enabling users to label objects across video frames and significantly accelerate the annotation process.

Once images and ground-truth annotations are prepared, Matlab's *Computer Vision Toolbox* and *Deep Learning Toolbox* offer a unified interface for training a variety of object detectors. These include classical machine learning approaches as well as modern deep learning architectures, which have become increasingly prevalent in automated driving systems. Because all training functions share a consistent interface, engineers can easily experiment with different detector types and compare their performance using the same dataset.

Ground-truth data is not only essential for training new detectors but also plays a critical role in evaluating existing ones. By comparing detector outputs with ground-truth annotations, engineers can measure accuracy, assess failure cases, and refine detection algorithms. This dual role – supporting both training and evaluation – makes ground-truth labelling a central component of the perception development workflow.

4. FUSING MULTIPLE VEHICLE DETECTIONS

In automated driving applications, it is common for multiple detection algorithms – often based on different sensor modalities – to return slightly different estimates of an object's position. Engineers must therefore reconcile

these discrepancies to obtain a more accurate and stable understanding of the environment. This is achieved through **sensor fusion** and **multi-object tracking** techniques.

Consider a scenario in which a vision-based object detector estimates the position of a nearby vehicle. At the same time, a radar sensor on the same ego vehicle produces its own detection, placing the object in a slightly different location. The goal of fusion is to combine these independent measurements to produce a single, improved estimate of the object's true position.

To accomplish this, detections from different sensors are fed into a **multi-object tracker**, which integrates information over time and across modalities. As shown in Figure 4, the tracker produces object tracks – represented as black bounding boxes – that may follow radar detections, vision detections, or a fused combination of both.

When radar and vision detections are spatially close, the tracker fuses them into a single track. This fused track typically provides a more accurate estimate of the object's position than either sensor alone. When the fused tracks are overlaid on lidar data, the improvement becomes even more apparent: the fused estimate aligns more closely with the true object location.



Figure 4 Results of a multi-object tracker combining radar and vision detections.

Fusion and tracking are not only useful for perception – they also enable downstream algorithms. In this example, the output of the multi-object tracker is used to support a **forward collision warning** system. Matlab's implementation of this algorithm supports C code generation, allowing engineers to transition from simulation to prototyping in embedded applications.

While the previous example relied on real sensor data collected from a vehicle, there are situations where engineers need to design or test fusion algorithms without access to real-world data. For such cases, Matlab supports **scenario-based simulation**, where an ego vehicle (typically shown as a blue car) is equipped with simulated vision and radar sensors. Other vehicles – such as the orange vehicle in the example – can be scripted to move through different sensor coverage areas, generating synthetic detections for testing fusion logic.

As illustrated in Figure 5, the orange vehicle is not consistently detected by any single sensor as it passes the ego vehicle on the left. However, the multi-object tracker fuses detections from all available sensors, producing a continuous and reliable track even when individual sensors temporarily lose sight of the object.

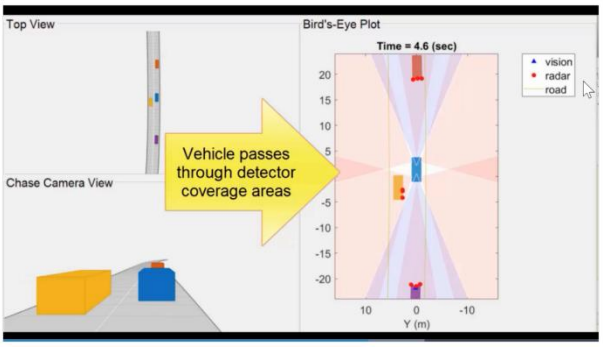


Figure 5 Fusion of multiple sensors provides consistent tracking of a passing vehicle.

The multi-object tracker provided in the Automated Driving Toolbox accepts detections along with their timestamps, measurement values, and noise characteristics. Its outputs include estimated object states, state covariances, and track identifiers. Conceptually, the tracker consists of two main components:

1. **Tracking Filter** – predicts and updates the state of each track. It may be configured as a linear, extended, or unscented Kalman filter.
2. **Track Manager** – assigns detections to tracks. It determines whether a detection corresponds to an existing track, should initialize a new track, or whether an existing track should be terminated due to missing detections.

To simplify tracker configuration, Matlab provides several initialisation functions, including constant-velocity, constant-acceleration, and constant-turn models. When instantiating the multi-object tracker, engineers specify the desired initialisation function (e.g., *initcaekf* for an extended Kalman filter with a constant-acceleration model) along with parameters for the Track Manager.

In fusion scenarios, detections from different sensors – such as radar and vision – must be mapped into a common measurement format before being passed to the tracker. This typically involves converting sensor-specific outputs (e.g., position, velocity, time) into a unified measurement vector that the tracker can process. Once this mapping is complete, the multi-object tracker can seamlessly fuse detections from multiple sources, producing robust and consistent object tracks.

5. CONCLUSIONS

Autonomous vehicle perception systems rely on the integration of sensor data processing, object detection, ground-truth generation, and multi-sensor fusion. Matlab provides a comprehensive ecosystem that supports each stage of this workflow, enabling engineers to design, visualise, and validate perception algorithms efficiently. Through

tools for image-based and vehicle-centric visualisation, developers gain insight into how different sensors interpret the driving environment. Ground-truth labelling applications streamline the creation of annotated datasets, which are essential for training and evaluating machine-learning and deep-learning-based object detectors. Multi-object tracking and sensor fusion techniques further enhance perception robustness by reconciling discrepancies between heterogeneous sensor outputs and producing stable, accurate object trajectories.

The examples presented in this work demonstrate how Matlab's integrated toolboxes facilitate both data-driven development and scenario-based simulation, supporting rapid prototyping and deployment. By combining visualisation, detection, labelling, fusion, and tracking capabilities within a unified framework, Matlab enables a streamlined and scalable approach to designing and verifying autonomous vehicle perception systems. As automated driving technologies continue to evolve, such tools will remain essential for ensuring reliability, safety, and performance in increasingly complex environments.

6. REFERENCES

[1] MTMT, https://m2.mtmt.hu/, last accessed 2026/02/20.

[2] Ugljesa Marjanovic, Gyula Mester and Bojana Milic Marjanovic, *Assessing the Success of Artificial Intelligence Tools: an Evaluation of ChatGPT Using the Information System Success Model*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 266-275, DOI: 10.7906/indecs.22.3.3, 2024.

[3] Dalma Zilahy, Gyula Mester, *Factors Affecting the Adoption of Self-Driving Cars*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 22, Issue 6, pp. 732-737, DOI: 10.7906/indecs.22.6.7, 2024.

[4] János Sánta, *Artificial Intelligence Applied in Enterprise Resource Planning*, Interdisciplinary Description of Complex Systems: Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 360-363, DOI: 10.7906/indecs.22.3.11, ISSN 1334-4684, 2024.

[5] César Bautista, Gyula Mester, *Internet of Things in Self-Driving Cars Environment*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 21, Issue 2, pp. 188-198, DOI: 10.7906/indecs.21.2.8, ISSN 1334-4684, 2023.

[6] Dalma Zilahy, Gyula Mester, *Managing Negative Emotions Caused by Self-Driving*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 21, Issue 4, pp. 351-355, DOI: 10.7906/indecs.21.4.4, 2023.

[7] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Self-Driving Robotic Cars: Cyber Security Developments*, Research Anthology on Cross-Disciplinary Designs and Applications of Automation, IGI Global, pp. 969-1001, 2022.

[8] Gyula Mester, *The 2022 Ranking List of Citation Analysis Researchers using h-Index*, Interdisciplinary Descrip-tion of Complex Systems: Indecs, Vol. 20, Issue 6, pp. 775-779, ISSN 1334-4684, 2022.

[9] César Bautista, Gyula Mester, *Safety Analysis in Automotive Perception*, Full Texts Book of the EJONS 13th Int-ernational Conference on Mathematics, Engineering, Natural & Medical Science, Edited by Dr. Mehriban Emek, Nurlan Akhmetov, pp. 368-378, ISBN: 978-625-7464-40-6, Cappadocia, Turkey, October 26-27, 2021.

[10] Gyula Mester, César Bautista, *Automotive Digital Perception*, Review of the National Center for Digitization, ISSN:1820-0109, Issue: 39, pp. 90-95, 2021.

[11] Gyula Mester, Jelena Pisarov *Academic Ranking of World Universities 2021*, Review of the National Center for Digitization, ISSN: 1820-0109, Issue: 39, pp. 83-89, 2021.

[12] Gyula Mester, Jelena Pisarov, *Digitalization in Modern Transport of Passengers and Freight*, Review of the National Center for Digitization, ISSN: 1820-0109, Issue: 39, pp. 96-101, 2021.

[13] Jelena L. Pisarov, Gyula Mester, *The use of Autonomous Vehicles in Transportation*, Tehnika, Vol. 76, Issue 2, pp. 171-177, DOI: 10.5937/tehnika2102171P, 2021.

[14] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Implementing New Mobility Concepts with Autonomous Self-Driving Robotic Cars*, IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR), Vol. 17, Issue 2, ISSN 1820-4511, pp. 41-49, July 2021.

[15] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *The Impact of 5G Technology on Life in the 21st Century*, IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR), Vol. 16, Issue 2, pp. 11-14, ISSN 1820-4511, July 2020.

[16] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *The Future of Autonomous Vehicles*, FME Transactions, Vol. 49, No. 1, DOI: 10. 5937/fme2101029P, pp. 29-35, December 2020.

[17] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Rang lista fizičara Srbije*, Proceedings of the XXVI Skup Trendovi razvoja: Inova-cije u modernom obrazovanju, TREND 2020, Kopaonik, Serbia, pp. 559-562, 2020.02.16.

[18] Damir Šostarić, Gyula Mester, *Drone Localization using Ultrasonic TDOA and RSS signal: Integration of the Inverse Method of a Particle Filter*, FME Transactions, Vol. 48, No. 1, pp. 21-30, ISSN 1451-2092, 2020.

[19] Gyula Mester, Jelena Pisarov and Dalma Zilahy, *Magyarországi robotikai kutatók ranglistája*, XXXV. Jubileu-mi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019), Budapest, Hungary, pp. 224-233, 2019.11.14-15.

[20] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Programming the mBot Robot in School*, Proceedings of the International Confe-rence & Workshop Mechatronics in Practice and Education, MechEdu 2019, pp. 45-48, ISBN 978-86-918815-5-9, Subotica, Serbia, 12.12.2019.

[21] Gyula Mester, Jelena Pisarov and Endre Németh, *Óbudai Egyetem rangsorolása a Webometrics 2019-es ranglis-tákon*, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019), Budapest, Hungary, pp. 234-240, 14-15.11.2019.

[22] Janos Simon, Gyula Mester, *Critical Overview of the Cloud-Based Internet of Things Pilot Platforms for Smart*

Cities, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Vol. 16, No. 3-A, pp. 397-407, 2018.
[23] Attila Nemes, Gyula Mester, Tibor Mester, *A Soft Computing Method for Efficient Modelling of Smart Cities Noise Pollution*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 16, No. 3-A, pp. 302-312, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/ indecs.16.3.1, Croatian Interdisciplinary Society, 2018.
[24] Attila Nemes, Gyula Mester, *Unconstrained Evolutionary and Gradient Descent-based Tuning of Fuzzy-Partiti-ons for UAV Dynamic Modeling*, FME Transactions, Vol. 45, Issue 1, pp. 1-8, 2017
[25] Gyula Mester, *Academic Ranking of World Universities*, Review of the National Center for Digitization, Issue 31, pp. 40-45, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, 2017.
[26] Gyula Mester, *Rankings Scientists, Journals and Countries Using h-index*, Interdisciplinary Description of Com-plex Systems, Zagreb, Croatian Interdisciplinary Society, Vol. 14, No. 1, pp. 1-9, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/indecs.14.1.1, 2016.
[27] Gyula Mester, *Design of the Fuzzy Control Systems Based on Genetic Algorithm for Intelligent Robots*, Interdis-ciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 12, Issue 3, pp. 245-254, 2014.
[28] Gyula Mester, *Új tudományos eredmények mérése*, XXX Kandó Conference, Budapest, Hungary, pp. 1-10, ISBN 978-615-5460-24-1, 2014.11.20.
[29] Gyula Mester, *Univerziteti regiona na Šangajskoj rang listi univerziteta u svetu 2012*, Zbornik radova XIX SkupaTrendovi razvoja, pp. 1-5, Kopaonik, Serbia, 2013.
[30] Gyula Mester, Aleksandar Rodic, *Modeling and Navigation of an Autonomous Quad-Rotor Helicopter*, E society Journal: Research and Applications, Vol. 3, No. 1, pp. 45-53, 2012.
[31] Gyula Mester, *The Evaluation of the Impact Factor of the Journal Acta Polytechnica Hungarica*, Proceedings of the TREND Conference, pp. 70-73, 2011.
[32] Gyula Mester, *Felsőoktatási világranglisták 2011*, Proceedings of the Informatika a felsőoktatásban 2011, pp. 269-277, ISBN 978-963-473-461-1, Debreceni Egyetem, Debrecen, Hungary, 2011.08.24-26.
[33] Sergiy V. Kovalevskyy, *Artificial Intelligence as a Driver of Socio-Economic System Transformation in Ukraine*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Vol. 22, Issue 3, pp. 296-304, DOI: 10.7906/indecs.22.3.5, 2024.

AKADEMSKI INTEGRITET U ERI GENERATIVNE AI: OD DETEKCIJE KA DIZAJNU OCENJIVANJA

Milan Jovin[1], Sara Koprivica[2]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]mjovin@uns.ac.rs, [2]havzisara@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Generativna veštačka inteligencija fundamentalno menja pretpostavke na kojima počivaju tradicionalni oblici ocenjivanja u visokom obrazovanju. Ovaj rad argumentuje da strategija zasnovana na detekciji AI-generisanog sadržaja nije ni tehnički pouzdana ni pedagoški produktivna. Umesto toga, predlaže se nastavnički okvir koji akademski integritet štiti kroz redizajn samog procesa ocenjivanja. Okvir se oslanja na šest konkretnih mera: fazne zadatke, rad na času, kratku usmenu odbranu, personalizovane zadatke, rubrike orijentisane na rezonovanje i kombinovano ocenjivanje. Uz jasno definisanu politiku kursa, ovaj pristup preusmerava fokus sa kontrole ka autentičnoj proveri znanja i razvoju kritičkog mišljenja.*

Ključne reči: akademski integritet, generativna AI, ocenjivanje, autentičnost, visoko obrazovanje, dizajn kursa

ACADEMIC INTEGRITY IN THE ERA OF GENERATIVE AI: FROM DETECTION TO ASSESSMENT DESIGN

Abstract: *Generative artificial intelligence fundamentally challenges the assumptions underlying traditional forms of assessment in higher education. This paper argues that a strategy based on detecting AI-generated content is neither technically reliable nor pedagogically productive. Instead, a teaching framework is proposed that protects academic integrity through the redesign of the assessment process itself. The framework relies on six concrete measures: phased assignments, in-class work, short oral defences, personalised tasks, rubrics oriented towards reasoning, and combined assessment. Together with a clearly defined course policy, this approach shifts the focus from control towards authentic knowledge verification and the development of critical thinking.*

Key Words: academic integrity, generative AI, assessment, authenticity, higher education, course design

1. UVOD

Pojava naprednih generativnih jezičkih modela, koji su od 2022. godine postali širokodostupni, postavila je pred nastavnike visokog obrazovanja pitanje koje nije samo tehničke, nego pre svega pedagoške prirode: kako osigurati da ocenjivanje stvarno meri znanje, sposobnosti i intelektualni razvoj studenta, a ne sposobnost efikasnog delegiranja zadatka softveru? Ovo pitanje nije novo u suštini - prepisivanje, plagijat i angažovanje trećih lica oduvek su bili prisutni - ali generativna AI kvantitativno i kvalitativno menja razmere problema.

Cilj ovog rada nije da alarmantno prikazuje situaciju, niti da ponudi gotova tehnička rešenja. Cilj je da konceptualno razjasni šta se promenilo, zašto su instrumenti detekcije nedovoljni kao primarna strategija, i koji pedagoški okvir nastavnicima omogućava da održe akademski integritet kroz promišljeni dizajn ocenjivanja.

2. ŠTA SE PROMENILO I ZAŠTO JE TO VAŽNO

Tradicionalne pretpostavke o pisanim studentskim radovima počivale su na tome da je formulacija argumenata, organizacija teksta i jezička elaboracija inherentno individualan intelektualni napor koji ostavlja prepoznatljive tragove autorstva. Generativni jezički modeli te pretpostavke čine problematičnim: tekst visokog jezičkog kvaliteta, koherentne strukture i prihvatljive sadržine može biti proizveden u minutima, bez da student razume materiju. Ono što se promenilo nije samo lakoća pristupa ovakvim alatima, nego i asimetričnost situacije - nastavnik i dalje ocenjuje produkt, ali produkt sve manje nužno odražava proces koji ga je ili nije stvorio.

Važnost ovog pomaka leži u tome što ocenjivanje ima dvostruku funkciju: sertifikacionu (potvrda dostignutog nivoa kompetencije) i formativnu (podrška učenju). Obe funkcije trpe ako je moguće na zadovoljavajuć način ispuniti formalne zahteve zadatka bez angažovanja misaonog procesa koji taj zadatak treba da razvija i meri. Stoga je adaptacija ocenjivanja ne samo pitanje akademskog integriteta u uskom smislu, nego pitanje relevantnosti ishoda učenja.

3. AKADEMSKI INTEGRITET KAO OSNOVA KVALITETA

Akademski integritet nije primarno disciplinska kategorija - to je epistemička osnova na kojoj počiva pouzdanost

obrazovnih sertifikata i smislenost akademskog rada uopšte. Kada diploma ili ocena prestanu da odražavaju stvarne kompetencije, one gube informacionu vrednost za poslodavce, institucije i društvo. Sistemi osiguranja kvaliteta visokog obrazovanja eksplicitno vezuju validnost ocenjivanja za pouzdano merenje ishoda učenja [1]. Međunarodna organizacija akademskog integriteta navodi sedam temeljnih vrednosti - poštenje, poverenje, poštovanje, odgovornost, pravednost, hrabrost i usavršavanje - kao osnovu svakog obrazovnog sistema koji teži kvalitetu [2].

Akademski integritet, shvaćen na ovaj način, nije samo pitanje etike studenata. On podrazumeva i odgovornost institucija i nastavnika da dizajniraju ocenjivanje koje pošteno, dosledno i transparentno meri ono što tvrdi da meri. U kontekstu generativne AI, ova odgovornost postaje operativna: ako zadatak može biti u celini delegiran alatu bez gubitka na oceni, onda dizajn tog zadatka nije u skladu sa ishodima učenja koje deklarativno prati [3].

4. ZAŠTO DETEKCIJA NIJE STRATEGIJA

Tržište alata za detekciju AI-generisanog teksta brzo se razvilo, ali njihova osnovna ograničenja ostaju nerešena. Istraživanja pouzdanosti detektora pokazuju visoke stope lažno pozitivnih i lažno negativnih nalaza, pri čemu su posebno ugroženi studenti koji pišu na nematernjim jezicima ili koji imaju konzistentan, formalan stil pisanja [3]. Oslanjanje na detektore kao primarni mehanizam integriteta generiše pravne i etičke rizike: optuživanje studenta na osnovu algoritamskog nalaza, bez čvrstih dokaznih standarda, narušava princip pretpostavke nevinosti i izlaže instituciju žalbenim postupcima.

Postoji i strateški problem: trka između generativnih modela i detektora strukturno favorizuje modele. Svaka generacija modela uvodi sofisticiranija jezička obeležja koja čine detekciju težom, dok detektori uvek reaguju sa zakašnjenjem. Konačno, detekcija ne rešava pedagoški problem - čak i kada je tačna, ona identifikuje kršenje, ali ne gradi kompetenciju. Preventivno delovanje kroz dizajn mnogo je efikasnije i pedagoški plodnije [4].

5. OKVIR „DOKAZ PROCESA" – REDIZAJN OCENJIVANJA

Suštinska logika ovog okvira je sledeća: ako nastavnik može da ocenjuje ne samo produkt nego i proces koji je do njega doveo, verifikacija autentičnosti postaje inherentna delu ocenjivanja, a ne naknadno dodata kontrola. Šest mera koje slede nisu međusobno isključive - naprotiv, njihova kombinacija pojačava efekat svakog pojedinačnog elementa [4], [5].

5.1 Zadaci u fazama

Umesto jednog finalnog rada, zadatak se strukturira kroz jasno definisane faze: prijava teme, konceptualni okvir ili nacrt argumentacije, radna verzija, finalna verzija i kratka refleksija o procesu pisanja. Svaka faza nosi deo ocene i mora biti konzistentna sa sledećom, što delegiranje celokupnog zadatka u jednom koraku čini mnogo težim. Refleksija na kraju posebno je vredna jer zahteva metakognitivno angažovanje koje generativni modeli ne mogu autentično simulirati [5].

5.2 Rad na času kao referentna tačka autentičnosti

Jedan deo zadatka ili dela ocenjivanja izvodi se u kontrolisanim uslovima - u učionici, uz jasno definisane granice upotrebe alata. Ovaj element ne mora biti dominantan deo ocene, ali služi kao referentna tačka: pokazuje nastavniku kakav je student zaista na zadatom nivou, i pruža osnovu za poređenje sa materijalom donetim od kuće. Diskrepanca između ta dva produkta sama po sebi postaje informacija.

5.3 Kratka usmena odbrana (5-8 minuta)

Student brani pisani rad kroz nekoliko usmenih pitanja nastavnika - ne kao formalni ispit, nego kao kratak razgovor o sadržaju, izborima i obrazloženjima. Ovaj format nije vremenski zahtevan za nastavnika, ali je izuzetno efikasan kao test razumevanja: student koji nije sam napisao rad gotovo uvek pokazuje nedostatke u sposobnosti da obrazloži konkretne delove teksta. Bretag naglašava da ovakvi formati direktno podržavaju kulturu akademskog integriteta [6].

5.4 Personalizovani zadaci

Zadaci koji sadrže unikatne elemente - specifičan lokalni kontekst, podatak iz nastave koji nije javno dostupan, lično iskustvo primene koncepta, ili kombinacija zahteva koja nije standardna - strukturno otežavaju generičko generisanje. Student koji dobije zadatak da analizira konkretan problem kroz prizmu teorijskog okvira obrađenog na određenom predavanju mora poznavati i jedno i drugo da bi zadatak ispunio na zadovoljavajući način. Resnick L. i Resnick D. su ukazali na važnost kontekstualizacije u dizajnu ocenjivanja koje stvarno testira razumevanje [7].

5.5 Rubrike koje nagrađuju rezonovanje

Ako rubrika vrednuje zaključak ili tačnost informacije više nego kvalitet argumentacije, ona implicitno nagrađuje rezultat bez obzira na proces. Rubrika koja eksplicitno boduje identifikaciju pretpostavki, transparentnost izbora izvora, prepoznavanje ograničenja sopstvenog argumenta i sposobnost da se zauzme i brani stanovište - ocenjuje kompetencije koje generativni model ne može demonstrirati umesto studenta [5]. Wiggins naglašava da edukativno

ocenjivanje mora biti dizajnirano tako da informiše o učenju, a ne samo da ga registruje [5].

5.6 Kombinovano ocenjivanje

Ukupna ocena koja se formira iz više manjih, raznovrsnih provera tokom semestra - kvizova, kratkih reakcija na tekst, grupnih aktivnosti, vežbi na času - u kombinaciji sa jednim autentičnim završnim zadatkom, smanjuje udeo i rizik koji nosi bilo koji pojedinačni element. Kombinovano ocenjivanje ujedno povećava formativnu vrednost kursa i smanjuje podsticaj za jednokratno varanje na visokoopredeljenom zadatku. Boud i Soler ističu da je ovakav pristup suštinska osobina ocenjivanja koja podržava dugotrajno učenje [4].

6. POLITIKA KURSA – OKVIR I PRAVILA ZA KORIŠĆENJE AI ALATA

Paralelno sa redizajnom ocenjivanja, neophodno je eksplicitno definisati pravila o upotrebi AI alata u okviru svakog kursa. Ova pravila ne treba da budu generička zabrana ili bezuslovno dopuštanje - treba da budu kontekstualna i jasno obrazložena [2]. Nastavnik treba da precizira: koji alati su dozvoljeni, u kojim fazama rada, u koje svrhe (npr. *proofreading*, ali ne i generisanje argumenata), i na koji način student treba da dokumentuje upotrebu alata.

Transparentnost ovakve politike ima dvostruku vrednost. Studentima pruža jasnoću o očekivanjima, čime se eliminiše siva zona koja inače otvara prostor za racionalizaciju nedozvoljenog ponašanja. Nastavniku, pak, obezbeđuje pedagoški okvir koji može da brani pred institucijom i pred studentima u slučaju sporova. Politika kursa treba da bude deo uvodnog časa i da bude dostupna u pisanom obliku, a idealno i deo opšteg institucionalnog okvira koji studentima šalje konzistentnu poruku o vrednostima akademske zajednice [6].

Važno je napomenuti da politika kursa nije zamena za dizajn ocenjivanja - to su komplementarni instrumenti. Čak i uz jasna pravila, ocenjivanje koje ne pruža dokaz procesa ostaje ranjivo. I obrnuto, čak i uz dobro dizajnirano ocenjivanje, odsustvo jasne politike može stvoriti konfuziju o granicama dozvoljene podrške.

7. ZAKLJUČAK

Generativna AI nije privremena pojava kojoj će se obrazovni sistem prilagoditi i nastaviti kao pre. Ona menja strukturalne uslove u kojima se odvija ocenjivanje i time zahteva sistemski pedagoški odgovor, a ne samo tehničke korektivne mere. Ovaj rad je argumentovao da je taj odgovor moguć i praktično izvodljiv: kroz fazne zadatke, elemente ocene u kontrolisanim uslovima, kratke usmene odbrane, personalizovane zahteve, rubrike usmerene na rezonovanje i kombinovano ocenjivanje, nastavnik može da osigura da ocena odražava stvarnu kompetenciju studenta [4], [5].

Ovaj pristup ne zahteva ni nerealne resurse, ni odbacivanje svega što je funkcionisalo pre. On zahteva promišljenu reviziju zadataka i kriterijuma, jasna pisana pravila, i spremnost da se studentima postave pitanja na koja samo onaj ko razume može odgovoriti [7]. Time akademski integritet prestaje da bude pitanje nadzora i postaje pitanje dizajna - što je i jedino održivo dugoročno rešenje [8].

8. LITERATURA

[1] *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG). (2015). Brussels, Belgium.*

[2] International Center for Academic Integrity [ICAI]. (2021). *The Fundamental Values of Academic Integrity*. (3rd ed.).

[3] M. Perkins, *Academic integrity considerations of AI large language models in education: A strategic approach*, J. Univ. Teach. Learn. Pract., vol. 20, no. 7, 2023.

[4] Boud, D., & Soler, R. (2016). Sustainable assessment revisited. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *41*(3), 400–413. https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1018133

[5] *G. Wiggins, Educative Assessment: Designing Assessments to Inform and Improve Student Performance. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1998.*

[6] T. Bretag, Ed., *Handbook of Academic Integrity*. Singapore: Springer, 2016. https://doi.org/10.1007/978-981-287-098-8

[7] L. B. Resnick and D. P. Resnick, *Assessing the thinking curriculum: New tools for educational reform*, in *Changing Assessments*, B. R. Gifford and M. C. O'Connor, Eds. Springer, 1992, pp. 37-75. https://doi.org/10.1007/978-94-011-2968-8

[8] Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). Intelligence Unleashed. An argument for AI in Education. London: Pearson.

PRIMENA SOLIDWORKS/SOLIDCAM SOFTVERA U NASTAVI: PRILAZ U AUTOMATIZACIJI PROJEKTOVANJA PROIZVODA I TEHNOLOŠKIH PROCESA IZRADE

Dejan Božić[1], Mijodrag Milošević[2], Dejan Lukić[3]
[1, 2, 3] *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]bozic997dejan@uns.ac.rs, [2]mido@uns.ac.rs, [3]lukicd@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Primena koncepta grupne tehnologije u industriji se odvija u procesima razvoja i projektovanja proizvoda, projektovanja tehnoloških procesa, upravljanja i organizacije proizvodnje, kao i u samoj proizvodnji. U radu se prikazuje prilaz primene SolidWorks/SolidCAM programskog paketa u automatizaciji projektovanja proizvoda i tehnoloških procesa izrade na principima grupne tehnologije. Prikazani su neki od glavnih aspekata integracije programskih paketa SolidWorks/SolidCAM, koji se odnose na više faza razvoja i projektovanja proizvoda u okviru istog okruženja.*

Ključne reči: automatizacija projektovanja, grupna tehnologija, SolidWorks, SolidCAM

IMPLEMENTATION OF THE SOLIDWORKS/SOLIDCAM IN EDUCATION: AN AUTOMATION APPROACH TO PRODUCT DESIGN AND MANUFACTURING PROCESS PLANNING

Abstract: *The application of group technology and part family concepts within the industry is manifested through product development and design, process planning, control and organization of production, as well as in production itself. This paper presents an approach to utilizing the SolidWorks/SolidCAM software suite for product design automation and manufacturing process planning based on group technology principles. Some of the main aspects of the integration of SolidWorks/SolidCAM software packages, which relate to several stages of product development and design within the same environment, are presented.*

Key Words: automation design, group technology, SolidWorks, SolidCAM

1. UVOD

Savremeni tržišni zahtevi pred proizvodne sisteme danas postavljaju imperativ koji se ogleda u kontinuiranom podizanju kvaliteta uz istovremeno drastično smanjenje jedinične cene koštanja i skraćivanje rokova isporuke [1]. Ovakav trend je naročito izazovan u uslovima tržišno-orijentisane, maloserijske proizvodnje širokog asortimana, gde se fleksibilnost sistema meri brzinom odgovora na specifične zahteve kupaca. Da bi se prevazišli ovi kompleksni izazovi, neophodna je sveobuhvatna implementacija naprednih programskih rešenja, strukturiranih baza znanja i inteligentnih baza podataka u svim kritičnim fazama razvoja i životnog ciklusa proizvoda [2].

U tom kontekstu, savremeni proizvodni sistemi u industriji prerade metala sve više se oslanjaju na fundamentalne koncepte grupne i tipske tehnologije (part families) kao strateški okvir za optimizaciju projektovanja, proizvodnje i montaže. Primenom ovih principa vrši se sistematično grupisanje tehnološki srodnih proizvoda, čime se veštački povećava nivo serijnosti čak i u heterogenim proizvodnim programima. Ovakav pristup direktno omogućava efikasniju eksploataciju automatizovanih fleksibilnih tehnoloških sistema (AFTS), dok se istovremeno značajno redukuju proizvodni ciklusi i vreme potrebno za razvoj tehničko-tehnološke dokumentacije.

Oslanjajući se na navedene metodološke prilaze i napredne funkcionalnosti SolidWorks programskog sistema, ovaj rad detaljno demonstrira model automatizacije projektovanja proizvoda i odgovarajućih tehnoloških procesa izrade. Primarni fokus je stavljen na integraciju parametarskog modeliranja i konfiguracija, čime se omogućava generisanje varijantnih rešenja namenjenih za preciznu realizaciju na savremenim CNC obradnim sistemima. Kroz ovakav integrisani pristup, postiže se visok stepen unifikacije i pouzdanosti unutar celokupnog inženjerskog procesa.

U okviru ovog rešenja, poseban značaj ima sinergija između CAD modela i CAM modula ostvarena kroz korišćenje baze podataka, čime se eliminiše manuelni unos informacija i drastično smanjuje mogućnost greške. Ovakva integracija omogućava da se iz samog softverskog okruženja direktno generišu precizni tehnološki podaci neophodni za CNC sisteme. Na taj način, automatizacija projektovanja prerasta u osnovu za inteligentno upravljanje proizvodnjom, osiguravajući maksimalnu operativnu efikasnost i tehnološku pouzdanost tokom čitavog razvojnog ciklusa.

2. AUTOMATIZACIJA PROJEKTOVANJA PROIZVODA I TEHNOLOŠKIH PROCESA NJIHOVE IZRADE – STUDIJA SLUČAJA

Integrisani sistemi za rešavanje više kompleksnih procesa dobijaju sve više na značaju, jer kao takvi daju rešenja u okviru identičnog interfejsa, što je za krajnje korisnike velika prednost zato što su obuke za korišćenje takvih sistema mnogo jednostavnije i lakše se prihvataju. SolidWorks/SolidCAM je upravo jedno integrisano rešenje koje svojom koncepcijom podržava razvojni tok kroz čitav životni ciklus, od početne koncepcije pa sve do izrade NC programa, pri čemu se svaka promena na modelu automatski ažurira u svim koracima [3] [4].

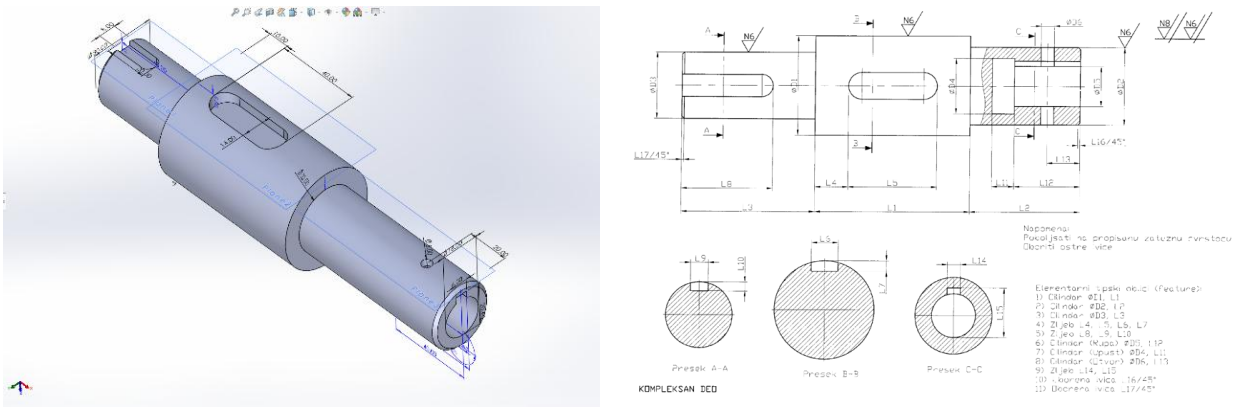
SolidWorks se nameće kao odlično rešenje pri automatizaciji procesa projektovanja, jer sa svojim modulom Configuration omogućava modeliranje familije proizvoda kroz parametarsko i varijantno projektovanje dimenzija, parametara i tipskih oblika (features) [5]. Veza navedenog modula sa Excel tabelama je direktna jer se Excel kao integrisana jedinica već nalazi u okviru SolidWorks paketa. Na ovaj način baze podataka i CAD/CAM sistem kao jedinstveno rešenje daje potpunu kontrolu i upravljivost korisniku sa već poznatim paketima.

Kvalitetna sistematizacija i klasifikacija proizvoda su osnovni preduslov za automatizaciju projektovanja. Na primeru je analizirano osam delova-osovina, definisan je imaginarni kompleksan deo koji sadrži sve relevantne tipske oblike [6]. Imaginaran kompleksan deo je definisan zbog nepostojanja realnog dela iz grupe koji sadrži sve tipske oblike delova posmatrane grupe. Svaki tipski oblik predstavlja nezavisnu celinu čijim upravljanjem, odnosno definisanjem da li taj tipski oblik postoji ili ne postoji, nastaje svaki pojedinačni model dela/proizvoda. Proces generisanja vrši se prema klasifikacionoj tabeli (Tabela 1.), gde su definisane oznake Y i N koje definišu prisustvo ili odsustvo navedenog tipskog oblika na određenom modelu dela/proizvoda.

Tabela 1 - Opis pripadnosti tipskih oblika (feature) pojedinim delovima iz grupe

Tipski oblici (feature)	Cilindar ϕD1, L1	Cilindar ϕD2, L2	Cilindar ϕD3, L3	Žljeb L4, L5, L6, L7	Žljeb L8, L9, L10	Rupa ϕD5, L12	Rupa ϕD4, L11	Oborena ivica L13/45°	Oborena ivica L14/45°
Kompleksan deo	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Osovina 1	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y
Osovina 2	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y
Osovina 3	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N
Osovina 4	Y	N	Y	Y	Y	N	N	N	Y
Osovina 5	Y	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y
Osovina 6	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y
Osovina 7	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y
Osovina 8	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y

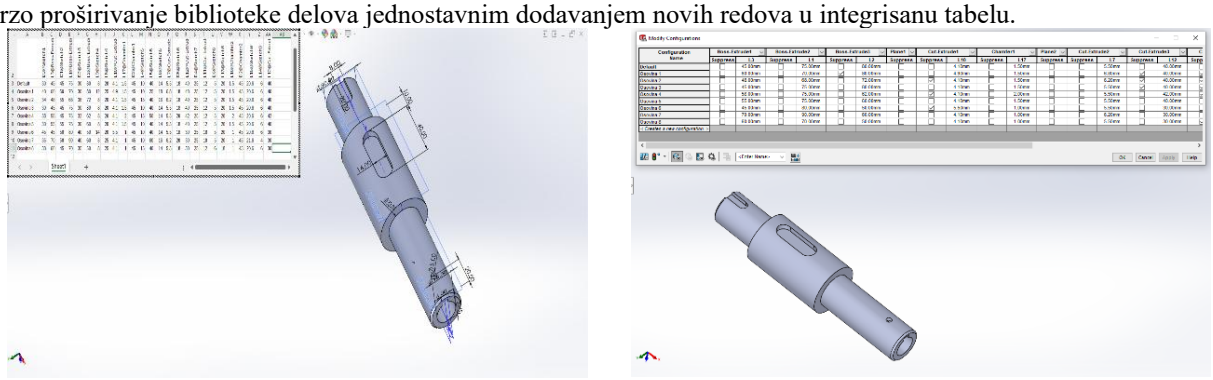
Struktura ovog imaginarnog kompleksnog dela vizuelno je predstavljena kroz 3D model i odgovarajući 2D crtež na slici 1. 3D model služi kao geometrijska osnova za generisanje varijanti, dok 2D dokumentacija precizno definiše sve konstrukcione elemente i njihove međusobne odnose. Prikazani modeli jasno ilustruju kako se iz jedinstvene datoteke, putem definisanih konfiguracija, mogu izvesti svi pojedinačni delovi/proizvodi, zadržavajući pritom punu preciznost i integritet inženjerskih podataka.



Slika 1. 3D model i 2D crtež imaginarnog kompleksnog dela

Na slici 1 je prikazan generički kompleksni model dela čija je geometrijska struktura direktno povezana sa integrisanom Excel tabelom (Design Table). Ovaj pristup predstavlja ključni korak u automatizaciji projektovanja, jer omogućava da se upravljanje geometrijom kompleksnog dela vrši eksternim putem, koristeći logičke parametre definisane u tabelarnom formatu. Unutar SolidWorks okruženja, ova tabela funkcioniše kao centralni upravljački modul koji povezuje dimenzione vrednosti i stanja tipskih oblika (features) sa specifičnim konfiguracijama modela.

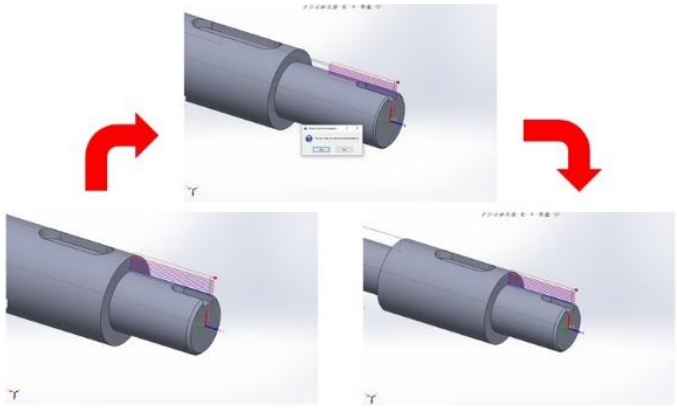
Proces generisanja varijantnih rešenja zasniva se na metodu potiskivanja elemenata, odnosno suppress komandi. Svaki red u integrisanoj Excel tabeli odgovara jednom delu ili konkretnom proizvodu iz familije delova. Kolone tabele sadrže nazive tipskih oblika (features) definisanih na kompleksnom delu, gde se vrednostima „Unsuppressed"(aktivan) ili „Suppressed"(potisnut) upravlja njihovom vidljivošću i učešćem u geometriji. Na taj način, kompleksni model ne predstavlja statičan entitet, već dinamičku strukturu koja se transformiše u zavisnosti od izabranog skupa parametara. Sam proces dobijanja konkretnog dela započinje definisanjem svih mogućih geometrijskih entiteta na imaginarnom kompleksnom delu. Nakon što se postavi hijerarhija tipskih oblika, kreira se Design Table koja automatski prepoznaje parametre modela. Inženjer unutar tabele definiše logičku matricu prisustva elemenata (prethodno pomenute oznake Y/N, koje se ovde prevode u sistemske komande). SolidWorks zatim vrši regeneraciju modela na osnovu podataka iz tabele, automatski kreirajući različite konfiguracije unutar iste datoteke. Ovakav metod značajno redukuje vreme potrebno za razvoj tehničke dokumentacije, jer se izmena u tabeli trenutno reflektuje na 3D geometriju, a samim tim i na asocijativne 2D crteže i NC kod. Integracija Excel-a unutar CAD okruženja eliminiše potrebu za manuelnim kreiranjem svakog dela pojedinačno, obezbeđujući maksimalnu kompaktnost rešenja i eliminaciju inženjerskih grešaka. Krajnji ishod je visoko fleksibilan sistem koji omogućava brzo proširivanje biblioteke delova jednostavnim dodavanjem novih redova u integrisanu tabelu.



Slika 2. Prikaz komleksnog dela sa integrisanom excel tabelom i tabelom za selektovanje geometrijskih oblika

Na priloženoj slici 3 prikazan je proces u okviru SolidCAM-a u kome se putanje alata automatski i inteligentno prilagođavaju izabranom varijantnom rešenju iz grupe delova. Suština ovog naprednog inženjerskog pristupa leži u potpunoj asocijativnosti između CAD i CAM modula unutar jedinstvenog programskog okruženja. Kada korisnik unutar SolidWorks interfejsa aktivira drugu konfiguraciju, odnosno izabere drugi deo iz definisane familije delova, sistem automatski inicira sinhronizaciju svih tehnoloških podataka. SolidCAM trenutno prepoznaje nastale geometrijske izmene na konturama, dubinama džepova, pozicijama otvora i kompleksnim površinama, omogućavajući softveru da izvrši automatsko ažuriranje svih prethodno definisanih operacija obrade. Ovaj automatizovani mehanizam funkcioniše na principu zadržavanja topoloških referenci. Budući da su svi delovi unutar posmatrane grupe strukturno srodni i generisani iz istog kompleksnog (imaginarnog) modela, njihovi geometrijski entiteti, kao što su ivice, ravni i površine, dele identične unutrašnje identifikacione brojeve (ID entiteta). Kada se izvrši promena konfiguracije, SolidCAM ne zaboravlja geometrije koje su ranije selektovane kao baze za obradu, već ih dinamički računa u skladu sa novim dimenzijama i specifičnim oblikom izabranog proizvoda. Na slici se jasno može uočiti kako sistem, neposredno nakon promene modela, automatski transformiše zahvate alata prema novoj konturi, čime se u potpunosti eliminiše potreba za ponovnim manuelnim programiranjem svakog zahvata obrade pojedinačno.

U praktičnoj inženjerskoj primeni, ovaj proces započinje tako što tehnolog definiše sveobuhvatne strategije obrade uključujući grubo glodanje, finu obradu kontura, izradu džepova ili cikluse bušenja, na bazi najsloženijeg člana familije, odnosno kompleksnog dela. Zahvaljujući asocijativnoj vezi, prilikom prelaska na jednostavniju varijantu iz grupe, inženjeru je dovoljno da pokrene komandu "Calculate All". Softver tada vrši inteligentnu analizu: automatski potiskuje (supresuje) putanje alata za one tipske oblike koji ne postoje u novoj konfiguraciji, dok istovremeno redefiniše kretanje alata za sve preostale elemente. Ovakav metodološki pristup donosi značajne uštede u vremenu pripreme proizvodnje i minimizira rizik od ljudske greške koja je česta pri manuelnim ispravkama operacija i zahvata obrade. Umesto trošenja radnih sati na programiranje svakog pojedinačnog dela, automatizacija u SolidCAM-u omogućava da se kompletan tehnološki proces za čitavu familiju proizvoda generiše vrlo brzo. Ovakva fleksibilnost predstavlja temelj savremene, tržišno-orijentisane proizvodnje, gde brzina prelaska sa jednog modela na drugi direktno diktira nivo produktivnosti, konkurentnost i sposobnost sistema da efikasno odgovori na kompleksne zahteve maloserijske izrade. Na taj način, SolidCAM ne funkcioniše samo kao alat za generisanje NC koda, već kao inteligentan sistem koji u potpunosti koristi snagu CAD konfiguracija za optimizaciju celokupnog inženjerskog toka.



Slika 3. Prikaz zahvata struganja i automatska modifikacija putanje alat na osnovu izabrane osovine iz grupe

3. ZAKLJUČAK

Istraživanje sprovedeno u ovom radu nedvosmisleno potvrđuje da primena koncepata grupne i tipske tehnologije, podržana savremenim CAD/CAM/CAE sistemima, predstavlja ključni faktor u optimizaciji modernih proizvodnih procesa. Kroz implementaciju softverskog paketa SolidWorks/SolidCAM, demonstriran je inovativan pristup automatizaciji konstrukcione i tehnološke pripreme, kao i samog procesa izrade proizvoda, koji direktno odgovara na izazove tržišno orijentisane, maloserijske proizvodnje. Fokus rada na rotaciono simetričnim delovima pokazao je da se sistematičnom klasifikacijom i kreiranjem kompleksnog modela može postaviti čvrsta osnova za generisanje čitavih familija proizvoda unutar jedinstvene datoteke.

Jedan od najznačajnijih doprinosa rada ogleda se u praktičnoj primeni SolidWorks konfiguracija i njihove integracije sa Excel bazama podataka (Design Table). Ovakav spoj omogućava inženjerima da upravljaju kompleksnom geometrijom putem logičkih parametara, gde se transformacija generičkog modela u specifični proizvod vrši automatski, uz minimalnu intervenciju korisnika. Potiskivanjem ili aktiviranjem nezavisnih tipskih oblika (features), postiže se visoka fleksibilnost dizajna, dok se verovatnoća ljudske greške, karakteristična za manuelno modeliranje svake varijante pojedinačno, svodi na minimum.

Posebna vrednost predloženog modela potvrđena je kroz implementaciju unutar SolidCAM okruženja. Zahvaljujući punoj asocijativnosti između CAD i CAM modula, putanje alata više nisu statični entiteti vezani za jednu fiksnu geometriju. Rad je pokazao da softver inteligentno prepoznaje promene u konfiguracijama, automatski rekalkulišući putanje alata i prilagođavajući zahvate novim konturama izabranog proizvoda. Ovakav automatizovani ciklus izmena-proračun eliminiše potrebu za ponovnim programiranjem sličnih delova, čime se dramatično skraćuje vreme potrebno za pripremu NC operacija i povećava ukupna efikasnost proizvodnog sistema.

U zaključku se može istaći da integracija baze podataka, parametarskog modeliranja i asocijativne proizvodne logike formira zaokružen inženjerski ekosistem. Takav sistem ne samo da racionalizuje proces projektovanja, već stvara preduslove za inteligentno upravljanje proizvodnjom i implementaciju principa Industrije 4.0. Rezultati prikazani u radu služe kao jasan pokazatelj da digitalna transformacija tehnoloških procesa proizvodnje, zasnovana na principima grupne tehnologije, predstavlja jedini održiv put ka postizanju visoke konkurentnosti, operativne pouzdanosti i ekonomske opravdanosti u savremenoj metaloprerađivačkoj industriji.

ZAHVALNOST

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu Departmana za proizvodno mašinstvo Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu za 2026. godinu, pod nazivom „Trendovi u proizvodnom mašinstvu".

4. LITERATURA

[1] Mirko Soković, Dejan Božić, Dejan Lukić, Mijodrag Milošević, Mario Šokac, Željko Santoši, *Physical Adaptation of Articulated Robotic Arm into 3D Scanning System*, Applied Sciences, Vol. 15, No. 10, p. 5377, Maj 2025, doi: 10.3390/app15105377.
[2] Chinwendu Wealth Nwauzi, Sandor Bodzas, *Design and manufacturing of casting molds for the housing of a hand- operated sed grinding machine*, Journal of Production Engineering, Vol. 28, No. 02, 2025.
[3] Internet stranica https://www.solidworks.com
[4] Internet stranica https://solidcam.com
[5] Jason Shore, Roy Blows, Andrew Viquerat, Gugliemo S. Aglieti, David Gooding, Guy Richardson, *A new generation of deployable optics for earth observation using small satellites*, 18th European Space Mechanisms and Tribology Symposium, Minhen, Nemačka, Septembar 2019.
[6] Dejan Lukić, Mijodrag Milošević, *Integrisani CAPP sistemi i PDM,* Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2022.

BIBLIOMETRIJSKA ANALIZA POVLAČENJA NAUČNIH PUBLIKACIJA ZA PERIOD 2014-2025

Sara Koprivica[1], Ana Đurić[2], Aleksandra Hornjak[3], Milan Jovin[4], Darko Stefanović[5]
[1,2,3,4, 5]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]havzisara@uns.ac.rs, [2]ana.djuric@uns.rs, [3]aleksandra.hornjak@uns.ac.rs, [4]mjovin@uns.ac.rs,
[5]darko.stefanovic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Integritet naučne literature je od suštinskog značaja za napredak nauke, a povlačenje publikacija predstavlja jedan od ključnih mehanizama za njegovo očuvanje. Ovaj rad analizira obrasce povlačenja naučnih radova u periodu od januara 2014. do decembra 2025. godine na osnovu podataka iz Retraction Watch baze, sa fokusom na vremenske trendove, razlike između naučnih oblasti i razloge za povlačenje. Rezultati ukazuju na kontinuirani rast broja povlačenja, naročito nakon 2020. godine, uz neujednačenu zastupljenost disciplina. Dominantni razlozi obuhvataju institucionalne istrage, uredničko-recenzentske probleme i nepouzdane rezultate, što potvrđuje rastući značaj naknadnih kontrola kvaliteta u savremenom naučnom izdavaštvu*

Ključne reči: Retraction Watch, bibliometrijska analiza, povlačenje radova

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS RETRACTIONS FOR THE PERIOD 2014-2025

Abstract: The integrity of scientific literature is of essential importance for the advancement of science, and retraction of publications represents one of the key mechanisms for its preservation. This paper analyzes retraction patterns of scientific papers in the period 2014-2025 using data from the Retraction Watch database, focusing on temporal trends, differences among scientific fields, and reasons for retraction. The results indicate a continuous increase in the number of retractions, particularly after 2020, along with an uneven distribution across disciplines. The dominant reasons include institutional investigations, editorial and peer-review issues, and unreliable results, confirming the growing importance of post-publication quality control in contemporary scientific publishing.

Key Words: Retraction Watch, bibliometric analysis, retractions

1. UVOD

Pouzdanost naučne literature je fundamentalna za razvoj nauke, budući da se novi rezultati i odluke u velikoj meri oslanjaju na već objavljena saznanja. Mehanizmom povlačenja prethodno publikovanih radova predstavlja iz naučne literature uklanjaju se ili koriguju publikacije za koje je utvrđeno da sadrže značajne metodološke nedostatke, nepouzdane rezultate ili različite oblike neetičkog ponašanja [1]. Iako povlačenja čine relativno mali deo ukupne naučne produkcije, njihov broj beleži kontinuirani rast tokom poslednjih decenija [2], što odražava povećanu uredničku i izdavačku pažnju usmerenu ka kvalitetu objavljenih rezultata.

Porast broja povlačenja povezuje se sa ubrzanim rastom broja naučnih časopisa i publikacija, razvojem softverskih alata za detekciju plagijata i manipulacije podacima, kao i većom aktivnošću uredništava i izdavača u sprovođenju naknadnih provera objavljenih radova [3]. Istovremeno, širenje modela otvorenog pristupa i povećano opterećenje recenzentskog sistema dodatno utiču na obrasce i učestalost povlačenja publikacija [4].

Istraživanja ukazuju da razlozi za povlačenje radova obuhvataju različite kategorije problema, pri čemu dominiraju pitanja u vezi sa integritetom podataka i pouzdanošću rezultata. Analiza povučenih publikacija u periodu od 2003. do 2022. godine pokazala je da su najčešći razlozi povlačenja bili problemi sa podacima i rezultatima (28,8 %), zatim plagijat i dupliranje sadržaja (19,1 %), kao i slučajevi povezani sa institucionalnim istragama i naknadnim uredničkim odlukama (16,8 %) [5]. Ovi nalazi ukazuju da povlačenja ne proizlaze isključivo iz pojedinačnih grešaka autora, već i iz šireg procesa evaluacije naučnih publikacija. Uprkos tome, empirijska istraživanja pokazuju da povučeni radovi često nastavljaju da budu citirani i nakon objave povlačenja, što dodatno naglašava složenost korekcije naučne literature i potrebu za sistematičnim razumevanjem obrazaca povlačenja [6].

Interesovanje za proučavanje obrazaca povlačenja naučnih publikacija u poslednjim godinama beleži primetan porast [7]. Dosadašnja istraživanja uglavnom su usmerena na pojedinačne discipline ili tematski specifične oblasti, najčešće medicinu, genetiku i biološke nauke, gde pouzdanost objavljenih rezultata ima neposredan značaj za kliničku praksu i zdravstvene odluke [8]. Nasuprot tome, sveobuhvatne interdisciplinarne analize koje istovremeno razmatraju više naučnih domena kroz duži vremenski period i dalje su retke.

U tom kontekstu, ovaj rad koristi bibliometrijski pristup za analizu obrazaca povlačenja naučnih radova u periodu od 2014. do 2025. godine. Istraživanje nastoji da odgovori na sledeća pitanja:

1. Kako se trendovi povlačenja menjaju kroz vreme?

2. Da li postoje razlike između naučnih oblasti u obrascima povlačenja?
3. Koji su najčešći razlozi za povlačenje radova u posmatranom periodu?

Rad je organizovan na sledeći način: nakon uvoda sledi opis metodologije i korišćenog skupa podataka, potom analiza rezultata kroz vremenske trendove, distribuciju po oblastima i razloge povlačenja, dok završni deo rada obuhvata diskusiju i zaključke sa smernicama za buduća istraživanja.

2. METODOLOGIJA

U radu je korišćen skup podataka preuzet iz *Retraction Watch* baze [9], javno dostupnog izvora informacija o povučenim naučnim publikacijama i razlozima njihovog povlačenja. Podaci su preuzeti u CSV formatu sa zvanične platforme baze u februaru 2026. godine. Iz originalnog skupa izdvojeni su zapisi čiji datum povlačenja obuhvata period od januara 2014. do decembra 2025. godine, čime je definisan vremenski okvir analize.

Originalni skup podataka sadrži bibliografske (naslov, časopis, izdavač i tip rada), institucionalne (institucija i država autora), identifikacione (Record ID, DOI i PubMed ID) i vremenske varijable (datum objavljivanja i datum povlačenja), kao i podatke o prirodi i razlozima povlačenja rada. U okviru pripreme podataka izvršena je filtracija zapisa prema definisanom vremenskom opsegu i standardizacija tekstualnih oznaka relevantnih varijabli. Zapisi sa nedostajućim ključnim informacijama nisu uključeni u dalju analizu.

S obzirom na to da pojedinačni radovi mogu sadržati više razloga za povlačenje, originalne oznake iz baze rekodirane su u šire tematske kategorije radi analitičke konzistentnosti i komparativnosti rezultata. Svaka kategorija razloga modelovana je kao zasebna numerička varijabla, čime je omogućena agregirana analiza višestrukih uzroka povlačenja. Paralelno sa tim, heterogene oznake naučnih disciplina objedinjene su u osam tematskih grupa kako bi se smanjila fragmentacija podataka i omogućila međudisciplinarna poređenja.

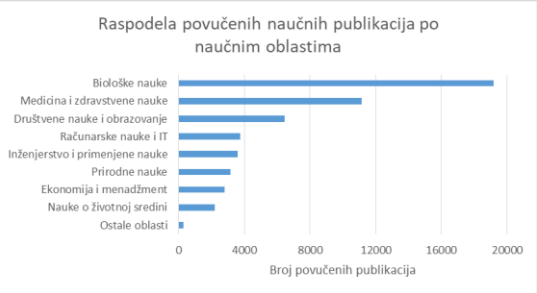
Metodološki pristup zasnovan je na bibliometrijskoj i deskriptivnoj analizi, uz primenu agregiranja i unakrsnog grupisanja podataka. Analiza je usmerena na vremensku distribuciju povlačenja, raspodelu po naučnim oblastima i strukturu dominantnih razloga povlačenja. U tom cilju formirana je kontingenciona matrica koja povezuje naučne oblasti i kategorije razloga povlačenja, čime je omogućena analiza relativnih obrazaca zastupljenosti između disciplina. Rezultati analize interpretirani su kroz vizuelne prikaze koji omogućavaju uočavanje vremenskih trendova i strukturnih odnosa između posmatranih kategorija.

3. REZULTATI

U periodu od 2014. do 2025. godine uočen je porast broja povučenih naučnih radova. Nakon postepenog rasta do 2020. godine, izraženije povećanje registrovano je od 2021. godine, sa maksimalnom vrednošću zabeleženom 2023. godine. U završnom delu posmatranog perioda prisutan je pad broja povlačenja, iako su vrednosti i dalje više u odnosu na početne godine analize. Imajući u vidu da se baza podataka kontinuirano ažurira, ove vrednosti treba tumačiti sa oprezom, jer je moguće da podaci za poslednje godine nisu u potpunosti kompletirani.



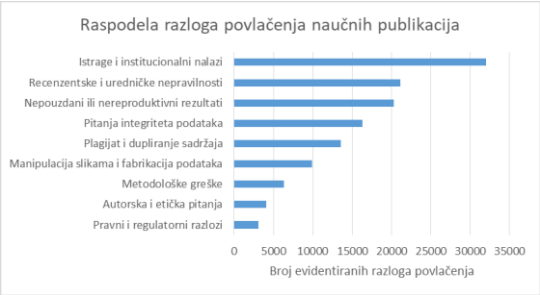
Grafik 1. Vremenski trend povlačenja radova



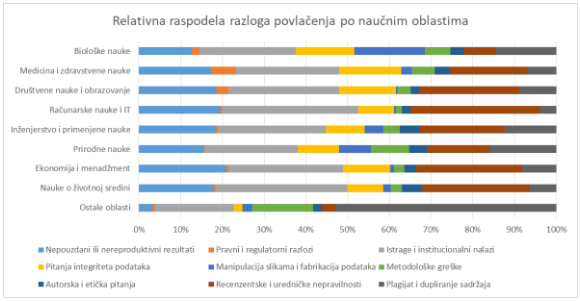
Grafik 2. Povlačenja radova po naučnim oblastima.

Raspodela povučenih radova po naučnim oblastima pokazuje neujednačenu zastupljenost disciplina. Najveći broj povlačenja evidentiran je u oblasti bioloških nauka (19 186), dok medicina i zdravstvene nauke takođe beleže visok nivo zastupljenosti (11 156). Društvene nauke i obrazovanje čine srednje zastupljenu grupu (6 462). Računarske nauke i informacione tehnologije (3 749) i inženjerstvo i primenjene nauke (3 592) prisutni su u približno sličnom obimu, dok prirodne nauke (3 162), ekonomija i menadžment (2 803) i nauke o životnoj sredini (2 199) učestvuju u manjoj meri u ukupnom broju povlačenja. Kategorija ostalih oblasti zabeležena je sporadično (296), pri čemu se većina povlačenja koncentriše u ograničenom broju naučnih domena.

Uzimajući u obzir rezultate savremenih istraživanja koja ukazuju na kontinuiran rast ukupne naučne produkcije i povećano opterećenje sistema naučnog izdavaštva, koncentracija povlačenja u biomedicinski orijentisanim disciplinama može se posmatrati i u kontekstu njihove visoke publikacione aktivnosti i razvijenih mehanizama naknadne institucionalne provere radova [10].



Grafik 3. Razlozi povlačenja naučnih radova



Grafik 4. Razlozi povlačenja radova po oblastima

Raspodela razloga povlačenja pokazuje izraženu neujednačenost među analiziranim kategorijama. Najveći broj zapisa odnosi se na istrage i institucionalne nalaze (32 042), zatim na probleme u recenzentskom i uredničkom postupku (21 094) i nepouzdane ili nereproduktivne rezultate (20 272). Slede pitanja integriteta podataka (16 296) i plagijat ili dupliranje sadržaja (13 589). Manipulacija slikama i fabrikacija evidentirane su u 9 942 slučaja, dok metodološke greške obuhvataju 6 327 zapisa. Najmanju zastupljenost imaju autorska i etička pitanja (4 077) i pravni ili regulatorni razlozi (3 070). Ovakva raspodela ukazuje na to da se značajan deo povlačenja povezuje sa formalnim postupcima naknadne provere, uključujući institucionalne istrage i uredničke intervencije, dok pojedinačne metodološke ili pravne nepravilnosti imaju manju zastupljenost. To sugeriše da povlačenja često proizlaze iz sistemskih mehanizama kontrole i naknadne evaluacije, a ne isključivo iz inicijalno identifikovanih tehničkih grešaka u radu.

Relativna raspodela razloga povlačenja publikacija po naučnim oblastima ukazuje na jasno diferenciranu strukturu između disciplina. U biološkim naukama dominiraju institucionalne istrage, uz izrazito visok udeo manipulacije slikama i fabrikacije podataka. Medicina i zdravstvene nauke karakterišu se većim učešćem pitanja integriteta podataka i uredničko-recenzentskih razloga. Društvene nauke i obrazovanje pokazuju povećan relativni udeo razloga vezanih za recenzentske procedure, dok su računarske nauke i informacione tehnologije obeležene dominantnim učešćem institucionalnih nalaza i evaluacionih postupaka. U inženjerstvu, primenjenim i prirodnim naukama prisutan je veći relativni udeo plagijata i dupliranja sadržaja u poređenju sa biomedicinskim oblastima. Ekonomija i menadžment, kao i nauke o životnoj sredini, pokazuju strukturu u kojoj preovlađuju uredički i institucionalni razlozi, uz nizak udeo tehničkih nepravilnosti. U celini posmatrano, distribucija potvrđuje da struktura razloga povlačenja varira između disciplina, pri čemu institucionalni postupci čine dominantnu komponentu u većini oblasti.

4. DISKUSIJA

Kontinuirani porast broja povučenih radova u periodu od 2014. do 2025. godine je potrebno posmatrati u kontekstu istovremenog rasta ukupne naučne produkcije. Rad [10] ukazuje da je broj publikacija indeksiranih u bazama *Scopus* i *Web of Science* značajno porastao tokom poslednje decenije, pri čemu je zabeležen rast od približno 47% u periodu od 2016 do 2022. godine. Stoga, povećanje broja povlačenja ne mora nužno ukazivati na proporcionalni rast nepravilnosti u radovima, već može predstavljati posledicu širenja ukupnog obima publikacija i intenziviranja naknadnih kontrola kvaliteta.

Povećan broj povlačenja može odražavati i aktivniju ulogu naučne zajednice u prepoznavanju grešaka i nepravilnosti u objavljenim istraživanjima [11]. Izražen rast od 2020. do 2023. godine može se povezati sa ubrzanim procesom recenzije tokom pandemije COVID-19, kada je postojala potreba za brzim objavljivanjem rezultata [12]. U takvim okolnostima veća je verovatnoća da su određeni problemi naknadno uočeni, što je dovelo do kasnijih povlačenja. Posebno visok broj povučenih radova je zabeležen u 2023. godini, radova koji su povučeni godinama nakon objavljivanja [13].Ovo ukazuje na povećanje naknadnih provera u okviru širih istraga usmerenih na identifikaciju sistemskih nepravilnosti, kao što su otkrivanje organizovanih oblika naučne prevare [13]. Nagli porast broja povlačenja ne mora odražavati porast broja problematičnih radova, već može ukazivati na pojačanu sistemsku kontrolu kvaliteta u naučnom izdavaštvu.

Najveći zabeleženi broj povlačenja radova je iz oblasti bioloških nauka, a odmah zatim iz oblasti medicine i zdravstvenih nauka. U ovim oblastima se greške i nepravilnosti često brže identifikuju, jer istraživanja imaju direktan uticaj na kliničku praksu. Razlozi za povlačenje u ovim oblastima su, pored institucionalnih, u vezi sa fabrikacijom podataka. Rad [14] analizira povučene radove u oblasti računarskih nauka. Veliki deo povlačenja (oko 56 %) nema jasno naznačen razlog, što ukazuje na nedostatak transparentnosti u objašnjenju povlačenja. Rad iz ove godine [15] pokazuje da su najčešći razlozi za povlačenje radova u oblasti veštačke inteligencije problemi u procesu recenzije. Ovi podaci potvrđuju da obrasci povlačenja variraju između disciplina.

Dominacija institucionalnih istraga kao najzastupljenijeg razloga povlačenja ukazuje na sistemsku promenu u načinu kontrole kvaliteta naučnog izdavaštva, od prevencije kroz recenziju ka naknadnoj detekciji nepravilnosti. Ovakav trend podudara se sa nalazima koji ukazuju da savremeni alati za detekciju plagijata, manipulacije slikama i lažnih recenzija sve više omogućavaju identifikaciju problema koji su prošli kroz standardni recenzentski postupak.

To ne znači nužno da je kvalitet recenzije opao, već da su mehanizmi naknadne kontrole postali sofisticiraniji i sistematičniji.

5. ZAKLJUČAK

Sprovedena analiza ukazuje da broj povučenih naučnih radova u periodu od 2014. do 2025. godine beleži rast, sa izraženim povećanjem nakon 2020. godine i najvećim povećanjem u 2023. godini. Ovaj trend ukazuje na pojačavanje naknadnih kontrola i veću aktivnost izdavača i institucija u očuvanju kvaliteta naučnih radova.

Rezultati takođe potvrđuju da postoji razlika između naučnih oblasti, pri čemu su biološke i medicinske nauke najzastupljenije, a struktura razloga za povlačenje varira među disciplinama. Najčešći razlozi odnose se na institucionalne istrage, probleme u uredničko-recenzentskom postupku i nepouzdane rezultate, što ukazuje na sve veći značaj evaluacije nakon publikovanja radova u savremenom naučnom izdavaštvu.

Pri interpretaciji rezultata potrebno je uzeti u obzir nekoliko ograničenja. Analiza se oslanja na podatke iz Retraction Watch baze koja, iako najobuhvatniji javno dostupan izvor ove vrste, ne obuhvata nužno sva povlačenja, naročito ona iz časopisa s ograničenom vidljivošću ili iz naučnih zajednica s manje razvijenom izdavačkom infrastrukturom. Podaci za 2025. godinu nisu bili potpuni u trenutku preuzimanja, što treba imati u vidu pri tumačenju pada broja povlačenja na kraju posmatranog perioda. Grupisanje disciplina i rekodiranje kategorija razloga povlačenja zasnovano je na autorskoj proceni, što može uticati na uporedivost nalaza sa rezultatima drugih studija.

Buduća istraživanja mogu uključiti primenu inferencijalnih statističkih metoda, kako bi se ispitala statistička značajnost razlika između naučnih oblasti i promena u obrascima povlačenja kroz vreme.

ZAHVALNOST

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (br. ugovora: 451-03-34/2026-03/200156) i Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu kroz projekat „Naučnoistraživački i umetničkoistraživački rad istraživača u nastavnim i saradničkim zvanjima Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2026" (br: 01-3609/1).

6. LITERATURA

[1] "Retraction guidelines," COPE: Committee on Publication Ethics. Accessed: Feb. 24, 2026. [Online]. Available: https://publicationethics.org/guidance/guideline/retraction-guidelines
[2] M. Gaudino *et al.*, "Trends and Characteristics of Retracted Articles in the Biomedical Literature, 1971 to 2020," *JAMA Intern Med*, vol. 181, no. 8, pp. 1118–1121, Aug. 2021, doi: 10.1001/jamainternmed.2021.1807.
[3] Wang, Xing, Wang, and Chen, "Retracted Publications in the Biomedical Literature from Open Access Journals," *Science and Engineering Ethics*, 2018, doi: 10.1007/s11948-018-0040-6.
[4] F. Hesselmann, V. Graf, M. Schmidt, and M. Reinhart, "The visibility of scientific misconduct: A review of the literature on retracted journal articles," *Current Sociology*, vol. 65, no. 6, pp. 814–845, Oct. 2017, doi: 10.1177/0011392116663807.
[5] M. Koo and S.-C. Lin, "Retracted articles in scientific literature: A bibliometric analysis from 2003 to 2022 using the Web of Science," *Heliyon*, vol. 10, no. 20, p. e38620, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e38620.
[6] T.-K. Hsiao and J. Schneider, "Continued use of retracted papers: Temporal trends in citations and (lack of) awareness of retractions shown in citation contexts in biomedicine," *Quant Sci Stud*, vol. 2, no. 4, pp. 1144–1169, Feb. 2022, doi: 10.1162/qss_a_00155.
[7] M. M. Christopher, "Comprehensive analysis of retracted journal articles in the field of veterinary medicine and animal health," *BMC Vet Res*, vol. 18, no. 1, p. 73, Feb. 2022, doi: 10.1186/s12917-022-03167-x.
[8] R. M. Kwee and T. C. Kwee, "Retracted Publications in Medical Imaging Literature: an Analysis Using the Retraction Watch Database," *Acad Radiol*, vol. 30, no. 6, pp. 1148–1152, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.acra.2022.06.025.
[9] "Retraction Watch," Retraction Watch. Accessed: Feb. 26, 2026. [Online]. Available: https://retractionwatch.com/
[10] M. A. Hanson, P. G. Barreiro, P. Crosetto, and D. Brockington, "The strain on scientific publishing," *Quantitative Science Studies*, vol. 5, no. 4, pp. 823–843, Nov. 2024, doi: 10.1162/qss_a_00327.
[11] X. Wang, N. Gao, H. Chen, and W. Wang, "Review of retracted papers in the field of neurology," *European Journal of Neurology*, vol. 30, no. 12, pp. 3896–3903, 2023, doi: 10.1111/ene.15960.
[12] F. Heidary and R. Gharebaghi, "COVID-19 impact on research and publication ethics," *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*, vol. 10, no. 1, pp. 1–4, May 2021, doi: 10.51329/mehdiophthal1414.
[13] R. A. K. Richardson, S. S. Hong, J. A. Byrne, T. Stoeger, and L. A. N. Amaral, "The entities enabling scientific fraud at scale are large, resilient, and growing rapidly," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 122, no. 32, p. e2420092122, Aug. 2025, doi: 10.1073/pnas.2420092122.
[14] M. Shepperd and L. Yousefi, "An analysis of retracted papers in Computer Science," *PLoS One*, vol. 18, no. 5, p. e0285383, May 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0285383.
[15] K. Sridharan and G. Sivaramakrishnan, "Artificial intelligence in the retraction spotlight: trends, causes and consequences of withdrawn AI literature through a systematic bibliometric review," *Front. Res. Metr. Anal.*, vol. 10, Jan. 2026, doi: 10.3389/frma.2025.1737168.

SHORT-FORM EDUCATIONAL ARCHITECTURE IN BUSINESS SCHOOLS: STRATEGIC POSITIONING OF MICRO-CREDENTIALS AT THE UNIVERSITY LEVEL

Minja Bolesnikov[1], Bojan Lalić[2], Mirjana Miljanović[3], Ivana Nobilo[4]
[1,2]*University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia*
[3]*Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Fakultet za proizvodnju i menadžmet, Trebinje*
[4]*University Les Roches University of Applied Sciences, Crans Montana, Switzerland*
[1]minja.bolesnikov@uns.ac.rs, [2]blalic@uns.ac.rs, [3]mirjana.miljanovic@fpm.ues.rs.ba, [4] ivana.nobilo@lesroches.edu

Abstract:*Business education is undergoing structural transformation driven by labor market volatility, technological acceleration, and shifting learner expectations. Within this context, short-form educational programs—including micro-credentials, intensive modules, executive sprints, and microlearning formats—have emerged as strategic instruments for institutional agility and employability alignment. While existing literature highlights the benefits of micro-credentials in enhancing employability and lifelong learning, limited attention has been given to their strategic positioning within university governance structures. This paper develops a conceptual framework that distinguishes between peripheral, integrated, and hybrid positioning models for short-form educational architecture in business schools. By synthesizing recent scholarship and institutional implementation practices, the study argues that micro-credentials function most effectively when embedded within coherent governance and quality assurance systems. The findings contribute to business education discourse by reframing micro-credentials as structural nodes within a broader short-form educational ecosystem rather than standalone credentials.*

Key Words: short-forms, micro-credentials, educational architecture, business education

1. INTRODUCTION

Business schools operate in an increasingly dynamic environment characterized by rapid technological change, evolving workforce requirements, and intensified global competition. Traditional degree programs, while foundational, are often structurally slower to adapt to emerging competency demands.

Short-form educational programs have emerged as adaptive mechanisms within this context. These programs include micro-credentials, intensive delivery modules, executive learning sprints, and structured microlearning units. Literature consistently identifies the growing demand for flexible, competency-based educational formats aligned with industry expectations (Dixon & Makin, 2024; Gamage & Dehideniya, 2025; Rof et al., 2024).

The COVID-19 pandemic further accelerated institutional experimentation with alternative delivery models, increasing the visibility and perceived legitimacy of micro-credentials (Ali et al., 2024). However, visibility does not guarantee systemic integration.

The central research question guiding this paper is:

How should business schools strategically position micro-credentials within a coherent short-form educational architecture to enhance employability while preserving academic integrity?

This question shifts the focus from adoption to governance, from proliferation to positioning.

2. METHODOLOGICAL APPROACH

This study adopts a structured narrative literature synthesis combined with conceptual analysis. The paper integrates recent peer-reviewed research on micro-credentials, employability, hybrid workforce preparation, digital validation systems, and institutional quality frameworks.

Rather than conducting empirical measurement, the study develops a governance-oriented analytical framework informed by literature and observed university-level implementation patterns. The objective is conceptual clarification and strategic positioning rather than statistical generalization.

3. THEORETICAL FRAMING: SHORT FORMS AS INSTITUTIONAL CAPABILITY

Short-form education should not be interpreted as condensed degrees. Instead, it represents modular capability-building architecture embedded within institutional systems.

Micro-credentials are the most formalized expression of short-form education, typically characterized by competency-based certification, stackability, and transparent learning outcomes (Ha et al., 2025; Hughes & Davis, 2024). They support lifelong learning pathways and flexible professional trajectories (Peters et al., 2025).

At the institutional level, short forms reflect adaptive capacity. Universities leverage micro-credentials to experiment with curricular innovation and increase responsiveness to labor market signals (Iatrellis et al., 2024). However, fragmented implementation risks market saturation and reputational dilution (Powell et al., 2024).

Therefore, the critical determinant of success lies not in credential volume, but in governance coherence and quality assurance alignment (Gamage & Dehideniya, 2025).

4. STRATEGIC POSITIONING MODELS

Three institutional positioning logics emerge from the literature and observed practice:

4.1 Peripheral Model

Micro-credentials operate as standalone offerings outside formal degree programs.
Advantages:
- Speed of implementation
- Market responsiveness
- Entrepreneurial flexibility

Risks:
- Limited academic recognition
- Weak integration with qualification frameworks
- Potential marginalization

4.2 Integrated Model

Micro-credentials are embedded within formal degree curricula and credit-bearing structures.
Advantages:
- Stackability and credit portability
- Academic coherence
- Stronger quality assurance integration

Risks:
- Increased administrative complexity
- Slower innovation cycles

4.3 Hybrid Governance Model

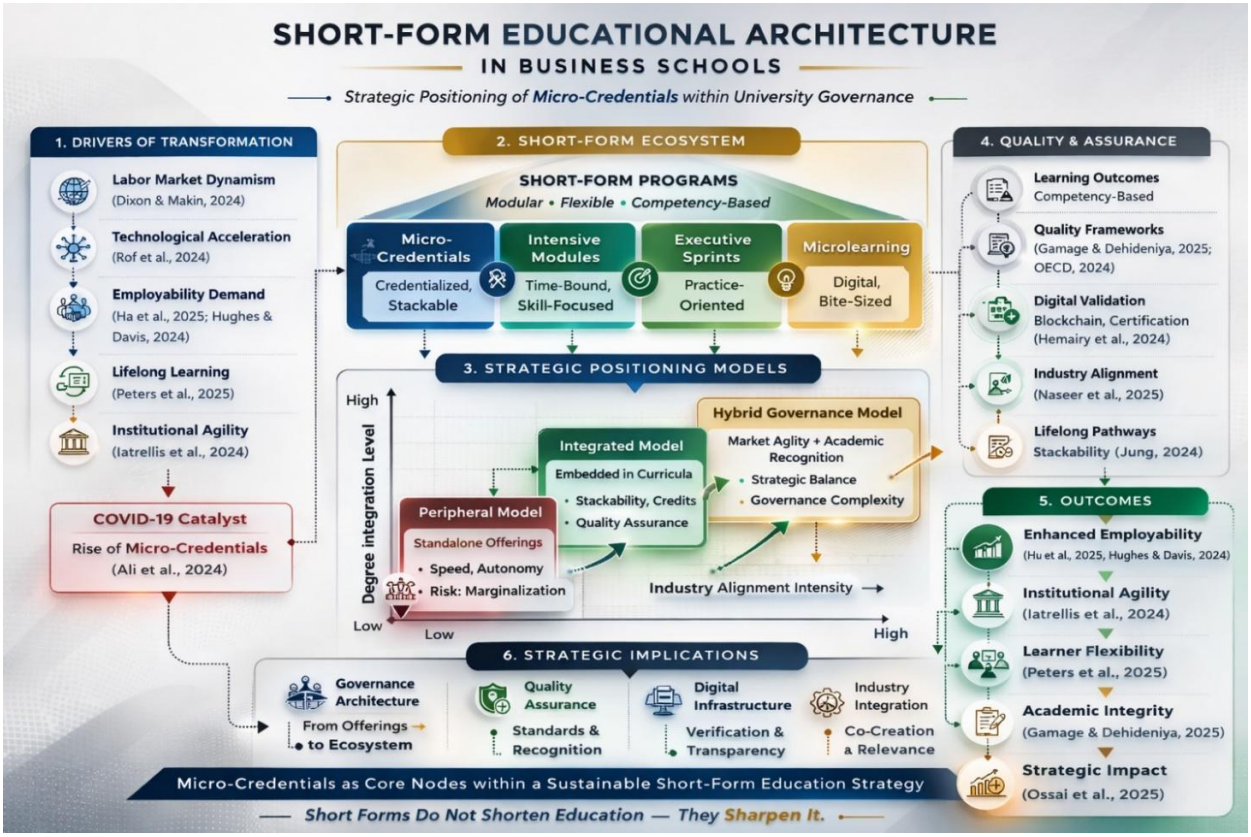
This model combines market-facing flexibility with structured academic recognition. Micro-credentials function as credentialized nodes within a broader short-form educational ecosystem.

Advantages:
- Balance between agility and legitimacy
- Institutional resilience
- Strategic alignment with industry

Risks:
- Governance coordination challenges
- Increased quality management demands

Quality assurance frameworks are central in all models. Institutions must implement clear standards, transparent recognition mechanisms, and structured review systems (OECD, 2024; Gamage & Dehideniya, 2025).

Emerging digital verification technologies, including blockchain-based certification systems, further strengthen validation and equivalency processes (Hemairy et al., 2024).



Picture 1. Short-forms Educational Architecture in Business Schools

5. IMPLEMENTATION PILLARS IN BUSINESS SCHOOLS

Successful short-form integration in business education rests on four structural pillars:

5.1 Competency Architecture

Clear learning outcomes and measurable competencies aligned with industry collaboration enhance employability (Naseer et al., 2025).

5.2 Hybrid Workforce Readiness

Digital and hybrid skill development is increasingly central to graduate preparation (Hughes & Davis, 2024).

5.3 Capability Maturity

Capability maturity frameworks for micro-credential providers guide institutional readiness and governance structuring (Iatrellis et al., 2024).

5.4 Lifelong Learning Integration

Personalized and open learning models reinforce stackability and non-linear progression pathways (Jung, 2024).

When institutions treat micro-credentials as strategic capability instruments rather than isolated micro-products, coherence and stakeholder trust increase. Therefore, the critical determinant of success lies not in credential volume, but in governance coherence and quality assurance alignment (Gamage & Dehideniya, 2025).

6. DISCUSSION

Business education faces simultaneous pressures of technological transformation, globalization, and evolving employability expectations (Ossai et al., 2025). Short-form architecture allows institutions to respond without full structural redesign of degree programs.

However, proliferation without strategic integration may generate fragmentation and credential inflation. The distinction between offering micro-credentials and architecting a short-form ecosystem is therefore fundamental. The former is operational. The latter is strategic.

7. CONTRIBUTION AND CONCLUSION

This paper contributes to business education scholarship by:
1. Reframing micro-credentials as structural nodes within a broader short-form educational architecture.
2. Proposing a three-model typology (peripheral, integrated, hybrid) to guide institutional positioning.
3. Connecting employability discourse with governance architecture and quality assurance systems.

The originality lies in shifting the debate from micro-credential adoption to institutional design logic.

Short-form credentials represent adaptive evolution within business education. Their effectiveness depends on:
- Governance clarity
- Robust quality assurance
- Transparent recognition pathways
- Industry alignment (Gamage & Dehideniya, 2025)

When strategically positioned, short forms do not shorten education—they sharpen it.

8. REFERENCES

[1] Ali et al., 2024.
[2] Dixon, L., & Makin, V., 2024.
[3] Gamage, K. A. A., & Dehideniya, S. C. P., *Unlocking Career Potential: How Micro-Credentials Are Revolutionising Higher Education and Lifelong Learning*, Education Sciences, 15(5), 525, 2025. https://doi.org/10.3390/educsci15050525
[4] Ha, N. T. N., Dyke, N. V., & Spittle, M., *Micro-credentials in higher education: perceived benefits for graduate employability and interest levels in micro-credentials for training employability skills*, Studies in Higher Education, 2025. https://doi.org/10.1080/03075079.2025.2516709
[5] Hemairy, M. A., Talib, M. A., Khalil, A., Zulfiqar, A., & Mohamed, T., *Blockchain-based framework and platform for validation, authentication & equivalency of academic certification and institution's accreditation: UAE case study and system performance (2022)*, Education and Information Technologies, 29(14), 18203, 2024. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12493-6
[6] Hughes, H. P. N., & Davis, M. C., *Preparing a Graduate Talent Pipeline for the Hybrid Workplace: Rethinking Digital Upskilling and Employability*, Academy of Management Learning and Education, 23(4), 578, 2024. https://doi.org/10.5465/amle.2023.0106
[7] Hugo, J., Callaghan, R., & Cronjé, J., *A Strategy Development Framework for Educational Technology: An integrated Design Science Research and Modified Delphi Approach*, The Electronic Journal of E-Learning, 22(5), 60, 2024. https://doi.org/10.34190/ejel.22.5.3568
[8] Iatrellis, O., Samaras, N., & Kokkinos, K., *Towards a Capability Maturity Model for Micro-Credential Providers in European Higher Education*, Trends in Higher Education, 3(3), 504, 2024. https://doi.org/10.3390/higheredu3030030
[9] Jung, I., *Personalized Education for All: The Future of Open Universities*, Open Praxis, 16(1), 24, 2024. https://doi.org/10.55982/openpraxis.16.1.612
[10] Naseer, F., Tariq, R., Alshahrani, H. M., Alruwais, N., & Al-Wesabi, F. N., *Project based learning framework integrating industry collaboration to enhance student future readiness in higher education*, Scientific Reports, 15(1), 24985, 2025. https://doi.org/10.1038/s41598-025-10385-4
[11] OECD, 2024.
[12] Ossai, A. G., Asabor, M. B., Oduma, J. O., & Oseji, M. N., *Reshaping management education for a globalized world*, Frontiers in Education, 10, 2025. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1614737
[13] Peters, M., Beirne, E., & Brown, M., *Micro-credentials and their implications for lifelong learning–global insights and critical perspectives*, Distance Education, 46(1), 1, 2025. https://doi.org/10.1080/01587919.2025.2463137
[14] Powell, S., Vargas, V. R., & McCabe, O., *HE system of choice: An emerging landscape of post-neoliberal, technocentric and socio-ecological conceptualisations of learning*, Journal of University Teaching and Learning Practice, 21(3), 2024. https://doi.org/10.53761/40jggc34
[15] Rof et al., 2024.

NACIONALNI OKVIR KVALIFIKACIJA U AKREDITACIJI VISOKO OBRAZOVNIH INSTITUCIJA REPUBLIKE SRBIJE

Nemanja Tasić[1], Milan Delić[2]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]nemanja.tasic@uns.ac.rs, [2]delic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Rad analizira koncept nacionalnog okvira kvalifikacija sa posebnim osvrtom na Nacionalni okvir kvalifikacija Srbije (NOKS) i njegovu ulogu u sistemu akreditacije visokog obrazovanja. Prikazana je usklađenost NOKS-a sa Evropskim okvirom kvalifikacija, kao i značaj ishoda učenja u definisanju kvalifikacija. Posebna pažnja posvećena je vezi između akreditacije studijskih programa i nivoa kvalifikacija u NOKS-u. Uporedna analiza sa praksom pojedinih evropskih zemalja ukazuje na različite modele dokazivanja usklađenosti ishoda učenja sa nacionalnim okvirima kvalifikacija. Zaključuje se da je u Srbiji normativna povezanost uspostavljena, ali da postoji potreba za preciznijim standardima u pogledu formalnog dokazivanja usklađenosti kroz matrice ili slične instrumente.*
Ključne reči: NOKS, EOK, akreditacija, obezbeđenje kvaliteta u visokom obrazovanju

NATIONAL QUALIFICATIONS FRAMEWORK IN THE ACCREDITATION OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Abstract: *The paper analyzes the concept of a national qualifications framework, with particular reference to the National Qualifications Framework of Serbia (NQFS) and its role in the higher education accreditation system. It presents the alignment of the NQFS with the European Qualifications Framework, as well as the importance of learning outcomes in defining qualifications. Special attention is given to the relationship between the accreditation of study programs and qualification levels within the NQFS. A comparative analysis of practices in selected European countries indicates different models for demonstrating the alignment of learning outcomes with national qualifications frameworks. It is concluded that, in Serbia, normative alignment has been established, but there is a need for more precise standards regarding the formal demonstration of alignment through matrices or similar instruments.*
Key Words: NOKS, EOK, acreditation, qualita assurance in higher education

1. UVOD

Nacionalni okvir kvalifikacija, u opštem smislu, predstavlja sveobuhvatan, zakonski uređen sistem za klasifikaciju i standardizaciju svih nivoa i vrsta kvalifikacija stečenih kroz formalno, neformalno i informalno obrazovanje u jednoj državi. On služi kao most između obrazovnog sistema jedne države i tržišta rada, definišući ishode učenja (znanja, veštine, sposobnosti i stavove) kroz jasne nivoe [1,2]. Ovakav instrument obuhvata broj i opis nivoa kvalifikacija, odnose između kvalifikacija, kao i puteve prohodnosti i napredovanja. Takođe, obuhvata procese, tela, odnosno organizacije odgovorne za uspostavljanje kvalifikacija, načine sticanja, upoređivanje, prepoznavanje, obezbeđivanje kvaliteta i standarda po kojima se realizuju [2]. Šta su ključne tačke u nacionalnom okviru kvalifikacija jedne države? Pre svega, radi se o sistemu klasifikacije koji u ovom slučaju uređuje kvalifikacije po različitim nivoima čime se stvara njihova jasna struktura i uporedivost kao bitna karakteristika. Kvalifikacija je, prema [2], formalno priznavanje stečenih kompetencija i pojedinac stiče kvalifikaciju onda kada nadležno telo utvrdi da je dostigao ishode učenja u okviru određenog nivoa i u skladu sa predviđenim standardomu kvalifikacije, što se potvrđuje javnom ispravom (diplomom ili sertifikatom). Kompetencije, u okviru toga, predstavljaju integrisani skup znanja, veština, sposobnosti i stavova, koje pojedincu omogućuju efikasno delanje u skladu sa standardom kvalifikacije [1]. Fokus na ishode učenja prilikom definisanja ukazuje na usmerenu pažnju na ono što jedna osoba zna i ume da uradi a ne isključivo na dužinu školovanja, a time je omogućena i proverljivost nivoa razvijenosti kompetencija, odnosno dostignutosti znanja, veština, stavova i sposobnosti [2]. Još neke od bitnih karakteristika nacionalnog okvira podrazumevaju da je veoma transparentan, odnosno da omogućava obrazovnim ustanovama, poslodavcima, i pojedincima da sa lakoćom prepoznaju sadržaj i vrednost neke kvalifikacije, zatim omogućava povezivanje sa drugim nacionalnim sistemima kvalifikacija, što značajno olakšava priznavanje diploma kao i mobilnost radne snage i studenata, i na kraju ovakav sistem podržava celoživotno učenje, odnosno priznavanje prethodnog učenja i sticanje kvalifikacija na različite načine a ne samo kroz klasično školovanje [1]. Neki od pojmova značajni za razumevanje nacionog okvira kvalifikacija su: (1) Formalno obrazovanje – predstavlja organizovane procese učenja koji se ostvaruju na osnovu planova i programa nastave i učenja osnovnog i srednjeg obrazovanja i studijskih programa visokog obrazovanja; (2) Neformalno obrazovanje – predstavlja organizovane procese učenja odraslih koji se ostvaruju na osnovu posebnih programa, radi sticanja znanja, veština, sposobnosti i stavova usmerenih na rad, lični i socijalni razvoj; (3) Informalno učenje - predstavlja proces samostalnog sticanja znanja, veština, vrednosti, stavova

i sposobnosti odraslih, u svakodnevnom životnom, radnom i socijalnom okruženju; (4) Celoživotno učenje – uključuje sve oblike učenja i podrazumeva učestvovanje u različitim oblicima obrazovnih aktivnosti tokom života, sa ciljem stalnog unapređivanja potrebnih ličnih, građanskih, društvenih i kompetencija potrebnih za rad; (5) Priznavanje prethodnog učenja – aktivnost obrazovanja odraslih koja se ostvaruje procenom znanja, veština i sposobnosti stečenih obrazovanjem, životnim ili radnim iskustvom i koja omogućava dalje učenje i povećanje konkurentnosti na tržištu rada. Termin se izjednačava sa terminom "validacija neformalnog i informalnog učenja" (Validation of non-formal and informal learning), a u skladu sa Evropskim preporukama za validaciju neformalnog i informalnog učenja [1].

2. NACIONALNI OKVIR KVALIFIKACIJA SRBIJE

Reforme obrazovnog sistema u Republici Srbiji tokom poslednje decenije usmerene su ka jačanju kvaliteta, transparentnosti i usklađenosti sa evropskim standardima [5,6]. U tom kontekstu razvijen je Nacionalni okvir kvalifikacija Srbije (NOKS) kao integrisani sistem koji povezuje obrazovanje, obuke i tržište rada [1]. Osnovni konceptualni princip NOKS-a, kao i u slučaju ostalih nacionalnih okvira kvalifikacija, jeste klasifikacija kvalifikacija prema ishodima učenja, čime se naglasak pomera sa trajanja obrazovanja na stečene kompetencije [5].

Formalno-pravna osnova NOKS-a uspostavljena je donošenjem Zakona o Nacionalnom okviru kvalifikacija Republike Srbije, koji je usvojen 2018. godine [1]. Time je NOKS institucionalizovan kao obavezujući sistem klasifikacije kvalifikacija u Republici Srbiji. Razvoj NOKS-a deo je šire reforme obrazovnog sistema i procesa evropskih integracija, posebno u oblasti obrazovanja i zapošljavanja [6]. Njegovo uspostavljanje oslanja se na preporuke i metodologiju Evropske unije u vezi sa razvojem nacionalnih kvalifikacionih okvira kompatibilnih sa Evropskim okvirom kvalifikacija [5].

NOKS je strukturiran kroz osam nivoa kvalifikacija, koji obuhvataju sve stepene obrazovanja — od osnovnog do visokog, uključujući i kvalifikacije stečene kroz stručno obrazovanje i obuke. Svaki nivo definisan je deskriptorima zasnovanim na tri osnovne kategorije: znanja, veštine i sposobnosti/kompetencije [1].

Okvir obuhvata kvalifikacije stečene kroz: (1) formalno obrazovanje; (2) neformalno obrazovanje; (3) informalno učenje (uz postupke priznavanja prethodnog učenja) a centralni instrument implementacije NOKS-a predstavlja Registar kvalifikacija, koji sadrži podatke o priznatim kvalifikacijama, njihovim standardima i institucijama koje ih realizuju [1].

Za sprovođenje NOKS-a nadležno je Ministarstvo prosvete Republike Srbije [1], dok ključnu operativnu ulogu ima Agencija za kvalifikacije [3]. Agencija za kvalifikacije obavlja stručne i razvojne poslove, uključujući: (1) izradu i ažuriranje standarda kvalifikacija; (2) vođenje Registra kvalifikacija, (3) koordinaciju procesa priznavanja prethodnog učenja; (3) saradnju sa socijalnim partnerima i institucijama tržišta rada [3]. U implementaciju su uključeni i predstavnici poslodavaca, sektorskih veća, visokoškolskih ustanova i drugih relevantnih aktera, čime se obezbeđuje veza između sistema obrazovanja i potreba privrede [1]. Od prethodno nabrojanih, sektorska veća predstavljaju jedno od ključnih savetodavnih i stručnih tela u okviru Nacionalnog okvira kvalifikacija Srbije (NOKS) [1]. Njihova osnovna funkcija jeste da obezbede sistematsku vezu između obrazovnog sistema i potreba tržišta rada [6]. Sektorska veća se formiraju po privrednim i društvenim sektorima (npr. mašinstvo, poljoprivreda, zdravstvo, informacione tehnologije, obrazovanje i dr.) i u njihov sastav ulaze predstavnici poslodavaca i privrednih komora; zatim stručnjaka iz određenih oblasti rada, te predstavnika obrazovnih institucija i relevantnih državnih organa i institucija [1]. Ovakva struktura omogućava balans između obrazovnih standarda, stručnih zahteva profesije i realnih potreba privrede. Ključni zadaci obuhvataju: analizu potreba tržišta rada u okviru konkretnog sektora; iniciranje izrade novih standarda kvalifikacija ili revizije postojećih; davanje mišljenja o predlozima standarda kvalifikacija; kao i praćenje tehnoloških i organizacionih promena koje utiču na zanimanja [3]. Na taj način sektorska veća doprinose dinamičkom prilagođavanju sistema kvalifikacija ekonomskim i tehnološkim promenama [6]. Jedan od najznačajnijih doprinosa sektorskih veća ogleda se u definisanju ishoda učenja koji su usklađeni sa realnim profesionalnim zahtevima [5]. Kroz njihovo učešće obezbeđuje se da standardi kvalifikacija: budu zasnovani na savremenim radnim procesima; reflektuju aktuelne i buduće potrebe sektora; omoguće zapošljivost i profesionalnu mobilnost. Time se smanjuje jaz između obrazovanja i tržišta rada, što predstavlja jedan od osnovnih ciljeva NOKS-a [4].

Jedan od ključnih ciljeva NOKS-a jeste njegova uporedivost sa Evropskim okvirom kvalifikacija, koji predstavlja zajednički evropski referentni okvir od osam nivoa kvalifikacija [5]. Republika Srbija je 2020. godine završila proces formalnog referenciranja NOKS-a sa EOK-om [4]. Izveštaj o referenciranju usvojen je na sastanku Savetodavne grupe za EOK pri Evropskoj komisiji, čime je potvrđena usklađenost srpskog sistema sa evropskim standardima, a paralelno je sprovedena i samoevaluacija u odnosu na Okvir kvalifikacija Evropskog prostora visokog obrazovanja (QF-EHEA), u skladu sa principima Bolonjskog procesa [4]. Referenciranje omogućava: (1) jasno mapiranje nivoa NOKS-a na nivoe EOK-a; (2) navođenje EOK nivoa na diplomama i sertifikatima; (3) lakše priznavanje kvalifikacija u drugim evropskim državama; (4) povećanu mobilnost učenika, studenata i radnika [5,6].

NOKS se nalazi u operativnoj fazi implementacije [6]. Registar kvalifikacija se kontinuirano ažurira, a standardi kvalifikacija razvijaju se u saradnji sa privredom i obrazovnim institucijama [3]. Iako je formalno referenciranje sa EOK-om završeno, dalji razvoj podrazumeva: unapređenje sistema priznavanja prethodnog učenja, jačanje kapaciteta institucija, veću uključenost poslodavaca, kontinuirano usklađivanje sa evropskim preporukama i

praksama [6]. NOKS doprinosi: povećanju transparentnosti i uporedivosti kvalifikacija; jačanju poverenja u sistem obrazovanja; boljoj povezanosti obrazovanja i tržišta rada; razvoju koncepta celoživotnog učenja; unapređenju međunarodne mobilnosti radne snage [1,5,6]. Time NOKS predstavlja ne samo tehnički klasifikacioni mehanizam, već i strateški instrument modernizacije obrazovnog sistema Republike Srbije u kontekstu evropskih integracija.

3. NACIONALNI OKVIR KVALIFIKACIJA I AKREDITACIJA

Reforma visokog obrazovanja u Srbiji odvija se u kontekstu evropskih integracija i usklađivanja sa standardima Evropskog prostora visokog obrazovanja (EHEA). Akreditacija visokoškolskih ustanova u Republici Srbiji predstavlja ključni mehanizam spoljašnjeg obezbeđenja kvaliteta, kojim se potvrđuje da institucije i studijski programi ispunjavaju propisane standarde, dok NOKS obezbeđuje standardizovan opis kvalifikacija zasnovan na ishodima učenja.

Kao i u slučaju NOKS-a, koji je regulisan zakonskim rešenjima, normativni osnov za akreditaciju visokoškolskih ustanova i studijskih programa predstavlja Zakon o visokom obrazovanju, kojim je uspostavljen savremeni sistem spoljašnjeg obezbeđenja kvaliteta. Ovim zakonom osnovano je nezavisno telo nadležno za akreditaciju – Nacionalno telo za akreditaciju i obezbeđenje kvaliteta u visokom obrazovanju (NAT).

Povezanost ova dva mehanizma ogleda se u činjenici da studijski programi treba da budu usklađeni sa nivoima i deskriptorima kvalifikacija definisanim u NOKS-u. Veza između akreditacije i NOKS-a ogleda se u nekoliko ključnih elemenata: (1) Definisanje ishoda učenja – Studijski programi moraju imati jasno formulisane ishode učenja koji odgovaraju nivou kvalifikacije iz NOKS-a; (2) Standardizacija kvalifikacija – Akreditacijom se potvrđuje da program vodi ka kvalifikaciji upisanoj u Registar NOKS-a; (3) Međunarodna uporedivost – NOKS je 2020. godine referenciran sa Evropski okvir kvalifikacija, čime je omogućeno mapiranje nacionalnih nivoa na evropske nivoe kvalifikacija. Time akreditacija ne predstavlja samo nacionalni mehanizam kontrole kvaliteta, već i instrument međunarodne transparentnosti i priznavanja diploma.

Primeri za dosledniju primenu i usklađivanje zahteva Akreditacije studijskih programa za NOKS-om mogu se naći u mnogim državama EU, ali i van nje, u kojima je standardima za Akreditaciju ustanovljena obaveza usklađenosti ishoda učenja na studijskim programima sa kvalifikacijama koje su navedene u nacionalnom okviru kvalifikacija. To se može videti iz sledećih primera: (1) U Sloveniji postupke akreditacije sprovodi Nacionalna "Agencija Republike Slovenije za kakovost v visokem šolstvu" (NAKVIS); standardi za akreditaciju zahtevaju da: studijski program bude svrstan na odgovarajući nivo u okviru "Slovensko ogrodje kvalifikacij" (SOK); ishodi učenja budu jasno povezani sa nivoima SOK i Evropskog okvira kvalifikacija (EQF); bude obrazložena usklađenost sa Okvirom kvalifikacija Evropskog prostora visokog obrazovanja (QF-EHEA) tako da bez jasne referenciranosti na nacionalni okvir kvalifikacija, program ne može dobiti pozitivno mišljenje za akreditaciju; (2) U Irskoj postoji regulatorno telo pod nazivom "Quality and Qualifications Ireland" (QQI) gde akreditacioni i validacioni standardi zahtevaju da svaki program: bude svrstan na jedan od nivoa u okviru "National Framework of Qualifications" (NFQ); demonstrira kako ishodi učenja odgovaraju zvaničnim deskriptorima tog nivoa; jasno prikaže usklađenost sa evropskim okvirom (EQF) i u dokumentaciji za validaciju obavezno se dostavlja matrica usklađenosti ishoda učenja sa nivoom NFQ; (3) U Nemačkoj akreditaciju sprovode agencije ovlašćene od strane "Akkreditierungsrat"; standardi zahtevaju da studijski program: bude usklađen sa "Deutscher Qualifikationsrahmen" (DQR); definiše ishode učenja u skladu sa deskriptorima nivoa 6, 7 ili 8 (Bachelor, Master, Doktorat); pokaže usklađenost sa evropskim kvalifikacionim okvirom, te iako se često primarno koristi okvir za visoko obrazovanje (QF-EHEA), eksplicitna povezanost sa DQR je deo sistema osiguranja kvaliteta; (4) U Portugalu akreditaciju vrši "Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior" (A3ES) gde se standardima predviđa da studijski program mora biti usklađen sa "Quadro Nacional de Qualificações" (QNQ) i sa evropskim okvirima, uz jasno definisane ishode učenja; (5) U Republici Hrvatskoj akreditacioni postupci koje sprovodi "Agencija za znanost i visoko obrazovanje" (AZVO) zahtevaju da visokoškolske ustanove u elaboratu studijskog programa jasno navedu: nivo kvalifikacije u okviru Hrvatski kvalifikacijski okvir (HKO); usklađenost ishoda učenja sa deskriptorima nivoa HKO; povezanost sa Evropskim kvalifikacijskim okvirom (EQF) gde se prilikom reakreditacije proverava da li su ishodi učenja usklađeni sa odgovarajućim nivoom HKO (npr. nivo 6 ili 7) i da li su formulisani u skladu sa Dablinskim deskriptorima.

Iz prethodnog se može zaključiti da u većini država Evropskog prostora visokog obrazovanja danas je obavezno da: ishodi učenja budu jasno definisani; Program bude svrstan na odgovarajući nivo nacionalnog okvira kvalifikacija; Bude eksplicitno prikazana usklađenost sa deskriptorima tog nivoa; i Postoji referenca prema Evropskom okviru kvalifikacija (EQF) i QF-EHEA. Ovakav pristup je deo implementacije Standarda i smernica za obezbeđenje kvaliteta u Evropskom prostoru visokog obrazovanja (ESG 2015) i predstavlja standardnu praksu u savremenim sistemima akreditacije.

Međutim u većini nabrojanih primera, zahtevima u standardima za akreditaciju se eksplicitno navodi da se ispunjenost kriterijuma mora dokazati kroz određenu vrstu matrice kompetencija u vidu priloga ili dodatne tabele. Takav je primer i u akreditaciji studijskih programa u Republici Srpskoj gde postoji konkretniji formalni zahtev u standardima za akreditaciju u pogledu dokazivanja usklađenosti ishoda učenja sa nacionalnim okvirom kvalifikacija, i to u vidu matrica, tabela ili uporednih priloga u dokumentaciji koju institucije podnose za akreditaciju. U akreditacionim sistemima RS i BiH, postoji formalni zahtev da studijski programi: jasno definišu ishode učenja (znanja, veštine, kompetencije); te ishode učenja treba jasno povezati sa nacionalnim okvirom kvalifikacija; i

obavezno dokumentovanje u prilozima uz akreditacionu dokumentaciju. Matrica usaglašenosti ishoda učenja sa NOK-om, kao prilog nije samo formalnost već se on smatra obaveznim delom dosijea za akreditaciju. Uporedni prikaz između primene u Republici Srbiji i Republici Srpskoj dat je u Tabeli 1.

Tabela 1– Uporedni prikaz između primene u Republici Srbiji i Republici Srpskoj

Element	Republika Srbija	Repbulika Srpska
Zahtev za ishode učenja u dokumentaciji	Da, ali bez formalnog uputstva u vidu matrice u samom standardu	Da, i praktično se očekuje dokumentacija/tabela u prilogu
Obaveznost povezivanja sa nacionalnim okvirom	Implicitno, preko ishoda učenja	Jasnije naveden u praksi HEAQA
Obaveznost dostavljanja dokaznog priloga	Nije formalno definisan	Često zahtevan (matrice/tabele)
Veza sa evropskim okvirima	Da, kroz NOKS referencu	Da, kroz integrisani nacionalni okvir i EQF

4. ZAKLJUČAK

Nacionalni okviri kvalifikacija, posebno u državama Evropskog obrazovnog prostora, u najvećoj meri su implementirani u sistem visokog obrazovanja i jasno se naglašava u standardima za akreditaciju tih zemalja da je neophodno definisati ishode učenja za studijske programe koji su jasno povezani sa nacionalnim okvirom kvalifikacija a koji je opet povezan sa evropskim okvirom kvalifikacija. Još dosledniju primenu predstavljaju i zahtevi u standardima za akreditaciju u kojima se eksplicitno zahteva dostavljanje dokaza u vidu tabele ili priloga (matrica kompetencija) koji jasno pokazuju ispunjenje ovih zahtevanih kriterijuma, čime se pravi jasnija veza između Akreditacije i NOK-a, odnosno EOK-a, i obezbeđuje se jasna i nedvosmislena ispunjenost ovog zahteva.

U Republici Srbiji akreditacioni standardi uključuju ishode učenja. U izveštaju [4] o referenciranju sa EOK-om navedeno je da: Standard 4 za akreditaciju visokoškolskih ustanova sadrži deskriptore znanja, veština i sposobnosti za svaki nivo visokog obrazovanja u skladu sa Dablinskim deskriptorima i nacionalnim okvirom kvalifikacija; i Standard 4 za akreditaciju studijskih programa propisuje da savladavanjem studijskog programa student stiče upravo ona znanja, veštine i stavove koji su u skladu sa deskriptorima NOKS-a. To znači da u Srbiji sistem akreditacije ne samo da pažljivo razmatra ishode učenja, nego ih povezuje i sa konkretnim nivoima kvalifikacija u NOKS-u.

Međutim, neophodno je da se i u standardima za akreditaciju studijskih programa Republike Srbije implementira neophodnost dostavljanja dokaza o usklađenosti ishoda učenja koji se definišu za određeni studijski programa sa NOKS-om i to na sličan način kao i u drugim državama u kojima se primenjuje takav prilaz koristeći matrice kompetencija ili slične modele.

Može se zaključiti u načelu da, iako je normativni okvir uspostavljen kako je navedeno ranije, izazovi ostaju u doslednoj primeni principa ishoda učenja, standardizaciji dokumentacije i jačanju kapaciteta visokoškolskih ustanova za interno obezbeđenje kvaliteta, tako da je kontinuirana saradnja između NAT-a, Ministarstva prosvete i Agencije za kvalifikacije ključna za dalji razvoj sistema.

ZAHVALNICA

Istraživanje u ovom radu je finansirano iz projekta: „Unapređenje kvaliteta nastave na sudijskim programima Departmana kroz implementaciju rezultata naučno-istraživačkog rada u oblasti Industrijskog inženjerstva i inženjerskog menadžmenta", 2026.

5. LITERATURA

[1] *Zakon o nacionalnom okviru kvalifikacija Republike Srbije*, Službeni glasnik RS, br. 27/2018, 6/2020, 129/2021 - dr. zakon i 76/2023.
[2] Nacionalni okvir kvalifikacija Republike Srbije – zvanična dokumenta i podzakonski akti. https://noks.mpn.gov.rs
[3] Agencija za kvalifikacije - Nadležnosti, Registar kvalifikacija, standardi kvalifikacija i sektorska veća. https://azk.gov.rs
[4] Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. (2021). *Izveštaj o povezivanju Nacionalnog okvira kvalifikacija Republike Srbije sa Evropskim okvirom kvalifikacija*. Beograd.
[5] European Commission. (2017). *Council Recommendation on the European Qualifications Framework for lifelong learning.*
[6] Evropska fondacija za obuku (ETF). (2022). *Nacionalni okvir kvalifikacija – Srbija: Izveštaj o stanju i razvoju*. Torino.

SISTEMSKI PRISTUP MODERNIZACIJI STUDIJSKIH PROGRAMA MEHATRONIKE U PROCESU REAKREDITACIJE

Ivana Šenk[1], Vule Reljić[2], Srđan Savić[3]
[1,2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]ivanas@uns.ac.rs, [2]vuketa90@uns.ac.rs, [3]savics@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *U ovom radu prikazan je proces pripreme za reakreditaciju studijskih programa mehatronike, na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, kroz njhovu modernizaciju. Svi koraci sistemskog pristupa pomenutom poslu detaljno su definisani i dati hronološkim redosledom. Potvrđena je uspešnost datog pristupa i definisano da se isti može primeniti i na druge studijske programe.*

Ključne reči: mehatronika, reakreditacija

A SYSTEMATIC APPROACH TO MODERNIZING THE MECHATRONICS STUDY PROGRAMS IN THE REACCREDITATION PROCESS

Abstract: *This paper presents the preparation process for reaccreditation of Mechatronics study programs at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad, undertaken through their systematic modernization. All stages of the applied systematic approach are comprehensively defined and presented in chronological order. The effectiveness of the proposed approach has been validated, and it has been established that it can be successfully applied to other study programs as well.*

Key Words: mechatronics, reaccreditation

1. UVOD

Misija visokog obrazovanja jeste da kroz nastavno-naučni rad, tj. organizovanje i izvođenje studija i naučno-istraživačkog rada, u kontinuitetu omogućava transfer znanja i kreiranje naučnih i stručnih kompetencija u cilju stalnog napretka zemlje i stabilnog razvoja društva u celini [1]. Da bi neka ustanova mogla da obavlja proces visokog obrazovanja, potrebno je da od nadležnog ministarstva dobije dozvolu za rad. U postupku izdavanja dozvole za rad u Republici Srbiji, Nacionalno telo za akreditaciju i obezbeđenje kvaliteta u visokom obrazovanju (NAT) [2] sprovodi početnu akreditaciju kojom se utvrđuje da visokoškolska ustanova i studijski programi koji se na istoj izvode ispunjavaju propisane standarde. U Republici Srbiji, pomenute standarde definiše Nacionalni savet za visoko obrazovanje (NSVO) [3]. Postupak reakreditacije sprovodi se redovno, u roku od sedam godina.

Na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, između ostalih, redovno se akredituju i studijski programi mehatronike [4], svih nivoa studija [5-7]. Mehatronika je interdisciplinarni studijski program koji predstavlja sintezu elektrotehnike, mašinstva, računarstva i automatskog upravljanja. Prvi put je akreditovan 2002. godine kroz integrisane studije pre uvođenja Bolonjskog procesa, a 2008. podeljen na osnovne (OAS) i master akademske studije (MAS). Za OAS inicijalno je definisano 60 mesta za upis, a 2014. godine kvota je povećana na 90 [5]. Predviđeni broj studenata za MAS inicijalno je bio 35, zatim je 2013. godine smanjen na 32, a onda 2014. povećan na 64 [6]. Doktorske akademske studije (DAS) mehatronike takođe su akreditovane 2008. godine, a predviđen broj studenata bio je 16. Nakon toga, 2013. godine broj je smanjen na 6 a 2020. godine povećan na 15 [7].

Prvobitna struktura studijskih programa mehatronike, definisana u postpuku akreditacije 2008. godine, održala se praktično sve vreme jer su tokom procesa reakreditacije 2013. i 2020. godine promene bile neznatne. Formirano je nekoliko izbornih pozicija kako bi se dodali predmeti iz oblasti energetske elektronike, mašina, pogona i obnovljivih izvora energije, kao i inženjerstva informacionih sistema, koje do tada nisu bile zastupljene. Usled ubrzanog razvoja tehnike i tehnologije [8], [9] koji je u prethodnom periodu delimično kompenzovan ažuriranjem sadržaja postojećih predmeta i uvođenjem pomenutih izbornih pozicija, uočena je potreba za izvesnom rekonstrukcijom struktura studijskih programa mehatronike. Dakle, bilo je potrebno prevazići raskorak koji se javio između akreditovanih programa i suštinskih potreba studenata i tržišta rada. U tom cilju, izvršeno je usklađivanje struktura OAS i MAS, na način da OAS ostane zasnovan na izučavanju fundamentalnih i osnovnih stručnih predmeta a da MAS bude zasnovan na naprednijim i uže specijalizovanim stručnim predmetima, potrebnim inženjeru razvoja, projektantu ili istraživaču. Dodatno, rekonstruisane su i DAS mehatronike na način da su na već postojeće izborne pozicije dodati novi predmeti iz savremenih oblasti koje ranije nisu bile zastupljene.

U skladu sa navedenim, cilj izrade ovog rada jeste da se prikaže sistemski organizovan proces modernizacije studijskih programa Mehatronike svih nivoa studija kroz proces pripreme za reakreditaciju, s posebnim osvrtom na metodologiju, particitivan pristup kroz uključivanje različitih aktera tokom procesa i postignute rezultate. Rad je organizovan na sledeći način: u odeljku 2 dat je pregled postojećeg stanja studijskih programa mehatronike svih nivoa

studija a zatim je, u odeljku 3, detaljno definisana metodologija procesa pripreme za rekreditacije, na način da su hronološki prikazani svi koraci koje je trebalo proći radi uspešnog završetka posla. U nastavku rada, u odeljku 4, dati su ključni izazovi koje je bilo potrebno savladati, a nakon toga, u odeljku 5 prikazani su najvažniji rezultati. Na samom kraju rada, u odeljku 6, izvedeni su najvažniji zaključci.

2. OKVIR I POLAZNO STANJE

Prema važećoj akreditaciji, struktura OAS mehatronike je takva da studije traju četiri godine i da je moguće ostvariti između 240 i 245 ESPB. Ukupan broj predmeta je 44 i organizovani su kroz grupe predmete iz osnovnih disciplina u tehnici (matematika, fizika, mehanika itd.), mašinstva (mašinski materijali, mašinski elementi, itd.), elektrotehnike i elektronike (osnovi elektrotehnike, analogna elektronika, digitalna elektronika, a itd.), automatskog upravljanja (sistemi automatskog upravljanja, modeliranje i simulacija sistema itd.), računarstva i programiranja (osnove računarstva, programiranje i programski jezici itd.) i grupe uskostručnih predmeta iz oblasti mehatronike (automatizacija procesa rada, industrijska robotika itd.). Predmeti takođe obuhvataju stručnu praksu i završni, diplomski rad. Ukupno je 11 izbornih pozicija, pri čemu je jedna pozicija na drugoj, a tri pozicije na trećoj godini studija. Preostale izborne pozicije se odnose na četvrtu godinu studija i definisane su izborom jedne od dve studijske grupe: Mehatronika, robotika i automatizacija i Mehatronika u mehanizaciji. U okviru prve grupe akcenat je stavljen na primenu mehatronike u robotici i automatizaciji (automatizacija procesa rada, programiranje i promena programibilnih logičkih kontrolera, industrijska i neindustrijska robotika, sistemi za nadgledanje i vizuelizaciju procesa, itd.). U okviru druge grupe akcenat je stavljen na primenu mehatronike u savremenoj mehanizaciji i motornim vozilima (mehatronika motornih vozila, motori sa unutrašnjim sagorevanjem, mehatronika građevinskih mašina, itd.). Prosečan broj časova po semestru je 27,81.

Struktura MAS mehatronike je takva da studije traju jednu godinu i da je moguće ostvariti između 60 i 62 ESPB. Ukupan broj predmeta je 11, pri čemu je osam izbornih pozicija koje su definisane izborom iste dve studijske grupe kao i na OAS. Pored ovih predmeta, studenti su obavezni da urade stručnu praksu i izrade i odbrane završni, master rad. Prosečan broj časova po semestru je 22,50.

Struktura DAS mehatronike je takva da studije traju tri godine i da je moguće ostvariti 180 ESPB. Ukupan broj predmeta je 14 pri čemu je ukupno šest izbornih pozicija. Obavezni predmeti su metod naučnog rada i predmeti koji se vezuju za istraživanja, pripremu, izradu i odbranu doktorske disertacije.

Zahvaljujući dugogodišnjem prikupljanju i analizi povratnih informacija dobijenim od strane svršenih i sadašnjih studenata mehatronike uočeno je da u postojećim strukturama studijskih programa postoji nekoliko problema:

- delimično preklapanje sadržaja na pojedinima predmetima u okviru OAS mehatronika (npr. merenja električnih veličina vrše se na laboratorijskim vežbama iz fizike, osnova elektrotehnike i merenja u tehnici);
- neadekvatan redosled pojedinih predmeta (npr. primena senzora i aktuatora se sluša nakon što studenti u okviru mehatronike naprave mobilnog, autonomnog robota);
- nedovoljna diferenciranost osnovnih i master studija po nivou kompleksnosti (npr. digitalna upravljačka elektronika spada u grupu oblasti koje treba da prethode mobilnoj robotici);
- nedovoljna zastupljenost savremenih oblasti poput veštačke inteligencije (engl. Artificial Intelligence - AI), mašinskog učenja (engl. Machine Learning - ML), interneta stvari (engl. Internet Of Things - IoT), industrije 4.0/5.0, itd.

3. METODOLOGIJA PROCESA PRIPREME ZA REAKREDITACIJU

Budući da su u prethodnom akreditacionom periodu uočeni prethodno navedeni nedostaci, u junu 2023. godine formirana je i počela sa radom radna grupa za modernizaciju studijskih programa mehatronike. Grupa je sačinjena od nastavnika sa Katedre za mehatroniku, robotiku i automatizaciju i bila je zadužena da sistemski analizira i predloži pravac modernizacije studijskih programa mehatronike. U inicijalnoj fazi, razmatrana su suštinska pitanja u vezi sa znanjima i kompetencijama koje svršeni studenti OAS i MAS treba da poseduju (orijentisanost ka industriji ili istraživanju, potencijalno usmeravanje ka automobilskoj industriji, mogućnost usmerenja u okviru MAS, itd.). Razlike između ta dva nivoa delimično se ogledaju u profilima i kompetencijama inženjera održavanja i projektanata sistema. Takođe, trenutno stanje studijskih programa mehatronike i potencijalni pravci razvoja poređeni su sa kvalitetnim sličnim studijskim programima iz inostranstva, kao jedna dimenzija za analizu kvaliteta postojećih studijskih programa.

Uzimajući u obzir to da je studijski program izrazito interdisciplinaran i da u njemu učestvuju predmeti iz više užih naučnih oblasti, svi predmeti su grupisani po prethodno definisnim kategorijama. Članovi radne grupe detaljno su analizirali postojeće stanje strukture programa i sadržaja predmeta na OAS i MAS mehatronike. Posebno, svaki nastavnik je za kategoriju predmeta koja mu je najbliža po oblasti zapisao konkretne komentare sa predlozima za unapređenje. U ovoj fazi predložene su i nove oblasti ili teme koje bi trebalo da se nađu u novoj strukturi studijskog programa.

U sledećoj fazi bilo je neophodno utvrditi stvarno stanje sadržaja predmeta, koji je na nekim predmetima, zbog intenzivnog razvoja oblasti, tokom godina značajno odstupio od sadržaja navedenog pri prethodnoj akreditaciji studijskih programa. U cilju sagledavanja realnog stanja, kontaktirani su svi nastavnici koji učestvuju u izvođenju studijskih programa mehatronike, sa molbom da popune dokument, u kom je bilo potrebno navesti po nedeljama kratak opis nastavnih jedinica koje se obrađuju na predavanjima i vežbama tokom semestra. Veliki broj nastavnika se odazvao ovoj molbi, te je prikupljen značajan materijal, koji je podeljen po prethodno definisanim kategorijama

predmeta. U okviru svake oblasti vršena je provera poklapanja akreditovanih opisa sadržaja predmeta i realizacije, a zatim analiza i identifikacija preklapanja sadržaja različitih predmeta, zastarelih sadržaja, nedostajućih kompetencija studenata i potrebe za uvođenjem novih sadržaja ili predmeta. Tamo gde su pronađena preklapanja, predloženo je redukovanje broja časova, izmena sadržaja predmeta ili prelazak na izbornu poziciju.

Nakon što su svi predmeti inicijalno analizirani od strane nastavnika u radnoj grupi, sprovedena su detaljna anketiranja sadašnjih i najboljih diplomiranih studenata, kao i alumnija koji već neko vreme rade u oblasti mehatronike. Ovim analizama identifikovani su suštinski nedostaci studijskog programa: preklapanja i ponavljanja tema kroz predmete, teme koje nisu dovoljno relevantne za studente mehatronike, kao i teme koje su nastale i dinamično se razvijaju u prethodnim godinama, a za sada nisu obrađene u okviru postojećih predmeta ili su obrađene u nedovoljnom obimu.

Uporedo je vršena i analiza konzistentnosti programa, tj. adekvatnosti redosleda predmeta u smislu definisanih preduslova za slušanje određenih predmeta i potrebnih predznanja, budući da su u prethodnom akreditacionom periodu primećene određene nedoslednosti u rasporedu predmeta po semestrima i godinama. Kako bi se ovi nedostaci otklonili, bilo je neophodno izvršiti više izmena u postojećim izbornim pozicijama, tako da se predmeti iz svih kategorija logički nastavljaju jedni na druge i prate prethodna znanja, imajući pritom u vidu i kompatibilnost predmeta unutar izbornih pozicija sa dugoročnim stvarnim potrebama studenata, kao i kompatibilnost po obimu časova i ESPB.

Nakon formiranja inicijalnog predloga strukture studijskih programa mehatronike, ponovo su kontaktirani svi nastavnici koji učestvuju u studijskom programu u cilju upoznavanja sa izmenama na studijskom programu, a posebno na predmetima u kojima učestvuju, kao i diskusije o predloženim izmenama. U svetlu novih argumenata koje su izneli predmetni nastavnici, vršene su dodatne izmene i podešavanja strukture studijskog programa.

Konačna faza procesa uključivala je finalnu pripremu za zvaničnu akreditaciju studijskog programa, u kojoj je bilo neophodno vršiti dodatna podešavanja strukture studijskih programa i sadržaja predmeta, kako bi se ispoštovali svi formalni zahtevi standarda za akreditaciju i institucionalne preporuke Fakulteta tehničkih nauka. Što se tiče strukture studijskih programa, u ovoj fazi najviše pažnje je posvećeno optimizaciji broja časova po semestrima, odnosno ukupno po studijskom programu.

4. KLJUČNI IZAZOVI

Ključni izazovi u procesu modernizacije studijskih programa mehatronike potiču iz dve grupe razloga.

Suštinski razlozi uključuju potrebe studenata za širokim, a dovoljno dubokim znanjem iz svih kategorija predmeta koje čine interdisciplinarnu oblast mehatronike. Budući da inženjeri mehatronike treba da imaju kvalitetnu osnovu iz raznorodnih užih naučnih oblasti, od kojih se za svaku može reći da je i fundamentalna za znanje svršenih inženjera mehatronike, veoma je važno pronaći balans između širine i dubine znanja, što je direktno povezano i sa brojem predmeta i opterećenjem studenata u okviru predmeta za svaku naučnu oblast koja učestvuje u studijskom programu. Upravo zbog toga, veoma je teško doneti odluku o smanjivanju obima bilo kog predmeta, a posebno o potpunom ukidanju pojedinih predmeta. Sa druge strane, ne može se očekivati da studenti mehatronike imaju podjednaka znanja iz svih oblasti kao i studenti kojima je to matična oblast, te je bilo neophodno izvršiti optimizaciju predmeta po svim kategorijama. Dodatno, mehatronika je obast koja se intenzivno razvila u prethodnom periodu, te je bilo neophodno uvesti i dodatne predmete kako bi se obradile i teme koje su danas u fokusu mehatroničkih, robotskih i automatizovanih sistema, pre svega dublje znanje iz oblasti AI i ML, ali i uže stručnih oblasti poput pametnih industrijskih sistema, IoT tehnologija, sistema proširene i virtuelne realnosti itd.

Formalni razlozi uključuju poštovanje svih formalnih okvira akreditacije, u pogledu broja izbornih predmeta, broja teorijsko-metodoloških ili stručno-aplikativnih predmeta, a posebno maksimalnog broja časova po semestru, odnosno studijama, čemu dodatno doprinose i suštinski razlozi koji su gore nabrojani, kao i ograničenja u pogledu dozvoljenog opterećenja nastavnika i saradnika, prostora za izvođenje nastave itd.

Suštinske izmene ovih studijskih programa koje su predložene u inicijalnoj fazi kao željeno stanje u cilju kvaliteta stečenog znanja studenata dovele su čak do povećanja broja časova na 28,06 na OAS, uz isti broj časova na MAS. Prateći akreditacione standarde i institucionalne smernice Fakulteta tehničkih nauka, u finalnoj strukturi studijskih programa mehatronike ti brojevi su morali biti smanjeni na prosek od ispod 26 časova po semestru na OAS, odnosno ispod 24 časa na MAS. Kako bi se ovo postiglo, morali su biti izvršene značajne redukcije i kompromisi između različitih kategorija predmeta, odnosno naučnih oblasti.

5. REZULTATI PROCESA PRIPREME ZA REAKREDITACIJU

Studijski program MAS mehatronike u potpunosti je redizajniran. Umesto dosadašnje strukture sa dva izborna predmeta po izbornoj poziciji, u novoj strukturi studijskog programa na svakoj izbornoj poziciji studentima je ponuđen izbor između tri opcije. Na taj način, kroz odabir predmeta iz svih izbornih pozicija, studentima je omogućeno da isprate logičan sled predmeta koji vodi ka jednom od tri jasno profilisana pravca. Prvi pravac usmeren je ka sticanju stručno-aplikativnih kompetencija potrebnih za industrijsku praksu i rad u privredi iz oblasti robotike i automatizacije. Drugi pravac obuhvata više istraživački orijentisanih predmeta, koji mogu biti dobra osnova za dalji naučno-istraživački rad ili za individualizaciju u vidu startap preduzetništva iz iste oblasti, dok treći pravac ostaje, kao i do sada, orijentisan ka mehatronici u mehanizaciji. Na ovaj način, otvorena je mogućnost da se studentima ponudi veći broj izbornih predmeta, čime se pokrivaju različite napredne teme iz oblasti mehatronike, robotike i automatizacije,

omogućavajući studentima da prate različite savremene trendove spram svojih sklonosti i interesovanja.

Prilikom restrukturiranja studijskog programa MAS mehatronike, primećeno je da određeni predmeti sa postojećih MAS po svom sadržaju više odgovaraju nivou OAS, dok određeni predmeti sa postojećih OAS po obimu i složenosti više odgovaraju nivou MAS, te je izvršena preraspodela ovih predmeta na odgovarajuće nivoe studija.

OAS su takođe značajno restruktuirane. Identifikovan je nedostatak jednog fundamentalnog predmeta iz oblasti projektovanja mehatroničkih sklopova, koji bi predstavljao osnovu za integraciju znanja iz različitih podoblasti u mehatroničke sisteme. Takođe, u okviru znanja iz matematike, uočen je nedostatak tema iz verovatnoće i statistike, koje su u današnje vreme ključne za razumevanje savremenih modela AI i ML, te je taj predmet takođe dodat. Pojedini predmeti su rasformirani i formirani novi, kako bi se logičnije povezale teme koje su se obrađivale iz postojećih predmeta. Budući da je bilo neophodno izvršiti racionalizaciju broja predmeta, izvršena je optimizacija predmeta po svim oblastima. Predmeti za koje je utvrđeno da nisu neophodni svakom inženjeru mehatronike su prebačeni u status izbornog predmeta, i adekvatno grupisani u izborne pozicije. Pojedini predmeti iz postojećih izbornih pozicija su pregrupisani, kako bi se postigao logički sled i studentima ponudila suštinska izbornost.

Kao rezultat procesa modernizacije studijskih programa mehatronike, ostvarena je jasna i funkcionalna diferencijacija između OAS i MAS. Obezbeđeno je da svaki nivo studija ima prepoznatljive kompetencije i ishode učenja, usklađene sa savremenim zahtevima industrijske prakse, naučno-istraživačkog rada i razvoja novih tehnologija.

6. ZAKLJUČAK

Kroz proces reakreditacije pokazano je da strukturiran pristup kroz više faza omogućava sveobuhvatno sagledavanje i evaluaciju studijskog programa kao celine, njegovih užih oblasti i pojedinačnih predmeta kroz više komplementarnih perspektiva, pri čemu su razmatrane različite dimenzije kvaliteta, uključujući sadržaj predmeta, sledljivost znanja, ishode učenja i usklađenost sa savremenim zahtevima struke i akreditacionim standardima. Paralelno, potvrđen je značaj uključivanja širokog spektra aktera, od nastavnika, saradnika, sadašnjih, nedavno diplomiranih studenata i alumnija, koji je doprineo formiranju realnije procene postojećeg stanja, identifikaciji suštinskih nedostataka studijskog programa, i boljem usklađivanju ishoda učenja sa stvarnim potrebama prakse i daljeg akademskog razvoja. Na ovaj način, sve odluke o izmenama studijskih programa se zasnivaju na realnom unapređenju kvaliteta, umesto na parcijalnim ili izolovanim intervencijama, pri čemu je čitav proces transparentan prema svim učesnicima u studijskom programu. Na osnovu svega navedenog, zaključuje se da je primena ovog pristupa i na druge studijske programe i više nego opravdana.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (br. ugovora: 451-03-137/2025-03/200156) i Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu kroz projekat „Naučnoistraživački i umetničkoistraživački rad istraživača u nastavnim i saradničkim zvanjima Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2025" (br. 01-50/295).

7. LITERATURA

[1] Internet stranica - Ministarstvo prosvete, *Visoko obrazovanje*, https://prosveta.gov.rs/prosveta/visoko-obrazovanje/ (pristupljeno dana 7. 2. 2026. godine)
[2] Internet stranica - Nacionalno telo za akreditaciju i obezbeđenje kvaliteta u visokom obrazovanju (NAT), https://www.nat.rs/ (pristupljeno dana 7. 2. 2026. godine)
[3] Internet stranica - Nacionalni savet za visoko obrazovanje (NSVO), http://nsvo.gov.rs/ (pristupljeno dana 7. 2. 2026. godine)
[4] Fumio Harashima, Masayoshi Tomizuka, Toshio Fukuda, *Mechatronics - "What Is It, Why, and How?" An editorial,"* IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 1, no. 1, pp. 1-4, March 1996, doi: 10.1109/TMECH.1996.7827930.
[5] Internet stranica - Osnovne akademske studije Mehatronike na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, https://ftn.uns.ac.rs/akreditacija-2020/H00/1/1/mehatronika (pristupljeno dana 7. 2. 2026. godine)
[6] Internet stranica - Master akademske studije Mehatronike na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, https://ftn.uns.ac.rs/akreditacija-2020/H00/1/2/mehatronika (pristupljeno dana 7. 2. 2026. godine)
[7] Internet stranica - Doktorske akademske studije Mehatronike na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, https://ftn.uns.ac.rs/akreditacija-2020/H00/1/3/mehatronika (pristupljeno dana 7. 2. 2026. godine)
[8] Henning Kagermann; Wolf-Dieter Lukas; Wolfgang Wahlster, "Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution." [Online]. Available: https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/DFKI/Medien/News_Media/Presse/Presse-Highlights/vdinach2011a13-ind4.0-Internet-Dinge.pdf, Accessed: Feb. 7, 2026.
[9] Henning Kagermann, Wolfgang Wahlster, *Ten Years of Industrie 4.0*, Sci. 2022; 4(3):26. https://doi.org/10.3390/sci4030026

PREGLED MASTER STRUKOVNIH STUDIJA NA VISOKOOBRAZOVNIM INSTITUCIJAMA ČIJI OSNIVAČ JE AP VOJVODINA

Dejan Nemec[1]
[1]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]denem@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Master strukovne studije predstavljaju drugi stepen stručnog visokog obrazovanja u Republici Srbiji, koji je posebno značajan za profesionalnu osposobljenost i zapošljivost studenata. U Autonomnoj pokrajini Vojvodini, dva fakulteta i sve visoke škole strukovnih studija čiji je osnivač AP Vojvodina organizuje master strukovne studije, usklađene sa Zakonom o visokom obrazovanju. Ovaj rad pruža pregled tih ustanova i studijskih programa, kao i potrebe tržišta za pojedinim master strukovnim studijama. Rad takođe razmatra izazove i perspektive ovih studija u cilju unapređenja njihovog doprinosa razvoju regionalnog tržišta rada.*

Ključne reči: Master strukovne studije, Univerzitet, Visoka škola strukovnih studija

OVERVIEW OF VOCATIONAL MASTER'S STUDIES AT HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS FOUNDED BY THE AP OF VOJVODINA

Abstract: *Master's degree studies represent the second level of vocational higher education in the Republic of Serbia, which is particularly important for the professional competence and employability of students. In the Autonomous Province of Vojvodina, two faculties and all higher vocational schools founded by the Autonomous Province of Vojvodina organize these studies, in accordance with the Law on Higher Education. This paper provides an overview of these institutions and study programs, as well as the market needs for individual master's degree studies. The paper also discusses the challenges and prospects of these studies in order to improve their contribution to the development of the regional labor market.*

Key Words: Master of Vocational Studies, University, College of Vocational Studies

1. UVOD

Strukovno obrazovanje u Srbiji ima za cilj da pripremi pojedince za direktan ulazak u profesionalnu praksu, a njegov razvoj u okviru sistema visokog obrazovanja posebno je važan za regionalni ekonomski razvoj. Strukovnim obrazovanjem u Republici Srbiji bave se visoke strukovne škole, od skora organizovane u Akademije strukovnih škola, ali Zakonom o visokom obrazovanju iz 2005. godine ta mogućnost data je i fakultetima [1]-[3]. Autonomna pokrajina Vojvodina (APV) podržava rad i razvoj visokih škola strukovnih studija kroz zakonske akte i kvote za upis, te se master strukovne studije sve više prepoznaju kao relevantna karijerna opcija za stručnu nadogradnju posle osnovnih studija. Prema odluci Pokrajinske vlade, brojne visoke škole strukovnih studija i pojedini fakulteti čiji je osnivač AP Vojvodina učestvuju u programima strukovnih studija uz finansiranje iz pokrajinskog budžeta.

Autonomna pokrajina Vojvodina, kao osnivač Univerziteta u Novom Sadu i većeg broja visokih škola strukovnih studija, ima značajnu ulogu u razvoju ovog segmenta obrazovanja. Cilj ovog rada je sistematizovan prikaz master strukovnih studija koje se realizuju na ustanovama čiji je osnivač AP Vojvodina.

2. NORMATIVNI I INSTITUCIONALNI OKVIR

Sistem visokog obrazovanja u Republici Srbiji regulisan je Zakonom o visokom obrazovanju [4]. U skladu sa Bolonjskim procesom, studije su organizovane kroz tri stepena: osnovne, master i doktorske. U okviru strukovnog obrazovanja, pored osnovnih strukovnih studija, realizuju se specijalističke (60 ESPB) i master strukovne studije (120 ESPB), koje su usmerene na unapređenje profesionalnih kompetencija i primenjenih znanja.

Osnivanje i rad univerziteta, fakulteta i visokih škola strukovnih studija uređeni su Zakonom o visokom obrazovanju i aktima Pokrajinske vlade. Akreditaciju studijskih programa vrši Nacionalno telo za akreditaciju i obezbeđenje kvaliteta (NAT). Master strukovne studije imaju jasno definisane ishode učenja, sa naglaskom na praktične kompetencije i povezivanje sa privredom.

Master strukovne studije su drugi stepen stručnog visokog obrazovanja koji traje dve godine i vrede 120 ESPB bodova. One su osmišljene da prodube stručna znanja stečena u osnovnim strukovnim studijama i omoguće sticanje šire i specifičnije stručne kompetencije u praktičnim oblastima. Za upis je potrebno da kandidat ima završene osnovne

strukovne studije (180 ESPB) ili ekvivalentnu kvalifikaciju.

Master strukovne studije u APV imaju stratešku ulogu jer unapređuju kvalifikacije radne snage, omogućavaju veće profesionalne kompetencije, povećavaju zapošljivost i doprinose regionalnoj mobilnosti i inovacijama.

3. USTANOVE KOJE OBAVLJAJU DELATNOST VISOKOG OBRAZOVANJA U SRBIJI

Delatnost visokog obrazovanja u Srbiji obavljaju sledeće visokoškolske ustanove [4], [5]:

1. Univerzitet – samostalna visokoškolska ustanova koja u obavljanju svoje delatnosti objedinjuje obrazovnu, naučno-istraživačku, stručnu, umetničko-istraživačku i inovacionu delatnost, kao komponente jedinstvenog procesa visokog obrazovanja. Univerzitet može ostvarivati sve vrste i stepene studija.
2. Fakultet, odnosno umetnička akademija, u sastavu univerziteta – visokoškolska ustanova, odnosno visokoškolska jedinica u sastavu univerziteta, koja ostvaruje akademske studijske programe i razvija naučno-istraživački, umetničko-istraživački, odnosno stručni rad u jednoj ili više oblasti. Fakultet, odnosno umetnička akademija, može ostvarivati i strukovne studijske programe.
3. Akademija strukovnih studija – samostalna visokoškolska ustanova koja u obavljanju delatnosti objedinjuje obrazovni, primenjeno-istraživački, stručni i umetnički rad, kao komponente jedinstvenog procesa visokog obrazovanja. Akademija strukovnih studija može ostvarivati osnovne, specijalističke i master strukovne studije. Visokoškolska ustanova ima status akademije strukovnih studija ako ostvaruje najmanje pet akreditovanih studijskih programa strukovnih studija iz najmanje dva obrazovno-naučna, odnosno obrazovno-umetnička polja.
4. Visoka škola – samostalna visokoškolska ustanova koja ostvaruje osnovne akademske studije, master akademske studije i specijalističke akademske studije, iz jedne ili više oblasti.
5. Visoka škola strukovnih studija – samostalna visokoškolska ustanova koja ostvaruje osnovne strukovne studije, specijalističke strukovne studije i master strukovne studije, iz jedne ili više oblasti.

Visoko obrazovanje u Vojvodini stiče se na fakultetima Univerziteta u Novom Sadu i većem broju Visokih škola strukovnih studija. Univerzitet je osnovan 1960. godine i čine ga 14 fakulteta. Najveći broj fakulteta nalazi se u Novom Sadu, a ostali su u Subotici, Zrenjaninu i Somboru. Visoke škole strukovnih studija raspoređene su u Novom Sadu, Subotici, Zrenjaninu, Kikindi, Sremskoj Mitrovici i Vršcu.

4. MASTER STRUKOVNE STUDIJE NA FAKULTETIMA UNIVERZITETA U NOVOM SADU

Iako Univerzitet u Novom Sadu broji 14 fakulteta, samo dva fakulteta organizuju programe master strukovnih studija:

1. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad (akreditacioni ciklus 2020-2026.) [6]:
    - Elektrotehnika – dva studijska modula
        - Elektroenergetika – Distribuirani resursi i električni sistemi u vozilima
        - Informaciono-komunikacione tehnologije
    - Inženjerski menadžment MBA
    - Proizvodno mašinstvo
2. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad – 1 studijski program [7]:
    - Optometrija (2024-2030.)

5. MASTER STRUKOVNE STUDIJE NA VISOKIM ŠKOLAMA STRUKOVNIH STUDIJA ČIJI JE OSNIVAČ AP VOJVODINA

Postoji 9 visokih škola strukovnih studija čiji osnivač je AP Vojvodina i sve organizuju master strukovne studije:

1. Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu – u dva akreditaciona ciklusa (2017-2023, 2024-2030.) organizuje dva MSS studijska programa [8]:
    - Inženjerstvo zaštite
    - Informacione tehnologije
2. Visoka tehnička škola strukovnih studija u Subotici (akreditacija 2021-2027.) [9]:
    - Informacione tehnologije
3. Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu [10]:
    - Mašinsko inženjerstvo (2019-2025, 2025-2031.)
    - Inženjerstvo zaštite (2023-2029.)
    - Tehnološko inženjerstvo (2019-2025.)
4. Visoka poslovna škola strukovnih studija u Novom Sadu [11]:

- Međunarodno poslovanje i finansije (2019-2025, u postupku reakreditacija za naredni period)
- Menadžment marketingom u turizmu (2024-2030.)
- Menadžment i biznis (2024-2030.)

5. Visoka škola strukovnih studija za obrazovanje vaspitača u Novom Sadu [12]:
   - Strukovni master vaspitač (2019-2025, 2026-2032.)
6. Visoka škola strukovnih studija za obrazovanje vaspitača u Kikindi [13]:
   - Strukovni master vaspitač (2019-2025, 2026-2032.)
7. Visoka škola strukovnih studija za obrazovanje vaspitača i trenera u Subotici [14]:
   - Master strukovni vaspitač (2021-2027.)
   - Master trener u sportu (2022-2028.)
   - Master studije javnog zdravlja (2024-2030.)
8. Visoka škola strukovnih studija za vaspitače i poslovne informatičare – Sirmijum u Sremskoj Mitrovici [15]:
   - Master strukovni vaspitač (2024-2030.)
9. Visoka strukovna vaspitačka i medicinska škola u Vršcu [16]:
   - Strukovni master vaspitač (2025-2031.)

Analizom ovih podataka lako se uočava da čak 5 visokih strukovnih škola organizuje master strukovne studije „Master strukovni vaspitač". U 5 mesta u Vojvodini moguće je studirati ovu vrstu studijskog programa na institucijama čiji je osnivač AP Vojvodina. Stoga je interesantno razmotriti potencijalne razloge za to.

6. POTREBA NA TRŽIŠTU RADA ZA MASTER STRUKOVNIM STUDIJAMA ZA VASPITAČE U VOJVODINI

Master strukovne studije za vaspitače ne predstavljaju samo produžetak formalnog obrazovanja, već su odgovor na konkretne potrebe tržišta rada i profesionalne standarde u oblasti predškolskog vaspitanja i obrazovanja. U autorskim i službenim analizama obrazovnih politika u Srbiji, naglašava se činjenica da razvoj kompetencija u pedagoškoj praksi kontinuirano raste usled složenijih zahteva u radu sa decom i porodičnim sistemima [17]. Ovo je posebno izraženo u pokrajinskim sredinama poput AP Vojvodine, gde je infrastruktura predškolskih ustanova razvijenija, a sistem javnih usluga obrazovanja pokazuje potrebu za visoko kvalifikovanim kadrom.

Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku [18], [19], broj dece predškolskog uzrasta u većim urbanim sredinama Vojvodine ostaje relativno stabilan, uz prisustvo značajnog broja privatnih i javnih predškolskih ustanova. U takvom kontekstu, standardi za radnu snagu idu iznad minimuma potrebnih za osnovne strukovne kvalifikacije – poslodavci i obrazovne institucije sve češće favorizuju kandidate sa naprednim kompetencijama u pedagoškom radu, upravljanju grupama dece, organizaciji kurikuluma i radu sa decom sa specifičnim potrebama [20]. To se reflektuje kroz zahtevnije kriterijume zapošljavanja u predškolskim ustanovama, kao i kroz internu strukturu napredovanja u karijeri vaspitača i koordinatora programa.

Arhivske i aktuelne raspodele pozicija u predškolskim ustanovama pokazuju da postoji realna potreba za specijalizovanim stručnjacima sa višim nivoom znanja i veština, posebno u oblastima inkluzivnog obrazovanja, digitalnih pedagoških tehnologija i upravljanja u obrazovnim institucijama [21]. To potvrđuje i trend u oglasima za posao, gde se za pozicije savetnika, koordinatora i rukovodilaca predškolskih programa često traži nivo edukacije viši od osnovnih strukovnih studija.

Master strukovne studije za vaspitače omogućavaju studentima usvajanje naprednih pedagoških metodologija, menadžerskih kompetencija i sposobnosti za implementaciju specijalizovanih programa u praksi. One su dizajnirane tako da integrišu teorijsko znanje sa realnim praktičnim kontekstom i omogućavaju kandidatu da razvije sposobnosti ne samo za direktan rad sa decom već i za ulogu strateškog planera, edukativnog lidera ili savetnika, što prema procenama tržišta rada trenutno predstavlja jednu od deficitarnih skupina stručnjaka [22].

U regionalnom kontekstu Vojvodine, gde je stopa zaposlenosti u sektoru obrazovanja iznad republičkog proseka [23], master strukovne studije za vaspitače funkcionišu kao ključni most između formalnog obrazovanja i kompleksnih zahteva praktičnog rada u zajednici. Profesionalizacija vaspitača, podstaknuta ovim studijama, doprinosi većem kvalitetu usluga predškolskog obrazovanja i osnažuje lokalne obrazovne sisteme da odgovore na savremene izazove poput inkluzije, digitalizacije i multidisciplinarnog pristupa radu sa decom.

7. IZAZOVI I PERSPEKTIVE RAZVOJA MASTER STRUKOVNIH STUDIJA

Jedan od ključnih izazova master strukovnih studija je njihova povezanost sa tržištem rada. Iako su programi dizajnirani da pruže praktično znanje, nastavne planove je potrebno kontinuirano usklađivati sa promenama u industriji i zahtevima savremenog poslovnog okruženja.

Master strukovne studije još uvek nemaju istu prepoznatljivost kao akademski masteri na fakultetima, što utiče na izbor studenata. Povećanje vidljivosti, marketing programa i saradnja sa poslodavcima mogla bi da unapredi njihov položaj u obrazovnom sistemu.

Otvaranje prostora za međunarodnu saradnju i mogućnosti mobilnosti takođe predstavlja perspektivu za ove programe, kako bi studenti mogli razvijati međunarodne kompetencije [24], [25].

8. ZAKLJUČAK

Master strukovne studije koje organizuju visoke škole strukovnih studija u Vojvodini predstavljaju važan segment visokog stručnog obrazovanja. One omogućavaju studentima sticanje naprednih stručnih kompetencija koje su direktno povezane sa potrebama tržišta rada i specifičnim profesionalnim zahtevima. Institucije čiji je osnivač Autonomna pokrajina Vojvodina, poput Visoke poslovne škole, Visoke tehničke škole i Visoke škole za obrazovanje vaspitača, doprinose regionalnoj ponudi master strukovnih studija kroz različite programe poslovnih, tehničkih i pedagoških disciplina. Njihov dalji razvoj, bolja povezanost sa privredom i međunarodna saradnja predstavljaju ključne pravce unapređenja ovih studija u narednim godinama.

ZAHVALNICA

Ovaj rad podržan je od strane Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Departmana za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, u okviru projekta pod nazivom „Razvoj naučno-stručnih metoda u energetici, elektronici i telekomunikacijama".

9. LITERATURA

[1] *Zakon o visokom obrazovanju*, „Službeni glasnik RS", broj 76/2005. 100/2007 – autentično tumačenje, 97/2008, 44/2010, 93/2012, 89/2013, 99/2014, 45/2015 – autentično tumačenje, 68/2015, 87/2016.
[2] Dejan Nemec, *Master strukovne studije „Elektrotehnika" na Fakuletu tehničkih nauka u Novom Sadu – Studijski modul „Informaciono-komunikacione tehnologije"*, XXVIII Skup Trendovi Razvoja – "Univerzitetsko obrazovanje za privredu", Kopaonik, 14-17. 02. 2022, pp. 370-373
[3] Dejan Nemec, *Analiza uspešnosti studenata master strukovnih studija na FTN – studijski program „Elektrotehnika", studijski modul „IKT"*, XXX Skup Trendovi Razvoja – „Nastavnici i saradnici kao centar promena u visokom obrazovanju", Vrnjačka Banja, 7-10. 02. 2024, pp. 106-109
[4] *Zakon o visokom obrazovanju*, „Službeni glasnik RS", br. 88/2017, 73/2018, 27/2018 – dr. zakon, 67/2019, 6/2020 – dr. zakoni, 11/2021 – autentično tumačenje, 67/2021 – dr. zakon, 67/2021, 76/2023, 19/2025.
[5] *Vrste visokoobrazovnih ustanova*, Internet stranica https://obrazovanje.rs/sr/obrazovni-sistem/visoko-obrazovanje/vrste-visokoobrazovnikh-ustanova, Januar 2026.
[6] Internet stranica, https://ftn.uns.ac.rs/, pristupljeno januar 2026.
[7] Internet stranica, https://www.pmf.uns.ac.rs/, pristupljeno januar 2026.
[8] Internet stranica, https://vtsns.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[9] Internet stranica, https://www.vts.su.ac.rs/, pristupljeno januar 2026.
[10] Internet stranica, https://www.vts-zr.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[11] Internet stranica, https://www.vps.ns.ac.rs/, pristupljeno januar 2026.
[12] Internet stranica, https://www.vaspitacns.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[13] Internet stranica, https://vaspitacka.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[14] Internet stranica, https://www.vsovsu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[15] Internet stranica, https://sm-vaspitac.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[16] Internet stranica, https://www.uskolavrsac.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[17] *Strategija razvoja obrazovanja i vaspitanja u Republici Srbiji do 2030. godine*, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Februar 2021. godine
[18] Republički zavod za statistiku, *Predškolsko vaspitanje i obrazovanje (Srbija), Aktuelni statistički podaci o broju dece, grupama i zaposlenim vaspitačima Srbija – PVO izveštaj*, 2025, https://publikacije.stat.gov.rs/G2025/HtmlL/G20251100.html, 2025, pristupljeno Januar 2026.
[19] Republički zavod za statistiku, *Predškolsko vaspitanje i obrazovanje (Srbija)*, https://www.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/obrazovanje/predskolsko-vaspitanje-i-obrazovanje/, pristupljeno januar 2026.
[20] *Education at aGlance 2022 OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, OECD 2022, https://doi.org/10.1787/3197152b-en
[21] Internet stranica https://www.nsz.gov.rs/, pristupljeno januar 2026.
[22] *Izveštaj o radu nacionalne službe za zapošljavanje za 2024. godinu*, Nacionalna služba za zapošljavanje, 2025.
[23] A. Vučićević, *Statistički godišnjak 2023*, Republički zavod za statistiku, ISSN 0354-4206, Beograd, 2023.
[24] M. Pilz, J. Li, *Comparative Vocational Education Research: Enduring Challenges and New Ways Forward*. Wiesbaden, Springer VS, 2020.
[25] C. Imdorf, C. Schuchart, N. Bernhard, *International Perspectives on Vocational Schools as Pathways to Higher Education*, Social Inclusion, Vol. 13, 2025.

PREGLED OSNOVNIH STRUKOVNIH STUDIJA NA VISOKOOBRAZOVNIM INSTITUCIJAMA ČIJI OSNIVAČ JE AP VOJVODINA

Dejan Nemec[1]
[1]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]denem@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *U savremenom sistemu visokog obrazovanja, strukovne studije imaju značajnu ulogu u povezivanju teorijskog znanja sa praktičnim veštinama i kompetencijama. Za razliku od akademskih studija, koje su više orijentisane na teorijsko-formalno obrazovanje i naučno-istraživački rad, strukovne studije pripremaju studente za direktnu primenu znanja u industriji i razvoj kompetencija koje su tražene na tržištu rada. Ovaj rad daje sveobuhvatan pregled osnovnih strukovnih studija koji se realizuju na visokoškolskim ustanovama čiji je osnivač Autonomna pokrajina Vojvodina (APV), sa posebnim osvrtom na ulogu strukovnih studija na tržištu rada i izazove i perspektive razvoja.*

Ključne reči: Osnovne strukovne studije, Univerzitet, Visoka škola strukovnih studija

OVERVIEW OF BASIC VOCATIONAL STUDIES AT HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS FOUNDED BY THE AP OF VOJVODINA

Abstract: *In the modern system of higher education, vocational studies have a significant role in connecting theoretical knowledge with practical skills and competencies. Unlike academic studies, which are more oriented towards theoretical-formal education and scientific-research work, vocational studies prepare students for the direct application of knowledge in industry and the development of competencies that are in demand on the labor market. This paper provides a comprehensive overview of the basic vocational studies that are implemented at higher education institutions founded by the Autonomous Province of Vojvodina (APV), with special reference to the role of vocational studies in the labor market and the challenges and perspectives of development.*

Key Words: Basic Vocational Studies, University, College of Vocational Studies

1. UVOD

Osnovne strukovne studije predstavljaju ključni deo visokog obrazovanja u Srbiji. Fokusirane su na praktične veštine, primenjena znanja, veštine i osposobljavanje za neposredno uključivanje u radni proces i brzu integraciju na tržište rada. U kontekstu Zakona o visokom obrazovanju, ove škole nude trogodišnje studije nakon kojih se dobija diploma strukovnih studija. Predstavljaju prvi stepen visokog obrazovanja i vrede 180 ESPB. Osnovne strukovne studije mogu da organizuju fakulteti i visoke strukovne škole. Diploma koja se dobija nakon završetka osnovnih strukovnih studija može biti „Strukovni inženjer" neke oblasti, „Strukovni ekonomista" i slično [1]-[3].

Strukovne studije, kako osnovne tako i master, predstavljaju oblik visokog obrazovanja koji je fokusiran na sticanje praktičnih znanja i veština direktno primenjivih u određenoj profesiji ili oblasti. Karakteriše ih veći broj časova praktične nastave, obavezna stručna praksa i direktna saradnja sa privredom.

Autonomna Pokrajina Vojvodina (APV) kao osnivač Univerziteta u Novom Sadu i više visokih škola strukovnih studija ima značajnu ulogu u razvoju strukovnog segmenta obrazovanja i doprinosi regionalnom razvoju kroz obrazovanje specijalista u oblastima kao što su tehničke nauke, zdravstvo i ekonomija. APV podržava rad i razvoj visokih škola strukovnih studija kroz zakonske akte i kvote za upis. Prema odluci Pokrajinske vlade, brojne visoke škole strukovnih studija i pojedini fakulteti čiji je osnivač APV učestvuju u programima strukovnih studija uz finansiranje iz pokrajinskog budžeta [4]-[6].

2. BINARNI SISTEM VISOKOG OBRAZOVANJA U EVROPI I SRBIJI

Visoko obrazovanje u Evropi i Srbiji sledi binarni model koji deli obrazovanje na akademske i strukovne studije. Ova podela omogućava studentima da izaberu između dva različita obrazovna puta, zavisno od njihovih karijernih ciljeva i interesa [7].

Akademsko obrazovanje tradicionalno se fokusira na teorijska znanja, istraživački rad i šire razumevanje naučnih disciplina. S druge strane, strukovno obrazovanje stavlja naglasak na praktične veštine i direktnu primenu znanja. Oba pristupa imaju svoje prednosti i omogućavaju studentima da steknu različite vrste znanja i veština.

U Srbiji se binarni sistem visokog obrazovanja implementira kroz mrežu univerziteta za akademsko obrazovanje i visokih škola strukovnih studija za strukovno obrazovanje. Bolonjska deklaracija je značajno uticala na razvoj ovog

sistema, transformišući nekadašnje više škole u visoke škole strukovnih studija.

Studenti u Srbiji imaju mogućnost da biraju između akademskih i strukovnih programa, zavisno od njihovih interesa i karijernih ciljeva. Oba tipa obrazovanja imaju svoje specifičnosti u pogledu trajanja studija, nastavnih metoda i profila diplomaca.

3. NAMENA I ISTORIJA STRUKOVNIH STUDIJA U SRBIJI

U Srbiji, strukovne studije su oblik visokog obrazovanja koji je dizajniran da studentima pruži praktična znanja i veštine neophodne za određenu profesiju. One su namenjene studentima koji imaju jasnu viziju svoje buduće karijere i žele da se što pre specijalizuju u konkretnoj oblasti. Strukovne studije predstavljaju oblik visokog obrazovanja koji je fokusiran na sticanje praktičnih znanja i veština direktno primenjivih u određenoj profesiji ili oblasti. Ove studije karakteriše veći broj časova praktične nastave, obavezna stručna praksa i direktna saradnja sa privredom [7].

Strukovne studije u Srbiji su evoluirale od nekadašnjih viših škola, osnovanih 1960. godine, do današnjih visokih škola strukovnih studija nakon implementacije Bolonjske deklaracije. One su postale Visoke škole u trajanju od tri godine osnovnih studija, što odgovara konceptu University of Applied Sciences u inostranstvu.

Nastavni programi strukovnih studija se redovno ažuriraju u skladu sa potrebama tržišta rada i tehnološkim inovacijama u datoj oblasti. Visoke škole strukovnih studija često imaju specijalizovane laboratorije, radionice i opremu koja omogućava studentima da stiču praktična iskustva tokom studija.

4. USTANOVE KOJE OBAVLJAJU DELATNOST VISOKOG OBRAZOVANJA U SRBIJI

Delatnost visokog obrazovanja u Srbiji obavljaju sledeće visokoškolske ustanove [2], [8]:

1. Univerzitet – samostalna visokoškolska ustanova koja u obavljanju svoje delatnosti objedinjuje obrazovnu, naučnoistraživačku, stručnu, umetničkoistraživačku i inovacionu delatnost, kao komponente jedinstvenog procesa visokog obrazovanja. Univerzitet može ostvarivati sve vrste i stepene studija.
2. Fakultet, odnosno umetnička akademija, u sastavu univerziteta – visokoškolska ustanova, odnosno visokoškolska jedinica u sastavu univerziteta, koja ostvaruje akademske studijske programe i razvija naučnoistraživački, umetničkoistraživački, odnosno stručni rad u jednoj ili više oblasti. Fakultet, odnosno umetnička akademija, može ostvarivati i strukovne studijske programe.
3. Akademija strukovnih studija – samostalna visokoškolska ustanova koja u obavljanju delatnosti objedinjuje obrazovni, primenjeno-istraživački, stručni i umetnički rad, kao komponente jedinstvenog procesa visokog obrazovanja. Akademija strukovnih studija može ostvarivati osnovne, specijalističke i master strukovne studije. Visokoškolska ustanova ima status akademije strukovnih studija ako ostvaruje najmanje pet akreditovanih studijskih programa strukovnih studija iz najmanje dva obrazovno-naučna, odnosno obrazovno-umetnička polja.
4. Visoka škola – samostalna visokoškolska ustanova koja ostvaruje osnovne akademske studije, master akademske studije i specijalističke akademske studije, iz jedne ili više oblasti.
5. Visoka škola strukovnih studija – samostalna visokoškolska ustanova koja ostvaruje osnovne strukovne studije, specijalističke strukovne studije i master strukovne studije, iz jedne ili više oblasti.

Visoko obrazovanje u Vojvodini stiče se na fakultetima Univerziteta u Novom Sadu i većem broju Visokih škola strukovnih studija. Univerzitet je osnovan 1960. godine. i čine ga 14 fakulteta. Najveći broj fakulteta nalazi se u Novom Sadu, a ostali su u Subotici, Zrenjaninu i Somboru. Visoke škole strukovnih studija raspoređene su u Novom Sadu, Subotici, Zrenjaninu, Kikindi, Sremskoj Mitrovici i Vršcu.

5. OSNOVNE STRUKOVNE STUDIJE NA FAKULTETIMA UNIVERZITETA U NOVOM SADU

Univerzitet u Novom Sadu broji 14 fakulteta, ali samo 3 fakulteta organizuju ukupno 4 programa osnovnih strukovnih studija [9]:

- Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad – 2 studijska programa (akreditacioni ciklus 2020-2026.) [10]:
    - Elektrotehnika (dva studijska modula)
        - Elektroenergetika i obnovljivi izvori električne energije
        - Elektronika i telekomunikacije
    - Softverske i informacione tehnologije
- Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad – 1 studijski program (2024-2030.) [11]:
    - Optometrija
- Medicinski fakultet – 1 studijski program (2023-2029.) [12]:
    - Radiološke tehnologije

6. OSNOVNE STRUKOVNE STUDIJE NA VISOKIM ŠKOLAMA STRUKOVNIH STUDIJA ČIJI JE OSNIVAČ AP VOJVODINA

Postoji 9 visokih škola strukovnih studija čiji je osnivač AP Vojvodina i koje organizuju osnovne strukovne studije kroz 35 različitih studijskih programa:

1. Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu – 5 studijskih programa (2024-2030.) [13]:
    - Mašinsko inženjerstvo
    - Inženjerstvo zaštite
    - Grafičko inženjerstvo i dizajn
    - Veb dizajn
    - Informacione tehnologije
2. Visoka tehnička škola strukovnih studija u Subotici – 5 studijskih programa (2021-2027.) [14]:
    - Elektrotehnika
    - Informatika
    - Inženjerski menadžment
    - Mašinstvo
    - Mehatronika
3. Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu – 4 studijska programa (2023-2029.) [15]:
    - Tehnološko inženjerstvo
    - Mašinsko inženjerstvo
    - Elektrotehnika i računarstvo
    - Inženjerstvo zaštite na radu
4. Visoka poslovna škola strukovnih studija u Novom Sadu – 5 studijskih programa (2024-2030.) [16]:
    - Finansije i bankarstvo
    - Turizam i hotelijerstvo
    - Trgovina i međunarodno poslovanje
    - Poslovna informatika
    - Finansije i bankarstvo (studije na daljinu, DLS)
5. Visoka škola strukovnih studija za obrazovanje vaspitača u Novom Sadu – 1 studijski program (2023-2029.):
    - Obrazovanje vaspitača dece predškolskog uzrasta [17]
6. Visoka škola strukovnih studija za obrazovanje vaspitača u Kikindi – 3 studijska programa (2024-2030.):
    - Strukovni vaspitač dece predškolskog uzrasta
    - Strukovni vaspitač za tradicionalne igre
    - Strukovni socijalni radnik[18]
7. Visoka škola strukovnih studija za obrazovanje vaspitača i trenera u Subotici – 5 studijskih programa [19]:
    - Strukovni vaspitač dece predškolskog uzrasta (2022-2028.)
    - Strukovni trener u sportu (2022-2028.)
    - Strukovni nutricionista – dijetetičar (2021-2027.)
    - Zdravstvena nega (Strukovna medicinska sestra) (2022-2028.)
    - Strukovni poslovni informatičar (2021-2027.)
8. Visoka škola strukovnih studija za vaspitače i poslovne informatičare – Sirmijum u Sremskoj Mitrovici – 5 studijskih programa [20]:
    - Vaspitač dece predškolskog uzrasta (2023-2029.)
    - Vaspitač dece predškolskog uzrasta (studije na daljinu) (2022-2029.)
    - Strukovna medicinska sestra (2022-2029.)
    - Poslovna ekonomija (2024-2030.)
    - Softversko inženjerstvo (2024-2030.)
9. Visoka strukovna vaspitačka i medicinska škola u Vršcu – 2 studijska programa [21]:
    - Strukovni vaspitač (2023-2029.)
    - Strukovna medicinska sestra/tehničar (2022-2028.)

7. ULOGA STRUKOVNIH STUDIJA NA TRŽIŠTU RADA

Jedna od glavnih karakteristika strukovnih studija jeste njihova usmerenost ka tržištu rada. Studenti koji završe ove studije stiču praktična znanja i veštine koje su direktno primenljive u profesionalnom okruženju, npr. u tehničkim, poslovnim i obrazovnim sektorima. U sektoru tehnologije, kao i u oblasti menadžmenta i poslovanja, poslodavci sve više vrednuju praktične kompetencije, sposobnost rešavanja konkretnih problema i adaptaciju na promene u poslovnoj praksi, što su sve kompetencije koje su u fokusu strukovnih programa.

Visoke škole strukovnih studija često imaju snažnu saradnju sa lokalnim privrednim subjektima i institucijama. Ova saradnja omogućava studentima stručno savetovanje, praktičnu obuku, kao i mogućnost zapošljavanja neposredno nakon završetka studija. Kroz participaciju u projektima i partnerstvima, studenti grade mrežu profesionalnih kontakata, što dodatno olakšava prelazak sa obrazovanja na tržište rada [22].

8. IZAZOVI I PERSPEKTIVE RAZVOJA

Što se obrazovanja tiče, strukovne studije se suočavaju sa nizom izazova:

- Održavanje kvaliteta nastave u uslovima brzih tehnoloških promena.
- Ažuriranje nastavnih planova da bi ostali usklađeni sa industrijskim trendovima.
- Privlačenje nastavnika sa industrijskim iskustvom.

Unapređenje ovih aspekata je ključno za održavanje konkurentnosti i relevantnosti strukovnih programa.

S obzirom na trendove digitalizacije, automatizacije i globalne konkurencije, strukovne studije se moraju dinamizovati i integrisati nove pristupe obrazovanju, poput:

- Uvođenja više praktičnih modula u saradnji sa industrijom.
- Razvoja dualnih studijskih modela.
- Podsticanja preduzetništva i inovativnosti među studentima.

Ove mere bi dodatno unapredile kvalitet obrazovanja i povećale konkurentnost studenata na tržištu rada.

9. ZAKLJUČAK

Strukovne studije čiji je osnivač Autonomna pokrajina Vojvodina predstavljaju važnu komponentu visokog obrazovanja, koja balansira između obrazovanja i zapošljivosti. Sa jakim fokusom na praktične veštine, prilagođenim nastavnim planovima i strateškim planiranjem broja studenata, ovi programi omogućavaju mladim stručnjacima da se uspešno integrišu u dinamiku savremenog tržišta rada. Uz kontinuirano unapređivanje kurikuluma, saradnju sa privredom i povećanje prilika za praktičnu nastavu, strukovne studije će i u budućnosti ostati ključna platforma za razvoj kompetencija i karijera mladih u Vojvodini.

ZAHVALNICA

Ovaj rad podržan je od strane Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Departmana za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, u okviru projekta pod nazivom „Razvoj naučno-stručnih metoda u energetici, elektronici i telekomunikacijama".

10. LITERATURA

[1] *Zakon o visokom obrazovanju*, „Službeni glasnik RS", broj 76/2005. 100/2007 – autentično tumačenje, 97/2008, 44/2010, 93/2012, 89/2013, 99/2014, 45/2015 – autentično tumačenje, 68/2015, 87/2016.
[2] *Zakon o visokom obrazovanju*, „Službeni glasnik RS", br. 88/2017, 73/2018, 27/2018 – dr. zakon, 67/2019, 6/2020 – dr. zakoni, 11/2021 – autentično tumačenje, 67/2021 – dr. zakon, 67/2021, 76/2023, 19/2025.
[3] *Vrste i nivoi studija*, Internet stranica https://fakulteti.edukacija.rs/vrste-i-nivoi-studija, pristupljeno januar 2026.
[4] Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost, *Informator o radu*, N. Sad, 2022.
[5] Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost, *Aktivnosti u Pokrajinskom sekretarijatu za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost u 2020*, Novi Sad, januar 2021.
[6] Službeni list Autonomne pokrajine Vojvodine, Klasa: 26, Godina: LXXVI, Novi Sad,14. maj 2025
[7] Madeline Young, *Razlika između strukovnih i akademskih studija: koji put daje bolje šanse za posao*, 29. novembar 2025, Internet stranica https://www.kasss.rs/razlika-izmedju-strukovnih-i-akademskih-studija-koji-put-daje-bolje-sanse-za-posao, pristupljeno februar 2026.
[8] *Vrste visokoobrazovnih ustanova*, Internet stranica https://obrazovanje.rs/sr/obrazovni-sistem/visoko-obrazovanje/vrste-visokoobrazovnikh-ustanova, Januar 2026.
[9] Univerzitet u Novom Sadu, *Studijski programi po ustanovama 2025/2026*, Internet stranica https://www.uns.ac.rs/index.php/studije/studijski-programi/po-institucijama, pristupljeno Januar 2026.
[10] Internet stranica, https://ftn.uns.ac.rs/, pristupljeno januar 2026.
[11] Internet stranica, https://www.pmf.uns.ac.rs/, pristupljeno januar 2026.
[12] Internet stranica, https://www.mf.uns.ac.rs/index.php, pristupljeno januar 2026.
[13] Internet stranica, https://vtsns.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[14] Internet stranica, https://www.vts.su.ac.rs/, pristupljeno januar 2026.
[15] Internet stranica, https://www.vts-zr.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[16] Internet stranica, https://www.vps.ns.ac.rs/, pristupljeno januar 2026.
[17] Internet stranica, https://www.vaspitacns.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[18] Internet stranica, https://vaspitacka.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[19] Internet stranica, https://www.vsovsu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[20] Internet stranica, https://sm-vaspitac.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[21] Internet stranica, https://www.uskolavrsac.edu.rs/, pristupljeno januar 2026.
[22] N. Stojanović, V. Kuleto, *Jaz između obrazovanja i potreba tržišta rada je sve veći*, internet stranica https://www.valentinkuleto.com/jaz-izmedu-obrazovanja-i-potreba-trzista-rada-je-sve-veci/, prist. feburar 2026.

THE GLOBAL MARKET FOR ONLINE UNIVERSITIES WITHIN THE FRAMEWORK OF GREEN ECONOMIC MODELS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Branislav Dudić[1], Alexandra Mittelman[2], Eleonóra Beňová[3], Sanja Škorić[4], Dejan Logarušić[5]

[1, 2, 3] *Comenius University Bratislava, Faculty of Management, Bratislava, Slovakia*

[1] *University Business Academy Novi Sad, Faculty of Economics and Engineering Management, Novi Sad, Serbia*

[4, 5] *University Business Academy Novi Sad, Faculty of Law for Commerce and Judiciary, Novi Sad, Serbia*

[1]branislav.dudic@fm.uniba.sk, [2]alexandra.mittelman@fm.uniba.sk, [3]eleonora.benova@fm.uniba.sk, [4]sanja@pravni-fakultet.info, [5]dejan.logarusic@pravni-fakultet.info

Abstract: *The global market for online universities has been undergoing profound changes driven by digital transformation and the growing importance of green economic models in the context of sustainable development. Traditional marketing communication tools are becoming less effective, encouraging higher education institutions to adopt innovative and environmentally responsible digital strategies. Nowadays, social networks now represent one of the most significant instruments of digital marketing communication, enabling online universities to reach global audiences efficiently while minimizing environmental impacts. The quality of higher education is one of the key criteria in moving borders and improving itself on the world`s market.*

Key words: marketing of educational institutions, marketing communication of universities, digital marketing, social networking, green economic models

1. INTRODUCTION

In the whole world, universities are the highest education, scientific and art institutions. The quality of higher education is one of the key criteria in moving borders and improving itself on the world`s market. Higher education must reflect the market requirements and specially to break the ground for education in the scientific sphere. Recently, there have been significant changes in the field of education and students have become customers for their schools, where students had to apply for in competition with other schools. The traditional tools of marketing communication are less effective and therefore it is necessary for universities to change their marketing thinking if they want to follow the latest trends.

The quality of higher education is one of the key criteria in moving borders and improving itself on the world`s market. Higher education must reflect the market requirements and specially to break the ground for education in the scientific sphere. In the last years, there was an increase in the use of mobile devices and social networks, and they helped to develop marketing activities also in the field of education. Within the framework of green economic models and sustainable development, the quality of higher education gains even greater importance, as online universities contribute to reducing environmental impacts while expanding access to education on a global scale. By integrating digital learning platforms, mobile technologies, and social networks, higher education institutions are able to align educational offerings with market needs, support scientific research, and promote innovation in a resource-efficient manner. These trends strengthen the position of online universities in the global education market and highlight their role in fostering sustainable economic growth and knowledge-based societies.

Digital marketing is also known as on-line marketing, internet marketing or web marketing, it is directly inseparable part of marketing communication. New media and new technologies have extended the possibilities of communication, their development is dynamic, every year they offer new techniques and fields of use [1]. Colleges, universities, professional and private schools use marketing in different degree many decades.

Marketing in education involves activities and materials that promote consistently and effectively school as the best choice for students and parents, also as a tool within a community and as a responsible administrator of the tax-payers money.

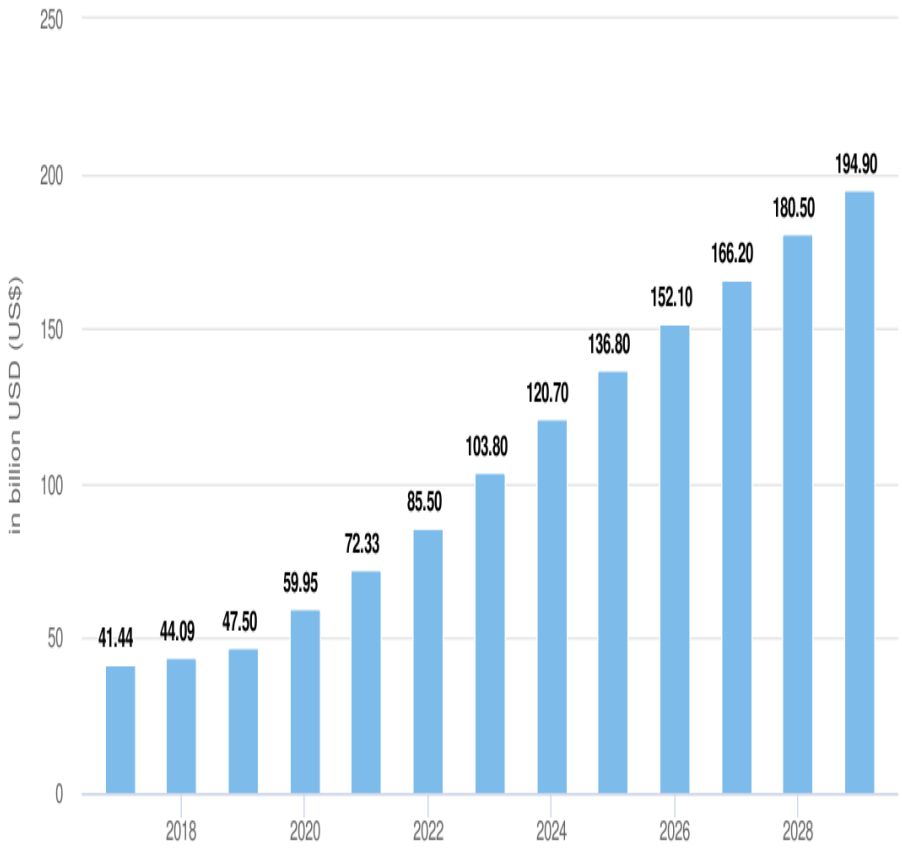
These contributions can appear because of long-term application of a marketing management of a school:

- the increase of quality and diversity of the offer of education,
- awareness,
- financing,
- loyalty.

2. ONLINE UNIVERSITY EDUCATION

Online universities increasingly use social media platforms to communicate academic information, learning resources, and institutional updates, thereby supporting flexible, accessible, and sustainable education models. At the same time, the quality of higher education remains a key factor in enhancing international competitiveness and ensuring long-term development in the global education market. Nowadays, social networks are one of the most required tools of digital marketing communication. Universities and faculties inform their students by means of social networks about news, schedules, examinations and other knowledge connected with their studies, possibilities of students' internships, or other types of practice. Moreover, there is also entertaining content, that universities create mainly on Facebook, Instagram and YouTube. Social media are characterized as online platforms where people connect to and communicate among each other [2]. The use of the internet, social media, mobile applications and other digital communication technologies has become the part of everyday life of billions of people. People spend their free time more and more online.

The Online University Education market follows the revenue and user development of online programs terminating in university-accredited degrees and certificates. In the present time, the Internet and social networks are necessary also for educational institutions.



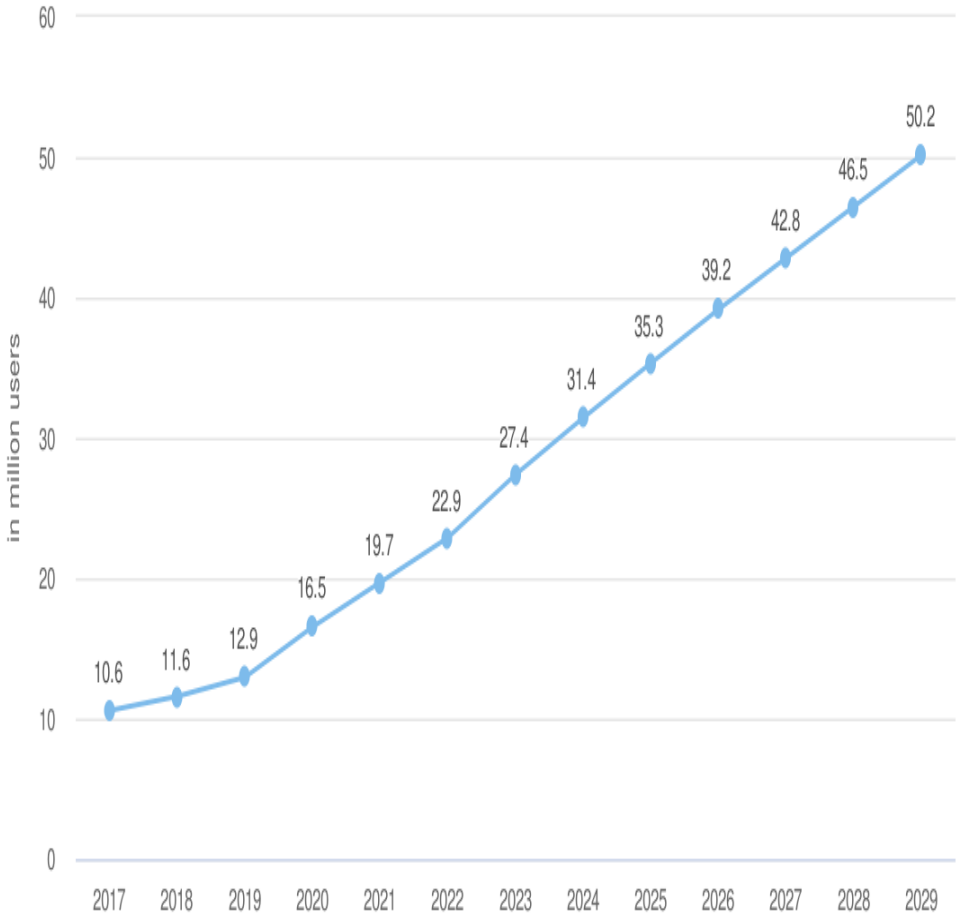
Picture 1: *Online University Education-Revenue*

Revenue in the Online University Education market is projected to reach US$120.70bn in 2024. Revenue is expected to show an annual growth rate (CAGR 2024-2028) of 10.55%, resulting in a projected market volume of US$194.90bn by 2029. In the Online University Education market, the number of users is expected to amount to 46.5m users by 2029. [3].

3. THE ONLINE UNIVERSITY EDUCATION MARKET WORLDWIDE

The use of the internet, social media, mobile applications and other digital communication technologies has become the part of everyday life of billions of people. The market for online education products and services has grown rapidly over the past decade [4]. The Online University Education Market Worldwide is experiencing significant growth and development. Customer preferences are shifting towards online education due to its convenience and flexibility. Educational institutions and mainly universities direct their communication mainly to younger audience who can be marked as their future potential students and moreover they have created the communication for their present students. This digital shift also supports sustainable development and green economic models, as online communication reduces the need for physical resources and travel, while improving

accessibility and internationalization of education. Consequently, online universities are increasingly positioning themselves as key players in the global education market, responding to both environmental and economic demands.



Picture 2: *Online University Education Market Worldwide*

Customer preferences: Customers are increasingly choosing online university education due to its flexibility and convenience. Online courses allow students to study at their own pace and from anywhere in the world. This is particularly appealing to working professionals and individuals with busy schedules. Furthermore, online education provides a wide range of course options, allowing students to customize their learning experience [5].

4. CONCLUSION

The worldwide market of online university education is expected to record significant growth and dynamic development due to changing consumer preferences, technological progress, and the increasing demand for sustainable education models. Education, science, and research play a crucial role in the creation of a high-quality and resilient economy in every country, particularly within the framework of green economic transformation. Online education represents an effective and environmentally responsible way of acquiring new skills and enhancing existing competencies while reducing resource consumption and geographical barriers. Colleges, universities are going to use the internet, social networks and other digital communication technologies in their use also in the future.

5. REFERENCES

[1] FREY, P.: *Marketingová komunikace*. 2. vydanie. Brno. Management Press, 2009. s 53.
[2] KABANI, S. a kol., 2010. *The Zen of Social Media Marketing: An Easier Way to Build Credibility*, Generate Buzz, and Increase Revenue. Dallas: BenBella Books, Inc. ISBN 978-1-935-25173-6.
[3] Statista. Retrieved December 19, 2024, from https://www.statista.com/outlook/emo/online-education/online-university-education/worldwide
[4] Statista. Retrieved December 20, 2025, from https://www.statista.com/study/163500/e-learning/
[5] Statista. Retrieved December 20, 2025, from https://www.statista.com/outlook/emo/online-education/online-university-education/worldwide#analyst-opinio

NORMATIVNA I SIMBOLIČKA ODRŽIVOST VISOKOŠKOLSKIH USTANOVA U USLOVIMA SAVREMENIH DRUŠTVENIH PROMENA

Jovana Đonlić
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
jovanadjonlic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Ovaj rad razmatra poseban značaj visokoškolskih ustanova (VŠU) za održivi razvoj kao institucija koje oblikuju znanje, društvene vrednosti i razvojne perspektive savremenog društva. Kao nosioci javne funkcije i društvene odgovornosti VŠU imaju ključnu ulogu u promišljanju i ostvarivanju održivosti, iako dosadašnja istraživanja ukazuju da su pokušaji integracije održivog razvoja u njihov rad često fragmentisani i ograničeni na pojedinačne funkcionalne oblasti. Rad polazi od proširenja klasičnog trodimenzionalnog modela održivog razvoja uvođenjem kulturne dimenzije, naglašavajući da se održivost VŠU ne može svesti samo na ekonomske, ekološke i socijalne aspekte, već podrazumeva i kulturno-normativne procese. U tom okviru posebno se razmatraju normativna održivost, koja se odnosi na očuvanje znanja kao javnog dobra, akademskih vrednosti, autonomije i slobode, i simbolička održivost, povezana sa društvenim legitimitetom, ugledom i percepcijom VŠU kao mesta legitimnog znanja. Ovi procesi ispituju se u kontekstu savremenih društvenih promena obeleženih globalizacijom, digitalnom ekonomijom, nestabilnim tržištem rada, rastom "zapošljavanja na osnovu veština" i proliferacijom netradicionalnih obrazovnih puteva, kao i slabljenjem simboličkog značaja formalnog obrazovanja. Iz ovoga proizilazi da dugoročna održivost VŠU zavisi od njihove sposobnosti da uspostave ravnotežu između humboldtovskog ideala akademske izvrsnosti i savremenih zahteva za tržišno orijentisanim znanjem, odnosno da očuvaju ravnotežu između njihove javne uloge i društvene relevantnosti.*

Ključne reči: održivost/održivi razvoj, normativna održivost, simbolička održivost, visokoškloske ustanove, legitimitet znanja.

NORMATIVE AND SYMBOLIC SUSTAINABILITY OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY SOCIAL CHANGE

Abstract: *This paper examines the particular significance of higher education institutions (HEIs) for sustainable development as organizations that shape knowledge, social values, and developmental perspectives in contemporary society. As bearers of a public function and social responsibility, HEIs play a key role in conceptualizing and implementing sustainability, although existing research indicates that efforts to integrate sustainable development into their activities have often been fragmented and limited to individual functional areas. The paper builds on an extension of the classic three-dimensional model of sustainable development by introducing a cultural dimension, emphasizing that the sustainability of HEIs cannot be reduced solely to economic, ecological, and social aspects, but also involves cultural and normative processes. Within this framework, the paper specifically examines normative sustainability, which relates to the preservation of knowledge as a public good, academic values, autonomy, and freedom, and symbolic sustainability, which is associated with social legitimacy, reputation, and the perception of HEIs as sites of legitimate knowledge. These processes are examined in the context of contemporary societal changes characterized by globalization, the digital economy, labor market instability, the rise of skill-based employment, and the proliferation of alternative educational pathways, as well as the weakening of the symbolic significance of formal education. It follows that the long-term sustainability of HEIs depends on their ability to maintain a balance between the Humboldtian ideal of academic excellence and contemporary demands for market-oriented knowledge, that is, to preserve the balance between their public mission and social relevance.*

Key Words: sustainability/sustainable development, normative sustainability, symbolic sustainability, higher education institutions (HEIs), knowledge legitimacy.

1. UVOD

Visokoškolske ustanove (u daljem tekstu VŠU) istorijski su percipirane kao elitna mesta proizvodnje i prenosa legitimnog znanja, čiji su osnovni zadaci uključivali definisanje šta se smatra društveno priznatim, validnim i vrednim znanjem, kao i oblikovanje kompetencija koje osiguravaju dugoročnu održivost intelektualne zajednice [1, 2]. U okviru različitih istorijskih modela univerziteta, od srednjovekovnog, preko humboldtovskog do savremenih tržišno usmerenih institucionalnih formi, menjao se odnos univerziteta prema društvu, državi i ekonomiji. Model poput humboldtovskog univerziteta, često karakterisan kao elitistički, naglašavao je integraciju istraživanja i obrazovanja, akademsku autonomiju i negovanje znanja radi znanja, što je omogućavalo univerzitetima da funkcionišu kao normativno održive institucije: institucije koje reprodukuju unutrašnje vrednosti, norme i standarde, čuvajući znanje kao javno dobro nezavisno od tržišne instrumentalizacije [3, 4].

U savremenom kontekstu, VŠU se suočavaju sa sve većim pritiscima globalizacije, digitalizacije i fleksibilizacije tržišta rada, ali i sa rastom alternativnih obrazovnih puteva. Ove promene redefinišu kako društvo percipira vrednost diplome, ugled nastavnika i reputaciju institucije, što je ključni aspekt simboličke održivosti – sposobnosti VŠU da zadrži društveni ugled, poverenje i status legitimnog izvora znanja [5-7]. Istovremeno, ove ustanove moraju očuvati normativnu održivost, kroz negovanje unutrašnjih vrednosti i standarda legitimnog znanja, kako bi ostale relevantne i sposobne da doprinesu razvoju kompetencija koje nadilaze isključivo tržišne okvire, uključujući vrednosti akademske slobode, kritičkog mišljenja i znanja radi znanja. Ova višestruka kulturna dimenzija održivosti – normativna i simbolička – ukazuje da održivost VŠU ne zavisi samo od ekonomskih ili ekoloških aspekata, već i od sposobnosti da se održi kulturni kapital institucije, balansirajući tradiciju legitimnog znanja i savremene zahteve tržišta, čime univerziteti nastavljaju da imaju ključnu ulogu u oblikovanju društva i naučne zajednice [8].

2. ODRŽIVI RAZVOJ I KULTURA KAO PROŠIRENJE DIMENZIJA ODRŽIVOSTI

Koncept održivog razvoja nastaje kao odgovor na rastuću svest o ograničenjima vodećih razvojnih modela zasnovanih na intenzivnoj eksploataciji prirodnih resursa i produbljivanju društvenih nejednakosti. Njegova savremena i najšira formulacija vezuje se za Bruntland izveštaj (1987) u kojem se održivi razvoj definiše kao razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjih generacija bez ugrožavanja mogućnosti budućih generacija da zadovolje sopstvene potrebe [9]. Krajem 20. i početkom 21. veka, koncept održivog razvoja se institucionalizuje kroz međunarodne politike i dokumente, pri čemu se uspostavlja model zasnovan na tri osnovna stuba ili dimenzije održivosti: (ekološku, ekonomsku i socijalnu. Ovaj trodimenzionalni model omogućio je operacionalizaciju održivog razvoja u okviru javnih politika, ali je istovremeno pokazao ograničenja u objašnjenju načina na koji se principi održivosti usvajaju i sprovode u različitim sociokulturnim kontekstima [8-12].

Od početka 21. veka, a naročito u okviru delovanja UNESCO-a, sve više se ističe stav da održivi razvoj ne može biti u potpunosti shvaćen niti sproveden bez uvažavanja kulturne dimenzije. Kultura se pritom ne posmatra u užem smislu kulturne produkcije ili baštine, već kao skup vrednosti, normi, značenja i obrazaca ponašanja koji oblikuju društvene prakse [13]. Ovaj pristup implicitno je prisutan u UNESCO dokumentima od početka milenijuma, dok se eksplicitno artikuliše usvajanjem Deklaracije iz Hangdžoa (*Hangzhou Declaration*, 2013) kada se kultura prepoznaje kao ključni resurs i pokretač održivog razvoja [14]. Iz tih razloga Deklaracija poziva na uključivanje kulture kao četvrtog stuba održivog razvoja, polazeći od pretpostavke da kultura oblikuje način na koji se razvoj tumači, vrednuje i sprovodi. Drugim rečima, kultura utiče na to koje razvojne ciljeve društva smatraju legitimnim, kako razumeju odnos prema prirodi i kako pojedinci i institucije deluju u skladu sa tim razumevanjima. Time se održivi razvoj redefiniše kao proces koji nije samo tehnički i ekonomski uslovljen, već duboko ukorenjen u kulturnim i društvenim strukturama.

Kada se ovaj prošireni okvir primeni na visoko obrazovanje, otvara se pitanje unutrašnje normativne strukture univerziteta kao specifičnog društvenog polja. U Burdijeovoj teoriji, akademsko polje predstavlja relativno autonomnu društvenu arenu sa svojstvenim pravilima „igre" i oblicima kapitala [2], unutar koje se akteri bore za različite resurse, a simbolički kapital, u vidu prestiža, reputacije i priznanja, ima posebno mesto jer predstavlja oblik moći koji se legitimiše kroz društveno priznanje i omogućava ostvarivanje autoriteta bez oslanjanja na direktnu institucionalnu prinudu ili logiku ekonomskog profita. [1]. Održavanje akademskog polja podrazumeva reprodukciju njegove „dokse", odnosno podrazumevanih vrednosti i kriterijuma koji određuju šta se smatra legitimnim znanjem i legitimnom akademskom praksom [2].

U tom smislu, normativna održivost visokoškolskih ustanova može se razumeti kao sposobnost da se očuva i reprodukuje ovaj vrednosni poredak: autonomija znanja, kriterijumi naučne izvrsnosti, profesionalna etika i javna misija obrazovanja. Reč je o reprodukciji institucionalne logike univerziteta, tj. o tome da univerzitet ostane veran sopstvenoj društvenoj funkciji čak i pod pritiscima tržišta i globalne konkurencije. Ukoliko dođe do narušavanja ove normativne osnove, dolazi do transformacija strukture akademskog polja, bez obzira na formalne pokazatelje uspeha. Međutim, dugoročna održivost univerziteta ne zavisi samo od unutrašnje logike i njene doslednosti, već i od spoljašnje percepcije. U Burdijevom okviru simbolički kapital postoji samo ukoliko je priznat; on je oblik moći zasnovan na društvenom verovanju i priznanju [1]. Ova dimenzija može se dodatno razjasniti kroz teoriju institucionalnog legitimiteta, prema kojoj je legitimitet „generalizovana percepcija ili pretpostavka da su akcije entiteta poželjne, prikladne ili odgovarajuće unutar društveno konstruisanog sistema normi, vrednosti i definicija" [5, str. 574]. Drugim rečima, institucije opstaju ukoliko su njihove aktivnosti percipirane kao opravdane i vredne. Simbolička održivost VŠU stoga označava sposobnost univerziteta da očuva društveno poverenje, reputaciju i status legitimnog mesta proizvodnje znanja. Ona se manifestuje kroz vrednost diplome, reputaciju VŠU, autoritet profesora, društveno priznanje naučnih rezultata itd. Dakle, u savremenom kontekstu globalnog rangiranja i konkurencije za resurse, i simbolički kapital treba prepoznati kao važan faktor institucionalne održivosti.

Globalni okviri kao što su Ciljevi održivog razvoja (engl. *Sustainable Develeopment Goals*) mogu se razumeti kao pokušaj institucionalizacije ovih normativnih principa kroz konkretne ciljeve i indikatore. Međutim, njihova stvarna primena zavisi od lokalnih kulturnih i institucionalnih kapaciteta, odnosno od načina na koji akteri razumeju, interpretiraju i prioritizuju održivost u svakodnevnom delovanju. Za VŠU to znači da održivost ne može biti svedena na uvođenje „zelenih" programa, kurseva ili ekoloških projekata; da bi bila dugoročna, ona mora istovremeno biti normativno ukorenjena u institucionalnim vrednostima i simbolički potvrđena u društvenoj percepciji njihove legitimnosti.

3. ZNAČAJ VISOKOŠKOLSKIH USTANOVA ZA ODRŽIVOST U KONTEKSTU SAVREMENIH IZAZOVA

Kvalitet obrazovanja artikulisan je kao četvrti cilj održivog razvoja i predstavlja važan mehanizam institucionalne održivosti. Uloga obrazovanja u tom procesu može se razumeti na dva međusobno povezana normativna nivoa. U širem smislu, obrazovanje omogućava razvoj kognitivnih i vrednosnih kompetencija neophodnih za razumevanje i rešavanje složenih problema održivosti, kroz negovanje kritičkog mišljenja, građanske odgovornosti i interdisciplinarnosti. U užem, institucionalnom smislu, VŠU funkcionišu kao prostori socijalizacije i reprodukcije kulturnih normi, te norme održivosti mogu biti ugrađene u kurikulum, istraživanje i upravljanje. Na taj način unapređenje kvaliteta obrazovanja doprinosi ne samo tehničkoj sposobnosti društva da odgovori na izazove održivosti, već i njegovoj kulturno-normativnoj integraciji održivih praksi u društvo. Ipak, iako su „ozelenjavanje" kampusa i uvođenje kurseva za održivi razvoj sve prisutniji, istraživanja pokazuju da ti procesi često ostaju fragmentisani i da izostaje sistemska promena organizacione kulture koja bi održivost učinila uobičajenim obrascem institucionalnog delovanja. Zbog toga je potrebno razlikovati operativne prakse (npr. zeleni kurikulumi, energetske politike i projekti) od dublje *normativne orijentacije* kulture održivosti: institucija može biti operativno „zelena", a da pritom ne poseduje normativnu održivost ukoliko njene osnovne vrednosti, procedure i prakse ostaju neprilagođene [16, 17].

U isto vreme, u savremenom tehnonaučnom kontekstu obrazovanja sve je izraženije udaljavanje od klasičnog poimanja univerziteta kao autonomnog prostora produkcije i oblikovanja legitimnog znanja ka njegovoj sve snažnijoj integraciji u logiku tržišta i tehnološke efikasnosti. Tradicionalno razumevanje univerziteta polazilo je od pretpostavke da je znanje javno dobro i vrednost po sebi, povezano sa kritičkom refleksijom, akademskom slobodom i dugoročnim društvenim razvojem. Nasuprot tome, savremeni neoliberalni obrazovni režimi sve češće favorizuju kompetencijski utilitarizam i tržišnu instrumentalizaciju znanja, u kome se ono vrednuje pre svega prema neposrednoj primenljivosti, i tržišnoj isplativosti. Ova tenzija između „znanja radi znanja" i instrumentalnog, tržišno orijentisanog znanja predstavlja ključnu dimenziju normativne održivosti visokoškolskih ustanova, jer ukazuje na pitanje da li (i u kojoj meri) VŠU uspevaju da očuvaju svoju društvenu ulogu u definisanju legitimnih formi znanja i vrednosnih orijentacija ili se postupno preoblikuju u institucije usmerene prvenstveno na proizvodnju funkcionalnih veština u skladu sa zahtevima savremene tehnosfere [18, 19].

Danas sve veći značaj uživaju platforme za učenje na daljinu (engl. *Massive Open Online Courses – MOOCs*). Kako broj korisnika na ovim edukativnim platformama iz godine u godinu raste (npr. *Coursera*), dovode se u pitanje neophodnost i prednosti formalnog obrazovanja i diploma VŠU, odnosno relativizuje se njihova društvena valorizacija [21]. Ipak, diploma ne funkcioniše samo kao dokaz stečenih kompetencija, već i kao simbolički signal sposobnosti, profesionalnog statusa i pripadnosti određenom kulturnom i akademskom polju [2], što utiče na zapošljivost pojedinca [20-22]. Empirijska istraživanja pokazuju da formalno obrazovanje i dalje ima značajnu „signalnu" ulogu na tržištu rada, ali i da se ona postepeno relativizuje usled rasta praksi zapošljavanja zasnovanih na veštinama i fleksibilnijim kriterijumima procene kandidata. Paralelno sa tim, širenje alternativnih obrazovnih puteva, poput digitalnih platformi, mikro-kvalifikacija i drugih pristupa učenju van tradicionalnih okvira, doprinosi pluralizaciji načina sticanja znanja i preispitivanju neophodnosti diplome visokog obrazovanja kao jedinstvenog izvora legitimnog znanja [23]. Alterativno obrazovanje omogućava (pre)kvalifikaciju kandidata i „brzo snalaženje" na promenljivom tržištu, kao i prednost za one koji su u potrazi za poslom, a nemaju diplomu, tj. humani i simbolički kapital koji ona sa sobom nosi.

Imajući u vidu ove promene, formalno obrazovanje i dalje ne gubi svoj centralni značaj, niti ga netradicionalne kvalifikacije zamenjuju. Diploma visokog obrazovanja ostaje najstabilniji signal kognitivnih i profesionalnih kompetencija, pa i društvenog statusa na tržištu. Uzgred budi rečeno, nosioci diploma generalno imaju više zarade i veću sigurnost zaposlenja. Savremene empirijske studije ukazuju da neformalne (mikro)kvalifikacije posebno povećavaju zapošljivost onih koji nemaju „tradicionalne" diplome, dok za nosioce ovih tradicionalnih signala (diplome, bogata radna iskustva) vrednost dodatnih online sertifikata može biti ograničena [20, 23, 24]. Međutim, simbolička dimenzija VŠU prevazilazi tržišnu funkciju diplome; one predstavljaju i prostor profesionalnog identiteta nastavnika i akademskog prestiža, kao i mesto kulturno-normativne socijalizacije studenata.

Kao što je ranije pomenuto, novije studije ukazuju i na pomak od tradicionalnog zapošljavanja ka fleksibilnijem zapošljavanju zasnovanom na kompetencijama, iako formalne obrazovne kvalifikacije i dalje imaju važnu ulogu u očima poslodavaca. U jednoj takvoj studiji autori pokazuju da poslodavci sve češće usvajaju model „zapošljavanja zasnovanog na veštinama" (engl. *skill-based hiring*) kako bi proširili bazu kandidata i odgovorili na brze tehnološke i ekološke promene na tržištu rada (posebice u kontekstu poslova vezanih za industriju veštačke inteligencije i „zelenih" poslova) [21]. Dakle, iako je promena značajna, treba imati na umu da efekti nisu jednako raspoređeni u svim sektorima. Ovaj novi pristup podrazumeva fleksibilnije kriterijume zapošljavanja, veću otvorenost prema neformalnim obrazovnim putevima i naglasak na merljivim kompetencijama umesto na institucionalnom statusu diplome. Takvi trendovi ukazuju na restrukturaciju odnosa između tržišta rada, formalnog visokog obrazovanja i alternativnih izvora učenja [21]. Ukratko, promene u percepciji vrednosti visokog obrazovanja ne znače nestanak njegovog simboličkog značaja, već transformaciju kriterijuma njegove društvene valorizacije u savremenim uslovima rada i obrazovanja.

4. ZAKLJUČAK

Kultura predstavlja prožimajući sloj održivosti: klasični finansijski, tehnički i organizacioni odgovori nisu dovoljni ako se vrednosti i norme ne uklope u svakodnevno funkcionisanje institucije. VŠU igraju posebnu ulogu jer oblikuju buduće lidere, stručnjake i građane utičući na njihov način razmišljanja i vrednovanja. One ne prenose samo znanja, nego i kriterijume šta društvo smatra važnim i legitimnim. Promene u okruženju menjaju orijentaciju VŠU, ali ne brišu njihovu ulogu u definisanju javnog smisla znanja. Pa tako, današnji kurikulum može postati više fokusiran na praktične veštine i interdisciplinarne kompetencije, potencirati veću saradnju sa industrijom i globalnim mrežama, a nastava i istraživanje može sve više integrisati digitalne tehnologije. Međutim, dugoročna održivost univerziteta nije pitanje administrativne stabilnosti ili niza pojedinačnih projekata, već pitanje očuvanja unutrašnjih normi i javnog poverenja: akademske slobode i kritičke prakse moraju ostati stvar organizacione kulture, a ugled mora biti jasno prepoznatljiv spolja. Samo kad normativni principi postanu deo svakodnevnih praksi, a simbolička vrednost institucije ostane čvrsta, „zeleni" programi i tehnička rešenja imaju smisla. Na ovaj način VŠU mogu (sa)čuvati svoju održivost u susretu sa savremenim izazovima.

5. LITERATURA

[1] Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. U J. G. Richardson (Ur.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (str. 241–258). Greenwood.

[2] Bourdieu, P. (1988). *Homo academicus*. Stanford, CA: Stanford University Press.

[3] Slaughter, S., Rhoades, G. (2004). *Academic capitalism and the new economy*. Johns Hopkins University Press.

[4] Foster, J. (2002): Sustainability, Higher Education and the Learning Society. *Environmental Education Research*, 8:1, 35-41.

[5] Suchman, M. C. (1995). *Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches*. Academy of Management Review, 20(3), 571–610.

[6] Miotto, G., Del-Castillo-Feito, C., Blanco-González, A. (2020). *Reputation and legitimacy: Key factors for Higher Education Institutions' sustained competitive advantage*. Journal of Business Research, 112, 342–353.

[7] Zapp, M., Jungblut, J., Ramirez, F. O. (2021). *Legitimacy, stratification, and internationalization in global higher education*. Tertiary Education and Management, 27, 1–15.

[8] Hawkes, J. (2001). *The Fourth Pillar of Sustainability: Culture's essential role in public planning*. Cultural Development Network / Common Ground.

[9] Wiśniewska, M.Z., Malinowska, E., et al. (2025). *Culture of university sustainability and its dimensions.* Central European Management Journal, Vol. 33, No. 4, pp. 650–666.

[10] Sedita, S. R., Blasi, S., Yang, J. (2022). *The cultural dimensions of sustainable development: A cross-country configurational analysis*. Sustainable Development, 30(6), 1838–1849.

[11] Järvelä, M. (2023). *Dimensions of cultural sustainability — Local adaptation, adaptive capacity and social resilience.* Frontiers in Political Science, Vol. 5, pp. 1-13.

[12] Zheng, X., Wang, R., Hoekstra, A. Y., et al. (2021). *Consideration of culture is vital if we are to achieve the Sustainable Development Goals.* One Earth, 4(2), 307–319.

[13] Internet stranica https://www.unesco.org/new%20FinalHangzhouDeclaration20130517.pdf

[14] Internet stranica https://www.unesco.org/en/sustainable-development/culture

[15] Muñoz-Rodríguez, J. M., Sánchez-Carracedo, F. et al. (2020). *Are We Training in Sustainability in Higher Education? Case Study: Education Degrees at the University of Salamanca*. Sustainability, 12(11), 4421.

[16] Holst, J., Fritz, H., Nölting, B. et al. (2025). *Exploring culture(s) of sustainability at higher education institutions: a systematic review of concepts and pathways.* International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 26 No. 9 pp. 489–506.

[17] Holst, J. (2023). *Towards coherence on sustainability in education: a systematic review of whole institution approaches*. Sustainability Science, Vol. 18 No. 2, pp. 1015-1030.

[18] Košarac, B. (2018). *Položaj sociologije kao temeljne društvene nauke na savremenom univerzitetu*. Društvene i humanističke studije, Vol. VI (6): 225-234.

[19] Valentić, T. (2025). *Kantova ideja univerziteta u doba tehnoznanstvenog obrazovanja*. Simpozij u povodu 300. obljetnice rođenja Immanuela Kanta (1724–2024). 286-292.

[20] Athey, S., Palikot, E. (2024). *The Value of Non-Traditional Credentials in the Labor Market. Research Papers 4189,* Stanford University, Graduate School of Business.

[21] Bone, M., González Ehlinger, E., Stephany, F: (2025). *Skills or degree? The rise of skill-based hiring for AI and green jobs.* Technological Forecasting and Social Change, Vol. 214, 124042.

[22] Dongre, D., Kanchan, P. (2025). *The future of hiring: impact of skill-based hiring on professional development and lifelong learning.* Vidya – a journal of gujarat university, 4. 66-72.

[23] Yilik, M. (2025). *The Rationales and Values of Micro-Credentials in Higher Education*. Thinking Skills and Creativity, 58.

[24] Gamage, K., Dehideniya, S. (2025). *Unlocking Career Potential: How Micro-Credentials Are Revolutionising Higher Education and Lifelong Learning.* Education Sciences, 15: 525.

KODEKS PROFESIONALNE ETIKE UNIVERZITETA U SRBIJI

Sanja Škorić[1], Nenad Bingulac[2], Dalibor Krstinić[3], Dejan Logarušić[4], Đorđe Sančanin[5]
[1,2,3,4,5]*Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Prvni fakultet za privredu i pravosuđe u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija*
[1]sanja@pravni-fakultet.info, [2]nbingulac@pravni-fakultet.info,[3]dkrstinic@pravni-fakultet.info,
[4]dejan.logarusic@pravni-fakultet.info, [5]djordje.sancanin@pravni-fakultet.info

Kratak sadržaj: *Polazna osnova ovog rada jeste formalni dokument koji, u zavisnosti od univerziteta u Srbiji nosi različit pun naziv, ali sadrži slične ili iste odredbe koje se tiču profesionalne etike i akademskog integriteta zaposlenih na univerzitetima u Srbiji, kako onih čiji je osnivač država, tako i onih čiji osnivač nije država (tzv. privatnih univerziteta). Uporednopravna analiza odredbi ovih dokumenata može pružiti informacije odnosa datih institucij prema osnovnim načelima i standardima delatnosti visokog obrazovanja, kao i indicije prema tome koliko se vrednuju i na kom nivou svesti se nalazi percepcija akademskog obrazovanja u Srbiji.*

Ključne reči: kodeks profesionalne etike, akademski integritet, visoko obrazovanje

THE CODE OF PROFESSIONAL ETHICS OF UNIVERSITIES IN SERBIA

Abstract: *The starting point of this work is a formal document which, depending on the university in Serbia, bears different full titles, but contains similar or the same provisions concerning professional ethics and academic integrity of employees at universities in Serbia, both those founded by the state and those that are not state-founded (so-called private universities). A comparative legal analysis of the provisions of these documents can provide information on the attitude of these institutions towards the basic principles and standards of higher education activities, as well as indications of how much they value and at what level the perception of academic education in Serbia is.*

Key Words: code of professional ethics, academic integrity, higher education

1. UVOD

Veoma dugo se smatralo da ispitivanje etičnosti u ponašanju univerzitetskih nastavnika podrazumeva pre svega saznanje da je reč o specifičnoj profesiji koja objedinjuje istraživačke i nastavne aktivnosti, te da iz složene strukture takve delatnosti proizlaze visoki kriterijumi kompetentnosti ne samo u poznavanju i primeni principa naučnog i pedagoškog rada, već i visokih etičkih standarda [1]. »Uobičajeno je da se ljudi koji poseduju naučne titule i akademska zvanja svrstavaju u red najelitnijih članova društva iza čijeg ugleda i reputacije stoje intelektualni i moralni kvaliteti« [1]. Ovako ustaljeno gledište može se objasniti preko nekoliko objektivnih činjenica. Kao prvo, kodeksi profesionalne etike se izučavaju u okviru poslovne etike, kao njen najpoznatiji institucionalizovani oblik, odnosno dokument kojim se definišu osnovne vrednosti i pravila ponašanja određene struke, ili uže u određenom privrednom subjektu i sl. [2] Kao drugo, delatnost obrazovanja uopšte, pa onda i visoko obrazovanje se smatra delatnošću od opšteg, javnog interesa [3], gde je dug period ona bila rezervisana isključivo za državu i nije smatrana profitnom delatnošću, te su određena etička pravila i etičke vrednosti, posebno one povezane sa novcem, smatrana suvišnim da bi stajala napisana u jednom dokumentu. Nažalost, praksa i određeni događaji, pokazali su da se čak i u delatnosti visokog obrazovanja, među nastavnicima čiji rad zaslužuje visoko mesto na lestvici profesionalne etičnosti, ima i onih koji su načinom svog rada taj status doveli u pitanje [1].

Kao razumna posledica toga, bilo je, po prvi put, predviđanje obaveze svih univerziteta i fakulteta u Republici Srbiji donošenje i usvajanje »...kodeksa profesionalne etike, kojim se utvrđuju etička načela u visokom obrazovanju, objavljivanju naučnih rezultata, odnosu prema intelektualnoj svojini, odnosima između nastavnika i saradnika, drugih zaposlenih i studenata, postupcima u nastupanju visokoškolske ustanove i nastavnika, saradnika i studenata u pravnom prometu, kao i u odnosu prema javnosti i sredstvima jasnog informisanja.« [4] Iako tadašnji zakon nije dalje precizirao i navodio ponašanja koja se mogu smatrati neakademskim, tok postupka u kojem bi se neetičnost utvrđivala i dr., visokoškolske ustanove (pretpostavljamo sve ili bar većina njih) su donosile svoj prvi kodeks profesionalne etike. U oktobru 2016. godine Nacionalni savet za visoko obrazovanje doneo je Osnove za kodeks o akademskom integritetu na visokoškolskim ustanovama u Republici Srbiji. [5] U imenovanom dokumentu, Nacionalni savet svoju nadležnost za donošenje osnova crpi iz Zakona o visokom obrazovanju, iz opisa i nabrajanja delatnosti Nacionalnog saveta, i to „prati razvoj visokog obrazovanja i njegovu usklađenost sa sa evropskim i međunarodnim standardima [4]. U navedenim osnovama visokoškolskim ustanovama se ostavlja rok za donošenje kodeksa od 45 dana od dana objavljivanja osnova na sajtu Nacionalnog saveta. Za one ustanove koje su imale donete kodekse, ponovo pretpostavljamo da je ovo bila obaveza usklađivanja sa osnovama koje je Nacionalni savet doneo. Tako da je put od propisivanja obaveze donošenja i usvajanja kodeksa profesionalne etike u Zakonu od 2005.godine, do toga da

Nacionalni savet za visoko obrazovanje donese osnove za kodeks profesionalne etike bio 11 godinana, što bi se dalo pretpostaviti da je učinjeno iz razloga postojanje potrebe ujednačavanja pravila koje se tiču profesionalne etike i akademskog integriteta.

Važeći Zakon o visokom obrazovanju iz 2017. godine je obavezu donošenja Kodeksa profesionalne etike zadržao [6], ali se Osnove, koje je Nacionalni savet za visoko obrazovanje doneo 2016. godine, nisu menjale. Kodeksi profesionalne etike koji su na osnovu pomenutih osnova doneti predstavljaju dokumenta čija sadržina treba da štiti osnovne, ne samo akademske vrednosti, već i moralne, pa i šire društvene vrednosti jednog društva. Zbog ograničenosti obima, autori ovog rada će analizirati samo formalne strane Kodeksa, te terminološka i strukturalna upoređivanja odredbi kodeksa koji su važeći na četiri univerziteta čiji je osnivač država – Novi Sad, Beograd, Kragujevac i Niš i dva univerziteta čiji osnivač nije država – Univerzitet Singidunum, Beograd i Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu.

2. UPOREDNOPRAVNA ANALIZA I NJENI REZULTATI

Ukoliko se zanemari važnost dokumenta koji se analizira i fokusira se na njegovu formalnu stranu – pravni osnov donošenja, godina donošenja, naziv, strukturu, obim i sl., uporednopravnom analizom se može doći do određenih zaključaka, koji će napred u ovom radu, biti izneti. Takođe, ne treba zanemariti i deo koji se tiče toga da li su analizirana dokumenta ažurirana, da li su javno objavljena i koliko su sadržinski kompatibilna.

U nastavku sledi analiza fomalnih i strukturalnih strana kodeksa profesionalne etike gore pomenutih univerziteta u Republici Srbiji [7, 8, 9 10, 11, 12].

Tabela 1 – Formalne strane Kodeksa profesionalne etike

Univerzitet	Naziv dokumenta	Pravni osnov donošenja	Organ koji je doneo	Kada je donet i da li je ažuriran posle 2016. godine i kada	Da li je javno dostupljen i objavljen
U Beogradu	Kodeks profesionalne etike	Nije naveden u dokumentu	Nije navedeno, ali je u potpisu predsednik Senata	Nema u dokumentu, ali je naveden br. Službenog glasnika od 2016 i 2021 godine	Da
U Novom Sadu	Kodeks o akademskom integritetu	Statut i Osnove Nacionalnog saveta	Senat	26.9.2019. i ispravka 31.1.2020.	Da
U Kragujevcu	Kodeks o akademskom integritetu i akademskoj etici	Zakon o visokom obrazovanju od 2005, Statut i Osnove Nacionalnog saveta	Senat	29.12.2016. i nije ažuriran	Da
U Nišu	Kodeks profesionalne etike	Zakon o visokom obrazovanju iz 2005. i Statut	Senat	13.11.2009., ažuriran 11.10.2010. i 7.7.2014.	Da
Singidunum	Kodeks o akademskom integritetu i orifesionalnoj etici	Zakon o visokom obrazovanju iz 2017., Osnove Nacionalnog saveta, Statut	Senat	21.9.2018. i nije ažuriran	Da
Privredna akademija	Kodeks o akademskom integritetu	Zakon o visokom obrazovanju iz 2017. i Statut	Senat	28.9.2022. i nije ažuriran	Da

Analiza koja se odnosi na formalnu stranu dokumenata već može pružiti određene informacije koje se tiču samog odnosa institucije prema ovoj tematici, s tim da bi se precizniji podaci mogli dobiti ukoliko bi postojala informacija o broju postupaka koji su do sada vođeni na osnovu kodeksa, iako postoje dostupna rešenja koja su doneta na osnovu kodeksa [13].

Tabela 2 – Neka od strukturalnih pitanja iz Kodeksa profesionalne etike

Univerzitet	Osnovna načela i njihov broj	Regulisan postupak utvrđivanja neakademskog ponašanja	Organi za sprovođenje odredbi kodeksa
U Beogradu	Ima posebno izdvojena; 13 načela	Nije regulisan u dokumentu	Postoje
U Novom Sadu	Nema posebno izdvojena	Regulisan	Postoje
U Kragujevcu	Ima posebno izdvojena; 8 načela	Regulisan	Postoje
U Nišu	Ima posebno izdvojena; 9 načela	Regulisan	Postoje
Singidunum	Ima posebno izdvojena; 6 načela	Regulisan	Postoje
Privredna akademija	Nema posebno izdvojena	Regulisan	Postoje

Različita strukturalna rešenja upoređivanih kodeksa jeste posledica različite tehnike koja je korišćena prilikom izrade ovih dokumenata, mada i vreme donošenja može imati određenu ulogu. Obim ovih dokumenataje takođe je različit i kreće se u rasponu od 9 stranica, koliko ima prečišćen tekst kodeksa Univerziteta u Nišu do 19 stranica, koliko ima kodeks Univerziteta u Novom Sadu.

3. ZAKLJUČAK

Kodeks profesionalne etike i akademskog integriteta, sudeći po uporednopravnoj analizi samo nekih pitanja koja se tiču tih dokumenata, postavlja temelje ne samo akademskog integriteta, već i šire, promoviše vrednosti koje se mogu nazvati civilizacijskim i imaju izuzetan uticaj, ne samo na delatnost visokog obrazovanja, već i na čitavo jedno društvo. Kako na posmatranim samostalnim visokoškolskim ustanovama, u školskoj 2025/2026. godini ima preko 20.000 novoupisanih studenata [14], što bi moglo biti preko 150.000 ukupno upisanih studenata, i preko 10.000 nastavnika, saradnika i istraživača, jasna je važnost etičkog i akademskog ponašanja svih u visokom obrazovanju, ali se može zaključiti da od toga zavise i osnovna etička načela koja će društvo negovati i promovisati kao jedna celina. Činjenica da sve posmatrane institucije imaju usvojen kodeks, da je isti ažuriran ili je donošen novi u skladu sa zakonom, te da je kodeks javno objavljen, može da znači da institucije na prvom mestu poštuju svoju obavezu koja kao takva propisana. Međutim, to može da znači i da se pravila iz kodeksa poštuju, odnosno da se modifikuju u zavisnosti od potreba koje se vremenom menjaju. Postojanje postupaka koji su vođeni na osnovu odredbi kodeksa [13] pruža jasnu širu sliku koja bi trebala da ide u smeru zaštite etike i integriteta u visokom obrazovanju.

4. LITERATURA

[1] Petrović Ž. Ružica, Trifunović Vesna, *Etički kodeks i moralni integritet univerzitetskih profesora,* Istraživanja u pedagogiji, vol. 12, broj 2, pp.461-470, 2022., DOI https://doi.org/10.5937/istrped2202461p
[2] Vukić Milovan, Voza Danijela, Aleksandra Vuković, *Poslovna etika*, dostupno na https://www.menadzment.tfbor.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2020/04/Poslovna-etika_udzbenik.pdf
[3] Sanja Škorić, Biljana Carić, Nikola Banjac, Marija Jakovljević, *Visoko obrazovanje u tržišnoj utakmici*, XXIII Skup Trendovi Razvoja – Nastavnici i saradnici kao centar promena u visokom obratovanju, str. 165-168, Vrnjačka Banja, 7-.-10. 02. 2024.
[4] *Zakon o visokom obrazovanju,* „Sl. Glasnik RS" br.76/2005-3, 100/2007-4 (autentično tumačenje), 97/2008-51, 44/2010-28, 93/2012-182, 89/2013-3, 99/2014-3, 45/2015-27 (autentično tumačenje), 68/2015-69, 87/2016-3.
[5] Nacionalni savet za visoko obrazovanje, *Osnove za kodeks o akademskom integritetu na visokoškolskim ustanovama u Republici Srbiji,* dostupno na http://nsvo.gov.rs/?s=kodeks+profesionalne&submit=
[6] *Zakon o visokom obrazovanju,* „Sl. Glasnik RS" br. 88/2017, 73/2018, 27/2018 - dr. zakon, 67/2019, 6/2020 - dr. zakoni, 11/2021 - autentično tumačenje, 67/2021, 67/2021 - dr. zakon, 76/2023 i 19/2025.
[7] Kodeks profesionalne etike Univerziteta u Beogradu, dostupan na https://www.bg.edu.rs/pravni-okvir/
[8] Kodeks o akademskom integritetu Univerziteta u Novom Sadu, dostupan na https://www.uns.ac.rs/index.php/univerzitet/javnost-rada/dokumenti/aktiuns/category/35-pravilnici?limit=25&start=25
[9] Kodeks o akademskom integritetu i profesionalnoj etici Univerziteta u Kragujevcu, dostupan na https://kg.ac.rs/dokumenti.php

[10] Kodeks profesionalne etike Univerziteta u Nišu, dostupan na https://www.ni.ac.rs/dokumenti/category/140-komitet-za-profesionalnu-etiku
[11] Kodeks o akademskom integritetu i profesionalnoj etici Univerziteta Singidunum u Beogradu, dostupan na https://singidunum.ac.rs/page/akti-univerziteta
[12] Kodeks o akademskom integritetu Univerziteta Privredna akademija u Novom Sadu,dostupan na https://www.privrednaakademija.edu.rs/univerzitet/dokumenti-i-propisi.html
[13] Internet izvor: https://pescanik.net/wp-content/uploads/2019/11/Resenje-Odbora-za-profesionalnu-etiku-Univerziteta-u-Beogradu.pdf
[14] Republički zavod za statistiku, https://www.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/obrazovanje/visoko-obrazovanje/

RAZVOJ DIGITALNIH KOMPETENCIJA NASTAVNIKA U VISOKOM OBRAZOVANJU: HR PERSPEKTIVA

Katarina Milošević[1], Ivana Katić[2]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]katarina.milosevic.334@gmail.com, [2]ivana.katic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Digitalna transformacija visokog obrazovanja nameće potrebu za sistemskim razvojem digitalnih kompetencija nastavnika. Iako su normativni okviri, poput DigCompEdu, jasno definisali dimenzije digitalnih kompetencija, empirijska istraživanja ukazuju na umeren i neravnomeran nivo njihove razvijenosti. Cilj rada je analiza digitalnih kompetencija nastavnika u visokom obrazovanju i razmatranje njihovih implikacija za upravljanje ljudskim resursima. Poseban fokus stavljen je na ulogu HR funkcije u planiranju, implementaciji i evaluaciji profesionalnog razvoja. Rad ukazuje na potrebu integracije kompetencijskih okvira i strateškog upravljanja ljudskim resursima radi unapređenja kvaliteta visokog obrazovanja.*

Ključne reči: digitalne kompetencije, visoko obrazovanje, DigCompEdu, upravljanje ljudskim resursima, digitalna transformacija

DEVELOPING TEACHERS' DIGITAL COMPETENCES IN HIGHER EDUCATION: AN HR PERSPECTIVE

Abstract: *The digital transformation of higher education requires a systematic development of teachers' digital competences. Although normative frameworks such as DigCompEdu clearly define competence dimensions, empirical studies indicate moderate and uneven levels of competence development. This paper aims to review contemporary literature on teachers' digital competences and examine the implications for human resource management in technology-intensive environments. Particular attention is given to the role of HR functions in planning, implementing, and evaluating professional development. The paper highlights the need to integrate competence frameworks with strategic human resource management in order to enhance the quality and sustainability of higher education.*

Key Words: digital competences, higher education, DigCompEdu, human resource management, digital transformation

1. UVOD

Digitalna transformacija značajno menja način funkcionisanja visokoškolskih institucija, utičući na nastavne procese, evaluaciju učenja, institucionalno upravljanje i profesionalni razvoj nastavnika. U kontekstu tehnološki intenzivnog okruženja, od univerziteta se očekuje da obezbede visok nivo kvaliteta nastave, ali i da sistemski razvijaju digitalne kompetencije nastavnog kadra. Digitalne kompetencije nastavnika više se ne posmatraju kao dodatna vrednost, već kao ključna komponenta profesionalnog profila u savremenom visokom obrazovanju [1].

Iako je koncept digitalnih kompetencija široko razrađen kroz različite modele i okvire, istraživanja pokazuju da postoji značajan jaz između normativnih standarda i stvarnog nivoa kompetencija nastavnika [2, 3]. Sistemski pregledi literature ukazuju na rastući broj istraživanja u ovoj oblasti, ali i na metodološke izazove, posebno u pogledu pouzdanosti i validnosti instrumenata za procenu digitalnih kompetencija [4, 5].

Istovremeno, razvoj digitalnih kompetencija nastavnika najčešće se analizira iz pedagoške ili tehnološke perspektive, dok je uloga upravljanja ljudskim resursima i sistemskog razvoja zaposlenih znatno manje zastupljena u literaturi. Istraživanja iz oblasti digitalne transformacije organizacija ukazuju na snažnu povezanost između nivoa digitalnog razvoja organizacije i očekivanog nivoa digitalnih kompetencija zaposlenih [6]. Ova perspektiva sugeriše da razvoj kompetencija ne može biti isključivo individualna odgovornost nastavnika, već deo šire institucionalne strategije.

Cilj ovog rada je da, kroz pregled savremene literature, analizira koncept digitalnih kompetencija nastavnika u visokom obrazovanju i sagleda implikacije za upravljanje ljudskim resursima u tehnološki intenzivnom okruženju.

2. TEORIJSKI OKVIR: DIGITALNE KOMPETENCIJE NASTAVNIKA U VISOKOM OBRAZOVANJU

2.1. Koncept i modeli digitalnih kompetencija nastavnika

Jedan od najuticajnijih normativnih okvira za definisanje digitalnih kompetencija nastavnika jeste Evropski okvir za digitalne kompetencije edukatora – DigCompEdu [1]. Ovaj okvir identifikuje šest oblasti kompetencija: profesionalni angažman, digitalni resursi, poučavanje i učenje, evaluacija, osnaživanje učenika i razvoj digitalnih kompetencija kod učenika. DigCompEdu takođe uključuje progresioni model sa šest nivoa kompetentnosti, čime omogućava sistematsku procenu i planiranje profesionalnog razvoja.

Sistemski pregledi literature potvrđuju da je DigCompEdu jedan od najčešće korišćenih referentnih modela u istraživanjima digitalnih kompetencija nastavnika [5]. Međutim, autori ukazuju na nedostatak konsenzusa u pogledu operacionalizacije pojedinih dimenzija i prilagođavanja modela specifičnostima visokog obrazovanja. Fernández-Batanero i saradnici [2] naglašavaju da su brojna istraživanja fokusirana na samoprocenu nastavnika, što može dovesti do precenjivanja ili potcenjivanja stvarnog nivoa kompetencija.

Pored normativnih modela, deo literature usmeren je na analizu mernih instrumenata i njihove metodološke zasnovanosti. Saltos-Rivas i saradnici [4] kroz sistematsko mapiranje ukazuju da više od polovine analiziranih studija ne pruža istovremene dokaze o pouzdanosti i validnosti korišćenih instrumenata. Ovi nalazi otvaraju pitanje kvaliteta empirijskih podataka na kojima se zasnivaju zaključci o nivou digitalnih kompetencija nastavnika.

2.2. Empirijski nalazi o nivou digitalnih kompetencija

Empirijska istraživanja ukazuju na umeren nivo digitalnih kompetencija nastavnika u visokom obrazovanju. Na osnovu velikog uzorka univerzitetskih nastavnika iz više zemalja, Inamorato dos Santos i saradnici [3] utvrdili su da se većina ispitanika nalazi na srednjem nivou kompetentnosti prema DigCompEdu okviru. Ipak, rezultati variraju u zavisnosti od oblasti kompetencija, pri čemu su slabiji rezultati zabeleženi u domenu evaluacije i analize digitalnih podataka.

Slično tome, Fernández-Batanero i saradnici [2] ističu da, iako nastavnici pokazuju spremnost za korišćenje digitalnih tehnologija, često nedostaje sistemska podrška i strukturirani programi profesionalnog razvoja. Peters i saradnici [7] u preglednom radu o razvoju digitalnih kompetencija nastavnika u visokom obrazovanju ukazuju da su intervencije najefikasnije kada su integrisane u institucionalne strategije i kada uključuju kontinuiranu podršku, a ne jednokratne obuke.

Dodatno, Godsk i Nielsen [8] naglašavaju da online profesionalni razvoj može biti efikasan model za unapređenje digitalnih kompetencija, ali samo ukoliko je povezan sa organizacionim kontekstom i podržan jasnim strateškim ciljevima.

2.3. Digitalne kompetencije u kontekstu organizacione digitalne transformacije

Razmatranje digitalnih kompetencija nastavnika ne može biti odvojeno od šireg konteksta digitalne transformacije organizacija. Kovačević i Anđelković Labrović [6] pokazuju da viši nivo procenjenog digitalnog razvoja organizacije predviđa viši očekivani nivo digitalnih kompetencija zaposlenih. Ovaj nalaz sugeriše da su kompetencije u velikoj meri oblikovane institucionalnim okruženjem i strateškim prioritetima.

Istraživanja iz oblasti upravljanja ljudskim resursima u digitalnoj transformaciji dodatno potvrđuju značaj sistemskog pristupa razvoju kompetencija [9, 10]. U tom smislu, razvoj digitalnih kompetencija nastavnika može se posmatrati kao deo šire strategije upravljanja talentima, profesionalnog razvoja i organizacionog učenja.

3. RAZVOJ DIGITALNIH KOMPETENCIJA NASTAVNIKA IZ PERSPEKTIVE UPRAVLJANJA LJUDSKIM RESURSIMA

Dosadašnja istraživanja digitalnih kompetencija nastavnika dominantno su usmerena na pedagoške modele, merenje nivoa kompetencija i identifikaciju dimenzija digitalne pismenosti. Međutim, razvoj kompetencija u organizacionom kontekstu zahteva sistemski pristup, koji uključuje strateško upravljanje ljudskim resursima, planiranje profesionalnog razvoja i usklađivanje kompetencija sa institucionalnom strategijom digitalne transformacije.

3.1. Digitalna transformacija i organizacioni kontekst

Istraživanja iz oblasti organizacionog digitalnog razvoja ukazuju da nivo digitalne zrelosti organizacije direktno utiče na očekivani nivo digitalnih kompetencija zaposlenih. Kovačević i Anđelković Labrović [6] pokazuju da viša procena digitalnog razvoja organizacije predviđa viši zahtevani nivo digitalnih kompetencija, nezavisno od pozicije zaposlenih. Ovaj nalaz sugeriše da kompetencije nisu isključivo individualna karakteristika, već rezultat institucionalnog okruženja i strateških prioriteta.

U kontekstu visokog obrazovanja, digitalna transformacija obuhvata integraciju digitalnih resursa u nastavu, razvoj online i hibridnih modela učenja, digitalnu evaluaciju i analitiku učenja, što zahteva usklađivanje kompetencijskog profila nastavnika sa institucionalnim ciljevima [1]. Ukoliko razvoj digitalnih kompetencija nije deo strateškog plana, individualne inicijative nastavnika ostaju fragmentisane i ne doprinose sistemskom unapređenju kvaliteta.

3.2. Uloga HR funkcije u razvoju digitalnih kompetencija

Savremeni pristupi upravljanju ljudskim resursima u uslovima digitalne transformacije naglašavaju prelazak sa administrativne na stratešku ulogu HR funkcije [9, 10]. U tom kontekstu, HR ima ključnu ulogu u:

1. Dijagnostici kompetencija – korišćenje validiranih okvira (npr. DigCompEdu) za identifikaciju postojećeg nivoa kompetencija.
2. Planiranju profesionalnog razvoja – dizajniranje ciljanih programa obuke u skladu sa institucionalnom strategijom.

3. Implementaciji razvojnih intervencija – organizovanje kontinuiranih programa profesionalnog razvoja, uključujući online profesionalni razvoj [8].
4. Evaluaciji efekata – praćenje napretka kroz formativnu i sumativnu procenu [1].

Literatura pokazuje da jednokratne obuke imaju ograničen efekat, dok su održivi rezultati postignuti kroz kontinuirane, institucionalno podržane programe razvoja [7].

U tom smislu, funkcija ljudskih resursa može delovati kao integrativni mehanizam između pedagoških inovacija i organizacione strategije.

3.3. Integracija DigCompEdu okvira u HRD ciklus

DigCompEdu okvir [1] pruža jasnu strukturu kompetencija i progresioni model, što ga čini pogodnim alatom za integraciju u ciklus razvoja zaposlenih. Na osnovu analizirane literature može se predložiti konceptualni model integracije koji obuhvata četiri faze:

1. Procena (Assessment) - Primena alata zasnovanih na DigCompEdu okviru radi identifikacije snaga i razvojnih potreba nastavnika [3].
2. Planiranje (Planning) - Definisanje individualnih i institucionalnih razvojnih ciljeva u skladu sa strategijom digitalne transformacije [6].
3. Razvoj (Development) - Implementacija strukturiranih programa profesionalnog razvoja, uključujući online profesionalne zajednice učenja i mentorsku podršku [8].
4. Evaluacija i unapređenje (Evaluation and Feedback) - Korišćenje digitalne analitike i povratnih informacija za kontinuirano unapređenje nastavne prakse [1].

Ovakav ciklični pristup omogućava prelazak sa individualne samoprocene na strateški upravljan razvoj kompetencija, čime se osigurava dugoročna održivost procesa.

3.4. Izazovi i implikacije za visoko obrazovanje

Iako literatura potvrđuje značaj sistemskog pristupa, istraživanja i dalje ukazuju na dominaciju samoprocene kao glavnog metoda procene kompetencija [4], kao i na nedovoljnu povezanost profesionalnog razvoja sa institucionalnom strategijom [2]. Ovi nalazi ukazuju na potrebu za jačanjem uloge HR funkcije u planiranju, koordinaciji i evaluaciji razvoja digitalnih kompetencija nastavnika.

Integracijom HR perspektive u istraživanje digitalnih kompetencija nastavnika doprinosi se pomeranju fokusa sa individualnog nivoa na organizacioni nivo analize, čime se razvoj kompetencija pozicionira kao strateški element kvaliteta visokog obrazovanja u tehnološki intenzivnom okruženju.

4. DISKUSIJA

Pregled savremene literature ukazuje na rastući interes za digitalne kompetencije nastavnika u visokom obrazovanju, ali i na određene konceptualne i metodološke nedostatke. Literatura i dalje dominantno naglašava individualnu odgovornost nastavnika za razvoj digitalnih kompetencija, dok je institucionalna i HR podrška nedovoljno razrađena. Takođe, uočava se nedostatak longitudinalnih studija koje bi omogućile praćenje dugoročnih efekata profesionalnog razvoja u digitalnom okruženju.

Iako je DigCompEdu okvir [1] široko prihvaćen kao referentni model, empirijska istraživanja i dalje su dominantno zasnovana na samoproceni nastavnika, što otvara pitanje validnosti i objektivnosti nalaza [4]. Ovakav pristup doprinosi razumevanju percepcije sopstvenih kompetencija, ali ne pruža uvek pouzdanu sliku stvarnog nivoa digitalne spremnosti.

Empirijski nalazi pokazuju da se većina nastavnika nalazi na srednjem nivou digitalnih kompetencija [3], dok su pojedine dimenzije, poput digitalne evaluacije i analize podataka, manje razvijene. Istovremeno, sistematski pregledi ukazuju da su intervencije najefikasnije kada su institucionalno podržane i integrisane u širu strategiju profesionalnog razvoja [7, 8]. Ovi nalazi potvrđuju da razvoj digitalnih kompetencija ne može biti posmatran kao izolovana aktivnost pojedinačnih nastavnika.

U tom kontekstu, integracija perspektive upravljanja ljudskim resursima predstavlja važan doprinos postojećoj literaturi. Istraživanja digitalne transformacije organizacija pokazuju da nivo digitalnog razvoja institucije utiče na očekivani nivo kompetencija zaposlenih [6], što implicira da su kompetencije rezultat interakcije individualnih kapaciteta i organizacionog okruženja. Ukoliko digitalna transformacija nije strateški podržana kroz HR procese – uključujući selekciju, obuku, evaluaciju i planiranje karijere – razvoj kompetencija ostaje fragmentisan i nedovoljno održiv.

Savremeni pristupi digitalizovanom HRM-u dodatno naglašavaju potrebu za proaktivnim planiranjem kompetencija i kontinuiranim profesionalnim razvojem [9, 10]. U tom smislu, razvoj digitalnih kompetencija nastavnika treba posmatrati kao deo šire strategije organizacionog učenja i institucionalne održivosti, pri čemu pomak sa individualnog na sistemski nivo analize omogućava sagledavanje digitalnih kompetencija kao strateškog resursa visokog obrazovanja.

5. ZAKLJUČAK

Digitalna transformacija visokog obrazovanja nameće potrebu za sistemskim i strateški usmerenim razvojem digitalnih kompetencija nastavnika. Pregled literature pokazuje da su normativni okviri, posebno DigCompEdu [1], pružili solidnu teorijsku osnovu za definisanje i strukturiranje kompetencija, ali da empirijska istraživanja i dalje dominantno počivaju na samoproceni i fragmentisanim, kratkoročnim intervencijama.

Rezultati analiziranih studija ukazuju da je nivo digitalnih kompetencija nastavnika umereno razvijen, ali neravnomerno raspoređen po domenima [2, 3], što posebno dolazi do izražaja u oblastima evaluacije i analize podataka. Istovremeno, istraživanja iz oblasti organizacione digitalne transformacije potvrđuju da razvoj kompetencija u značajnoj meri zavisi od institucionalnog konteksta i strateškog opredeljenja organizacije [6].

Ključni doprinos ovog rada ogleda se u integraciji HR perspektive u analizu razvoja digitalnih kompetencija nastavnika. Predloženi konceptualni pristup, zasnovan na povezivanju DigCompEdu okvira i ciklusa razvoja ljudskih resursa, naglašava da razvoj kompetencija treba sistematski planirati, implementirati i evaluirati kao deo šire strategije upravljanja ljudskim resursima i organizacionog razvoja. Time se digitalne kompetencije pozicioniraju kao strateški resurs visokog obrazovanja, a ne samo individualna veština nastavnika.

Buduća istraživanja trebalo bi da se usmere ka empirijskom testiranju integrisanih modela razvoja kompetencija u konkretnim institucionalnim kontekstima, kao i ka razvoju pouzdanijih i validnijih instrumenata procene. Dodatno, potrebno je ispitati na koji način različiti modeli HR upravljanja doprinose dugoročnoj održivosti i uspešnosti digitalne transformacije visokoškolskih institucija.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (br. ugovora: 451-03-34/2026-03/200156) i Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu kroz projekat „Naučnoistraživački i umetničkoistraživački rad istraživača u nastavnim i saradničkim zvanjima Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2026" (br: 01-3609/1).

6. LITERATURA

[1] Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/159770

[2] Fernández-Batanero, J. M., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., & García-Martínez, I. (2021). Digital teaching competence in higher education: A systematic review. *Education Sciences, 11*(11), 689. https://doi.org/10.3390/educsci11110689

[3] Inamorato dos Santos, A., Chinkes, E., Carvalho, M. A. G., Solórzano, C. M. V., & Marroni, L. S. (2023). The digital competence of academics in higher education: Is the glass half empty or half full? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20*(9). https://doi.org/10.1186/s41239-022-00376-0

[4] Saltos-Rivas, R., Novoa-Hernández, P., & Serrano Rodríguez, R. (2022). How reliable and valid are the evaluations of digital competence in higher education: A systematic mapping study. *SAGE Open, 12*(1), 1–14. https://doi.org/10.1177/21582440211068492

[5] Basilotta-Gómez-Pablos, V., Matarranz, M., Casado-Aranda, L. A., & Otto, A. (2022). Teachers' digital competencies in higher education: A systematic literature review. *Frontiers in Psychology, 13*, Article 843636. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.843636

[6] Kovačević, I., & Anđelković Labrović, J. (2024). Organizational digital development and digital competencies required for managers in different positions: The human resource management perspective. *Sociologija, 66*(1), 87–105. https://doi.org/10.2298/SOC2401087K

[7] Peters, M., et al. (2022). Teacher digital competence development in higher education: Overview of systematic reviews. *Educational Technology Research and Development, 70*, 1–23.

[8] Godsk, M., & Nielsen, T. (2024). Online teacher professional development for digital competences in higher education: A systematic review. *Nordic Journal of STEM Education Research, 8*(1), 1–18.

[9] Nabil, A., Mostafa, M., & Mahmoud, R. (2024). The role of human resources in digital transformation and organizational change management. *Journal of Human Resources Management Research*, 2024, 1–12.

[10] Awad, A., Ali, A., & Elshaer, I. (2024). Driving HR performance through digital transformation in educational directorates. *Problems and Perspectives in Management, 22*(4), 1–15.

RAZVOJ, UPRAVLJANJE I ODRŽIVOST VISOKOŠKOLSKIH USTANOVA – IZMEĐU DRUŠTVENOG INTERESA I TRŽIŠNIH PRINCIPA

Ranko Bojanić[1]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]bojanic@uns.ac.rs,

Kratak sadržaj: *Rad analizira razvoj, upravljanje i održivost visokoškolskih ustanova u Republici Srbiji u kontekstu savremenih društveno-ekonomskih promena i reformi visokog obrazovanja. Polazeći od dvostruke uloge visokog obrazovanja kao javnog dobra i tržišno orijentisane delatnosti, istražuje se odnos između dostupnosti, kvaliteta i društvene odgovornosti — i tržišnih principa, kao što su konkurentnost, efikasnost i finansijska održivost. Posebna pažnja posvećena je normativnom okviru, modelima upravljanja i finansiranja, kao i uticaju internacionalizacije i evropskih integracija na strateško pozicioniranje institucija. Rad razmatra ključne izazove, uključujući demografski pad, ograničene budžetske resurse, rast konkurencije i potrebu za diverzifikacijom izvora finansiranja. Cilj je identifikacija faktora koji utiču na dugoročnu održivost sistema i unapređenje institucionalnog upravljanja u skladu sa principima javne odgovornosti i savremenih obrazovnih politika.*

Ključne reči: institucionalni razvoj, upravljanje, održivost, društveni interes, tržišni principi

DEVELOPMENT, GOVERNANCE AND SUSTAINABILITY OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN THE REPUBLIC OF SERBIA – BETWEEN SOCIAL INTEREST AND MARKET PRINCIPLES

Abstract: *This paper examines the institutional development, governance, and sustainability of higher education institutions in the Republic of Serbia in the context of contemporary socio-economic changes and higher education reforms. It explores the dual nature of higher education as both a public good and a market-oriented activity, focusing on the balance between public interest—accessibility, quality, and social responsibility—and market principles such as competitiveness, efficiency, and financial sustainability. The study analyzes the legal framework, governance and funding models, as well as the impact of internationalization and European integration on institutional strategies. It also addresses key challenges, including demographic decline, limited public resources, growing competition, and the need to diversify funding sources. The aim is to identify factors influencing long-term sustainability and to propose recommendations for strengthening institutional governance in line with public accountability and contemporary education policies.*

Key Words: institutional development, governance, sustainability, social interest, market principles.

1. UVOD

Visoko obrazovanje (univerzitet) kao oblici najvišeg obrazovanja postoje više od devet vekova, a jedan od razloga tako dugog trajanja je što su prednjačili u nauci, obrazovanju i istraživanjima. Od prvog univerziteta formiranog krajem jedanaestog veka, pa do naših dana, to je bio temelj na kome se odvijao napredak naše civilizacije. Prava ekspanzija univerzitetskog obrazovanja nastupila je u drugoj polovini dvadesetog veka, u vreme naučno-tehnološke revolucije. Danas hiljade univerziteta širom sveta omogućavaju sve većem broju ljudi pristup najvišem obrazovanju. Povezanost nauke i tehnologije omogućila je ostvarenje centralnog motiva Moderne, najbolje izraženog u Bekonovoj maksimi: „Znanje je moć."

Visokoškolske ustanove u Republici Srbiji funkcionišu u okviru normativnog sistema koji istovremeno garantuje njihovu autonomiju i podvrgava ih javnopravnoj regulaciji i nadzoru. U takvom institucionalnom okviru pitanje održivosti visokoškolskih ustanova dobija višedimenzionalni karakter – pravni, finansijski i upravljački.

Savremeni trendovi internacionalizacije, projektno finansiranje i saradnja sa privredom uvode tržišne elemente u sistem visokog obrazovanja. Istovremeno, visoko obrazovanje zadržava karakter javnog dobra, što podrazumeva obavezu države da obezbedi dostupnost, jednakost i kvalitet. Predmet ovog rada jeste analiza pravnog okvira upravljanja i finansiranja visokoškolskih ustanova u Republici Srbiji sa ciljem ispitivanja da li postojeći model omogućava dugoročnu institucionalnu održivost bez narušavanja javnog interesa.

Na osnovu postavljenog predmeta istraživanja mogu se definisati postavljene hipoteze a to su:

- Održivost visokoškolskih ustanova u Republici Srbiji može se obezbediti jedino kroz uravnotežen model upravljanja koji integriše tržišne mehanizme finansiranja sa zaštitom javnog interesa i autonomije ustanova
- Povećanje tržišnih izvora finansiranja (školarine, projekti, saradnja sa privredom) može doprineti

razvoju i konkurentnosti, ali nosi rizik komercijalizacije
- Potrebno je uspostaviti jasan mehanizama odgovornosti i transparentnosti u rada visokoškolskih ustanova i njihovog finansiranja

U tom kontekstu, javlja se raskorak između tržišnih mehanizama i šireg društvenog interesa. Sa jedne strane, tržišni instrumenti doprinose finansijskoj divertifikaciji i jačanju konkurentnosti visokoškolskih ustanova; sa druge strane, prekomerna komercijalizacija može ugroziti akademsku autonomiju, kvalitet nastave i istraživanja, kao i socijalnu dimenziju obrazovanja.

2. VISOKO OBRAZOVANJE KAO JAVNI INTERES

Pravo na obrazovanje u Republici Srbiji ima svoj ustavni osnov, što znači da država garantuje dostupnost obrazovanja svim građanima, uključujući i pristup visokom obrazovanju. Ovo pravo odražava osnovne principe jednakosti, socijalne pravde i društvene inkluzije, naglašavajući da visoko obrazovanje nije isključivo privatna korist pojedinca, već predstavlja javno dobro.

Kao delatnost od javnog značaja, visoko obrazovanje doprinosi razvoju društva i ekonomije kroz obrazovanje kvalifikovanih kadrova, podsticanje istraživanja i inovacija, i stvaranje društveno odgovornih profesionalaca. Univerziteti i visoke škole funkcionišu kao centri znanja i naučno-istraživačkog rada, čime ostvaruju širu društvenu funkciju i direktno utiču na razvoj lokalnih i nacionalnih zajednica.

U tom kontekstu, uloga države je ključna. Ona se ogleda kroz finansiranje javnih visokoškolskih ustanova, pružanje stipendija i socijalne podrške studentima, ali i kroz regulaciju i nadzor kvaliteta obrazovanja. Akreditacija studijskih programa, definisanje standarda i kontrola sprovođenja zakonskih okvira osiguravaju da visoko obrazovanje zadovoljava potrebe društva i ostaje u skladu sa javnim interesom. Time se postiže balans između institucionalne autonomije univerziteta i odgovornosti prema društvu, čime visoko obrazovanje postaje dugoročna investicija u ljudski kapital i društveni razvoj.

U Republici Srbiji visoko obrazovanje je regulisano Zakonom o visokom obrazovanju, koji definiše pravni okvir rada univerziteta i drugih visokoškolskih ustanova, procedure akreditacije, standarde kvaliteta i obaveze institucija prema društvu. Zakon istovremeno garantuje autonomiju univerziteta, omogućavajući im da samostalno organizuju nastavu, istraživačke aktivnosti i internu administraciju, ali ih podvrgava javnopravnoj regulaciji i nadzoru, čime se osigurava zaštita javnog interesa.

Tabela 1 – Broj i struktura visokoškolskih ustanova u Srbiji u školskoj 2024/2025 godini

Vlasnička struktura	**Broj univerziteta**	**Broj ustanova**		**Broj studenta**	
		Fakulteti	**Visoke škole**	**Fakulteti**	**Visoke škole**
Javne ustanove	9	95	22	187.985	29.863
Privatne ustanove	14	46	24	24.631	7.764
Ukupno	**23**	**141**	**46**	**212.616**	**37.627**

Prema podacima sa sajta Ministarstvo prosvete Republike Srbije, u Srbiji trenutno funkcionišu 23 univerziteta u okviru kojih radi ukupno 187 visokoškolskih ustanova. Od tog broja, 63% je u javnom, dok je 37% u privatnom vlasništvu. Na fakultetima studira 250.668 studenata, pri čemu 87% pohađa javne, a 13% privatne visokoškolske ustanove.

Finansijski modeli visokoškolskih ustanova kombinuju budžetska sredstva iz državnog fonda i sopstvene prihode, koji uključuju školarine, projekte, donacije i druge izvore. Ovaj model omogućava institucijama da balansiraju između obaveza javnog interesa i potrebe za finansijskom održivošću, dok istovremeno pruža fleksibilnost u strateškom razvoju i modernizaciji obrazovnog procesa.

Prema podacima objavljenim na sajtu Ministarstvo prosvete Republike Srbije, u školskoj 2024/2025. godini u Srbiji je studiralo ukupno 250.668 studenata. Od tog broja, oko 45% studenata na javnim visokoškolskim ustanovama finansiralo se iz državnog budžeta, dok je približno 55% njih samostalno pokrivalo troškove školarine. Kada se posmatra ukupan broj samofinansirajućih studenata, uključujući i one na javnim i na privatnim visokoškolskim ustanovama, njihov udeo iznosi oko 61% od ukupne studentske populacije.

Nastavno osoblje visokoškolske ustanove čine nastavnici, istraživači i saradnici, koji realizuju obrazovnu, naučnu, umetničku, istraživačku i inovacionu delatnost. Pored nastavnog kadra, visokoškolske ustanove zapošljavaju i nenastavno osoblje, koje obavlja stručne, administrativne i tehničke poslove.

Prema podacima Republički zavod za statistiku, u školskoj 2024/2025. godini na visokoškolskim ustanovama u Srbiji bilo je angažovano ukupno 17.323 (sa punim radnim vremenom 15587) nastavnika i saradnika, od čega 12.728 (sa punim radnim vremenom 11715) nastavnika. Na univerzitetima je bilo zaposleno 95% nastavnika i saradnika, pri čemu univerziteti obuhvataju 80% ustanova i 84% ukupnog broja studenata. Preostalih 5% nastavnika i saradnika bilo je angažovano na visokim školama i akademijama, koje čine 20% ustanova i obrazuju 16% studenata.

Iz ukupnog budžeta Republike Srbije, u prethodne dve godine za oblasti u nadležnosti Ministarstvo prosvete Republike Srbije izdvajano je nešto više od 10% ukupnih budžetskih sredstava. Od tog iznosa, približno jedna petina opredeljuje se za finansiranje visokog obrazovanja.

Najznačajniji izvori sredstava u budžetu su budžetski prihodi, koji čine oko dve trećine ukupnih izvora, kao i sopstveni prihodi budžetskih korisnika, koji učestvuju sa oko jedne trećine.

U 2024. godini iz budžetskih prihoda izdvojeno je oko 63 milijardi dinara (69%), dok su sopstveni prihodi visokoškolskih ustanova iznosili oko 31%. Za 2025. godinu ukupna budžetska izdvajanja za visoko obrazovanje i studentski standard planirana su na 72,06 milijardi dinara, što predstavlja povećanje od oko 20% u odnosu na prethodne planove u skladu sa donošenjem odgovarajućih rešenja i izmena zakona. Ovo povećanje uključuje dodatnih 12,01 milijardi dinara obezbeđenih iz budžetskog rezervnog fonda za podršku finansiranju visokog obrazovanja i studentskog standarda u 2025. godini (još uvek ne postoje zvanični podaci za 2025. godinu). Kada se pogleda struktura prihoda visokoškolskih ustanova vidimo da najveći deo prihoda i to 53% su prihodi Ministarstva prosvete, sopstveni prihodi i školarina čine 13%, a prihodi od naučnih radova i saradnje sa privredom 34 % od ukupnih prihoda.

Najveći deo sredstava za visoko obrazovanje u Srbiji opredeljen je za isplatu zarada, i to 79% u 2024. godini. U poređenju sa 2023. godinom, u 2024. godini zarade su povećane za 5.442 miliona dinara.

Za pokriće redovnih troškova poslovanja korišćeno je 17% realizovanih sredstava u 2024. godini. Ukupna sredstva namenjena poslovanju u 2024. godini manja su za 2.678 miliona dinara (oko 20%) u odnosu na 2023. godinu.

Promene na budžetskim stavkama pokazuju da je povećanje zarada u 2024. godini finansirano ne samo dodatnim sredstvima u okviru budžeta za visoko obrazovanje, već i smanjenjem troškova poslovanja i drugih rashoda. Za ocenu efikasnosti utrošenih sredstava predlažemo korišćena tri pokazatelja: prosečna visina budžeta po studentu, prosečna visina budžeta po budžetskom studentu i prosečna visina budžeta po nastavniku, međutim to nije tema ovog rada. Ovakav način finansiranja nije održiv u narednom periodu i potrebno je tražiti dodatne izvore finansiranja.

3. ODRŽIVOST IZMEĐU JAVNOG INTERESA I TRŽIŠNIH PRINCIPA

Održivost visokoškolskih ustanova može se sagledavati kroz tri ključne dimenzije: ***finansijsku stabilnost, institucionalnu efikasnost i akademski razvoj***. Tradicionalno, održivost se uglavnom zasnivala na budžetskom finansiranju i javnoj podršci, što je garantovalo stabilnost i dostupnost obrazovanja, ali je istovremeno ograničavalo fleksibilnost i inovativnost institucija.

Savremeni model održivosti sve više uključuje tržišne mehanizme, kao što su školarine, projektno i grant finansiranje, međunarodna saradnja, razvoj komercijalnih programa i partnerstva sa privredom. Primena tržišnih principa donosi višestruke koristi: diversifikaciju izvora finansiranja, jačanje konkurentnosti, podsticanje inovacija i razvoj istraživačkih kapaciteta. Posebno kod velikih javnih univerziteta, kao što je Univerzitet u Novom Sadu, razvijene su projektne aktivnosti i saradnja sa privredom, što predstavlja značajan segment institucionalnog razvoja i unapređenja strateške pozicije univerziteta na međunarodnom nivou.

Jedno od ključnih pitanja jeste da li tržišna logika ugrožava akademske vrednosti, odnosno osnovne ciljeve obrazovanja i nauke. Preterana fokusiranost na profitabilne programe ili privlačenje studenata sa najvišom finansijskom sposobnošću može marginalizovati manje popularne ili društveno značajne discipline, smanjujući raznovrsnost i akademsku slobodu. Ovaj fenomen se često naziva komercijalizacijom obrazovanja, a rizici uključuju ograničen pristup visokom obrazovanju studentima iz manje privilegovanih socijalnih grupa, smanjenje kvaliteta nastave, kao i degradaciju istraživačkih standarda u korist finansijski profitabilnih projekata.

S druge strane, potpuno oslanjanje na budžetska sredstva i javnu podršku može ograničiti razvojne kapacitete visokoškolskih ustanova, smanjiti njihovu fleksibilnost i međunarodnu konkurentnost, te otežati uvođenje inovacija i prilagođavanje globalnim obrazovnim trendovima. Zato je ključni izazov u savremenom visokom obrazovanju uspostavljanje balansa između javnog interesa i tržišnih principa. Tržišni mehanizmi treba da dopunjuju, a ne da potiskuju javnu funkciju obrazovanja, omogućavajući institucijama da budu finansijski održive, inovativne i istovremeno dostupne svim slojevima društva. Izazov u visokom obrazovanju jeste razvoj *uravnoteženog modela održivosti*, u kojem tržišni mehanizmi dopunjuju, ali ne potiskuju javnu funkciju obrazovanja. U tom smislu, pravni i normativni okvir mora jasno definisati granice komercijalnih aktivnosti, obezbediti očuvanje akademske autonomije i institucionalne odgovornosti, kao i stimulisati inovacije i strateški razvoj. Samo balansiran pristup omogućava dugoročnu održivost, očuvanje kvaliteta nastave, dostupnost obrazovanja i strateški razvoj visokoškolskih ustanova u skladu sa društvenim i ekonomskim potrebama zemlje.

4. MODEL ODRŽIVOG UPRAVLJANJA VISOKOŠKOLSKIM USTANOVAMA

Jedan od ključnih izazova savremenog visokoškolskog obrazovanja jeste razvoj modela održivog upravljanja koji omogućava balans između javnog interesa i tržišnih principa. Kao predlog rešenja, može se primeniti kombinovani model finansiranja, u kome se javna sredstva dopunjuju sopstvenim prihodima institucija kroz projekte, međunarodnu saradnju, partnerstva sa privredom i ograničene komercijalne aktivnosti. Ovakav pristup obezbeđuje finansijsku stabilnost, istovremeno smanjujući zavisnost od budžetskih sredstava i omogućavajući fleksibilnost u strateškom razvoju.

Važan element modela jeste jačanje institucionalne autonomije uz odgovornost. Univerziteti i visoke škole treba da imaju slobodu u organizaciji nastave, istraživanja i upravljačkih procesa, ali uz jasno definisanu odgovornost prema društvu, studentima i nadzornim telima. Povećana autonomija omogućava brže donošenje odluka, inovacije i prilagođavanje tržišnim i društvenim zahtevima, dok odgovornost garantuje poštovanje javnog interesa.

Osiguranje transparentnosti i kontrole je neophodno za dugoročnu održivost. Jasni standardi finansijskog izveštavanja, evaluacija projekata i spoljašnja revizija omogućavaju praćenje efikasnosti i kvaliteta, čime se smanjuje rizik od zloupotreba i gubitka poverenja javnosti.

Konačno, dugoročno strateško planiranje predstavlja temelj održivog modela. Institucije treba da definišu razvojne ciljeve, planove modernizacije, međunarodne projekte i prioritetne oblasti istraživanja, uz fleksibilnost za prilagođavanje promenama u demografiji, tehnologiji i tržištu rada. Takav model omogućava visokoškolskim ustanovama da budu finansijski i akademski održive, konkurentne na međunarodnom nivou i u potpunosti usklađene sa javnim interesom.

Jedan od modela održivog razvoja i upravljanja fakultetima odnosno univerzitetima je razvoj preduzetničkog fakulteta. Među naučnicima koju su se bavili ovim pitanjem ne postoji konsenzus da se visokoškolske ustanove transformišu iz tradicionalnog u preduzetnički univerzitet. Na osnovu iskustva iz drugih zemalja, može se zaključiti da su prakse raznolike, što je možda i posledica različitosti u istorijskoj tradiciji, ekonomskom i socijalnom i dr okruženju. Cilj koncepta preduzetničkog univerziteta nije pretvaranje visokoškolskih ustanova u isključivo profitabilne ustanove, već da se razvije ustanova koja je spremna da odgovori na potrebe tržište rada, građana i društva u celini a u isto vreme obezbedi dodatna sredstva za finansiranje svoga rada.

5. ZAKLJUČAK

Održivost visokoškolskih ustanova u Republici Srbiji zavisi od sposobnosti sistema da uspostavi ravnotežu između javnog interesa i tržišnih principa. Postojeći normativni okvir pruža osnov za takav balans, ali zahteva dalju institucionalnu i upravljačku razradu. Ovim se dokazuje prva postavljena hipoteza.

Potrebno je obezbediti tržišni mehanizmi koji će doprineti finansijskoj stabilnosti i konkurentnosti, ali ne smeju postati dominantan kriterijum funkcionisanja visokoškolskih ustanova. Visoko obrazovanje ostaje delatnost od javnog značaja, te država ima obavezu da obezbedi njegovu dostupnost, kvalitet i dugoročnu stabilnost. Ovim se dokazuje druga postavljena hipoteza

Održiv model upravljanja mora integrisati autonomiju, odgovornosti i transparentnosti u rada visokoškolskih ustanova i njihovog finansiranja. Samo takav pristup može obezbediti institucionalni razvoj i održivost sistema visokog obrazovanja u Republici Srbiji (hipoteza 3).

6. LITERATURA

[1] *Zakon o visokom obrazovanju*, Službeni glasnik RS, br. 76/2005, 100/2007, 97/2008, 44/2010, 93/2012.
[2] ESG: *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*, 2015.
[3] Vladimir Varađanin, *Analiza sistema finansiranja visokog obrazovanja u Srbiji i EU*, Ekonomija - teorija i praksa, Beograd, 2019
[4] Vladimir Katić, *Finansijski modeli organizacije univerziteta*, IX Skup Trendovi Razvoja - Bolonjski proces i tehnički fakulteti– Kopaonik, 03. - 06. 03. 2003.
[5] *Visoko obrazovanje 2024/25*, Republički zavod za statistiku, Beograd, 2025
[6] Jozefina Beke-Trivunac, Snežana Knežević, Vesna Bogojević Arsić, *Finansiranje visokoškolskih ustanova u javnom sektoru Republike Srbije,* Revizor, Beograd, 2025

KVANTNA INFRASTRUKTURA I KVANTNI EKOSISTEM: VISOKO OBRAZOVANJE KAO KLJUČNI FAKTOR TRANSFORMACIJE I GENERATOR STRUČNIH KOMPETENCIJA

Nebojša Ralević[1], Vladimir Đaković[2], Bojana Velečković Gajinović[3]
[1,2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]nralevic@uns.ac.rs, [2]v_djakovic@uns.ac.rs, [3]veleckovic.gajinovic.dt1.2024@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Rad razmatra transformaciju visokog obrazovanja u kontekstu razvoja kvantnih tehnologija i nastanka kvantnog ekosistema u Evropi. Polazeći od strategije Evropske komisije „Quantum Europe" analizirana je uloga fakulteta kao ključnih generatora znanja koji povezuju teorijsku nauku, digitalnu infrastrukturu i praktične primene. Poseban fokus stavljen je na razvoj stručnih kompetencija kroz digitalne cloud-based platforme, sa naglaskom na QuantConnect kao virtuelni most ka kvantnoj infrastrukturi. Rad ukazuje na značaj razvoja tehničkih, analitičkih i istraživačko-inovacionih veština, kao i na etičke aspekte tehnologija dvojne namene. U zaključku se ističe da integracija ovakvih platformi u visokom obrazovanje predstavlja održiv model za razvoj kadrova u kvantnoj eri i jačanje institucionalne relevantnosti fakulteta.*

Ključne reči: kvantna tehnologija, visoko obrazovanje, digitalna obrazovna platforma, Quantum Europe, QuantConnect

QUANTUM INFRASTRUCTURE AND THE QUANTUM ECOSYSTEM: HIGHER EDUCATION AS A KEY TRANSFORMATION FACTOR AND GENERATOR OF PROFESSIONAL COMPETENCIES

Abstract: *This paper examines the transformation of higher education in the context of quantum technology development and the emergence of the European quantum ecosystem. Starting from the European Commission's "Quantum Europe" strategy, the role of universities was analyzed as key generators of knowledge that connect theoretical science, digital infrastructure, and practical applications. Particular emphasis is placed on the development of professional competencies through digital and cloud-based platforms, with QuantConnect highlighted as a virtual bridge to quantum infrastructure. The paper underscores the importance of developing technical, analytical, and research and innovation competencies, as well as addressing the ethical implications of dual-use technologies. The conclusion emphasizes that integrating such platforms into higher education represents a sustainable model for workforce development in the quantum era and for strengthening the institutional relevance of universities.*

Keywords: quantum technology, higher education, digital educational platform, Quantum Europe, QuantConnect

1. UVOD

Razvoj kvantnih tehnologija označava početak nove tehnološke paradigme koja značajno prevazilazi klasične digitalne sisteme. Kvantna infrastruktura, koja obuhvata kvantne računare, komunikacione mreže, simulatore i *cloud-based* pristupne tačke, postaje ključni element budućeg tehnološkog i ekonomskog razvoja. U tom kontekstu, visoko obrazovanje se nalazi pred izazovom duboke transformacije – od tradicionalnog prenošenja znanja ka aktivnom oblikovanju kompetencija za kvantnu eru[1].

Osnovna teza ovog rada jeste da visoko obrazovanje deluje kao pokretač kvantnog ekosistema, jer povezuje fundamentalna teorijska znanja (matematika, fizika, informatika) sa praktičnim inovacionim okruženjem, industrijom i institucionalnim razvojem. Fakulteti ne predstavljaju samo obrazovne institucije, već čvorišta znanja koja omogućavaju nastanak i održivost kvantne infrastrukture.

Ova uloga visokog obrazovanja direktno je u skladu sa evropskim modelom „*Quantum Europe*", koji kvantne tehnologije posmatra kroz pet međuzavisnih stubova: kvantum ekosistem, infrastruktura, istraživanje i inovacije (*R&I),* veštine (*Skills*) i tehnologije dvojne namene (*Dual-use*)[2]. U tom okviru, razvoj veština predstavlja pokretačku silu koja omogućava efikasno korišćenje infrastrukture i transfer inovacija u realni sektor.

2. KVANTNI EKOSISTEM I ULOGA DIGITALNIH PLATFORMI – MATEMATIČKE OSNOVE

Kvantni ekosistem funkcioniše kao složen sistem međuzavisnih elemenata, gde nijedan segment ne može

samostalno da obezbedi održiv razvoj. Posebno je izražena veza između veština (*Skills)* i istraživanja i inovacija (*R&I*), dok kvantna infrastruktura, kvantni ekosistem i tehnologije dvojne namene omogućavaju praktičnu primenu i skalabilnost inovacija. Razvoj kvantnih algoritama, hibridnih modela i optimizacionih metoda direktno zavisi od matematičke pismenosti, statističke analize i razumevanja linearne algebre, verovatnoće i teorije informacija.

Matematička osnova kvantnih tehnologija zasniva se na formalizmu linearne algebre i teorije Hilbertovih prostora. Kvantno stanje sistema sa n kubita opisuje se vektorom stanja:

$$|\psi\rangle = \sum_{i=0}^{2n-1} \alpha_i |i\rangle, \sum_{i=0}^{2n-1} |\alpha_i|^2 = 1 \qquad (1)$$

gde koeficijenti α_i predstavljaju kompleksne amplitude verovatnoće. Ovakav matematički opis jasno ilustruje zašto razvoj kvantnih veština zahteva snažnu osnovu iz linearne algebre, verovatnoće i statistike, kao i sposobnost interpretacije apstraktnih matematičkih modela kroz digitalnu i cloud-based kvantnu infrastrukturu. [2]

Kao vizuelnu ilustraciju ovih međuzavisnosti, Evropska strategija „*Quantum Europe*" prikazuje kvantni ekosistem kroz pet ključnih stubova:

1. *Quantum Ecosystem* (Kvantni ekosistem) – mreža istraživača, industrije i akademskih institucija koja omogućava kolaboraciju i transfer znanja.
2. *Quantum Infrastructure* (Kvantna infrastruktura) – kvantni računari, mreže, cloud-platforme i simulatori koji omogućavaju praktičnu primenu teorijskih koncepata.
3. *Skills* (Veštine) – razvoj stručnih kompetencija i algoritamske pismenosti potrebne za rad sa kvantnim i AI sistemima.
4. *R&I* – Research & Innovation (Istraživanje i inovacije) – razvoj novih algoritama, modela i hibridnih rešenja koja povezuju teoriju sa praktičnim izazovima.
5. *Dual-use* (Tehnologija dvojne namene) – primena kvantnih tehnologija u različitim sektorima, uz razmatranje etičkih i regulatornih implikacija.



Slika 1. Model Quantum Europe, prilagođeno [3]

Kao što se vidi na slici 1, razvoj veština i istraživanje i inovacije čine osnovu kvantnog ekosistema, dok kvantna infrastruktura, kvantni ekosistem i *dual-use* tehnologije omogućavaju njihovu praktičnu primenu i održivost u industriji i društvu.

U kontekstu istraživanja i inovacija, veliki broj praktičnih problema može se formalizovati kao optimizacioni zadaci pogodni za kvantnu obradu. Jedan od najčešće korišćenih matematičkih modela u kvantnoj optimizaciji je QUBO (*Quadratic Unconstrained Binary Optimization*) model, definisan kao:

$$\min_{x\in[0,1]} x^T Q X \qquad (2)$$

gde je $Q \in \mathbb{R}^{n\times n}$ simetrična matrica koja kodira međuzavisnosti između promenljivih. Ovakva formulacija omogućava mapiranje realnih industrijskih problema – kao što su optimizacija logistike, raspoređivanje resursa i finansijsko modelovanje – na kvantne algoritme i specijalizovane kvantne optimizacione arhitekture zasnovane na prinicpu kvantnog kaljenja (*quantum annealing*), čime se direktno povezuju matematički modeli, kvantna infrastruktura i tehnologije dvojne namene. [4]

Digitalne platforme, kao što je *QuantConnect*, omogućavaju operacionalizaciju apstraktnih matematičkih i AI modela, povezujući teorijsko znanje sa praktičnim eksperimentima. C*loud-based* pristup omogućava:

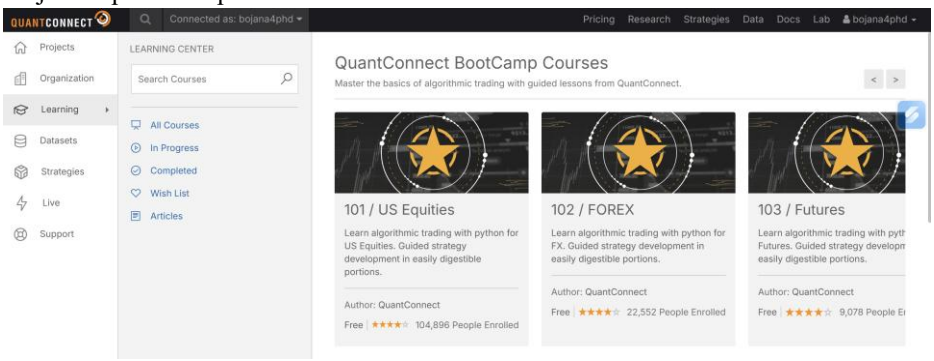
- Široku dostupnost resursa, tako da studenti i istraživači mogu koristiti kvantne simulatore i algoritme bez potrebe za skupim hardverom.
- Masovnu skalabilnost učenja, omogućavajući paralelan rad velikog broja korisnika i brži razvoj kompetencija.
- Fleksibilnu kolaboraciju, gde se znanje i rezultati istraživanja mogu deliti između univerziteta, industrije i istraživačkih centara u realnom vremenu.
- Brzu adaptaciju na nove tehnologije, jer cloud-platforme omogućavaju ažuriranje softverskih alata i simulacija bez fizičke nadogradnje infrastrukture.

Ovakav pristup direktno podržava održivost kvantnog ekosistema i omogućava da visoko obrazovanje postane generator kompetencija koji povezuje teoriju sa inovacijama u praksi.

3. RAZVOJ ADEKVATNIH STRUČNIH KOMPETENCIJA PUTEM QUANTCONNECT PLATFORME

*QuantConnec*t je *cloud-based* platforma namenjena razvoju, testiranju i simulaciji algoritamskih i kvantno-inspirisanih strategija. Omogućava rad u virtuelnom okruženju koje integriše klasične i hibridne (klasično–kvantne) pristupe, bez potrebe za neposrednim pristupom kvantnom hardveru. Na taj način platforma značajno smanjuje tehničke i finansijske barijere, dok istovremeno pruža realističan okvir za učenje, istraživanje i eksperimentisanje.

Zahvaljujući radu u oblaku, studenti imaju pristup velikim skupovima podataka, naprednim simulacionim alatima i mogućnosti testiranja strategija u realnom ili kvazi-realnom vremenu, čime se ostvaruje direktna veza između teorijskih znanja i njihove praktične primene.



Slika 2. Korisnički interfejs QuantConnect BootCamp Courses [5]

Tabela 1. Razvoj kompetencija kroz QuantConnect platformu

Vrste kompetencije	Opis i obrazovni efekti
Tehničke kompetencije	Studenti razvijaju veštine kvantnog programiranja kroz rad sa simulatorima i hibridnim (klasično-kvantnim) algoritmima. Ovakav pristup omogućava razumevanje kvantnih principa bez neposrednog pristupa kvantnom hardveru, čime se smanjuju troškovi i povećava dostupnost znanja. Dodatno, studenti uče kako da integrišu kvantne algoritme sa postojećim IT sistemima i kako da testiraju različite strategije u virtuelnom okruženju, razvijajući praktične sposobnosti primene kvantnih rešenja u realnim problemima.
Analitičke kompetencije	QuantConnect omogućava rad sa velikim i kompleksnim skupovima podataka, što doprinosi razvoju veština statističkog modelovanja, optimizacije odluka i upravljanja rizikom. Ove kompetencije su od posebnog značaja u kontekstu kvantnih i kvantno-inspirisanih algoritama za optimizaciju i predikciju. Studenti stiču sposobnost interpretacije rezultata simulacija, prepoznavanja obrazaca u podacima i donošenja utemeljenih odluka zasnovanih na kvantno-analitičkim modelima.
Istraživačko – inovacione (R&I) kompetencije	Platforma omogućava brzo eksperimentalnu implementaciju i validaciju inovativnih algoritamskih rešenja, čime se studenti osposobljavaju za istraživački rad direktno povezan sa potrebama industrije i tržišta. Iterativno poboljšanje algoritama i eksperimentisanje sa novim metodama jačaju kreativnost, inovativnost i sposobnost rešavanja kompleksnih kvantnih problema.

Razvoj tehničkih, analitičkih i *R&I* kompetencija kroz *QuantConnect* platformu rezultira formiranjem sledećih ključnih stručnih kompetencija:

- Algoritamska pismenost – razumevanje kvantnih logičkih kola, transformacija i optimizacionih procesa. Studenti uče kako da dizajniraju, analiziraju i testiraju kvantne i kvantno-inspirisane algoritme, što omogućava njihovu primenu u različitim tehnološkim i finansijskim kontekstima.
- Sposobnost hibridnog računarstva – integracija kvantnih rešenja u postojeće IT i finansijske sisteme. Ova kompetencija predstavlja direktan nastavak tehničkih veština razvijenih kroz simulacije i rad u oblaku, pripremajući studente za realna industrijska okruženja u kojima klasični i kvantni sistemi funkcionišu zajedno.
- Etičko upravljanje tehnologijom – razumevanje implikacija tehnologija dvojne namene (dual-use). Studenti postaju svesni etičkih, bezbednosnih i regulatornih izazova i uče kako da kvantne tehnologije primenjuju odgovorno i u skladu sa važećim normama.
- Kvantno-finansijska analitika – primena kvantno-inspirisanih algoritama u optimizaciji investicionih

portfolija, što predstavlja direktnu vezu sa fokusom QuantConnect platforme. Ova kompetencija obuhvata evaluaciju rizika, modelovanje tržišnih scenarija i donošenje informisanih finansijskih odluka zasnovanih na naprednim analitičkim metodama.

4. DUAL – USE POTENCIJAL I INSTITUCIONALNI RAZVOJ

Stečene kompetencije imaju izražen *dual-use* potencijal, jer se mogu primenjivati u različitim sektorima kao što su finansije, bezbednost, logistika i energetika. Upravo zbog toga, institucije visokog obrazovanja imaju odgovornost da obezbede etički i regulatorni okvir za korišćenje kvantnih tehnologija.

Sa institucionalnog aspekta, integracija simulacionih i cloud-platformi u kurikulume omogućava fakultetima da:

- osiguraju relevantnost i konkurentnost diploma,
- prate brz razvoj tehnologije,
- uspostave saradnju sa industrijom i istraživačkim centrima.

Dodatno, institucionalni razvoj omogućava kontinuiranu evaluaciju i prilagođavanje obrazovnih programa potrebama tržišta, čime se povezuje akademsko znanje sa praktičnim zahtevima industrije. Obezbeđivanje resursa, podrške i standardizovanih metoda simulacija pomaže univerzitetima da studenti steknu kompetencije koje su odmah primenljive u realnom okruženju i različitim sektorima.

5. ZAKLJUČAK

Visoko obrazovanje, transformisano kroz digitalne i cloud-based platforme poput QuantConnect-a, postaje ključni faktor razvoja kvantne infrastrukture i kvantnog ekosistema. Takav pristup omogućava masovnu skalabilnost znanja, razvoj interdisciplinarnih kompetencija i direktnu vezu između obrazovanja, inovacija i industrije. Razvoj kvantne infrastrukture i kvantnog ekosistema omogućava kvantitativno merljivo povećanje dostupnosti znanja, efikasnosti obrazovnih i istraživačkih procesa i brzine transfera inovacija ka industriji i javnom sektoru. Kvalitativno, on doprinosi jačanju tehnološkog suvereniteta, digitalne otpornosti i društvene odgovornosti, pozicionirajući kvantne tehnologije kao strateški resurs ne samo visokog obrazovanja već i šire društvene zajednice.

Kao pravac daljih istraživanja, preporučuje se razvoj održivog modela kvantnog obrazovanja koji će kontinuirano pratiti potrebe industrije, regulatorne zahteve i etičke izazove tehnologija dvojne namene.

Na taj način, fakulteti se pozicioniraju ne samo kao korisnici kvantne infrastrukture, već kao aktivni akteri njenog razvoja unutar evropskog kvantnog ekosistema. Integracija platformi poput QuantConnect-a omogućava sistemsku pripremu kadrova za rad u hibridnim klasično–kvantnim okruženjima, čime se direktno podržavaju strateški ciljevi inicijative Quantum Europe.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija i Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu kroz projekat "Unapređenje kvalieteta nastave na studijskim programima Departmana kroz implementacija rezultata naučno-istraživačkog rada u oblasti Industrijskog inženjerstva i menadžmenta".

Autori su finansijski podržani i od strane projekta Departmana za opšte discipline u tehtnici, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu "Veštačka inteligencija i mogućnosti njene primene u cilju unapređenja nastavnog procesa u opštim disciplinama".

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacije (br. ugovora: 451-03-34/2026-03/200156) i Fakulteta tehničkih nauka Univerzitetea u Novom Sadu kroz projekat "Naučnoistraživački i umetničkoistraživački rad istraživača u nastavi i saradničkim zvanjima Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2026" (br: 01-3609/1).

6. LITERATURA

[1] Bojana Velečković Gajinović, Nebojša Ralević, Vladimir Đaković, *Mogućnosti i rizici primene veštačke inteligencije u obrazovnom sistemu Republike Srbije*, XXXI Skup Trendovi Razvoja: „Budućnost visokog obrazovanja: kvalitet, internacionalizacija, digitalizacija i inovacije. 3-5.12.2025, 178-180.

[2] Michael Nielsen, Isaac Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press, 2010.

[3] Izvor:https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/881430/Factsheet%20Quantum%20Strategy.pdf

[4] Fred Glover, Gary Kochenberger, Yu Du, *A Tutorial on Formulating and Using QUBO Models, 4OR*: A Quarterly Journal of Operations Research, 2019.

[5] Internet stranica: http://quantconnect.com

NAUČNI I TEHNOLOŠKI RAZVOJ KAO FAKTOR TRANSFORMACIJE ETIČKIH STANDARDA U KRIVIČNOM I PREKRŠAJNOM PRAVU

Nenad Bingulac[1], Jelena Matijašević[2], Sanja Škorić[3], Dalibor Krstinić[4], Đorđe Sančanin[5]
[1,2,3,4,5]*Univerzitet Privredna akademija, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Novi Sad, Srbija*
[1]nbingulac@pravni-fakultet.info, [2]jelena@pravni-fakultet.info, [3]sanja@pravni-fakultet.info,
[4]krstinicdalibor@gmail.com, [5]djordje.sancanin@pravni-fakultet.info

Kratak sadržaj: *Savremeni naučni i tehnološki razvoj predstavlja jedan od ključnih pokretača razvoja pravne prakse, naročito u oblasti krivičnog i prekršajnog prava usled značajnog inputa informacija koje se koriste u postupku u smislu dokaza. S tim u vezi uvođenje naprednih istraživačkih i dokaznih tehnologija, poput forenzičkih metoda, digitalnih dokaza, automatizovanih sistema nadzora i veštačke inteligencije, značajno unapređuje efikasnost otkrivanja i dokazivanja protivpravnih ponašanja. Međutim, paralelno sa povećanjem efikasnosti pravne represije, pojavljuju se i složena etička pitanja koja dovode u pitanje tradicionalne standarde zaštite osnovnih prava i sloboda pojedinca. U ovom istraživanju razmotriće se da naučni i tehnološki napredak ne deluje neutralno, već da neposredno utiče na redefinisanje etičkih granica koje se faktički pojavljuju u krivičnom i prekršajnom postupku. Posebna pažnja posvećena je odnosu između principa efikasnosti postupka i zahteva za poštovanjem ljudskog dostojanstva, privatnosti i pravičnosti. Razmotriće se da li i u kojoj meri primena savremenih tehnologija može dovesti do ,,erozije etičkih standarda", naročito u situacijama automatizovanog odlučivanja i masovne obrade podataka, gde je individualna procena često svedena na minimum. U radu se razmatra i pitanje da li postoji normativno zaostajanje prava u odnosu na brzinu tehnološkog razvoja, kao i uloga etike kao korektivnog mehanizma u procesu primene naučnih dostignuća u oblasti represivnog delovanja države. Sagledavši sve izneto, na kraju ovog istraživanja izneće se zaključci koji će se odnositi na pitanje da naučni i tehnološki razvoj, iako nesumnjivo doprinosi transformaciji i unapređenju pravnog sistema, zahteva istovremeno jačanje etičkog okvira kako bi se očuvala ravnoteža između zakonske zaštite društva i zaštite osnovnih prava pojedinca.*

Ključne reči: krivično pravo, prekršajno pravo, kriminalistika, etika, veštačka inteligencija, tehnološki razvoj

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AS A FACTOR FOR THE TRANSFORMATION OF ETHICAL STANDARDS IN CRIMINAL AND OFFENSE LAW

Abstract: *Modern scientific and technological development represents one of the key drivers of the development of legal practice, especially in the field of criminal and misdemeanor law due to the significant input of information used in the procedure in terms of evidence. In this regard, the introduction of advanced investigative and evidentiary technologies, such as forensic methods, digital evidence, automated surveillance systems and artificial intelligence, significantly improves the effectiveness of detecting and proving illegal behavior. However, in parallel with the increase in the effectiveness of legal repression, complex ethical issues are also emerging that call into question the traditional standards of protection of the basic rights and freedoms of the individual. In this research, it will be considered that scientific and technological progress does not act neutrally, but directly affects the redefinition of ethical boundaries that actually appear in criminal and misdemeanor proceedings. Special attention is paid to the relationship between the principle of procedural efficiency and the requirement to respect human dignity, privacy and fairness. It will be considered whether and to what extent the application of modern technologies can lead to the "erosion of ethical standards", especially in situations of automated decision-making and mass data processing, where individual assessment is often reduced to a minimum. The paper also considers the question of whether there is a normative lagging of law in relation to the speed of technological development, as well as the role of ethics as a corrective mechanism in the process of applying scientific achievements in the field of state repressive action. Having considered everything presented, at the end of this research, conclusions will be presented that will relate to the issue that scientific and technological development, although it undoubtedly contributes to the transformation and improvement of the legal system, requires the simultaneous strengthening of the ethical framework in order to preserve the balance between the legal protection of society and the protection of the fundamental rights of the individual.*

Key Words: criminal law, misdemeanor law, criminalistics, ethics, artificial intelligence, technological development

1. UVODNA RAZMATRANJA

Naše živote, nekada vidljivije a nekada manje obeležavaju tehnološka dostignuća u sveri veštačke inteligencije za koje pre par godina ne bi ni poverovali da su moguća. Savremeni naučni i tehnološki razvoj postepeno predstavlja najznačajniji faktor transformacije društva u celini, pa samim tim je logičan uticaj u oblasti prava.

Razvoj forenzičkih nauka, digitalnih tehnologija, automatizovanih sistema i veštačke inteligencije bitno menja način na koji se krivična dela i prekršaji otkrivaju, dokazuju, pa i sankcionišu. Kao što se u kriminalistici razvijaja nova metodika i tehnika za otkrivanje krivičnih dela, tako ni krivično i prekršajno pravo, kao deo kaznenog sistema, nisu zaobiđene, jer upravo u njima primena naučnih dostignuća neposredno utiče na položaj pojedinca u postupku kao i način involviranja države.

Primena savremenih dokaznih tehnologija nesumnjivo doprinosi efikasnosti postupka, zatim moguće je povećati stepen otkrivanja krivičnih dela i prekršaja, kao i racionalizaciji postupaka pred nadležnim organima. Međutim, paralelno sa ovim pozitivnim efektima, pojavljuju se i brojna pitanja koja prevazilaze okvire tradicionalne pravne analize. Mogu se istači dileme koje se odnose na granice dozvoljene primene tehnologije, odnos između efikasnosti postupka i zaštite ljudskih prava, kao i rizik od narušavanja prava na privatnost, pravično suđenje i individualnu procenu odgovornosti koju može da „rastumači" čovek ali ne i algoritam.

U tom kontekstu, naučni i tehnološki razvoj ne može se posmatrati isključivo kao tehničko sredstvo unapređenja pravnog sistema, već i kao činilac koji utiče na transformaciju i etičkih standarda u krivičnom i prekršajnom pravu.

Pozitivno pravo često ne uspeva da pravovremeno odgovori na izazove koje donose nove tehnologije, zbog čega etika dobija posebnu ulogu korektivnog mehanizma u proceni opravdanosti njihove primene. Etika u ovom smislu predstavlja instrument za očuvanje njene legitimnosti u demokratskom društvu.

Predmet ovog rada predstavlja osvrt na uticaj naučnog i tehnološkog razvoja na krivično pravo i prekršajno pravo uz razmatranje etičkih standarda. Cilj rada je da se ukaže da savremene dokazne tehnologije menjaju dosadašnje procesne radnje ali i da se naglasi uloga etike u uspostavljanju ravnoteže između potrebe za efikasnim suzbijanjem protivpravnih ponašanja i zaštite osnovnih prava pojedinca.

2. NAUČNI I TEHNOLOŠKI RAZVOJ U FUNKCIJI KRIMINALISTIKE, KRIVIČNOG I PREKRŠAJNOG PRAVA

Savremene tehnologije posebno kroz kriminalistiku kao nauku koja između ostalog primenjuje naučne metode i sredstva za otkrivanje i sprečavanje krivičnih dela, pronalaženje počinilaca i obezbeđivanje dokaza, značajno su unapredile rad tužilaštva, policije i sudstva u otkrivanju, dokazivanju i procesuiranju krivičnih dela i prekršaja. Tehnologije polako omogućavaju efikasnije prikupljanje i obradu podataka, kao i precizniju identifikaciju izvršilaca krivičnih dela ili prekršaja.

Odavno već postoje tehnologije koje omogućavaju masovno prikupljanje i analizu podataka[1], uključujući sisteme video nadzora[2], automatsko prepoznavanje registarskih tablica[3], biometrijske baze podataka[4] i analizu telekomunikacionih i digitalnih tragova.[5]

Pomenute tehnologije i sredstva nesporno doprinose povećanju efikasnosti pa samim tim istovremeno menjaju tradicionalne koncepte dokazinih sredstava i procesnih radnji. Evropski sud za ljudska prava kroz član 8 Evropske konvencije štiti pravo na privatnost od zloupotrebe savremenih tehnologija kao sredstva za prikupljanje dokaza osim u slučajevima kada je predviđeno zakonom i ako je neophodna mera u demokratskom društvu u interesu nacionalne sigurnosti, javne sigurnosti, ekonomske dobrobiti zemlje, sprečavanja nereda ili sprečavanja zločina, zaštite zdravlja i morala ili zaštite prava i sloboda drugih.[6]

Savremene tehnologije pored sve učestalije uloge u procesnom pravu u smislu dokaza, mogu u budućnosti postati i izvor novih zakonodavnih normi jer mogu se lako prevazići postojeći normativni okviri, što pokreće i etičke dileme. Naravno ne treba još uvek podceniti značaj sudske kontrole i tumačenja prava u svetlu ljudskih prava.

Kriminalističke i forenzičke metode predstavljaju jedan od najvidljivijih primera primene novih naučnih dostignuća u krivičnom i prekršajnom pravu. Danas je recimo DNK analiza praktično uobičajeno dokazno sredstvo. Tokom svog uvođenja u sudske procesne radnje sredinom osamdesetih godina prošlog veka postala imala je dosta osporavanja ali ipak je postala jedan od najpouzdanijih dokaznih instrumenata u krivičnom postupku. Danas forenzičkom DNK analizom moguće je nedvosmisleno utvrditi kome pripada biološki trag od značaja. Ova metoda je visoko specifična i osetljiva, a DNK profil je moguće dobiti iz vrlo male količine biološkog materijala.[7]

Digitalni dokazi, kao što su podaci sa mobilnih telefona, računara, društvenih mreža i sistema elektronskog nadzora, zauzimaju sve značajnije mesto u dokaznom postupku. Njihova specifičnost ogleda se u mogućnosti manipulacije i kompleksnosti tehničke analize, što zahteva visok stepen stručnosti prilikom korišćenja ovih podataka kao dokaznog sredstva.[8] Savet Evrope je kroz Budimpeštansku konvenciju o sajber kriminalu ukazao na potrebu međunarodne saradnje i standardizacije u oblasti prikupljanja i upotrebe digitalnih dokaza.[9]

Posebnost ne samo u tehnološkom smislu već i u dokaznom postupku predstavljaju automatizovani sistemi. Njihova najzastupljenija primena je u prekršajnom pravu, dodatno transformišu represiju.[10] Sistemi automatskog evidentiranja saobraćajnih prekršaja, elektronski nalozi i algoritamska obrada podataka dovode do skoro gotovo potpunog izostanka čoveka iz dokaznog postupka.[11] Ovakvi sistemi povećavaju efikasnost i smanjuju troškove

dokaznog postupka, ali istovremeno pokreću pitanje očuvanja prava na pravično suđenje i individualnu procenu odgovornosti.[12] Evropski sud za ljudska prava je u svojoj praksi prihvatio mogućnost automatizovanog sankcionisanja, ali sa mogućnošću efektivnog pravnog leka i ljudske kontrole.

3. ODNOS ETIKE I POZITIVNOG PRAVA U KAZNENIM GRANAMA PRAVA

Etika predstavlja skup normativnih principa i vrednosti kojima se ocenjuje ispravnost ljudskog postupanja, nezavisno od njegove formalne pravne dopuštenosti, koja je takođe nastala ili bi trebala da je nastala na bazi društvenih vrednosti i principa. Za razliku od pozitivnog prava, koje se zasniva na normama donetim od strane nadležnih organa, etički standardi imaju širi vrednosni karakter i služe kao kriterijum za procenu legitimnosti pravnih rešenja i njihove primene u praksi. U tom smislu, etika u pravu ne funkcioniše kao paralelni normativni sistem, već kao korektiv koji ukazuje na granice pravno dozvoljenog delovanja, naročito u oblastima koje neposredno zadiru u osnovna prava i slobode pojedinca.[13]

Pitanje etičkih standarda dolazi do izražaja u represivnim granama prava prvenstveno krivičnom pravu i prekršajnom pravu najpre usled mogućnosti izricanja kazni zatvora ili mera kojima se ograničava kretanje ili neka radnja, a sve sa ciljem da radi zaštite društvenih vrednosti. Krivično pravo i prekršajno pravo, upravo zbog intenziteta u pomenutom ali i tokom samih sudskih procesa i iznošenja mnogobrojnih dokaza neretko se zadire i u ličnu sferu oštećenog ili okrivljenog, što se ako se posmatra sa aspekta etike, zahteva viši stepen etičke opravdanosti u odnosu na druge grane prava.[14] Kako ističe Gustav Radbruch, pozitivno pravo ne može biti isključivo samo pravna norma, jer gubi svoj legitimacijski osnov ukoliko se svede na puko normativno naređenje bez vrednosnog sadržaja.[15]

U savremenim uslovima, značaj etičkih standarda dodatno je naglašen razvojem naučnih i tehnoloških sredstava koja se koriste u krivičnom i prekršajnom postupku, kao što su digitalni i automatski nadzor, automatizovana obrada podataka i sofisticirane metode dokazivanja. Savremena sredstva dokazivanja nesporno moraju biti formalno zakonita, ali ona mogu da dovedu do narušavanja etičkih postulata, poput poštovanja ljudskog dostojanstva, autonomije ličnosti i prava na privatnost.[16]

Odnos etike i pozitivnog prava u krivičnom i prekršajnom pravu može se posmatrati kao dvosmeran. S jedne strane, pozitivno pravo nastoji da kroz zakonske norme sprovede određene etičke vrednosti, (ne samo one koje se odnose na zaštitu osnovnih ljudskih prava) dok s druge strane, etika deluje kao neka vrsta korektivnog mehanizma.

Možda je pomenuti odnos posebno izražen u oblasti primene novih tehnologija u krivičnom i prekršajnom postupku kod automatizovanih sistema, algoritamskih analiza i digitalni dokaza koji su u mnogim zakonodavstvima odavno normativno dopušteni. Ovde se može postaviti pitanje u nekim okolnostima etike iako su radnje formalno zakonite.

Dokumenti Saveta Evrope i Evropske unije ukazuju na potrebu etičkog pristupa u primeni tehnologija u pravosuđu. Posebno se ističe Evropska etička povelja o upotrebi veštačke inteligencije u pravosudnim sistemima u kojoj se naglašava da se može doprineti poboljšanju efikasnosti i kvaliteta upotrebom AI ali da se mora sprovoditi na odgovoran način, kroz poštovanja principa osnovnih prava, nediskriminacije, transparentnosti i ljudske kontrole nad tehnološkim procesima, odnosno da primena bude u skladu sa osnovnim pravima zagarantovanim posebno u Evropskoj konvenciji o ljudskim pravima (EKLJP) i Konvenciji Saveta Evrope o zaštiti ličnih podataka.[17] Ovi principi nemaju obavezujući karakter u klasičnom smislu, ali imaju značajnu normativnu i etičku težinu kao soft-law instrumenti.

4. ZAKLJUČAK

Naučni i tehnološki razvoj nesumnjivo predstavlja jedan od ključnih pokretača transformacije savremenog društva, pa samim tim i krivičnog i prekršajnog prava. Nove tehnologije omogućavaju nove forenzičke metode, digitalne dokaze i automatizovanje određenih sistema. Pomenuto otvara mnoga pitanja i kritička razmatranja koja se odnose na efikasnost procesnih radnji, brže otkrivanje i procesuiranje protivpravnih ponašanja, zaštita privatnosti, empatiju prilikom tumačenja određenih ljudskih ponašanja... Iz prethodnog iznetog može se videti da postoji niz pitanja koja prevazilaze okvire klasične pravne dogmatike.

Primena naučnih i tehnoloških dostignuća neposredno utiče na položaj pojedinca, naročito u pogledu prava na privatnost, ljudskog dostojanstva, pravičnog suđenja i individualne procene odgovornosti. Pozitivno pravo često zaostaje za tehnološkim razvojem ali to nikako ne sme da usledi erozija etičkih standarda u okviru zakonitosti.

Etika ne osporava legitimnost zakonodavne represije, već postavlja granice njenog opravdanog ostvarivanja u demokratskom društvu. Ona omogućava vrednovanje ne samo zakonitosti, već i proporcionalnosti i opravdanosti primene savremenih tehnologija, naročito u situacijama automatizovanog odlučivanja i masovne obrade podataka, gde je rizik od depersonalizacije postupka posebno izražen.

U Kini već godinama postoje tzv „pametni sudovi" u kojima veštačka inteligencija pretražuje baze podataka prethodnih slučajeva kako bi predložila kaznu i načinila nacrt presuda. Slični sistemi postoje u Estoniji i u SAD. U svim ovim sistemima u određenoj meri ipak postoji ljudski faktor barem u žalbenom postupku.

Potrebno je ukazati i na algoritam pod nazivom COMPAS (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions), koji je razvijen za sudove u SAD. Suštinski posmatrano ne radi se o "AI sudiji" koji odlučuje

o krivici, već predstavlja alat - softver za procenu rizika koji pomaže sudijama da odluče da li postoji krivica ili ne i ako postoji da li će optuženi biti pušten uz kauciju i kakvu će kaznu dobiti ili da li će postoje okolnosti za uslovni otpust. Algoritam može da analizira stepen verovatnoće da li će osuđeni ponoviti krivično delo. Jedno od istraživanja funkcionalnosti ovog AI sistema utvrdilo je na osnovu analize 7.000 presuda u Floridi, da algoritam pravi sistematske greške na osnovu rase pa su crnci češće bili pogrešno klasifikovani kao „visokorizični" a nisu imali kasnije recividizam, dok su belci češće bili kvalifikovani kao „niskorizični" iako su kasnije imali recividizam.[18]

U tehničkom smislu, jedan deo problematike je u tome što algoritmi uče na osnovu prethodnih odluka. Ovde se javlja problem da ako su sudovi odredili u smislu personalizacije kazne u okviru zakonskog raspona blažu ili težu sankciju AI će tu informaciju „prepakovati" u matematičku formulu i proglasiti je „objektivnom" ne ulazeći u meritorno stanje stvari.

Iz navedenog proizilazi da transformacija krivičnog i prekršajnog prava pod uticajem naučnog i tehnološkog razvoja zahteva paralelno jačanje etičkog okvira. Razvoj jasnih etičkih smernica i unapređenje sudske kontrole predstavljaju neophodne preduslove za očuvanje ravnoteže između efikasnosti procescnih radnji i zaštite osnovnih prava pojedinca. Na ovaj način nauka i tehnologija mogu ostvariti svoju svrhu bez ugrožavanja temeljnih vrednosti.

5. LITERATURA

[1] Sterling Miller (2022), *The basics, usage, and privacy concerns of biometric data*, https://legal.thomsonreuters.com/en/insights/articles/the-basics-usage-and-privacy-concerns-of-biometric-data, preuzeto 7.2.2026.
[2] *Artificial Intelligence for Visual Recognition*, https://www.eyedea.ai/, preuzeto 7.2.2026.
[3] LPR tehnologija budućnosti: Rešenja za prepoznavanje tablica, https://www.ipway.rs/, preuzeto 7.2.2026.
[4] Bobby Allyn (2025), *With no federal facial recognition law, states rush to fill void*, https://www.npr.org/2025/08/28/nx-s1-5519756/biometrics-facial-recognition-laws-privacy, preuzeto 7.2.2026.
[5] *Defense and Critical Systems Security and Supply Chain Solutions*, https://www.keysight.com/, preuzeto 7.2.2026.
[6] Evropski sud za ljudska prava (ESLJP), član 8 Evropske konvencije.
[7] Forenzička analiza DNK, https://dnk.rs/Forenzika, preuzeto 7.2.2026.
[8] Jelena Matijašević, Nenad Bingulac, Darko Marinković (2024), *Digitalni dokazi u krivičnom postupku - izazovi i rešenja*, Pravo - teorija i praksa 41, no. 4. str. 18-33.
[9] Budimpeštanska konvenciju o sajber kriminalu iz 2001. European Treaty Series – No. 185.
[10] Marija Tasić, Aleksandar Ivanović, Tanja Kesić, Ivana Bjelovuk (2025), *Modernizacija sistema za sprovođenje zakona - upotreba savremenih alata veštačke inteligencije u prevenciji i suzbijanju kriminaliteta,* Srpska politička misao 94, no. 6, str. 93-118.
[11] Dušan Kuzmanović, Ana Đilas, Ivana Jevtić. (2025), *Machine Learning and Judicial Rulings Traffic Violations*. E-Business Technologies Conference Proceedings 4 (1).
[12] Charlie Luca (2024), *The Impact of Automated Enforcement Systems on Traffic Management Efficiency,* IJISRT.
[13] Tom Beauchamp, James Childress (2013), *Principles of Biomedical Ethics*, 7th ed., Oxford University Press, Oxford, str. 1–12.
[14] Gustav Radbruch (1946), *Gesetzliches Unrecht und übergesetzliches Recht*, Süddeutsche Juristen-Zeitung, str. 105–108.
[15] Marica Mišić (2018), *Gustav Radbruh o pravu, pravnim, moralnim i običajnim normama*, Pravni horizonti, str. 1-16.
[16] Luciano Floridi et al. (2018), AI4People—*An Ethical Framework for a Good AI Society, Minds and Machines*, Vol. 28, No. 4, str. 689–707.
[17] Council of Europe, *European Ethical Charter on the Use of Artificial Intelligence in Judicial Systems and their Environment*, CEPEJ, Strasbourg, 2018.
[18] Prathamesh Patalay (2023) COMPAS : *Unfair Algorithm?*, https://medium.com/@lamdaa/compas-unfair-algorithm-812702ed6a6a, preuzeto 7.2.2026.

PREGLED NAUČNOISTRAŽIVAČKE DELATNOSTI FAKULTETA TEHNIČKIH NAUKA

Milan Vidaković[1], Milana Vrtunski[2]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]minja@uns.ac.rs,[2]milana.vrtunski@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu ubraja se među vodeće visokoškolske i naučnoistraživačke institucije u Republici Srbiji, sa višedecenijskim kontinuitetom u razvoju naučnih istraživanja, kvaliteta visokog obrazovanja i saradnje sa privrednim sektorom. Strateško opredeljenje FTN-a usmereno je na sistemsko unapređenje naučnoistraživačke delatnosti kroz internacionalizaciju, povećanje vidljivosti i relevantnosti naučnih rezultata i podsticanje inovacija. Cilj ovog rada je analiza ključnih indikatora naučne produktivnosti Fakulteta tehničkih nauka, zasnovana na broju publikacija u časopisima sa impakt faktorom tokom 2025. godine, rezultatima međunarodnih projekata, aktivnostima naučnih časopisa čiji je osnivač Fakultet i pozicioniranju zaposlenih istraživača na nacionalnom Portalu eNauka. Ovakav prikaz rezultata omogućava sagledavanje institucionalne uloge Fakulteta u širem akademskom prostoru, njegovo pozicioniranje u kontekstu savremenih trendova razvoja visokog obrazovanja kao i ukazivanje na potrebnu eventualne transformacije kako bi se održao kvalitet poslovanja.*

Ključne reči: visoko obrazovanje, naučnoistraživačka delatnost, indikatori naučne produktivnosti, transformacija

REVIEW OF THE SCIENTIFIC RESEARCH ACTIVITIES OF THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES

Abstract: *The Faculty of Technical Sciences at the University of Novi Sad is ranked among the leading higher education and research institutions in the Republic of Serbia, with a long-standing continuity in the development of scientific research, the quality of higher education, and cooperation with the industrial sector. The strategic orientation of the Faculty of Technical Sciences is focused on the systematic enhancement of research activities through internationalization, increased visibility and relevance of scientific results, and the promotion of innovation. The aim of this paper is to analyze key indicators of the scientific productivity of the Faculty of Technical Sciences, based on the number of publications in impact factor journals during 2025, the results of international projects, the activities of scientific journals founded by the Faculty, and the positioning of its researchers on the national eNauka Portal. Such a presentation of results enables an assessment of the Faculty's institutional role within the broader academic environment, its position in the context of contemporary development trends, and the identification of potential transformations necessary to maintain the quality of institutional performance.*

Key Words: higher education, scientific research, scientific productivity indicators, transformation

1. UVOD

Naučna istraživanja, inovaciona delatnost i tehnološki razvoj ključni su činioci savremenog ekonomskog rasta i progresa društva. Razvijanjem ovih aktivnosti unapređuju se kvalitet života i konkurentnost i jačaju adaptivni i institucionalni kapaciteti društvenih sistema za suočavanje sa savremenim izazovima. Zajednice koje poseduju sposobnost da naučna i tehnološka dostignuća transformišu u primenljiva rešenja, proizvode i procese obezbeđuju sebi održiv i dugoročno stabilan razvoj. Prateći navedene postulate, Fakultet tehničkih nauka (FTN) strateški i sistematski razvija institucionalni okvir koji podstiče istraživačku izvrsnost, inovativnost, transfer znanja, kao i jačanje preduzetničkih kompetencija svojih zaposlenih.

Naučnoistraživački rad, visokokvalitetan nastavni proces prilagođen trendovima tehnološkog razvoja kao i praktična primena rezultata istraživanja, tri su međusobno komplementarna i funkcionalno povezana aspekta delovanja FTN-a. Sinergijom ovih aktivnosti obezbeđuje se kontinuirano unapređenje akademskih standarda i jačanje institucionalnog značaja i prepoznatljivosti kako u zemlji tako i u svetu. Visok nivo tehničke opremljenosti zajedno sa razvijenom infrastrukturom i adekvatnim organizacionim kapacitetima, pružaju optimalne uslove za naučnoistraživački rad, realizaciju složenih interdisciplinarnih istraživačkih projekata, kao i razvoj i implementaciju inovativnih tehnoloških rešenja u različitim sektorima privrede i društva. Fakultet veliku pažnju posvećuje i sistemskom karijernom savetovanju mladih istraživača koji su na početku svoje akademske karijere. Na ovaj način dugoročno se unapređuje kvalitet naučnoistraživačkog rada i doprinosi profesionalnom osnaživanju istraživača, strateškom usmeravanju njihovih istraživačkih afiniteta, sticanju metodoloških i projektnih kompetencija, kao i uspešnoj integraciji u nacionalne i međunarodne naučne tokove.

Fakultet tehničkih nauka kontinuirano realizuje strateški planirane podsticajne mere kako bi dodatno unapredio naučnoistraživačku delatnost i povećao produktivnost zaposlenih. Neke od ovih mera su [1]:

- Nagrada za ostvaren rezultat u naučnoistraživačkom radu, koja se dodeljuje povodom Dana Fakulteta zaposlenom sa najistaknutijom naučnom produkcijom. Dobitnik nagrade je nastavnik ili saradnik mlađi od 40 godina koji je objavio najmanje 3 naučna rada u časopisima međunarodnog značaja u prethodnoj kalendarskoj godini i čiji je ukupni numerički ekvivalent najveći.
- Podrška u pripremi dokumentacije za konkurisanje i realizaciju međunarodnih naučnih projekata i akademske mobilnosti koju pruža Kancelarija za međunarodnu saradnju – Odeljenje za međunarodnu saradnju i mobilnost i Odeljenje za nauku, projekte, razvoj istraživanja i istraživačkih karijera, sa ciljem jačanja međunarodne prepoznatljivosti i umrežavanja Fakulteta.

Kako bi se unapredila konkurentnost u međunarodnom istraživačkom okruženju, FTN podstiče i adekvatno valorizuje objavljivanje rezultata naučnih istraživanja u referentnim međunarodnim časopisima, prateći zakonsku regulativu nadležnog ministarstva. Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije je, 4. oktobra 2024. godine donelo novi Pravilnik o kategorizaciji i rangiranju naučnih časopisa koji je objavljen u Službenom glasniku br. 80/2024. Ovaj pravilnik stupio je na snagu 12. oktobra 2024. godine ali je, na molbu naučne zajednice, njegova primena odložena do 1. juna 2025. godine [2]. Pravilnik je predvideo novi sistem kriterijuma, procedura i metoda za rangiranje i kategorizaciju naučnih časopisa uvođenjem novih kategorija (*M21a+, M23e* i *M24+*) i definisanjem novih vrednosti parametara/bodova koji će se primenjivati u postupku njihovog rangiranja i kategorizacije. Pravilnik je donet sa ciljem usaglašavanja sa međunarodnim bibliometrijskim standardima i praksama i preciznijeg rangiranja časopisa (*na osnovu ostvarene citiranosti u svim edicijama Web of Science Core Collection - SCIE, SSCI, AHCI, ESCI*). Promenom parametara obuhvaćeni su, ne samo kvantitativni faktori (citiranost, indeksacija), već i kvalitativni uslovi uređivanja i jasnije su definisani postupci objektivnog praćenja i bodovanja časopisa unutar godišnjih lista. Primenom pravilnika podstakao bi se kvalitet publikacija i uređivačka politka, a istraživačima i izdavačima obezbedili značajni benfiti.

Stupanjem Pravilnika na snagu a nakon diskusija u naučnoj zajednici, kako bi se izbegla potencijalna pravna nesigurnost i sporovi koji bi nastali njegovom primenom bez adekvatnog prelaznog perioda, u decembru 2025. godine doneta je izmena Pravilnika o kategorizaciji i rangiranju naučnih časopisa objavljena u Službenom glasniku RS, broj 110/2025 [3] kojom se briše kategorija naučnog časopisa *M23e*, a za 2025. godinu rangiranje i kategorizacija izvršava se primenom pravila sadržanih u Pravilniku iz 2020. godine (Sl. glasnik RS br. 159/2020). Ova izmena je uvedena kao jednokratna mera za 2025. godinu i predstavlja izuzetak od primene novog režima kategorizacije.

Pravilnikom iz 2020. godine naučni časopisi klasifikuju se u sledeće kategorije:

• M21a – Međunarodni časopis izuzetnih vrednosti - časopis koji je prema IF2, odnosno IF5, rangiran u *Journal Citation Reports* (*JCR*) u svojoj oblasti nauka među prvih 10% časopisa,

• M21 – Vrhunski međunarodni časopis - časopis koji je prema IF2, odnosno IF5, rangiran u *JCR* u svojoj oblasti nauka između prvih 10% i 30% časopisa,

• M22 – Istaknuti međunarodni časopis - časopis koji zauzima poziciju između 30% i 60%,

• M23 – Međunarodni časopis - časopis koji se nalazi na popisu *JCR*, ali prema IF2, odnosno IF5, nije u svojoj oblasti nauka rangiran među prvih 60% časopisa.

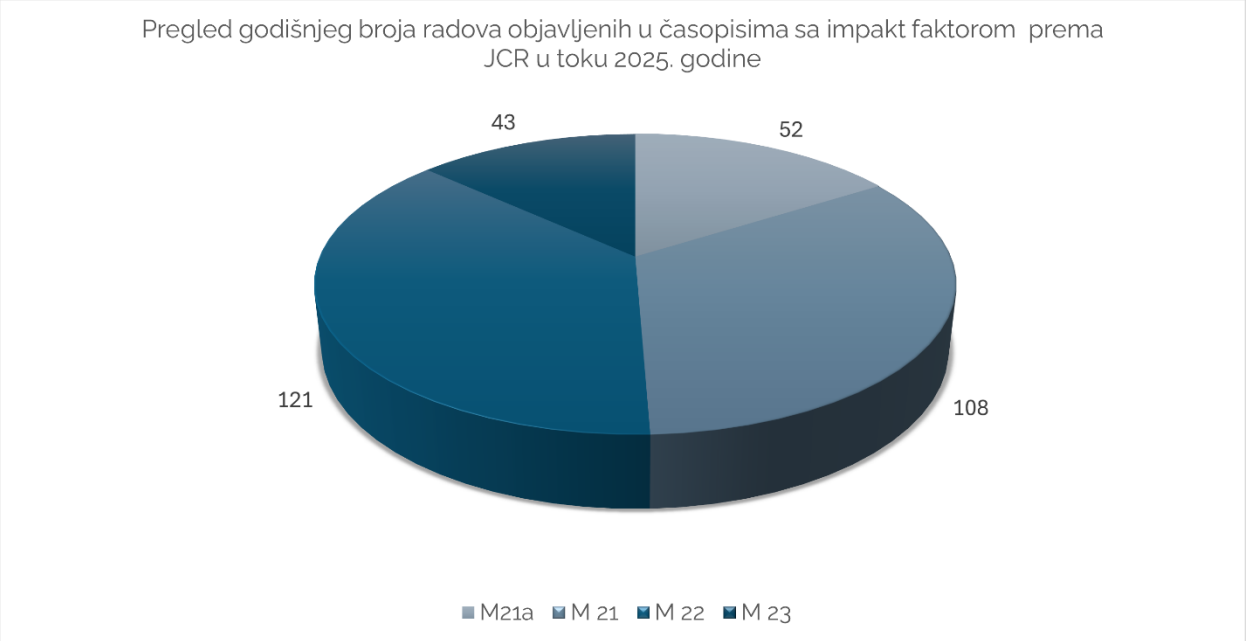
U ovom radu dat je pregled naučnoistraživačke aktivnosti Fakulteta tokom 2025. godine prema gore navedenoj klasifikaciji. Analizirani su rezultati naučnositraživačkog rada Fakulteta u celini kao i rezultati po departmanima, izraženi kroz ukupan broj radova objavljenih u časopisima sa impakt faktorom. Poseban segment posvećen je časopisima čiji je osnivač Fakultet tehničkih nauka, uz pregled njihovog aktuelnog statusa u međunarodnim bazama. Pored toga, prikazan je i obim međunarodne saradnje, realizovan kroz projekte u kojima Fakultet učestvuje. Završni deo rada pruža statistički pregled institucionalnog profila na Portalu eNauka.

2. NAUČNOISTRAŽIVAČKA DELATNOST FAKULETA TEHNIČKIH NAUKA

Fakultet tehničkih nauka kao osnovni alat za sistematsko evidentiranje, praćenje i analitičku obradu podataka o naučnoj produkciji svojih zaposlenih koristi programsku aplikaciju „Karton naučnog radnika" (KNR) koja je razvijena i unapređena na Fakultetu u saradnji sa Pokrajinskom sekretarijatom za obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost. KNR predstavlja relevantnu bazu podataka i osnovu za evaluaciju akademskih performansi, institucionalno izveštavanje i strateško planiranje razvoja naučnog potencijala ustanove. Autori sami unose podatke o radu i drugim bibliografskim jedinicama, učešćima na projektima i sl. nakon čega uneti podaci prolaze proces stručne provere - verifikacije od strane departmanskih verifikatora. Na osnovu ovako validiranih zapisa moguće je generisati standardizovane izveštaje, zbirne pokazatelje i evaluacione analize.

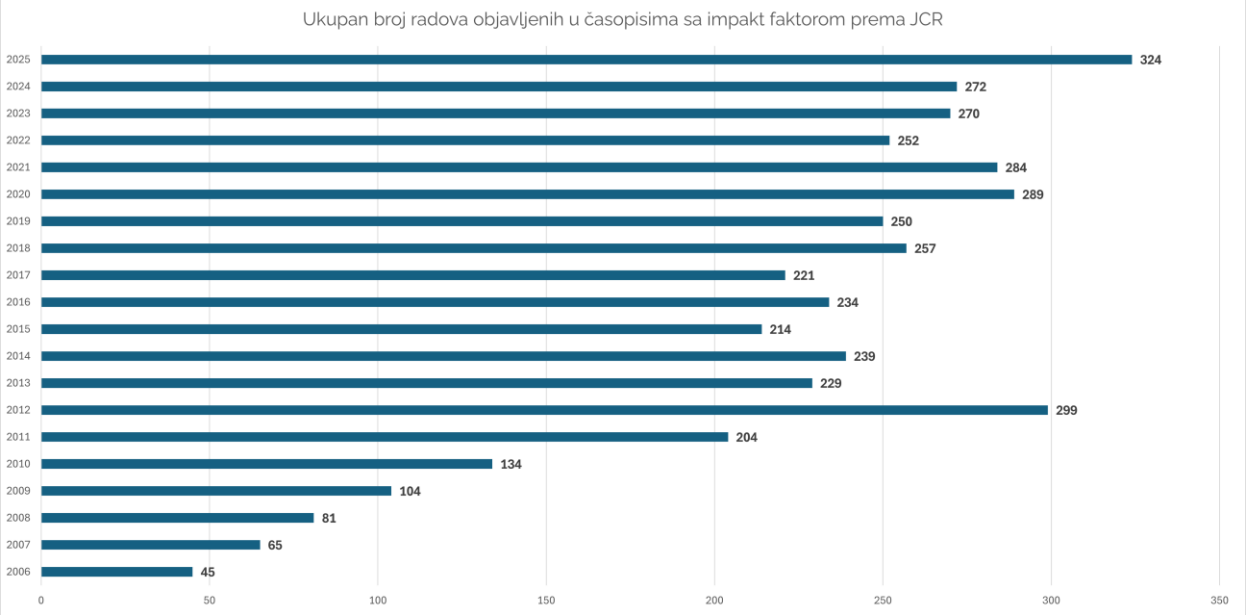
2.1 Pregled godišnjeg broja radova objavljenih u časopisima sa impakt faktorom

Na slici 1. prikazan je pregled broja objavljenih radova u časopisima sa impakt faktorom u 2025. godini. Kako je navedeno, pregled je napravljen na osnovu podataka koje su istraživači samostalno unosili u svoj KNR do kraja 2025. godine. Kako bi se osigurala pouzdanost i ažurnost prikazanih podataka sproveden je proces verifikacije unosa, tako prikazuje samo verifikovane radove, čime su eliminisani pogrešno ili nepotpuno uneti podaci.



Slika 1. Pregled godišnjeg broja radova objavljenih u časopisima sa impakt faktorom

Ukupan broj radova objavljenih u međunarodnim časopisima indeksiranim u bazi *Web of Science* (*Science Citation Index Expanded*) tokom 2025. godine iznosio je 324 (Slika 2.) a najveći broj radova istraživači FTN-a objavili su u istaknutim međunarodnim časopisima kategorije M22 (121, 37,35%). Dijagram ukazuje na dugoročan trend rasta broja objavljenih radova, uz povremene oscilacilacije, pri čemu se 2025. godine beleži maksimalna vrednost u posmatranom periodu, što ukazuje na značajno intenziviranje naučnoistraživačke aktivnosti tokom posmatrane godine.



Slika 2. Pregled broja objavljenih radova – period 2006-2025. godina

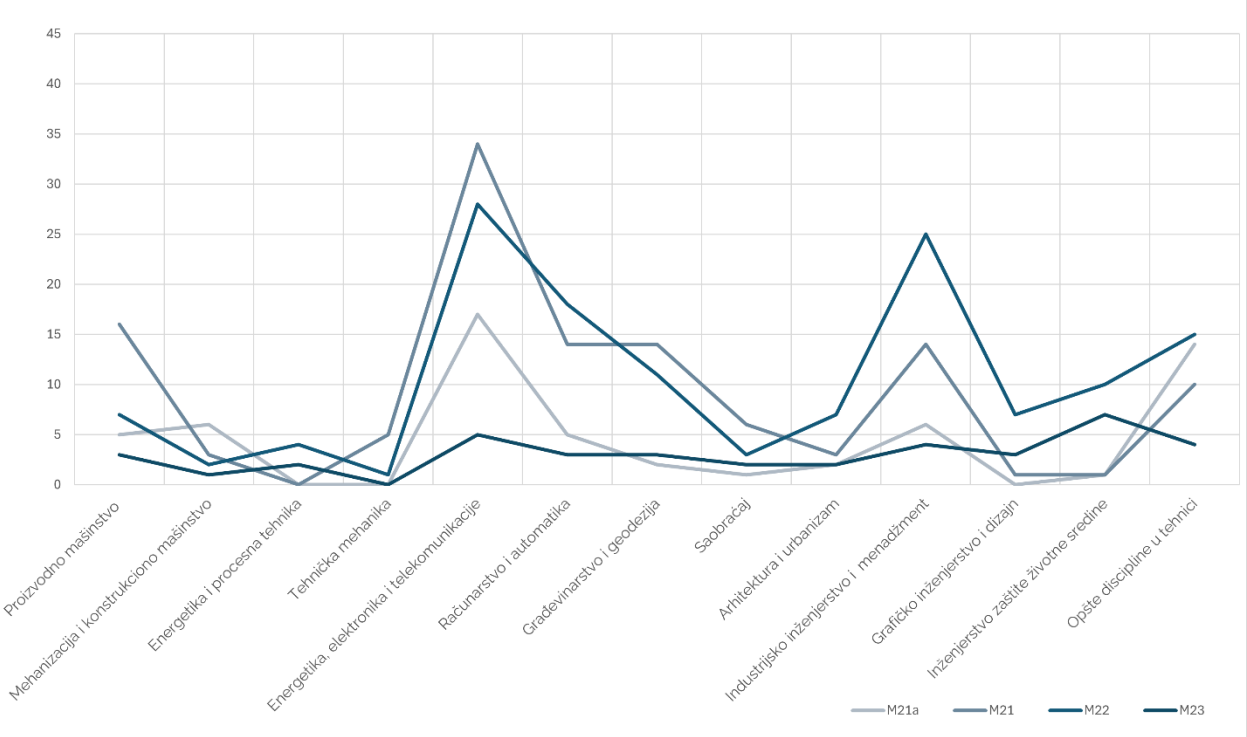
2.2 Pregled naučne produkcije po departmanima Fakulteta tehničkih nauka

Na Fakultetu tehničkih nauka postoji 13 departmana. U Tabeli 1. prikazan je ukupan broj radova objavljenih u časopisima indeksiranim u bazi *Web of Science Core Collection (Science Citation Index Expanded)* po departmanima Fakulteta. Podaci su preuzeti iz aplikacije Karton naučnog radnika (*datum pristupa 24.2.2026. godine*). Departman koji je ostvario najveći obim naučne produkcije tokom 2025. godine je Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije [4].

Tabela 1. Broj radova objavljenih u časopisima sa impakt faktorom po departmanima Fakulteta tehničkih nauka

Departman	Broj objavljenih radova	Departman	Broj objavljenih radova
Proizvodno mašinstvo	31	Saobraćaj	12
Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo	12	Arhitektura i urbanizam	14
Energetika i procesna tehnika	6	Industrijsko inženjerstvo i menadžment	49
Tehnička mehanika	6	Grafičko inženjerstvo i dizajn	11
Energetika, elektronika i telekomunikacije	84	Inženjerstvo zaštite životne sredine	19
Računarstvo i automatika	40	Opšte discipline u tehnici	43
Građevinarstvo i geodezija	30		

Slika 3. predstavlja pregled ukupnog broja radova u određenim kategorijama časopisa sa impakt faktorima po departmanima FTN-a. Zaključuje se da je najveći broj radova objavljen u kategorijama M22 i M21.



Slika 3. Pregled broja radova po kategorijama časopisa, po departmanima Fakulteta

2.3 Naučni časopisi čiji je izdavač Fakultet tehničkih nauka

Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu izdavač je četiri naučna časopisa. Ovi časopisi predstavljaju značajnu platformu za diseminaciju rezultata istraživanja u stručnim oblastima tehničko-tehnoloških nauka i doprinose unapređenju naučne vidljivosti i međunarodne prepoznatljivosti institucije. Časopisi koje izdaje Fakultet tehničkih nauka su: *Advanced Technologies and Materials (AT&M), International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM), Journal of Graphic Engineering and Design* i *Journal of Production Engineering.*

Osnovni podaci o časopisima i broj objavljenih radova za period 2020-2025. godina dati su u Tabeli 2.

Tabela 2. Broj objavljenih radova u naučnim časopisima čiji je izdavač Fakultet tehničkih nauka

Časopis:	**Broj naučnih radova**					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Advanced Technologies and Materials (AT&M), ISSN 2620-0325 Oblast: *Materials and Chemical technologies; Mechanical engineering* Izlazi: dva puta godišnje Kategorija (2025): **M51** – *vodeći nacionalni časopis, u oblasti mašinstva* **M24** – *vodeći nacionalni časopis, u oblasti materijala i hemijskih tehnologija*	10	13	12	11	10	10
International Journal of Industrial Engineering and Management, ISSN 2217-2661 Oblast: *Engineering, Industrial; Management Science; Operations Research* Izlazi: četiri puta godišnje IF2 (2024): 3.2 Kategorija (2025): **M22** - *istaknuti međunarodni časopis* Indeksiran u Scopus indeksnoj bazi – citatni učinak (2024): 6.0	24	24	24	24	24	31
Journal of Graphic Engineering and Design, ISSN 2217-379X Oblast: *Graphic Engineering and Design* Izlazi: četiri puta godišnje Kategorija (2025): **M24** – *vodeći nacionalni časopis* Indeksiran u Scopus indeksnoj bazi – citatni učinak (2024): 1.1	14	16	16	16	17	17
Journal of Production Engineering, ISSN 1821-4932 Oblast: *Engineering, Mechanical* Izlazi: dva puta godišnje Kategorija (2024): **M52** - *nacionalni časopis*	20	20	18	10	10	10

3. MEĐUNARODNA SARADNJA I PROJEKTI

Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je tokom 2025. godine realizovao saradnju sa institucijama nadležnim za kreiranje i sprovođenje politika u oblasti naučnoistraživačke i inovacione delatnosti. Ova saradnja ogledala se kroz aktivnosti usmerene na jačanje istraživačkih kapaciteta, implementaciju projektnih aktivnosti i usklađivanje razvojnih pravaca sa nacionalnim i međunarodnim strateškim okvirima.

Među ključnim partnerima izdvajaju se: Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, Pokrajinski sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost, Fond za nauku Republike Srbije, Fond za inovacionu delatnost, Gradska uprava za zaštitu životne sredine Grada Novog Sada, Ministarstvo kulture Republike Srbije. Učešće Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu u međunarodnim projektima važan je segment razvoja naučnoistraživačke delatnosti, jer doprinosi unapređenju metodoloških pristupa, razmeni iskustava i uspostavljanju saradnje sa inostranim istraživačkim institucijama. Na taj način obezbeđuju se uslovi za kontinuirano podizanje kvaliteta istraživanja i veću međunarodnu vidljivost ostvarenih rezultata. Zastupljenost međunarodnih projekata razvrstana prema projektnim pozivima tokom 2025. godine kvantitativno je prikazana u Tabeli 3. [5].

Tabela 3. Najznačajniji međunarodni naučni projekti u 2025. godini razvrstani po javnim pozivima

Međunarodna saradnja i projekti Fakulteta tehničkih nauka			
HORIZON EUROPE	22	Western Balkans Fund	1
H2020	1	The Royal Society, UK	1
COST	14	The Citizens, Equality, Rights and Values Programme 2021-2027	1
CEEPUS	41	Bilateralna saradnja	8
ERASMUS+ KA1 (mobilnost)	62	INTERREG – Danube Transnational Programme	8
ERASMUS+ KA2	19	INTERREG - IPA	4

4. PORTAL eNAUKA

Portal eNauka je centralizovani informacioni sistem namenjen evidenciji, praćenju i administriranju naučnoistraživačkih aktivnosti u Republici Srbiji, kojim se obezbeđuje standardizovano prikupljanje podataka o istraživačima, projektima i naučnim rezultatima akreditovanih naučnoistraživačkih organizacija. Pristup sistemu ostvaruje se putem registrovanog korisničkog naloga, dok se proces verifikacije podataka sprovodi kroz institucionalnu proveru i potvrđivanje unetih informacija od strane ovlašćenih lica, čime se obezbeđuje tačnost i pouzdanost evidentiranih podataka.

Na dan 25.2.2026. godine prema podacima preuzetim sa portala eNauka [6], Fakultet tehničkih nauka je imao sledeću statistiku:

- Istraživači: Ukupno 1007 – aktivni 900, pasivni 107;
- Broj logovanih istraživača: 797;

- Ukupno citata (*Scopus*, 21.2.2026.): 74.076;
- Ukupno rezultata: 21.909;
- Ukupno verifikovanih rezultata: 19.482 (88,92%).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati prikazani u ovom radu ukazuju na to da Fakultet tehničkih nauka kontinuirano razvija i unapređuje naučnoistraživačku delatnost. Podaci ukazuju na stabilan rast broja objavljenih radova u vodećim međunarodnim naučnim časopisima tokom poslednje dve decenije, sa maksimumom u 2025. godini (324), što predstavlja porast od gotovo 19% u odnosu na 2024. godinu. Analiza strukture objavljenih radova prema važećim kategorijama časopisa potvrđuje dominantno prisustvo publikacija u međunarodnim časopisima visokog ranga, što ukazuje na održiv nivo kvaliteta i konkurentnosti istraživačkih rezultata. Poseban doprinos institucionalnoj vidljivosti ostvaren je i kroz naučne časopise čiji je izdavač Fakultet, intenzivnu međunarodnu saradnju i učešće u projektima, kao i razvijene mehanizme interne evidencije i verifikacije rezultata putem aplikacije „Karton naučnog radnika" i Portala eNauka, koji omogućavaju transparentno praćenje i evaluaciju naučne produkcije zaposlenih. Prikazani indikatori naučne produktivnosti potvrđuju da Fakultet poseduje stabilne organizacione i istraživačke kapacitete, čime se stvaraju temelji za dalji održivi rast, unapređenje kvaliteta istraživanja i jačanje institucionalnog doprinosa razvoju društva i privrede.

6. LITERATURA

[1] Godišnji izveštaj o naučnoistraživačkoj delatnosti 2024, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 2025. ISSN: 1821-1089
[2] Internet stranica: https://nitra.gov.rs/cir/nauka/kategorizacija-naucnih-casopisa
[3] Pravilnik o kategorizaciji i rangiranju naučnih časopisa ("Službeni glasnik RS", br. 80 od 4. oktobra 2024, 85 od 3. oktobra 2025, 110 od 5. decembra 2025.)
[4] Podaci preuzeti iz programske aplikacije Karton naučnog radnika (datum pristupa: 24.2.2026.)
[5] Overview of International Projects 2025/26, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 2024. ISBN: 978-86-6022-757-9
[6] Portal eNauka, Statistike: https://enauka.gov.rs/simple-search?query=&location=statistics&crisID=&relationName=&query=&rpp=50&sort_by=statistics.rcub_extension.number_of_publications&order=DESC

DIGITAL SERVICES IN PUBLISHING: END-TO-END SUPPORT FOR ACADEMIC CONTENT MANAGEMENT

Ugljesa Marjanovic[1]
[1]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]umarjano@uns.ac.rs

Abstract: *The digital transformation of higher education has increased the need for integrated infrastructures that support the full lifecycle of academic content. Digital publishing services have evolved from isolated tools into end-to-end systems encompassing submission, quality assurance, multi-format production, distribution, analytics, and long-term preservation. This paper conceptualizes digital publishing as a core infrastructural component of the EdTech ecosystem rather than a peripheral technical function. By synthesizing contemporary publishing workflows, interoperability standards, and governance mechanisms, the paper proposes an end-to-end reference architecture for academic content management and maps key services to institutional value creation. The findings highlight how integrated digital publishing infrastructures enhance efficiency, support open science objectives, strengthen the research–teaching nexus, and improve the sustainability of scholarly communication in higher education.*

Key Words: Digital publishing, Academic content management, End-to-end publishing infrastructure, Open access

1. INTRODUCTION

Higher education systems are undergoing structural transformation driven by digitalization, regulatory reforms, and increasing demands for accessibility and accountability [1]. Legal and policy frameworks increasingly emphasize transparency, quality assurance, and international visibility of academic outputs [2]. Within this context, traditional publishing models—characterized by long production cycles and limited interoperability—are insufficient to support contemporary academic and professional education.

Digital services in publishing represent a critical infrastructural response to these challenges. By enabling integrated workflows for submission, review, production, and dissemination, they support both institutional missions and broader national strategies for higher education development [3]. As higher education institutions expand digital and professional study programs, publishing infrastructure becomes an essential component of the EdTech ecosystem rather than a peripheral support service.

Digital scholarly communication has increasingly shifted toward platform-based and service-oriented models that emphasize interoperability, speed, and openness, reshaping the role of publishers and institutions alike [1], [2]. Empirical studies show that digital publishing infrastructures are now central to research visibility, impact, and institutional competitiveness in higher education [3]. While prior research has examined the effects of digitalization on journal-level performance indicators—such as impact factor, immediacy index, and citation dynamics—less attention has been paid to the *underlying digital publishing infrastructures and services* that enable these outcomes.

2. BACKGROUND AND CONCEPTUAL FOUNDATIONS

2.1 Evolution of Academic Publishing

Over the past two decades, academic publishing has shifted from print-based dissemination toward digital-first and increasingly platform-based models [2]. This evolution has been shaped by the rise of open access mandates, global research collaboration, and advances in content management technologies. Digital formats, persistent identifiers, and metadata standards have become essential to ensuring discoverability, interoperability, and long-term accessibility of scholarly outputs [3].

However, this transformation has also increased system complexity. Publishers must now manage heterogeneous formats, multiple distribution channels, compliance with funder policies, and growing expectations for transparency and speed [1]. Digital services in publishing emerged as a response to this complexity, aiming to integrate fragmented processes into coherent workflows.

The transition from print-centric publishing to digital-first workflows has been widely documented in the scholarly communication literature, highlighting changes in production processes, cost structures, and stakeholder roles [1], [4]. These transformations have positioned publishers not only as content distributors but as service providers embedded in research and education ecosystems [2].

2.1 Digital Publishing within the EdTech Ecosystem

The EdTech ecosystem comprises interconnected technologies and services supporting teaching, learning, and

research. Digital publishing services occupy a central yet often under-acknowledged position in this ecosystem, bridging research production and educational consumption [2]. They connect authors and institutions with learners, researchers, libraries, and professional communities through interoperable platforms [3].

Key ecosystem actors include academic authors, publishing organizations, technology providers, universities, libraries, and end users. Effective digital publishing infrastructure enables coordination among these stakeholders, aligning research dissemination with institutional strategies and educational platforms.

2.1 End-to-End Digital Publishing Services

To conceptualize this transformation, digital publishing services can be described through a layered reference architecture that integrates technical, organizational, and strategic dimensions. At the core is the content layer, encompassing manuscripts, datasets, multimedia materials, and educational derivatives [2], [9]. This layer is supported by workflow and governance mechanisms that ensure peer review, quality assurance, ethical compliance, and editorial oversight—functions that have become increasingly formalized in digital scholarly communication [1], [8].

Above this, the technology and standards layer enables interoperability through persistent identifiers, structured metadata, and standardized content formats, ensuring discoverability and long-term accessibility across platforms and institutions [3], [11]. Distribution and integration layers connect publishing platforms with external indexing services, libraries, learning environments, and institutional systems, extending the reach and usability of scholarly outputs within the broader EdTech ecosystem [2], [7].

Finally, analytics and intelligence layers provide feedback mechanisms through usage metrics, citation tracking, and emerging artificial intelligence–based services. These capabilities support evidence-based decision-making at editorial and institutional levels, informing publication strategies, resource allocation, and research evaluation processes [6], [8]. This architectural view reinforces the understanding of digital publishing as a strategic infrastructure rather than a collection of isolated tools [4], [9].

Prior research on academic journal digitalization has largely focused on feature-level adoption, such as online availability, open access options, and format transitions. Building on these insights (e.g. [13]), Figure 1 conceptualizes digital publishing as an integrated, end-to-end infrastructure that combines workflows, standards, governance, analytics, and ecosystem integration across the full content lifecycle.

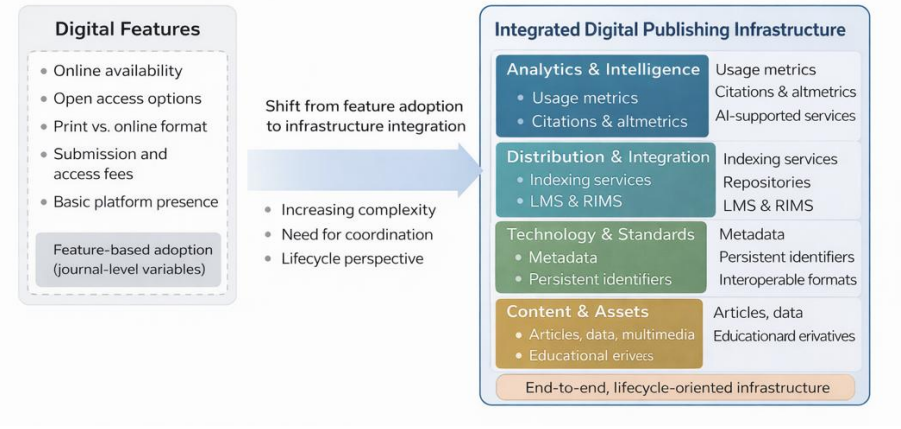


Figure 1. From digital features to integrated publishing infrastructure [13]

2.2 Core Components of Digital Publishing Services

Prior research conceptualizes digital publishing services as modular infrastructures combining content management, workflow automation, and dissemination platforms, rather than standalone tools [5]. Such infrastructures enable scalability and reuse across journals, conferences, and educational content streams [3].

Digital publishing services can be conceptualized as modular yet integrated systems combining several functional layers. Digitization remains essential for converting legacy print content into reusable digital assets. Optical character recognition, structured markup, and metadata enrichment enable archival materials to be integrated into modern platforms. Beyond text, contemporary academic content increasingly incorporates multimedia and data-driven elements, requiring publishing services to manage heterogeneous content types in a consistent manner [2].

Submission management systems form the operational core of academic publishing. These platforms coordinate author submissions, peer review, editorial decision-making, and communication among stakeholders. Automation of routine tasks—such as reviewer assignment, deadline tracking, and metadata validation—reduces administrative burden and shortens publication cycles while maintaining editorial quality [1].

Digital publishing services support the transformation of manuscripts into multiple output formats, enabling access across devices, platforms, and user needs. Structured, XML-based workflows facilitate content reuse, indexing, and long-term preservation. Increasingly, accessibility compliance is embedded into production pipelines, reflecting both regulatory requirements and inclusive design principles [3].

Distribution platforms ensure that published content is discoverable and accessible at scale. Integration with

academic indexing services, library systems, and institutional repositories extends global reach. At the same time, access control mechanisms and licensing frameworks support diverse publishing models, including open access and subscription-based dissemination [5].

To clarify the relationship between operational publishing functions and institutional benefits, Table 1 presents a structured mapping of key digital publishing services to their corresponding institutional functions and value-creation mechanisms. Rather than treating publishing activities as isolated technical processes, the table illustrates how specific services—such as submission management, metadata enrichment, distribution, and analytics—directly support broader institutional goals, including quality assurance, visibility, governance, and sustainability.

Table 1 – Mapping Publishing Services to Institutional Value Creation

Publishing Service	Institutional Function	Strategic Value
Submission systems	Research QA	Reduced cycle time
Metadata enrichment	Visibility	Global discoverability
OA compliance	Governance	Policy alignment
Analytics & metrics	Management	Evidence-based decisions
Preservation	Sustainability	Long-term knowledge retention

3. WORKFLOW INTEGRATION AND ECOSYSTEM-LEVEL INTEROPERABILITY

End-to-end digital publishing relies on workflow integration across organizational and technical boundaries. Interoperability standards and application programming interfaces enable data exchange between submission systems, production tools, repositories, and analytics platforms [5]. This integration minimizes duplication, improves data consistency, and supports scalable operations.

Studies in publishing operations demonstrate that integrated, end-to-end workflows reduce time-to-publication, improve metadata quality, and enhance compliance with indexing and preservation requirements [4], [6]. Workflow automation is particularly critical for small and mid-sized academic publishers operating under resource constraints [5].

Digital publishing services increasingly support post-publication activities such as versioning, updates, and impact tracking [1]. Usage analytics, citation monitoring, and alternative metrics provide feedback loops that inform editorial strategies and institutional reporting. Long-term preservation services ensure durability of scholarly records despite technological change.

Analytics play a dual role in digital publishing: measuring content impact and optimizing internal workflows. Metrics on submission volumes, review timelines, and access patterns enable publishers to identify bottlenecks and improve service quality, while also supporting transparency toward authors and institutions.

The convergence of publishing platforms with learning management systems and research information systems reflects a broader trend toward ecosystem-level integration in higher education technologies [7]. Such integration supports the reuse of scholarly content in teaching and professional education while strengthening the research–teaching nexus [2]. Digital publishing services increasingly intersect with other EdTech platforms. Integration with learning management systems enables academic publications to be embedded directly into teaching contexts, strengthening the research–teaching nexus. Connections with research information management systems automate institutional reporting and compliance with funder mandates [2], [3]. Libraries remain key intermediaries in scholarly communication. Metadata exchange, link resolver integration, and discovery service compatibility ensure that digital publications are visible and accessible through institutional channels [1]. Publishing workflows increasingly interact with collaborative authoring tools, reference managers, and professional networks. These integrations reflect a shift toward more open, networked, and participatory models of scholarly communication.

Beyond technical integration, digital publishing services generate value at multiple institutional levels. Prior research demonstrates that integrated publishing infrastructures support operational efficiency by automating workflows and reducing time-to-publication, while simultaneously enhancing research visibility and compliance with open access and open science policies [1], [5], [12]. Importantly, these value-creation mechanisms extend beyond publishers to universities, libraries, and policy actors, positioning digital publishing services as shared infrastructures within the higher education ecosystem [9], [10]. Their contribution to sustainability is particularly significant, as long-term preservation, metadata standardization, and platform interoperability help safeguard scholarly records against technological obsolescence and organizational change [4], [11]. Understanding how specific publishing services align with institutional objectives is therefore critical for informed investment, governance, and digital transformation decisions in higher education [12].

4. CHALLENGES AND INNOVATION OPPORTUNITIES

Despite technological advances, digital publishing faces persistent challenges related to legacy systems, skills gaps, and resource constraints. Smaller publishers and institutions often struggle to adopt comprehensive end-to-end solutions, leading to fragmented workflows and limited scalability [1]. Open access mandates, copyright complexity, and data protection regulations impose additional requirements on publishing infrastructure. Aligning compliance

with sustainable business models remains a central tension in digital scholarly communication [5].

Advances in artificial intelligence, enhanced content formats, and distributed technologies offer opportunities to reconfigure publishing workflows. Automated metadata generation, intelligent reviewer matching, and interactive publications illustrate how digital services can move beyond efficiency gains toward new forms of scholarly value creation [2]. Recent literature emphasizes the growing role of artificial intelligence in scholarly publishing, particularly in reviewer recommendation, metadata enrichment, and research analytics [5], [8]. These developments signal a shift toward data-driven and service-oriented publishing models aligned with open science principles [2].

The findings reported by Klus and Dilger [13] indirectly support an infrastructure-centric view of digital publishing, as journals' long-term success appears to depend less on isolated digital features and more on coherent service configurations and governance models.

5. CONCLUSION

Digital services in publishing constitute a foundational layer of the EdTech ecosystem, enabling end-to-end management of academic content in an increasingly digital and open higher education landscape. By integrating digitization, submission management, multi-format production, distribution, analytics, and preservation, these services support more efficient, accessible, and scalable scholarly communication.

The transformation of academic publishing is not solely a technical process but an organizational and systemic one, requiring alignment among publishers, institutions, technology providers, and policymakers. As digital publishing services continue to evolve, their role in shaping how knowledge is produced, shared, and reused in higher education will become even more central. Strengthening end-to-end digital publishing infrastructure is therefore essential to realizing the broader goals of digital transformation, open science, and global knowledge dissemination.

6. FUNDING

This work was supported by the European Commission under the Horizon Europe program ERA Talents project "EdTech Talents" [grant agreement number: 101119689].

7. REFERENCES

[1] G. Stone, "Sustaining the growth of library scholarly publishing in a new university press," *Information Services and Use*, vol. 36, no. 3–4, pp. 147–158, 2016, doi: 10.3233/ISU-160812.

[2] C. Tenopir, D. King, S. Edwards, and L. Wu, "Electronic journals and changes in scholarly article seeking and reading patterns," *ASLIB Proceedings*, vol. 61, pp. 5–32, 2009, doi: 10.1108/00012530910932267.

[3] V. Larivière, S. Haustein, and P. Mongeon, "The oligopoly of academic publishers in the digital era," *PLOS ONE*, vol. 10, no. 6, e0127502, 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0127502.

[4] M. Ware and M. Mabe, *The STM Report: An Overview of Scientific and Scholarly Publishing*, 5th ed., International Association of Scientific, Technical and Medical Publishers, 2018.

[5] J. Andrew, M. Baker, C. Cooper, and Y. Gendron, "Knowledge equity as social justice in academic publishing and why it matters for accounting research," *Meditari Accountancy Research*, vol. 32, no. 6, pp. 2396–2420, 2024, doi: 10.1108/MEDAR-06-2024-2522.

6] L. Bornmann, "Measuring impact in research evaluations: a thorough discussion of methods for, effects of and problems with impact measurements," *Higher Education*, vol. 73, pp. 775–787, 2017, doi: 10.1007/s10734-016-9995-x.

[7] G. Siemens and D. Gašević, "Guest editorial—Learning and knowledge analytics," *Educational Technology & Society*, vol. 15, no. 3, pp. 1–2, 2012.

[8] G. R. Scuderi, M. J. Taunton, J. A. Browne, and M. A. Mont, "The challenges with artificial intelligence in scientific writing," *The Journal of Arthroplasty*, vol. 41, no. 2, pp. 299–303, Feb. 2026, doi: 10.1016/j.arth.2025.12.001.

[9] C. L. Borgman, *Scholarship in the Digital Age: Information, Infrastructure, and the Internet*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2007, doi: 10.7551/mitpress/7434.001.0001.

[10] G. Bilder, J. Lin, and C. Neylon, *Principles for Open Scholarly Infrastructure–v1*, 2015. Retrieved [18-Feb-2026], doi: 10.6084/m9.figshare.1314859.

[11] National Information Standards Organization (NISO), *Recommended Practices for Metadata and Persistent Identifiers in Scholarly Publishing*, Baltimore, MD, USA, 2022.

[12] UNESCO, *Recommendation on Open Science*, Paris, France, 2021.

[13] M. F. Klus and A. Dilger, "Success factors of academic journals in the digital age," *Business Research*, vol. 13, pp. 1115–1143, 2020.

UTICAJ VEŠTAČKE INTELIGENCIJE NA GLOBALNO POSLOVANJE

Jelena Petrović[1], Igor Graić[2], Milena Savković[3], Branislav Bogojević[4], Bojana Savić[5], Danijela Gračanin[6], Tanja Todorović[7]

[1,2,3,4,5,6,7]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]curcicj@uns.ac.rs, [2]igraic@uns.ac.rs, [3]milena.savkovic@uns.ac.rs, [4]bogojevic@uns.ac.rs, [5]bojana.savic@uns.ac.rs, [6]gracanin@uns.ac.rs, [7]ttodorovic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Veštačka inteligencija (AI) u poslednjoj deceniji postala je jedna od ključnih tehnoloških sila savremenog društva, sa primenom u industriji, zdravstvu, transportu, obrazovanju i drugim sektorima. Njen razvoj značajno utiče na unapređenje metoda obrade podataka, automatizaciju procesa i razvoj novih analitičkih alata. U kontekstu globalnog poslovanja, AI omogućava optimizaciju operativnih aktivnosti, unapređenje procesa donošenja odluka i povećanje organizacione efikasnosti. Napredak AI tehnologija utiče na restrukturiranje poslovnih procesa, smanjenje operativnih troškova i transformaciju tržišta rada. Iako efekti na zaposlenost zavise od sektora i nivoa tehnološke adaptacije, evidentno je da AI menja strukturu potrebnih veština i podstiče razvoj novih poslovnih modela zasnovanih na podacima. Rad analizira implikacije primene veštačke inteligencije u globalnom poslovanju, sa posebnim fokusom na operativne prednosti, regulatorne izazove i ograničenja implementacije. Analiza se zasniva na sekundarnim izvorima i relevantnim empirijskim istraživanjima koja ispituju povezanost AI tehnologija sa tehnološkim razvojem, ekonomskim rastom i promenama na tržištu rada. Cilj rada je da sistematizuje postojeća saznanja i ukaže na ključne faktore uspešne integracije AI u savremene poslovne procese.*

Ključne reči: veštačka inteligencija (AI), savremene tehnologije, poslovni procesi, globalno poslovanje

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON GLOBAL BUSINESS

Abstract: *Artificial intelligence (AI) has, over the past decade, become one of the key technological forces shaping contemporary society, with applications across industry, healthcare, transportation, education, and other sectors. Its development has significantly influenced advances in data processing methods, process automation, and the creation of new analytical tools. In the context of global business, AI enables the optimization of operational activities, improves decision-making processes, and enhances overall organizational efficiency. The advancement of AI technologies affects the restructuring of business processes, the reduction of operational costs, and the transformation of labor markets. Although the impact on employment varies by sector and level of technological adoption, it is evident that AI is reshaping the structure of required skills and encouraging the development of new data-driven business models. This paper examines the implications of artificial intelligence adoption in global business, with particular emphasis on operational benefits, regulatory challenges, and implementation limitations. The analysis is based on secondary sources and relevant empirical studies that explore the relationship between AI technologies, technological development, economic growth, and changes in labor markets. The aim of this paper is to systematize existing knowledge and identify key factors for the successful integration of AI into contemporary business processes.*

Key Words: artificial intelligence (AI), modern technologies, business processes, global business

1. UVOD

Veštačka inteligencija (AI) predstavlja jednu od najdinamičnijih i najuticajnijih tehnologija savremenog društva, sa sve većim prisustvom u svakodnevnom životu i poslovnim procesima. Brojni autori je opisuju kao jednu od najvećih tehnoloških transformacija nakon industrijske revolucije 19. veka i razvoja računarstva u 20. veku, zbog čega zauzima značajno mesto u savremenim naučnim istraživanjima i publikacijama [1].

Kao tehnološka inovacija 21. veka, veštačka inteligencija prevazilazi okvire informacionih tehnologija i omogućava unapređenje znanja, veština i kompetencija neophodnih za rad i razvoj u različitim oblastima poslovanja. Njena primena doprinosi povećanju operativne efikasnosti, unapređenju kvaliteta podataka i poboljšanju procesa donošenja odluka, čime se podstiče konkurentnost poslovanja na globalnom nivou [2].

AI tehnologije se danas primenjuju u gotovo svim oblastima nauke i inženjerstva, ali i u svakodnevnim aktivnostima i savremenim poslovnim procesima. Integracija naprednih tehnika i tehnologija u poslovanje, uz primenu veštačke inteligencije, omogućava razvoj inovativnih rešenja i koncepata koji doprinose povećanju efikasnosti, fleksibilnosti i prilagodljivosti organizacija [4].

2. RAZVOJ I EVOLUCIJA AI TEHNOLOGIJA U POSLOVNOM OKRUŽENJU

Veštačka inteligencija (AI) predstavlja savremeni tehnološki koncept čiji koreni sežu u sredinu 20. veka. Prvi značajni teorijski doprinos datira iz 1950. godine kroz Tjuringov test, kojim je postavljeno pitanje sposobnosti mašina da simuliraju ljudsku inteligenciju. Sam pojam veštačke inteligencije formalno je utemeljen 1956. godine na Dartmouth konferenciji, gde je definisan kao razvoj računarskih sistema sposobnih da obavljaju zadatke koji tradicionalno zahtevaju ljudsku inteligenciju [5].

U razvoju AI mogu se identifikovati dva dominantna pristupa. Prvi je simbolička veštačka inteligencija, zasnovana na logičkim pravilima i manipulaciji simbolima, koja je dominirala od pedesetih do devedesetih godina 20. veka. Ovaj pristup, poznat i kao klasična AI, fokusirao se na formalne sisteme znanja i ekspertne sisteme. Drugi pristup zasniva se na mašinskom učenju, koje koristi statističke modele i algoritme za obradu velikih skupova podataka. Mašinsko učenje omogućava prepoznavanje obrazaca u podacima, uključujući prepoznavanje govora, slika i kompleksnih tržišnih obrazaca, te predstavlja temelj savremenih AI aplikacija [1].

Savremena primena AI značajno utiče na globalno poslovanje. Kroz automatizaciju operativnih procesa, optimizaciju lanaca snabdevanja i naprednu analitiku, AI doprinosi smanjenju troškova, ubrzanju poslovnih procedura i unapređenju donošenja odluka. Posebno je značajan razvoj poslovnih modela zasnovanih na „All-as-a-Service" konceptu, koji omogućava skalabilnost i fleksibilnost organizacija u digitalnom okruženju [2].

Razvoj AI tehnologije može se posmatrati kroz tri faze evolucije:

- Automatizacija zasnovana na pravilima – rani ERP sistemi i ekspertni sistemi koji su koristili unapred defnisana pravila.
- Analitika zasnovana na podacima (Machine Learning) – razvoj prediktivnih modela u marketingu, finansijama i upravljanju rizicima.
- Napredni modeli i generativna AI – sistemi sposobni za automatizovano kreiranje sadržaja, adaptivnu optimizaciju procesa i donošenje odluka u realnom vremenu.

Primer primene AI u globalnom kontekstu predstavlja kompanija BlueDot, koja koristi algoritme mašinskog učenja za praćenje i predviđanje pojave zaraznih bolesti širom sveta. Analizom velikih količina podataka iz različitih izvora, sistem je bio u stanju da identifikuje rane signale širenja bolesti, demonstrirajući potencijal AI za globalno upravljanje rizicima [8].

Postpandemijski period dodatno je ubrzao digitalnu transformaciju i intenzivirao primenu AI u poslovnom okruženju. Organizacije su sve više investirale u analitičke sisteme, automatizaciju i upravljanje podacima kako bi povećale otpornost, sigurnost i konkurentnost na globalnom tržištu [1].

3. UTICAJ, IZAZOVI I ZNAČAJ IMPLEMENTACIJE AI

Brojne industrije suočavaju se sa značajnim promenama i izazovima u poslovanju usled sve intenzivnije integracije veštačke inteligencije, koja zahteva odgovarajuću digitalnu infrastrukturu, visok kvalitet podataka i adekvatne kapacitete za njihovu obradu [1]. Implementacija AI u globalnom poslovanju prati niz ograničenja koja utiču na pouzdanost, bezbednost i efikasnost sistema, pri čemu se kao ključni izazovi izdvajaju zaštita podataka, privatnost i rizici od njihove zloupotrebe [1,2].

Pored tehničkih i regulatornih prepreka, primena AI tehnologija često podrazumeva i postojanje skrivenih troškova vezanih za prilagođavanje infrastrukture, obuku zaposlenih i održavanje složenih digitalnih sistema. Ove prepreke mogu se posmatrati kroz tehnološke, pravne, institucionalne, organizacione i socio-profesionalne aspekte, koji zajedno oblikuju brzinu i uspešnost implementacije AI rešenja.

Istovremeno, primena veštačke inteligencije utiče na transformaciju strukture veština potrebnih na tržištu rada. Pored tehničkih kompetencija, sve veći značaj dobijaju komplementarne veštine, uključujući digitalnu pismenost, kritičko razmišljanje, prilagodljivost i razumevanje etičkih implikacija primene novih tehnologija [1].

Veštačka inteligencija ima značajnu ulogu u unapređenju sistema upravljanja rizicima u različitim industrijama, kroz poboljšanje procesa identifikacije, predviđanja i ublažavanja rizika. Istovremeno, AI predstavlja pokretača razvoja novih poslovnih modela u sektorima kao što su zdravstvo, automobilska industrija, finansijske usluge, maloprodaja, komunikacije i zabava, proizvodnja, energetika i logistika. Razvojem i primenom AI tehnologija nastaju sve složenije digitalne platforme koje omogućavaju efikasniju razmenu proizvoda i usluga na globalnom tržištu [1,2].

4. PRIMENA VEŠTAČKE INTELIGENCIJE KAO FAKTOR POSLOVNE TRANSFORMACIJE

U poslednjih nekoliko godina razvijen je hibridni model rada koji kombinuje fizičko i digitalno radno okruženje, pri čemu veštačka inteligencija ima značajnu ulogu u organizaciji i optimizaciji poslovnih procesa. Istraživanja pokazuju da oko 54% kompanija usvaja i implementira hibridni model rada uz podršku AI tehnologija, kako bi odgovorile na promenjene zahteve savremenog tržišta i različite potrebe zaposlenih. Dosadašnja istraživanja ukazuju da primena AI u ovom kontekstu daje pozitivne rezultate u brojnim industrijama, posebno u pogledu efikasnosti hibridnih organizacionih pristupa [2,3].

AI tehnologije se sve češće primenjuju i u oblasti globalne poslovne komunikacije. Alati za automatsko prevođenje

zasnovani na veštačkoj inteligenciji omogućavaju efikasnu višejezičku komunikaciju, dok digitalne platforme koriste AI za generisanje opisa proizvoda, analizu korisničkih recenzija i automatizaciju sadržaja za korisničku podršku na više jezika. Ovakva primena doprinosi većoj pristupačnosti tržišta i olakšava međunarodno poslovanje [6]. Hibridni pristupi, koji kombinuju ljudsku ekspertizu i tehnološke inovacije, uspešno su implementirani u različitim oblastima rada, gde AI doprinosi većoj preciznosti podataka, ubrzavanju poslovnih procesa i unapređenju globalne poslovne komunikacije [7].

Sekundarne analize i empirijski pregledi ukazuju da će u narednim godinama približno 90% radnih mesta biti transformisano pod uticajem veštačke inteligencije, dok se potpuna automatizacija odnosi na znatno manji procenat poslova. Istovremeno, uočljive su regionalne razlike u stepenu primene AI tehnologija: procenjuje se da oko 32% kompanija u Kini već koristi AI u većini svojih poslovnih procesa, dok je taj udeo približno 22% u Sjedinjenim Američkim Državama i oko 20% u Francuskoj i Nemačkoj [1].

Način korišćenja AI u globalnom poslovanju obuhvaćen je i istraživanjem iz 2023. godine, sprovedenim na uzorku od 600 kompanija koje već primenjuju AI ili planiraju njenu implementaciju. Rezultati pokazuju da većina organizacija koristi veštačku inteligenciju u okviru postojećih poslovnih procesa. Najzastupljenija primena zabeležena je u korisničkoj podršci (56%), sajber bezbednosti i upravljanju prevarama (51%), digitalnim personalnim asistentima (47%) i upravljanju zalihama (40%). Dodatne oblasti primene uključuju preporuke proizvoda (33%), upravljanje lancima snabdevanja (30%), kao i računovodstvo, regrutovanje talenata i segmentaciju tržišta (oko 26%) [8]. Ovi podaci ukazuju na sve širu integraciju AI tehnologija u ključne funkcionalne segmente poslovanja na globalnom nivou.

5. PRIMENA AI U BUDUĆNOSTI

Iako je veštačka inteligencija već široko prisutna u globalnom poslovanju, u narednom periodu očekuje se njen još snažniji uticaj na rast produktivnosti i transformaciju organizacionih procesa. Razvoj AI tehnologija omogućiće efikasnije upravljanje informacijama, unapređenje odnosa sa korisnicima i preciznije donošenje poslovnih odluka. Automatizacijom rutinskih i ponavljajućih zadataka smanjuju se operativni troškovi, skraćuje vreme izvršenja procesa i umanjuje rizik od grešaka, čime se povećava ukupna efikasnost poslovanja.

U budućnosti se očekuje dalja pojednostavljenja i optimizacija poslovnih procesa kroz integraciju AI sistema, uz paralelno jačanje uloge ljudskog faktora u oblastima koje zahtevaju strateško razmišljanje, kreativnost i etičko prosuđivanje. Potencijal razvoja veštačke inteligencije zavisiće od sposobnosti organizacija da unaprede globalnu komunikaciju, podstaknu kontinuirano istraživanje i inovacije, kao i da razviju održive modele saradnje u međunarodnom poslovnom okruženju [8].

6. ZAKLJUČAK

Veštačka inteligencija predstavlja jednu od ključnih tehnologija savremenog poslovanja, čija primena ima značajan uticaj na transformaciju globalnih ekonomskih i organizacionih struktura. Razvoj i implementacija AI rešenja doprinose inovacijama poslovnih modela, povećanju operativne efikasnosti i jačanju konkurentnosti organizacija na tržištu. Proizvodi i usluge zasnovani na veštačkoj inteligenciji postaju sastavni deo savremenog poslovnog okruženja i oblikuju nove načine stvaranja vrednosti.

Dugoročni efekti primene AI zavisiće od uspešne integracije tehnologije sa ljudskim radom, pri čemu se održivost ne zasniva na potpunoj automatizaciji, već na komplementarnosti između tehnoloških rešenja i ljudskih kompetencija. Kako bi se obezbedilo poverenje tržišta i društvena prihvatljivost, dalji razvoj veštačke inteligencije mora biti praćen jasnim etičkim smernicama, adekvatnim regulatornim okvirima i aktivnim uključivanjem ljudskog faktora u procese odlučivanja. Takav pristup omogućava odgovornu i dugoročno održivu primenu AI u globalnom poslovanju.

ZAHVALNOST

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja u okviru projekta „Unapređenje kvaliteta nastave na studijskim programima Departmana kroz implementaciju rezultata naučno-istraživačkog rada u oblasti Industrijskog inženjerstva i menadžmenta" na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

7. LITERATURA

[1] Mohamed Ali Trabelsi, *The impact of artificial intelligence on economic development,* Journal of Electonic Business & Digital Economics Vol. 3, No. 2, pp 142-155, 2024.
[2] Roya Shahmerdanova, *Artificial Intelligence in Translation: Challenges and Opportunities,* Acta Globalis Humanitatis et Linguarum, Vol. 2, No. 1, pp 62-70, 2025.
[3] Ravi Raj, Andrzej Kos, *Artificial Intelligence: Evolution, Developments, Applications, and Future Score (2023).*
[4] Yang Chih-Hai, *How Artificial Intelligence Technology Affects Productivity and Employment: Firm-level Evidence from Taiwan*, Elsevier, Research Policy, Volume 51(6), 104536, 2022.

[5] Nicholas Berente, Bin Gu, Jan Recker, Radhika Santhanam, *Managing Artificial Intelligence,* MIS Quarterly Vol 45. No. 3 pp. 1433-1450, 2021.
[6] Yasin Babazade, *The Impact of Digital Tools on Vocabulary Development in Second Language Learning,* Journal of Azerbaijan Language and Education Studies, Vol. 1 No. 1, pp 35-41, 2024.
[7] Jiang Yuchen, Li Xiand, Luo Hao, Yin Shen, Kaynak Okyay, *Quo vadis artificial intelligence?,* Discover Artificial Intelligence, Springer, 2022.
[8] Vesna Buha, Rada Lečić, Ljiljana Berezljev, *Transformacija poslovanja pod uticajem veštačke inteligencije,* Trendovi u poslovanju, visoka škola za poslovnu ekonomiju i preduzetništvo, Beograd, 2024.

INSTITUCIONALNA DIJAGNOSTIKA ISTRAŽIVAČKIH KARIJERA U SKLADU SA PRINCIPIMA EVROPSKE POVELJE ZA ISTRAŽIVAČE NA PRIMERU FAKULTETA TEHNIČKIH NAUKA

Danijela Ćirić Lalić[1], Maja Petrović[2]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]danijela.ciric@uns.ac.rs, [2]majadjogo@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: Ovaj rad predstavlja institucionalnu analizu istraživačkih karijera na Univerzitetu u Novom Sadu – Fakultetu tehničkih nauka, sprovedenu u okviru SMART Researchers projekta finansiranog kroz program Horizon Europe. Istraživanje je zasnovano na strukturisanom upitniku usklađenom sa četiri stuba Evropskog istraživačkog prostora (ERA) i principima Evropske povelje za istraživače, na uzorku od 62 ispitanika iz različitih karijernih faza (R1–R4). Rezultati ukazuju na diferenciran obrazac percepcija: visoke ocene zabeležene su u domenu akademske autonomije, etičke svesti i kvaliteta mentorskih odnosa, dok su niže vrednosti registrovane u oblastima institucionalne infrastrukture, transparentnosti evaluacije, stabilnosti zaposlenja i sistemske podrške otvorenoj nauci i razvoju karijere. Ovaj obrazac je konzistentan kroz sva četiri ERA stuba. Na osnovu integrisane analize, rad predlaže konceptualni okvir disbalansa između profesionalne autonomije i institucionalne implementacije, ukazujući da institucionalna zrelost sistema istraživačkih karijera zavisi od usklađenosti profesionalne kulture i organizacione arhitekture. Nalazi sugerišu potrebu prelaska sa normativne usklađenosti ka operativnoj institucionalizaciji, uz poseban fokus na rane faze karijere i sistemsko upravljanje talentima.

Ključne reči: Istraživačke karijere, Evropski istraživački prostor, institucionalna implementacija, mentorstvo, otvorena nauka, zapošljavanje i napredovanje, radni uslovi, razvoj talenata

INSTITUTIONAL DIAGNOSIS OF RESEARCH CAREERS IN ALIGNMENT WITH THE PRINCIPLES OF THE EUROPEAN CHARTER FOR RESEARCHERS: THE CASE OF THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES

Abstract: *This paper presents an institutional analysis of research careers at the University of Novi Sad – Faculty of Technical Sciences, conducted within the SMART Researchers project funded under Horizon Europe. The study is based on a structured questionnaire aligned with the four pillars of the European Research Area (ERA) and the principles of the European Charter for Researchers, with a sample of 62 respondents across career stages (R1–R4). The findings reveal a differentiated perception pattern. Higher scores were recorded in areas related to academic autonomy, ethical awareness, and mentor–researcher relationships, while lower evaluations were observed in institutional infrastructure, evaluation transparency, employment stability, and structured support for Open Science and career development. This pattern is consistent across all ERA pillars. Based on an integrated analysis, the paper proposes a conceptual framework of imbalance between professional autonomy and institutional implementation. The results suggest that strengthening research careers within the ERA requires moving from normative alignment toward operational institutionalization, with particular attention to early-career researchers and systematic talent management.*

Key Words: Research careers, European Research Area, institutional implementation, mentoring, Open Science, recruitment and progression, working conditions, talent development

1. UVOD

Evropski istraživački prostor (ERA) ulazi u fazu intenzivne normativne i strukturne transformacije, koju karakteriše prelazak sa preporuka i dobrovoljnih mehanizama usklađivanja ka jasnije definisanim institucionalnim obavezama u oblasti razvoja istraživačkih karijera, otvorene nauke i odgovorne evaluacije [1]. Usvajanjem nove *Evropske povelje za istraživače* (2023) i *Preporuke Saveta o evropskom okviru za istraživačke karijere* (2023) [2] kao i *ERA Policy Agendu 2025-2027* [3], razvoj istraživačkih karijera postaje centralna komponenta evropske naučne politike. U ovom kontekstu, države „Widening" regiona, uključujući Republiku Srbiju, suočavaju se sa dvostrukim izazovom: normativnim usklađivanjem sa evropskim standardima i istovremenom institucionalnom transformacijom unutrašnjih struktura podrške istraživačima. Formalna usklađenost sa evropskim dokumentima ne garantuje automatski operativnu implementaciju principa u svakodnevnim institucionalnim praksama.Cilj ovog rada jeste da kroz empirijsku institucionalnu dijagnostiku identifikuje ključne snage i strukturne slabosti sistema razvoja istraživačkih karijera na Univerzitetu u Novom Sadu - Fakultetu tehničkih nauka (FTN), kao i da definiše prioritetne pravce institucionalne transformacije u skladu sa principima Evropskog istraživačkog prostora.

2. TEORIJSKI OKVIR

Savremeni okvir razvoja istraživačkih karijera u Evropi oblikovan je kroz konsolidaciju normativnih instrumenata ERA, sa posebnim naglaskom na profesionalizaciju istraživačkih puteva, institucionalnu odgovornost i sistemsku transparentnost. Usvajanjem nove *Evropsku povelju za istraživače* (2023) i *Preporuku Saveta o evropskom okviru za istraživačke karijere* (2023) [2], razvoj istraživačkih karijera dobija strukturirani, višedimenzionalni karakter zasnovan na četiri međusobno povezana stuba: 1) Etika, integritet, rodna ravnopravnost i otvorena nauka; 2) Procena istraživača, zapošljavanje i napredovanje; 3) Radni uslovi i istraživačke prakse; 4) Razvoj istraživačkih karijera i talenata. Ovi stubovi predstavljaju operativnu razradu šireg strateškog cilja ERA politike - izgradnje atraktivnih, održivih i međunarodno konkurentnih istraživačkih sistema. Institucionalna zrelost ne ogleda se samo u postojanju pravilnika i strategija, već u stepenu njihove dosledne, transparentne i merljive primene. Posebno u tranzicionim i „Widening" kontekstima, istraživački sistemi često karakteriše snažna individualna motivacija i profesionalna kultura, ali uz slabiju institucionalizaciju mentorskih, evaluacionih i karijernih struktura. Ovaj potencijalni raskorak između individualne autonomije i institucionalne infrastrukture predstavlja teorijski okvir u kojem se pozicionira empirijska analiza predstavljena u ovom radu.

3. METODOLOGIJA

Empirijska analiza zasniva se na primeni "*SMART Researchers Questionnaire"* [4]„ razvijenog u okviru Horizon Europe projekta *SMART Researchers* (Call: HORIZON-WIDERA-2024-ERA-02; Grant Agreement No. 101216967) [5]. Projekat ima za cilj jačanje institucionalnih kapaciteta za razvoj istraživačkih karijera u skladu sa principima Evropskog istraživačkog prostora. Upitnik je koncipiran kao hibridni dijagnostički instrument, direktno zasnovan na principima Evropske povelje za istraživače i strukturiran u skladu sa četiri ERA stuba. Instrument integriše: kvantitativni deo (Likert skala 1-5), kvalitativni deo (otvorena pitanja i facilitirane refleksije). Svaki stub sadrži niz tvrdnji koje mapiraju specifične principe (etika, otvorena nauka, procena istraživača, stabilnost zaposlenja, mentorstvo itd.), čime je obezbeđena potpuna trasabilnost između upitnika i normativnog ERA okvira. Prikupljanje podataka realizovano je kroz kombinaciju strukturiranih sesija uživo i jedne onlajn sesije, uz facilitaciju istraživačkog tima. Kvantitativni deo ispitanici su popunjavali individualno, dok su kvalitativni uvidi prikupljani kroz kratke polustrukturisane diskusije, čime je obezbeđena kontekstualna dubina interpretacije. Analiza je zasnovana na trostepenom pristupu: I - Agregirana analiza prosečnih vrednosti po stubovima; II - Analiza pojedinačnih tvrdnji radi identifikacije specifičnih obrazaca; III - Integrisana interpretacija kvantitativnih i kvalitativnih nalaza u cilju identifikacije strukturnih tendencija.

4. REZULTATI

Karakteristike uzorka - U istraživanju je učestvovalo ukupno 62 ispitanika sa FTN-a. Uzorak obuhvata sve karijerne faze definisane Evropskim okvirom za istraživačke karijere (R1-R4), pri čemu dominiraju rane faze (R1 i R2), što je metodološki relevantno s obzirom na to da su upravo ove grupe najosetljivije na institucionalne strukture zapošljavanja, mentorstva i profesionalnog razvoja. Starosna struktura ispitanika koncentrisana je u opsegu 25-39 godina, što dodatno potvrđuje pretežno rani i srednji stadijum karijere unutar uzorka. Disciplinarna struktura snažno je orijentisana ka oblasti inženjerstva i tehnologije (N=55), uz manju zastupljenost prirodnih, društvenih i interdisciplinarnih oblasti. U pogledu radnog statusa, uzorak uključuje gotovo podjednako zastupljene istraživače na stalnim (N=27) i ugovorima na određeno vreme (N=30), dok je manji broj ispitanika angažovan kroz projektne mehanizme. Ova heterogenost zaposlenja omogućava analizu percepcije stabilnosti i predvidivosti karijere iz različitih pozicija institucionalne sigurnosti. Iako je reč o jednoj instituciji, unutrašnja strukturalna raznolikost (karijerna faza, tip ugovora, uključenost u EU projekte) omogućava identifikaciju obrazaca koji prevazilaze individualne slučajeve i ukazuju na sistemske tendencije.

Stub 1 - Etika, integritet, rodna ravnopravnost i otvorena nauka - Prosečna vrednost za Stub 1 iznosi M = 3,24, što ukazuje na delimičnu implementaciju normativnih principa uz jasne razvojne potrebe. Najviša vrednost zabeležena je kod percepcije akademske slobode (M = 4,18), kao i kod individualne svesti o etičkim standardima (M = 3,84). Ovi rezultati ukazuju na snažno internalizovanu profesionalnu normu autonomije i lične odgovornosti. Nasuprot tome, najniže vrednosti odnose se na institucionalne mehanizme: infrastruktura i podsticaji za Open Science (M = 2,23), institucionalna promocija održivih istraživačkih praksi (M = 2,23), sistematska obuka iz etike i integriteta (M = 2,52), formalni mehanizmi zaštite od diskriminacije (M = 2,79). Kvalitativni podaci potvrđuju ovu asimetriju. Istraživači etiku i otvorenu nauku prepoznaju kao važne principe, ali njihova operacionalizacija zavisi od individualne inicijative, projektnih zahteva ili ličnih mreža, a ne od koherentnog institucionalnog sistema.

Stub 1 pokazuje obrazac u kojem su profesionalne norme internalizovane, ali organizaciona infrastruktura za njihovu sistematsku podršku ostaje nedovoljno razvijena. Drugim rečima, kultura postoji; sistem je slabije institucionalizovan.

Stub 2 - Procena istraživača, zapošljavanje i napredovanje - Prosečna vrednost za Stub 2 iznosi M = 2,94, što ovu oblast pozicionira kao prioritetnu za institucionalnu intervenciju. Ocene koje se odnose na postojanje formalnih procedura zapošljavanja i kriterijuma kreću se oko neutralnog praga (≈3,1), što sugeriše da istraživači

prepoznaju postojanje normativnog okvira. Međutim, niže vrednosti kod sledećih tvrdnji ukazuju na slabiju percepciju kvaliteta implementacije: vrednovanje kreativnosti i potencijala (M = 2,66), uvažavanje ne-linearnih karijernih puteva (M = 2,55), uključivanje integriteta i Open Science u evaluaciju (M = 2,72), sistematsko davanje povratne informacije kandidatima (M = 2,89). Kvalitativni nalazi dodatno ukazuju na percepciju prekomerne oslonjenosti na kvantitativne indikatore, uz nedovoljnu valorizaciju kvalitativnih i društveno relevantnih doprinosa. Rezultati ukazuju na diskrepancu između proceduralne formalnosti i percipirane legitimnosti. Normativni okvir postoji, ali njegova transparentnost, inkluzivnost i doslednost u primeni ostaju upitne, naročito iz perspektive ranih faza karijere.

Stub 3 - Radni uslovi i istraživačke prakse - Stub 3 beleži najnižu prosečnu vrednost (M = 2,66), čime se identifikuje kao strukturalno najranjivija dimenzija. Ispitanici pokazuju relativno visoku informisanost o ugovornim obavezama (M = 3,67), ali znatno niže ocene u vezi sa: zastupljenošću istraživača u odlučivanju (M = 2,10), obukama iz oblasti intelektualne svojine i usklađenosti (M = 1,97), podrškom istraživačima na određeno vreme (M = 2,23), stabilnošću zaposlenja (M = 2,87). Kvalitativni nalazi snažno ističu percepciju nesigurnosti zaposlenja, kratkoročnih ugovora i otežanog dugoročnog planiranja karijere, posebno za R1-R2 faze. Stub 3 reflektuje institucionalni paradoks: istraživači su informisani o pravilima, ali ne percipiraju stabilnost i participativnu uključenost. Strukturna predvidivost i institucionalna podrška ostaju nedovoljno razvijene.

Stub 4 - Razvoj karijera i talenata - Prosečna vrednost iznosi M = 2,86, uz izrazitu unutrašnju polarizaciju. Najviše vrednosti odnose se na kvalitet odnosa sa mentorom: odnos zasnovan na poverenju (M = 4,35), redovna povratna informacija (M = 3,85), podrška u razvoju ciljeva (M = 3,87). Ovi rezultati potvrđuju snažnu interpersonalnu dimenziju mentorstva. Najniže vrednosti odnose se na: formalne mehanizme uparivanja mentora i istraživača (M = 2,00), obuku mentora (M = 2,01), karijerne servise i savetovanje (M = 2,18), jasnu institucionalnu strategiju razvoja karijere (M = 2,27), pripremu za karijere van akademije. Kvalitativni nalazi potvrđuju da je mentorstvo personalizovano i zavisi od individualne posvećenosti mentora, a ne od sistemskog modela upravljanja talentima. Ovaj stub pokazuje najoštriju razliku između interpersonalne podrške i institucionalne infrastrukture. Poverenje i profesionalni odnos postoje; institucionalna arhitektura razvoja talenata ostaje fragmentirana.

5. KONCEPTUALNI OKVIR: DISBALANS IZMEĐU PROFESIONALNE AUTONOMIJE I INSTITUCIONALNE IMPLEMENTACIJE

Empirijski nalazi ovog istraživanja ukazuju na konzistentan obrazac koji prevazilazi pojedinačne ERA stubove i zahteva integrisano teorijsko tumačenje. Kvantitativni i kvalitativni rezultati zajedno sugerišu postojanje strukturnog disbalansa između visokog nivoa profesionalne autonomije istraživača i nedovoljno institucionalizovanih mehanizama podrške istraživačkim karijerama. Ovaj obrazac se može konceptualizovati kao disbalans između dva međusobno povezana, ali analitički distinktna sloja istraživačkog sistema: (1) profesionalne kulture i (2) institucionalne arhitekture.

5.1 Profesionalna kultura - autonomija, etička svest i mentorski odnosi

Rezultati pokazuju da ispitanici percipiraju visoku akademsku slobodu, izraženu autonomiju u definisanju istraživačkih pitanja i snažnu internalizaciju etičkih normi. Takođe, u domenu razvoja karijere, posebno su visoko ocenjeni aspekti međusobnog poverenja, redovne povratne informacije i podrška koju istraživači dobijaju od mentora. Ovi nalazi ukazuju da na mikro nivou istraživački sistem poseduje relativno stabilnu profesionalnu kulturu. Individualni akteri - istraživači i mentori - funkcionišu u skladu sa normama akademske etike i profesionalne odgovornosti, pri čemu se razvoj kompetencija i napredovanje često odvijaju kroz interpersonalne i neformalne mehanizme. Drugim rečima, autonomija i profesionalni identitet nisu percipirani kao problematični aspekti sistema.

5.2 Institucionalna arhitektura - formalni okvir naspram operativne implementacije

Za razliku od relativno snažne profesionalne kulture, rezultati ukazuju na slabiju institucionalnu operacionalizaciju u više ključnih oblasti: sistemska obuka u oblasti etike i otvorene nauke, formalizovani mehanizmi mentorstva, transparentnost evaluacije i povratnih informacija, stabilnost zaposlenja, strukturirani sistemi karijernog vođenja, institucionalna podrška intersektorskoj mobilnosti, prepoznatljivost i doslednost mehanizama zaštite od diskriminacije. Kvantitativni rezultati u sva četiri ERA stuba pokazuju niže vrednosti upravo u onim domenima koji podrazumevaju institucionalnu organizaciju, standardizaciju i proceduralnu predvidivost. Kvalitativni nalazi dodatno potvrđuju da istraživači često doživljavaju institucionalnu podršku kao fragmentisanu, neujednačenu i zavisnu od odeljenja, mentora ili individualne inicijative. Ovaj raskorak između formalnog postojanja pravila i njihove percipirane efikasnosti ukazuje na ograničeni stepen institucionalne integracije.

5.3 Disbalans kao sistemska karakteristika

Kombinacija visokih ocena profesionalne autonomije i nižih ocena institucionalne strukture ukazuje na strukturni disbalans. Sistem funkcioniše zahvaljujući snažnim individualnim akterima i kvalitetnim mentorskim odnosima, ali bez proporcionalno razvijenih institucionalnih mehanizama koji bi obezbedili doslednost, transparentnost i dugoročnu održivost. Ovaj disbalans ima nekoliko implikacija: 1) Personalizacija karijernog razvoja - Napredovanje i profesionalni razvoj u velikoj meri zavise od kvaliteta individualnog mentora i lične inicijative istraživača; 2) Varijabilnost iskustava - Postoji značajna heterogenost u iskustvima istraživača, zavisno od organizacione jedinice ili karijerne faze; 3) Ograničena predvidivost - Nedostatak jasno strukturiranih i komunikovanih karijernih puteva doprinosi percepciji nesigurnosti, posebno kod istraživača u ranim fazama karijere; 4) Normativno-operativni jaz - Postojanje formalnih procedura ne garantuje njihovu doslednu primenu niti percipiranu

pravičnost. Nalazi sugerišu da institucionalno usklađivanje sa principima Evropske povelje za istraživače i ERA stubovima predstavlja nužan, ali nedovoljan uslov za razvoj održivog sistema istraživačkih karijera. Ključna tačka tranzicije nije samo usvajanje principa, već njihova operativna institucionalizacija - odnosno prevod normativnih okvira u transparentne, dosledne i predvidive mehanizme. U tom smislu, razvoj istraživačkih karijera zahteva pomeranje fokusa: sa deklarativne usklađenosti ka funkcionalnoj implementaciji, sa individualne otpornosti ka institucionalnoj pouzdanosti, sa implicitnih praksi ka eksplicitnim i strukturiranim procedurama.

6. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje pruža sistemsku dijagnostiku percepcije istraživačkih karijera na FTN-u, u odnosu na četiri stuba Evropskog istraživačkog prostora i principe Evropske povelje za istraživače. Integrisana analiza kvantitativnih i kvalitativnih nalaza ukazuje na stabilan obrazac koji se ponavlja kroz sve dimenzije institucionalnog okvira. Pre svega, rezultati potvrđuju postojanje snažne profesionalne kulture. Istraživači percipiraju visok nivo akademske slobode, izraženu individualnu odgovornost u oblasti etike i integriteta, kao i kvalitetne odnose sa mentorima. Interpersonalna dimenzija mentorstva pokazuje se kao posebno snažan element sistema, sa visokim nivoom poverenja, redovne povratne informacije i podrške u profesionalnom razvoju. Međutim, paralelno sa ovom profesionalnom stabilnošću, rezultati ukazuju na slabiju institucionalnu strukturiranost u oblastima koje podrazumevaju sistemsku implementaciju: formalizovano mentorstvo, transparentnost evaluacionih procedura, dostupnost obuka, institucionalnu podršku otvorenoj nauci, stabilnost zaposlenja i predvidivost karijernih puteva. Ovaj obrazac je posebno izražen u percepcijama istraživača u ranim fazama karijere, čime se dodatno naglašava strukturna ranjivost sistema u odnosu na generacijski kontinuitet i dugoročnu održivost. U tom kontekstu, predloženi analitički model disbalansa između profesionalne autonomije i institucionalne implementacije omogućava koherentno tumačenje empirijskih nalaza. Model ne predstavlja teoriju u užem smislu, već konceptualni okvir za razumevanje odnosa između mikro nivoa (profesionalna kultura, mentorski odnosi, individualna autonomija) i mezo nivoa (institucionalna arhitektura, formalni mehanizmi, proceduralna transparentnost). Nalazi ukazuju da institucionalna zrelost sistema istraživačkih karijera ne zavisi isključivo od kvaliteta i posvećenosti pojedinaca, već od stepena usklađenosti između profesionalne kulture i organizacione infrastrukture. U situaciji u kojoj su individualna profesionalnost i mentorski odnosi snažni, ali institucionalna arhitektura fragmentirana, sistem funkcioniše zahvaljujući ljudima, a ne zahvaljujući strukturama Ukoliko se takav disbalans produženo održava, dugoročno se povećava zavisnost od individualnih kapaciteta i interpersonalnih mreža, dok institucionalni mehanizmi ostaju sekundarni i nedovoljno konsolidovani. Posledično, mogu se javiti ograničenja u pogledu stabilnosti, transparentnosti i inkluzivnosti istraživačkog okruženja, naročito za rane faze karijere i za one koji ne raspolažu snažnim neformalnim mrežama podrške. Stoga, ključna implikacija ovog istraživanja jeste da proces usklađivanja sa ERA principima ne može ostati na nivou normativne harmonizacije, već mora podrazumevati operativnu institucionalizaciju. Razvoj održivog sistema istraživačkih karijera zahteva prelazak sa personalizovanih i implicitnih praksi ka strukturiranim, transparentnim i dosledno primenjenim institucionalnim mehanizmima. Zaključno, rezultati ovog istraživanja ne ukazuju na deficit profesionalnog kapaciteta, već na potrebu za jačanjem institucionalne koherentnosti. Upravo u toj tranziciji - od individualne profesionalne snage ka institucionalnoj konsolidaciji - nalazi se centralni razvojni izazov, ali i strateška prilika za unapređenje istraživačkog ekosistema u skladu sa ciljevima Evropskog istraživačkog prostora.

ZAHVALNOST

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (br. ugovora: 451-03-34/2026-03/200156) i Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu kroz projekat Naučnoistraživački i umetničkoistraživački rad istraživača u nastavnim i saradničkim zvanjima Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2026" (br: 01-3609/1) i projekta HORIZON WIDERA: SMART RESEARCHERS (grant agreement No. 101216967).

7. LITERATURA

[1] Danijela Ćirić Lalić, Milan Vidaković, Normativno usklađivanje i institucionalizacija podrške istraživačkim karijerama na univerzitetima u Srbiji u skladu sa politikama Evropskog istraživačkog prostora*, XXXI Skup trendovi razvoja: "Budućnost visokog obrazovanja: kvalitet, internacionalizacija, digitalizacija i inovacije", V. Banja, 12.2025.*

[2] *European Commission, Proposal for a Council Recommendation on a European framework to attract and retain research, innovation and entrepreneurial talents in Europe - Annexes 1-2, COM(2023) 436 final, Brussels, 13 July 2023.* доступно на: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:277a226c-215b-11ee-94cb-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_2&format=PDF (приступљено: 01.11.2025).

[3] *Council of the European Union, Council Recommendation of 24 June 2025 on the European Research Area Policy Agenda 2025-2027, C/2025/3593, Brussels, 24 June 2025.* Доступно на: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:C_202503593

[4] SMART Researchers Consortium. (2025). SMART Researchers Questionnaire [Research instrument]. Horizon Europe Project No. 101216967.

[5] European Commission. (2025). SMART Researchers project (Grant Agreement No. 101216967). Horizon Europe Programme.

CONCEPTUAL METAPHOR AS A MODEL OF KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: THE CONCEPTUALIZATION OF ORGANIZATION IN ESP

Jelena Zivlak[1], Marina Katić[2], Aleksandra Kardoš Stojanović[3]
[1,2,3]*University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia*
[1]zivlakjelena@uns.ac.rs, [2]mare@uns.ac.rs, [3]sandra.kardos@uns.ac.rs

Abstract: *The paper examines conceptual metaphor as a cognitive model for understanding abstract concepts in higher education, with particular focus on its role in English for Specific Purposes (ESP). Drawing on the conceptual metaphor theory, metaphor is treated as a mechanism of thought that structures how complex domains are conceptualized and understood. The study outlines key principles of conceptual metaphors and explains its relevance for ESP, where the comprehension of specialized disciplinary concepts is essential. Within the wider perspective of science and research as drivers of educational transformation, the paper focuses on the role of conceptual metaphor in supporting disciplinary understanding and knowledge construction in engineering education. Conceptual metaphors enable students to link linguistic expression with conceptual structures, facilitating the interpretation of organizational concepts characteristic of engineering. The central part of the paper analyses selected metaphorical models of organization, showing how organizational metaphors function as a framework for understanding organizational systems and processes. The analysis demonstrates that metaphorical models support both linguistic comprehension and disciplinary understanding by enabling students to approach complex phenomena through familiar conceptual patterns. The paper concludes that conceptual metaphor provides an effective framework connecting cognition, language, and disciplinary knowledge, contributing to conceptual development and the transformation of learning in ESP within contemporary engineering higher education.*

Key Words: conceptual metaphor, conceptualization of organization, disciplinary understanding, ESP, higher education

1. INTRODUCTION

Learning in technical and engineering fields requires not only acquiring specialized knowledge, but also making sense of complex information, recognizing how elements within systems are connected, and developing a deeper understanding that goes beyond superficial understanding. In such learning environments, approaches that help clarify concepts and support meaningful interpretation of specialized knowledge gain particular importance, especially in disciplines shaped by conceptual and organizational complexity.

In technology-driven higher education that is constantly evolving, emphasis is placed on the development of conceptual understanding, as well as on the acquisition of specialized terminology. In engineering and related disciplines, students are expected not only to learn the language of the field but also to understand complex systems, structures, and abstract relationships. Such knowledge extends beyond memorizing professional terminology. Within this context, language has a central role, functioning as a cognitive tool through which disciplinary knowledge is organized and understood. This role of language is particularly evident in English for Specific Purposes (ESP), where it serves as a primary means for expressing specialized knowledge.

The present study examines the role of conceptual metaphor in facilitating the understanding of complex concepts in ESP within engineering higher education. Rather than approaching metaphor as a stylistic device, the paper adopts a cognitive perspective [4]. Conceptual metaphor enables the mapping of familiar structures onto more complex domains, facilitating the interpretation of phenomena that are otherwise difficult to grasp [4]. In ESP contexts, this is especially important because students must establish meaningful connections between linguistic expressions and disciplinary phenomena. A central part of the paper is the analysis of metaphorical models of organization. These models are examined as cognitive and analytical frameworks that help explain organizational systems. From this perspective, metaphor functions as a bridge linking language with disciplinary knowledge and supports both linguistic comprehension and the development of professional understanding.

The aim of the paper is to demonstrate that conceptual metaphor provides an effective framework for understanding organizational concepts in ESP and for achieving deeper engagement with disciplinary knowledge in engineering education. By examining how metaphor supports conceptualization and understanding, this study contributes to a view of learning as an interaction between language, cognition, and professional knowledge. From this perspective, conceptual metaphor can be seen as a significant resource for supporting knowledge organization and enhancing understanding in engineering higher education.

From a research perspective, attention to conceptual metaphors is important because scientific knowledge is often communicated through conceptual models. Metaphorical frameworks help researchers formulate problems,

structure complex phenomena, and make relationships within systems visible. Awareness of such models improves the precision of academic expression. In this sense, understanding metaphor is not only a linguistic skill but also a component of methodological and analytical competence. Therefore, developing sensitivity to conceptual metaphors enhances the ability to successfully participate in knowledge exchange within the scientific community.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

Cognitive linguistics observes language as a part of human cognition rather than an independent system. According to it, language reflects general principles of the human mind and serves as a means through which knowledge is structured and organized. Linguistic expressions are considered as symbolic units, consisting of form and meaning. Meaning corresponds to mental representations shaped by human perception [6]. Concepts emerge from interaction with the external world, and linguistic meaning represents reality which is interpreted through cognitive processes.

Two central orientations in cognitive linguistics are the search for generalizable principles of language and the cognitive perspective, which connects linguistic phenomena with broader knowledge about the human mind [4]. Categories formed through generalization have internal gradience and prototypical and peripheral members. From a cognitive standpoint, language reflects mechanisms of conceptual organization, which can also be noticed in other domains of human cognition. Conceptual metaphor theory introduces metaphor as a principal mechanism of thought, and not merely a stylistic characteristic [4]. Conceptual metaphors operate through mappings between domains and promote understanding of abstract concepts in terms of more concrete experiential concepts. In this sense, metaphor is as a cognitive instrument that enables the interpretation of complex domains. Conceptual metaphors exist at the level of thought and are manifested in a language through metaphorical expressions.

Conceptual metaphors map a structure from a concrete source domain onto a more abstract target domain [6]. During this process, certain aspects of the target domain are highlighted while others remain in the background. This mechanism can be illustrated by using the following metaphor: ARGUMENT IS WAR [4]. In this case, ARGUMENT represents the target domain, while WAR represents the source domain. Elements from the source domain—such as attack, defense, strategy, winning and losing—are mapped onto the target domain and they shape how argumentation is conceptualized and expressed (e.g., attack an argument, lose an argument, etc.). It is important to underline that metaphorical mapping transfers not only specific features but also a structure and internal logic [2].

Understanding metaphor as a cognitive mechanism offers a foundation for analyzing how complex domains are structured through metaphorical models. This perspective extends beyond everyday language and becomes particularly relevant in fields characterized by systemic complexity, including engineering and organizational studies. An application of this perspective can be found in organizational theory, where organizations are interpreted by using metaphorical models. Morgan states that metaphor provides a useful tool for understanding different dimensions of organizations, showing that organizations can be conceptualized using various metaphors [3]. Within these metaphors, metaphor is a framework that helps students to understand different theoretical views of organizations, as well as their particular features. This illustrates how conceptual metaphor is not only a cognitive mechanism, but also an analytical model for understanding complex systems.

Metaphors are important in ESP instruction for several reasons. Metaphoric competence is a part of communicative language ability and plays a key role in students' textual, illocutionary, sociolinguistic, and grammatical competence [5, p. 9]. Metaphors are present in everyday language and professional texts, and not merely in literary texts, which is why dealing with them is essential for developing effective communication skills. Second, metaphors underpin many common expressions and idioms and can aid students in understanding vocabulary better [5, p. 6]. According to previous research findings, teaching source domains of metaphors can deepen students' understanding of word meanings [1]. Third, metaphors are closely tied to understanding cultural references. Understanding them can help students become aware of cultural shades of meaning and extended meanings in the language they are learning [5, p. 9]. Next, metaphoric competence contributes to increased communicative effectiveness because it enables students to express complex ideas. It also helps them understand figurative language used by native speakers [5, p. 14].

Furthermore, metaphoric competence plays a role in compensation strategies, that is, techniques students use to overcome gaps in foreign language knowledge while communicating [5, p. 19]. Metaphors also encourage creative thinking, making students' communication more engaging. Moreover, metaphors facilitate learning grammar by relating them to familiar, concrete experiences. Additionally, metaphors are important for text organization, since they help structure arguments, point out transitions and summarize main ideas [5, p. 15]. By integrating metaphors into ESP instruction, teachers can improve students' ability to understand and use figurative language, which enhances their general communicative ability.

3. METAPHORS FOR ORGANIZATION

In *Images of Organization*, Morgan explains how metaphors influence the way people understand, analyze, and manage organizations [3]. There are different views on organizations, depending on the metaphor chosen to describe them. While there is not one metaphor that can fully explain organizations, each of the mentioned metaphors

emphasizes certain characteristics and leaves the other ones in the background. By learning to see organizations through these images, students and managers can enrich their understanding of organizations. This does not only affect understanding, but also the way people manage organizations, make decisions, and solve problems.

Morgan describes several main metaphors of organization. Each one gives a different perspective on organization and its characteristics [3]. While there are sub-models that can be created from these main metaphors, Morgan's framework is based on these central metaphors. Following conceptual metaphor theory, Morgan's metaphorical images are reformulated in Lakoffian terms as: ORGANIZATION IS A MACHINE, ORGANIZATION IS AN ORGANISM, ORGANIZATION IS A BRAIN, ORGANIZATION IS A CULTURE, ORGANIZATION IS A POLITICAL SYSTEM, ORGANIZATION IS A PSYCHIC PRISON, ORGANIZATION IS FLUX AND TRANSFORMATION, and ORGANIZATION IS AN INSTRUMENT OF DOMINATION (Table 1).

Table 1 – Metaphorical models of organization (based on Morgan, 2006)

Metaphor	How the organization is understood	Key features	Highlighted aspects
ORGANIZATION IS A MACHINE	A mechanistic system designed for order and efficiency	Standardization, hierarchy, control, predictability, formalization	Efficiency, coordination, stability
ORGANIZATION IS AN ORGANISM	A living, adaptive system interacting with its environment	Adaptation, survival, environmental fit	Change, flexibility, environment
ORGANIZATION IS A BRAIN	A learning and information-processing system	Feedback, learning, knowledge processing	Learning, intelligence, innovation
ORGANIZATION IS A CULTURE	A system of shared meanings and values	Symbols, beliefs, shared understanding	Identity, meaning, shared values
ORGANIZATION IS A POLITICAL SYSTEM	A system of competing interests and power relations	Conflict, negotiation, coalitions	Decision-making, power, interests
ORGANIZATION IS A PSYCHIC PRISON	A system shaped by unconscious processes and patterns	Unconscious control, routines, cognitive limits	Hidden constraints, psychological influence
ORGANIZATION IS FLUX AND TRANSFORMATION	A dynamic, evolving entity	Change, self-renewal, transformation	Dynamics, evolution
ORGANIZATION IS AN INSTRUMENT OF DOMINATION	A structure of control, inequality, and exploitation	Domination, asymmetry, control, exploitation	Inequality, control, domination

The metaphor ORGANIZATION IS A MACHINE presents the organization as a structured, rational system designed to achieve efficiency, order, and control. Within this perspective, organizations are understood as being composed of clearly defined parts. Each part has a function within a whole. Emphasis is placed on hierarchy, standardization, formal rules, and operational efficiency. Such a view reflects management theories, where planning and control ensure efficiency. This metaphor highlights the importance of coordination and system control, but at the same time tends to place flexibility and creativity in the background.

The metaphor ORGANIZATION IS AN ORGANISM shifts the focus to adaptation. The organization is viewed as a living system that interacts with its environment and fights to survive. The main idea is that organizations must adapt to changing conditions in order to stay competitive. Concepts such as growth, development, environmental fit, and contingency are central. Unlike the mechanistic view, this perspective emphasizes flexibility and responsiveness. It shows how organizations evolve in response to external pressures.

The metaphor ORGANIZATION IS A BRAIN conceptualizes the organization as a system that processes information and learns. Within this framework, organizations are seen as capable of learning and adapting through feedback. Ideas from cybernetics and systems theory play an important role. Emphasis is placed on knowledge processing, communication, and learning. This metaphor highlights the role of intelligence and learning in managing organizations.

The metaphor ORGANIZATION IS A CULTURE focuses on shared meanings and values that shape organizations. Organizations are understood as socially constructed systems where beliefs and narratives influence behavior. This perspective highlights identity and the role of meaning in shaping organizational practices. It gives less attention to technical aspects of organization.

The metaphor ORGANIZATION IS A POLITICAL SYSTEM presents organizations as places of power and competing interests. Decisions are viewed as outcomes of negotiation, coalitions, and conflicts among separate groups. Power, influence, and strategic behavior are central concepts. This perspective emphasizes the distribution of power within organizations, while underestimating cooperation and shared goals.

The metaphor ORGANIZATION IS A PSYCHIC PRISON emphasizes the role of unconscious processes in shaping organizational behavior. Organizations may become trapped in routines and ways of thinking that limit change. This perspective highlights hidden constraints and psychological influences. It may be less directly applicable to structural aspects of organization.

The metaphor ORGANIZATION IS FLUX AND TRANSFORMATION views organizations as dynamic and continuously evolving processes. Change, self-renewal, and transformation are central concepts. Organizations are understood as complex systems shaped by ongoing interactions and transformation. This metaphor highlights movement and process and offers a view of organization as an evolving phenomenon. It provides less emphasis on stability and control.

Finally, the metaphor ORGANIZATION IS AN INSTRUMENT OF DOMINATION focuses on power, inequality, and control. Organizations are seen as systems that may strengthen asymmetry, exploitation, and domination. This perspective draws attention to issues of control and hierarchy. It gives less attention to cooperative and constructive aspects of organization.

Taken together, these metaphors demonstrate that organizational reality can be interpreted through multiple conceptual perspectives, each revealing certain aspects while obscuring others. By applying different metaphorical models, it becomes possible to develop a more comprehensive understanding of organizations. The variety of perspectives illustrates how metaphor functions not only as a linguistic phenomenon, but also as a cognitive and analytical framework for interpreting complex systems.

4. CONCLUSION

The present study has examined conceptual metaphors as a cognitive framework for understanding complex concepts in ESP within engineering higher education, with particular focus on the conceptualization of organization. The analysis has shown that metaphor is not merely a linguistic device, but a mechanism of thought that links language, cognition, and disciplinary knowledge. Through mappings between familiar and abstract domains, conceptual metaphor supports the interpretation of complex organizational phenomena and facilitates deeper conceptual understanding.

The discussion of metaphorical models of organization has demonstrated that different metaphors highlight different dimensions of organizational reality, which together provide a more comprehensive perspective. From an educational point of view, integrating conceptual metaphor into ESP instruction supports both communicative and disciplinary competence by facilitating interpretation, structuring knowledge, and enhancing analytical understanding. Conceptual metaphor can therefore be viewed as a valuable resource for supporting understanding and communication in contemporary engineering higher education.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research has been supported by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation (Contract No. 451-03-34/2026-03/200156) and the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad through project "Scientific and Artistic Research Work of Researchers in Teaching and Associate Positions at the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad 2026" (No. 01-3609/1).

The authors would like to express their gratitude for the support received within the project of the Department of Fundamental Disciplines in Engineering at the Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, entitled "Artificial Intelligence and Its Application Possibilities in Improving the Teaching Process in Fundamental Disciplines."

5. REFERENCES

[1] Frank Boers, *Metaphor Awareness and Vocabulary Retention*, Applied Linguistics, Vol. 21, No. 4, December 2000, pp. 553–571.
[2] Friedrich Ungerer, Hans-Jörg Schmid, *An Introduction to Cognitive Linguistics*, 2nd edition, Pearson Longman, Harlow, 2006.
[3] Gareth Morgan, *Images of Organization*, Sage Publications, London, 2006.
[4] George Lakoff, Mark Johnson, *Metaphors We Live By*, University of Chicago Press, Chicago, 2003.
[5] Jeannette Littlemore, Graham Low, *Metaphoric Competence, Second Language Learning and Communicative Language Ability*, Applied Linguistics, Vol. 27, No. 2, 2006, pp. 268–294.
[6] Vyvyan Evans, Melanie Green, *Cognitive Linguistics: An Introduction*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 2006.

GEMINI IN ACTION. ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTING THE OFFICE WORK

Janos Santa
Metropolitan Univesity Belgrade, Serbia
Imerys Kiln Furniture Szeged, Hungary
janos.santa@imerys.com

Abstract: *Artificial Intelligence (AI) is present in our everyday life and professional life as well. Can we assign to AI complex professional tasks and rely on answers? Can managers promote usage of Artificial Intelligence in office work? This current paper is searching for answer for these questions. We used for our analyse the Artificial Intelligence developed by Google, the Gemini. We tested the support of Gemini in writing emails, translating emails into different languages. We also tested Gemini in managing tasks, creating google calendar entries or tasks. We investigated some legal aspects also, support in writing a legal action against a Decision of a Hungarian Authority or asked support in accessing Government Incentives in some energy projects. Last but not least we uploaded 2 excel files and asked Gemini to combine the files, recalculate the columns using combination of information in both files. All these tests were highly successful, however in using AI for legal advices needs to be considered very carefully.*

Key Words: artificial intelligence, automatization, prompts, generative AI

1. INTRODUCTION

Testing the answers and knowledge of the Artificial Intelligence is a continuous task which professionals should not forget about. Hallucination is a risk connected to the answers generated by Artificial Intelligence. This mean Artificial Intelligence sometimes is filling the gap in the information found during web search with artificially generated information. If this artificially generated information is critical in formulating the answer, depends on the complexity of the topic. The risk connected to hallucination of the artificial intelligence and using wrong information in the decision process is increasing with the complexity of the topic. Managers of different organizations need to have high level of confidence in result generated by Artificial Intelligence in recommending usage

We tested the Gemini support connected tothe google workspace, google drive and all the related application, including gmail and google calendar. In general, most of the tests were succesfull or highly successful. Gemini created emails, summarized series of emails and created google calendar entries. In the same time Gemini scanned the ggogle drive for internal policies connected to a certain topic or searched the web for different legal advices.. We tested Gemini also in data processing, asking to generate data for us using more than one excel files.

We will present in the next sections the result of the tests one by one..

2. EMAIL PERFORMANCE WITH GEMINI

One of the most developed and perfectly working part of Gemini is the support in communication especially in writing emails. There are several predefined prompts which are coming to bring solution to most common email writing tasks.

Help me write is a prompt which instructs Gemini to propose an complete new email based on the infromation provided by the user. The Quality of the content and the language of the email depends on the instruction given by the user. The Help me write prompt is as effective for replies to existing emails as writing totally new emails. Instuction can include analyses and assure consistency of data to the previous emails. This saves a lot of time analyzing connections to long list of emails.

Writing a professional email offen requires proof reading or formalization. At the bottom of the email window the »Help me Write« button is available with several option offering possibility to polish , elaborate , shorten or to rewrite the complete email. Gemini can shorten or enlarge the text, make it more formal or informal depending on the circumstances. The key benefits of using Gemini in email conversation are beside time savings, quality in communications, security and tracebiity.

First day after holiday is not any more a nightmare. Gemini offers active assistance with option to summarize the key topics from one email or series of emails received during the vacation period. Gemini can execute precise questions placed in the chat dialog: Based on one or more emails Gemini can propose action list or propose tasks to be registered in the Google workspace. Creation of task from an email is as simply as dragging the email in the Gemini chat dialog and asking Gemini to search for tasks .

Searching email with a certain topic or information can be a nightmare. Fortunately Gemini can also support with similar task . Support in finding email reservations or answers from certain partners can take with Gemini only

a few seconds.irst picture from bellow

Without Gemini significant unproductive time can be spent for searching a document. It should exist but not precise information is available about the exact location. After connecting Gemini to Google workspace, it can support in searching the folders and reduce into seconds the time of finding a file which was saved long ago and completely forgotten.

How to use Gemini for improving productivity in office ? When reading an email and after recognizing that there is a follow up needed , there is an icon at the top which by clicking on it automatically generates and prefilled action list. The only missing information is to add the due date. In case inside a complex email there are several tasks to be preformed, simply asking Gemini to review and create a list of actions. The easiest way is to simply drag the complete email into Gemini section and with a short prompt asking to analyse it[1-5].

3. OTHER GOOGLE COMMUNICATION TOOLS OPTIMIZED WITH GEMINI

Beside the formal and structured communication sent by emails, in every day life google chat is a fast and informal way to exchange information. In communication through google chat Gemini can be a great support also. Imagine a long list of chats where you need to find an information shared some time ago. By asking Gemini the searching task can be reduced to some seconds. There could be several actions discussed during a period of time . Gemini can help by summarizing these task and generating google tasks.

Managing projects can be difficult when information are scattered on different platforms, emails, chats or shared drives. Google space is an effective tool in project management by centralizing key information connected to a project. The main benefit are structuring the discussion, centralizing documentary resources and managing and tracking your action plan. Of corse, Gemini is also available in supporting further optimization of google space analyzing discussions or share of task is performed in some seconds.

In line with the modern communication, you need to include often picture expressing yur ideas. If you need to find a picture to express the best an emotion releated to a topic or simply show the efficiency of your ideas, the easiest way is to ask for support of Gemini. We asked Gemini to create us an image expressing how efficiently can support Gemini the email writing, The result you can find in the first picture [6-7].



Picture 1. Support in boosting email efficiency

4. GEMINI IN SUPPORT OF SEARCHING FOR INFORMATION

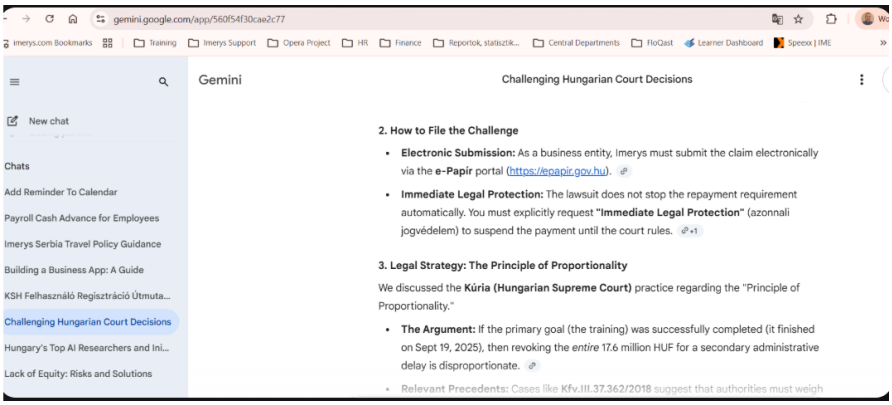
Artificial intelligence is the most commonly used for searching information on internet. Gemini can support also in finding useful information and summarizing them to make it easy and fast to be processed.

One of the most frequent question we placed to Gemini was in connection to usage of widely known Entreprise resource system SAP S/4HANA. Each of our specific question asking the right SAP process of handling financial documents were precisely answered with refference to the SAP support portal.

We asked Gemini also to support in finding information about a specific state incentive project called „Jedlik Anyos" available in Hungary for energy projects. In some minuted Gemini described the whole project and the steps and conditions to access it. Precise and correct answeres were received also when additional information were asked about availability of funds for multinational companyies or specific condition for companies generating losses.

Another specific complex task where Gemini offered excellant and detailed support was in relation to a penalty calculated by the Finance authorities. Gemini analyzed the documents which was basis of the penalty calculation and suggested that legal action can be started against the document. Gemini summarized also the key point whey legal actions is possible to have success in similar cases and offered a draft of the official complaint also. However when Gemini offered precise refference to legal text, it happened that the refference was not precise. When for the second

or third time Gemini tried to correct and find the correct reference, unfortunately without success. The overall complain process was very deeply analysed but precise legal refferences were incorrectly mentioned. As a productivity improving tools Gemini is without doubts is excellent performing, however it is still not at that level to completely replace a work of a lawyer. In oprder to avoid hallucination and incorrect references human supervision of proffessionals is strongéy recommended. Let us review togather the legal advice received from Gemini.



Picture 2. Challenging the Hungarian Authorities. Detailed process description from Gemini

We tested the support of Gemini in finding answers to specific corporate topics, internal documents or own works. Own works and central internal documents are saved in shared google drives and shared with the users. The first step is enabling Gemini to have access to the files which are accessible for the user.

The first test was asking support from Gemini in which corporate policies are the cash advances regulated. In some seconds Gemini split the question into 2 parts and suggested to check the travel poolicy for travel advances and payroll policy for payroll advances. The first reference to the travel policy was very precise and perfectly correct hwoever the second part prooved to be a hallucination, the payroll policy did not contain any reference to cash advances. After suggesting to Gemini that the corporate payroll policy did not include reference to the cash advances, Gemini appologized and suggested correctly that the second right corporate policy is the internal control manual. We consider the result of searching the information in internal corporate policies were highly efficient and even with the time correcting the partially correct information, Gemini contributed to significant time savings in finding the applicable internal policy. This is the huge progress in support of learning the internal policies and improvinng the quality of local procedures[8-10].

5. GEMINI FINDING AND DEBRIEFING LOCAL DOCUMENTS

Productivity in office work is strongly dependent on the capacity of the user to create a well structured own document management system. A well organized user has created a well structured own folder system, with easy to find file naming habbits. Later, the time spent for organized file structure returns in time saved for searching different files.

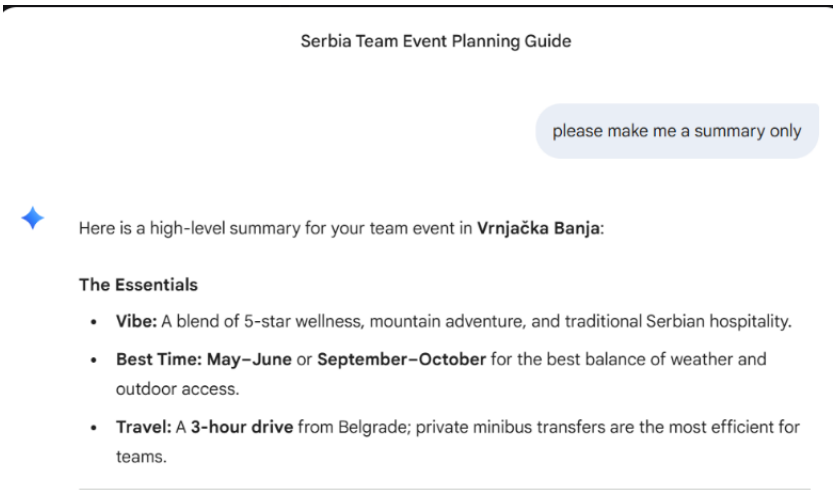
Support of Gemini in finding documents is highly appreciated especially by those who did not put much effort in creating a structured own document archive. Creation of precise prompts is the key of the success in finding easily a local document. In most of the cases the search is taking only few seconds and the efficiency of the searching engine of Gemini is significantly higher compared to any other file searching options, even by searching engine offered by Microsoft Windows.

Another way of improving productivity to ask Gemini in summarizing central policies, descriptions or official documents. Finding the corporate policy connected to a certain topic especially for a beginner employee could be a challenge. In most of the cases new employees are searching for information on different policies and regulations even after several hours spend for training. Frequently the new comers are asking experienced colleagues to guide through huge training materials or complex policies. Searching becomes with Gemini an easy and fast process reducing complexity for both beginners and experienced colleagues.. In few second Gemini can find the training document related to a certain topic. Gemini additionally offeres a perfect summary of any document, structured in an easily readable way to be able to read and understand in short time. Each summary is created in a perfect way, there are no hallucinations nor misunderstandings.

6. GEMINI IN SUPPORT OF ORGANIZING EVENTS

Organization of meetings or team events could be also time consuming. Managers could spend hours with communication on certain topics. In case of higher complexity the risk of skipping certain details is creating a high level of stress for managers. Artificial intelligence is coming in support of managers and taking over the stressfull

organization. Gemini is supporting managers in organizing events , starting from planning the event till executing and follow up. In the example from bellow we show how easy is to create with some sentences of prompts a whole step by step event planning. In our test we asked Gemini to support us in organizing a team event in Vrncka Banjam Serbia. The long list of acction and advices were containing too much information. After instructing Gemini to make a short summary we were able to create a picture as an illustration of our test.



Picture 3. Short summary of a long process description offered by Gemini

7. SUPPORT OF GEMINI IN DATA ANALYSES

Financial data is most commonly analysed using Microsoft Excel or in some cases Microsoft Power BI. The data source can be various entraprise resource systems, shared drives or files received through communication channels.The disadvantage of working with Excel is that in each complex analyse we need to replace the connection between different data sources. In case of a small mistake we can spend hours to find the errors. Even with Power BI users needs to have knowledge to create the data structure and connect different data sources. Power BI offers already a high level of flexibility and adaptability in frequently changing environment. However the most flexible adaptability in connecting different data sources is done with Gemini through creation of the connection simply by using prompts. In our test we downloaded the sales of amonth of a company from Hungary. The reason of the analyse is to calculate the impact of an system error through which wrong exchange rates were introduced in SAP. We downloaded from the internet site of the Hungarian National Bank all the currency rates from the specific month [11-13].

After uploading the 2 files to Gemini we instructed Gemini inside the prompts to calculate the value of the sales in local currency using the column of the value in foreign currency multiplied with the correct currency from the different file. The final result we asked to be included at the end of the Sales file. In some second Gemini recalculated the sales in local currency for the full month. Additional questions asking the date on which the currencies were wrong or asking the total monthly impact of the differences were also answered in some seconds

The success of testing connection of different files through prompts and generation of new information based on data extracted from different files also through instruction shared with Gemini through common language it is a revolutionary way of including the support of Artificial Intelligence in the every day work of controllers , managers or anybody who has a daily task of creating reports or data analytics.The time used by Artificial Intelligence is uncomparable by the time used by humans. Complex data analytics tools in the future could be replaced by standard prompts described in common language , saved in the chat box of the Artificial Intelligence. Gemini offers through prompts a flexible and easy way to connect different data sources without involving IT knowledge. [14-29].

8. CONCLUSIONS

We succesfully manage to ask and receive support from Artificial Intelligence created by the company Google, called Gemini in the daily office task such as writing and answering emails, creating tasks, searching answers and information for specific professional topics, searching for documents or data analysing. The result of using Artificial Intelligence was amazingly succesfull, the time savings and the quality of the answer was far above what a human could produce. In some specific questions like finding a legal reference the answer received from the Artificial Intelligence was not precise. Even after several repetition, Artificial Intelligence still provided incorrect legal reference to a specific legal problem. Beside this specific legal inconsistency the information received from the Artificial Intelligence had high quality and very usefull.

We strongly recommend including every employee who has some kind of office task in a training about

improving productivity by using Artificial Intelligence.Google and Gemini offeres a complex package of services connected to each other. We did not cover other service providers, but most probably the results are similar. Even if the quality of the result is amazing by Gemini and the data quality provided by Artificial Intelligence is in general high, we still recommend to use human intelligence to validate the information received from Artificial Intelligence. The conclusion is that we advice managers to encourage using Gemini in supporting Office work but not without any automatic processing. Human validation still need to stay at end of the process and check if the data and asnwer make sense. Artificial intelligence, neither Gemini or Google, cannot be blamed for errors produced by improper data or lack of human validation.

9. REFERENCES

[1] Ugljesa Marjanovic, Gyula Mester and Bojana Milic Marjanovic*, Assessing the Success of Artificial Intelligence Tools:* an Evaluation of ChatGPT Using the Information System Success Model, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 266-275, DOI: 10.7906/indecs.22.3.3, 2024.

[2] César Bautista, Gyula Mester*, Internet of Things in Self-Driving Cars Environment,* Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 21, Issue 2, pp. 188-198, DOI: 10.7906/indecs.21.2.8, ISSN 1334-4684, 2023.

[3] Dalma Zilahy, Gyula Mester*, Managing Negative Emotions Caused by Self-Driving,* Interdisciplinary Description of Complex Systems*,* Indecs, Vol. 21, Issue 4, pp. 351-355, DOI: 10.7906/indecs.21.4.4, 2023.

[4] Jelena Pisarov, Gyula Mester*, Self-Driving Robotic Cars: Cyber Security Developments, Research Anthology on Cross-Disciplinary Designs and Applications of Automation,* IGI Global, pp. 969-1001, 2022.

[5] Gyula Mester, César Bautista*, Automotive Digital Perception,* Review of the National Center for Digitization*,* ISSN:1820-0109, Issue: 39, pp. 90-95, 2021.

[6] Jelena Pisarov, Gyula Mester*, Rang lista fizičara Srbije,* Proceedings of the XXVI Skup Trendovi razvoja: Inovacije u modernom obrazovanju, TREND 2020, Kopaonik, Serbia, pp. 559-562, 2020.02.16..

[7] Attila Nemes, Gyula Mester, Tibor Mester, *A Soft Computing Method for Efficient Modelling of Smart Cities Noise Pollution,* Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 16, No. 3-A, pp. 302-312, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/ indecs.16.3.1, Croatian Interdisciplinary Society, 2018.

[8] Gyula Mester*, Design of the Fuzzy Control Systems Based on Genetic Algorithm for Intelligent Robots,* Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 12, Issue 3, pp. 245-254, 2014.

[9] Gyula Mester*, Új tudományos eredmények mérése,* XXX Kandó Conference, Budapest, Hungary, pp. 1-10, ISBN 978-615-5460-24-1, 2014.11.20.

[10] Google workspace learning center, https://support.google.com/a/users/answer/14514640?sjid=9659738312140079773-EU

[11] Gemini Training for Productivity without limits https://hackceleration.com/gemini-training/

[12] Janos Santa*, Artificial Intelligence Applied in Enterprise Resource Planning*, Interdisciplinary Description of Complex Systems: Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 360-363, DOI: 10.7906/indecs.22.3.11, ISSN 1334-4684, 2024

[13] *Learn Essential AI Skills*, https://ai.google/learn-ai-skills/

[14] *Google Gemini at Work* https://cloud.google.com/ai/gemini-for-work

[15] *Gemini AI for* Office https://marketplace.microsoft.com/en-us/product/office/wa200009707?tab=overview

[16] Imran, M., Almusharraf, N. Google Gemini as a next generation AI educational tool: a review of emerging educational technology. *Smart Learn. Environ.* **11**, 22 (2024). https://doi.org/10.1186/s40561-024-00310-z

[18] Janos Santa, *Analyses of Investment Projects Efficiency Using Artificial Intelligence*, XXXI skup TRENDOVI RAZVOJA, Zbornik radova, pp. 302-305 Vrnjacka Banja, Serbia, 3-5.12.2025.

[19] Janos Santa, *World Ranking of Citation Indexing Researchers*, Research Gate, pp. 1-4, 2025.

[20] Janos Santa, World Ranking of Citation Indexing Researchers, J Santa, Research Gate, 1-4, 2025

[21] Janos Santa, Magyarországi egyetemek a Times Higher Education egyetemi világranglistán, Research Gate, pp. 1-7, 2025.

[22] Jelena L. Pisarov, Gyula Mester, *The Use of Autonomous Vehicles in Transportation*, Tehnika, Vol. 76, Issue 2, pp. 171-177, ISSN 0040-2176, DOI: 10.5937/tehnika2102171P, 2021.

[23] Pisarov Jelena, Mester Gyula, *The Impact of 5G Technology on Life in the 21st Century*, Transactions on Advanced Research, IPSI, Vol. 16, No. 2, pp. 11-14, ISSN 1820-4511, July 2020.

[24] Attila Albini, Gyula Mester and László B. Iantovics, *Unified Aspect Search Algorithm*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Zagreb, Croatien Interdisciplinary Society, Indecs, Vol. 17, No. 1-A, pp. 20-25, ISSN 1334-4676, DOI: 10.7906/indecs.17.1.4, 2019.

[25] Janos Simon, Gyula Mester, Critical Overview of the Cloud-Based Internet of Things Pilot Platforms for Smart Cities, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Zagreb, ISBN:1334-4676, ISSN:1334-4684, DOI: 10.7906 /indecs.16.3.12, Vol. 16, No. 3-A, pp. 397-407, 2018.

[26] Q. Z. Yang, D. Domazet,Y. Z. Zhao, *Development of a STEP-based Information Server for Concurrent Engineering Applications*, Advances in Concurrent Engineering - CE97, Edited by: Subra Ganesan, Series Editor: Beren Prasad, presented at Fourth ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications, Okland University, Rochester, Michigan, USA, Technomatic Publishing Co., pp. 255-262,

August 20-22, 1997.

[27] D. Domazet, Q. Z. Yang, Y. Z. Zhao, PIKS: Product Information and Knowledge Servers for Concurrent Engineering Environments, Proceedings of the 4th International Conference on Computer Integrated Manufacturing, Volume 2, Editors: A. Sen, A.I. Sivakumar, R. Gay, Springer Singapore, pp.1071-1080, 21-24 October 1997.

[28] D. Domazet, Lim S. S., Active STEP-Based Product Database Servers for Concurrent Engineering Environments, International Journal "Production Engineering and Computers", **2**, 1, 1998.

[29] Domazet D., Miao C.Y., Chee F.Y.C, Kong P.H.H., Goh A.*, An Infrastructure for Inter-Organizationa Collaborative Product Development*, Proceeding of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences - 2000, Order Number PR00493, IEEE Computer Society

JAZ IZMEĐU ISTRAŽIVANJA I TRŽIŠTA U EDTECH-U: ANALIZA BARIJERA I MODELI KOMERCIJALZACIJE

Igor Graić[1], Sebastian Sschwaebe[2], Jelena Petrović[3], Milena Savković[4] Bojana Savić[5]

[1,3,4,5]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*

[2] *Blinc company, Germany*

[1]igraic@uns.ac.rs, [2]sschwaebe@blinc-eu.org, [3]curcicj@uns.ac.rs, [4]milena.savkovic@uns.ac.rs, [5]bojana.savic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Akademska istraživanja u oblasti obrazovnih tehnologija (EdTech) retko perlaze u komercijalno održive proizvode, uprkos značajnom potencijalu za unapređenje obrazovnog sistema. Ovaj rad analizira ključne barijere koje sprečavaju transfer tehnologije iz akademskog u komercijalni kontekst i predlaže konkretne modele saradnje između univerziteta i privrede. Identifikovane su četiri primarne kategorije barijera: finansijske (nedostatak rizičnog kapitala i neizvesnost poslovnih modela), institucionalne (nekompatibilni akademski podsticaji i slaba podrška kancelarija za transfer tehnologije), tehnološke (prototipi nisu spremni za produkciju i skaliranje) i pedagoške (nedovoljna usklađenost sa učioničkim praksama). Kao rešenja, rad predlaže uspostavljanje inkubatora i co-design centara koji uključuju nastavnike i preduzetnike, jačanje kapaciteta TTO jedinica, fazno finansiranje spin-out kompanija, te reformu akademskih podsticaja kako bi se vrednovao translacijski rad. Implementacija ovih modela može značajno poboljšati stopu komercijalizacije EdTech inovacija i doprineti jačanju veze između univerziteta i privrede, što je u skladu sa strateškim ciljevima internacionalizacije i privredne saradnje.*

Ključne reči: **EdTech, komercijalizacija, transfer tehnologije, univerzitetsko-privredna saradnja, inovacije u obrazovanju**

THE RESEARCH-MARKET GAP IN EDTECH: BARRIERS ANALYSIS AND COMMERCIALIZATION MODELS

Abstract: *Academic research in the field of educational technologies (EdTech) rarely translates into commercially viable products, despite its significant potential to improve educational systems. This paper analyzes the key barriers that hinder technology transfer from academia to the commercial context and proposes concrete collaboration models between universities and industry. Four primary categories of barriers are identified: financial (lack of venture capital and uncertainty of business models), institutional (misaligned academic incentives and limited support from technology transfer offices), technological (prototypes not ready for production and scaling), and pedagogical (insufficient alignment with classroom practices). As potential solutions, the paper proposes the establishment of incubators and co-design centers involving educators and entrepreneurs, strengthening the capacities of technology transfer offices, phased funding of spin-out companies, and reforming academic incentive structures to recognize translational work. The implementation of these models may significantly improve the commercialization rate of EdTech innovations and strengthen university-industry linkages, in line with strategic goals of internationalization and economic collaboration.*

Key Words: EdTech, commercialization, technology transfer, university-industry collaboration, innovation in education

1. UVOD

Obrazovne tehnologije (EdTech) predstavljaju dinamičan sektor koji obećava transformaciju načina učenja i podučavanja kroz primenu digitalnih alata, veštačke inteligencije, adaptivnih sistema i drugih inovativnih rešenja. Univerziteti širom sveta proizvode značajan obim istraživanja u ovoj oblasti, razvijajući napredne prototipe i teorijske okvire koji demonstriraju potencijal za unapređenje obrazovnih ishoda. Međutim, uprkos ovom bogatom istraživačkom outputu, samo mali procenat akademskih EdTech projekata uspeva da pređe put od laboratorije do tržišta i postane komercijalno održiv proizvod koji se koristi u realnim obrazovnim okruženjima.

Ovaj fenomen, poznat kao „jaz između istraživanja i tržišta" ili „valley of death" u transferu tehnologije, predstavlja značajn problem kako za akademsku zajednicu, tako i za privredu i društvo u celini. Dok istraživači poseduju duboko znanje i inovativne ideje, oni često nemaju resurse, veštine ili institucionalne podsticaje poterbne za komercijalizaciju. Sa druge strane, privredni sektor traži rešenja koja su tehnološki zrela, pedagoški validirana i ekonomski održiva, što često nije slučaj sa akademskim prototipima.

U kontekstu TREND 2026 konferencije, ovaj rad ima za cilj da sistematski analizira barijere koje sprečavaju uspešan transfer EdTech inovacija iz akademskog u komercijalni kontekst i da predloži konkretne modele saradnje

koji mogu premostiti ovaj jaz. Razumevanje ovih barijera i implementacija efikasnih modela komercijalizacije ključni su za jačanje veze između univerziteta i privrede, što može doprineti ekonomkom razvoju, povećanju konkurentnosti obrazovnog sistema i boljoj pripremi studenata za tržište rada.

Rad se zasniva na analizi identifikovanih barijera i modela iz dostupne literature i prakse, sa fokusom na primenjiva rešenja koja mogu biti implementirana u kontekstu srpskih i regionalnih univerziteta. Struktura rada obuhvata detaljnu analizu barijera (finansijskih, institucionalnih, tehnoloških, pedagoških i etičkih), pregled uloge univerziteta u prevazilaženju jaza, predlog konkrentih modela saradnje i praktične korake za implementaciju.

2. ANALIZA BARIJERA U KOMERCIJALIZACIJI EDTECH ISTRAŽIVANJA

Komercijalizacija akademskih EdTech istraživanja suočava se sa višedimenzionalnim barijerama koje deluju na različitim novima - od individualnih istraživača do institucionalnih struktura i šireg tržišnog okruženja. Razumevanje prirode i međusobne povezanosti ovih barijera prvi je korak ka razvoju efikasnih strategija za njihovo prevazilaženje.

2.1. FINANSIJSKE BARIJERE

Finansijske barijere predstavljaju jedan od najznačajnijih faktora koji sprečavaju perlazak EdTech istraživanja u komercijalne proizvode. Akademska istraživanja obično se finansiraju kroz grantove koji pokrivaju razvoj prototipa i inicijalnu validaciju koncepta, ali retko obezbeđuju sredstva potrebna za sledeće faze komercijalizacije [1,2,3]. Ključni finansijski problemi uključuju:

- Nedostatak rizičnog kapitala za rane pilote: Nakon što je prototip razvijen u laboratorijskim uslovima, potrebno je sprovesti pilotske projekte u realnim obrazovnim institucijama kako bi se testirala funkcionalnost, upotrebljivost i pedagoška efikasnost rešenja. Ovi piloti zahtevaju značajna finansijska sredstva za prilagođavanje tehnologije, obuku nastavnika, tehničku podršku i evaluaciju rezultata. Međutim, tradicionalni izvori akademskog finansiranja retko pokrivaju ove aktivnosti, dok komercijalni investitori percipiraju ovu fazu kao prerizičnu jer proizvod još nije dokazao tržišnu održivost [1,3].
- Neizvesnost održivog prihoda i poslovnog modela: EdTech tržište karakteriše složenost poslovnih modela zbog specifičnosti obrazovnog sektora. Potencijalni kupci (škole, univerziteti, ministarstva) često imaju ograničene budžete, duge cikluse donošenja odluka i specifične regulatorne zahteve. Ova neizvesnost čini teško privlačenje investitora koji traže jasne projekcije prihoda i povrata na investiciju. Dodatno, akademski istraživači često nemaju iskustvo u razvoju poslovnih modela, što dodatno povećava finansijski rizik [2,3].
- Dugoročna priroda investicija: Za razliku od nekih drugih tehnoloških sektora gde se proizvodi mogu brzo lansirati i skalirati, EdTech rešenja zahtevaju dugotrajan proces validacije, prilagođavanja različitim obrazovnim kontekstima i postepenog usvajanja od strane nastavnika i institucija. Ova dugoročna priroda investicija odvraća mnoge investitore koji preferiraju brže povrate [1].

2.2. INSTITUCIONALNE BARIJERE

Institucionalne barijere proizilaze iz načina na koji su univerziteti organizovani i kako vrednuju rad svojih istraživača. Tradicionalni akademski sistem nagrađuje publikacije u renomiranim časopisima, citiranost i dobijanje istraživačkih grantova, dok aktivnosti vezane za komercijalizaciju - kao što su razvoj proizvoda, pregovaranje sa partnerima iz privrede ili osnivanje spin-out kompanija - često nisu priznate ili vrednovane u procesu napredovanja i sticanja akademskih zvanja [2,4,5].

- Nekompatibilni akademski podsticaji: Istraživači koji žele da komercijalizuju svoje rezultate suočavaju se sa dilemom: vreme i energija uloženi u razvoj proizvoda i saradnju sa privredom odvlače ih od aktivnosti koje su ključne za njihovu akademsku karijeru. Ova neusklađenost podsticaja stvara institucionalni otpor prema komercijalizaciji i obeshrabruje istraživače da se angažuju u transferu tehnologije [2,4].
- Slaba podrška kancelarija za transfer tehnologije (TTO): Mnogi univerziteti, posebno u regionu, nemaju dobro razvijene TTO jedinice ili im nedostaju resursi, ekspertiza i strateški fokus potrebni za efikasnu podršku komercijalizaciji. Bez adekvatne podrške u oblasti intelektualne svojine, licenciranja, pregovaranja sa investitorima i osnivanja spin-out kompanija, istraživači se teško snalaze u kompleksnom procesu komercijalizacije [2,5].

Duge vremenske linije za primenu: Akademski ciklusi istraživanja, publikovanja i validacije često su nesinhronizovani sa dinamikom tržišta. Dok istraživači rade na usavršavanju teorijskih aspekata i publikovanju rezultata, tržišne prilike mogu nestati ili konkurencija može razviti slična rešenja. Ova vremenska neusklađenost dodatno otežava uspešan transfer tehnologije [2,4].

2.3. TEHNOLOŠKE BARIJERE

Akademski prototipi obično se razvijaju u kontrolisanim laboratorijskim uslovima sa fokusom na demonstraciju koncepta i validaciju istražiavčkih hipoteza. Međutim, prelazak sa prototipa na proizvod spreman za tržište zahteva značajne dodatne napore u oblasti inženjeringa, dizajna i kvaliteta softvera [2,4].

- Prototipi nisu proizvodno spremni: Akademski sistemi često su razvijeni sa minimalnim resursima, koriste eksperimentalne tehnologije ili su optimizovani za specifične istraživačke scenarije. Za komercijalno lansiranje, potrebno je rešiti pitanja kao što su robusnost sistema, sigurnost podataka, korisnička podrška i dokumentacija – aspekti koji obično nisu prioritet u istraživačkim projektima [2,4].
- Skalabilnost: Rešenje koje funkcioniše sa nekoliko desetina korisnika u pilot projektu može imati značajne tehničke probleme kada se skalira na hiljade ili desetine hiljada korisnika. Pitanja performansi, infrastrukture i troškova održavanja postaju kritična, a akademski timovi često nemaju resurse ili ekspertizu za rešavanje ovih izazova [2,4].
- Interoperabilnost: Obrazovne institucije koriste raznovrsne sisteme za upravljanje učenjem (LMS), studentske informacione sisteme i druge platforme. EdTech proizvod mora biti kompatibilan sa ovim postojećim sistemom, što zahteva dodatne razvojne napore i standardizaciju koje akademski projekti često ne predviđaju [4].

2.4. PEDAGOŠKE BARIJERE

Čak i tehnološki napredna i funkcionalna rešenja mogu propasti na tržištu ako ne odogovaraju realnim potrebama nastavnika i učenika ili ako nisu usklađena sa svakodnevnim učioničkim praksama [6,7].

- Proizvodi ne odgovaraju učioničkim praksama: Akademska istraživanja često se fokusiraju na idealne scenarije ili specifične pedagoške teorije, zanemarujući praktična ograničenja sa kojima se nastavnici suočavaju - ograničeno vreme, raznolikost učenika, tehnička infrastruktura škola i postojeći kurikulum. Proizvodi koji zahtevaju značajne promene u načinu rada nastavnika ili koji ne uzimaju u obzir realne uslove u učionicama imaju male šanse za usvajanje [6,7].
- Nedovoljna uključenost nastavnika u dizajn: Mnogi akademski projekti razvijaju se bez značajne participacije nastavnika i drugih krajnjih korisnika u procesu dizajna. Ova nedovoljna recipročna komunikacija između razvojinih timova i praktičara rezultira proizvodima koji ne rešavaju realne probleme ili koji su teški za korišćenje u svakodnevnoj praksi. Nastavnici, kao ključni korisnici EdTech rešenja, moraju biti uključeni od najranijih faza dizajna kako bi proizvod bio prihvatljiv i koristan [6,7].
- Otpor prema promenama: Obrazovni sektor je tradicionalno konzervativan i otporan prema promenama. Uvođenje novih tehnologija zahteva ne samo tehnički funkcionalan proizvod, već i strategije za upravljanje promenama, obuku nastavnika i demonstraciju jasne pedagoške vrednosti. Akademski projekti retko uključuju ove aspekte u svoje planove [7].

2.5. POLITIČKO-EKONOMSKE I ETIČKE BARIJERE

Pored praktičnih i tehničkih barijera, komercijalizacija EdTech istraživanja suočava se i sa širim političko-ekonomskim i etičkim pitanjima koja oblikuju tržište i utiču na prioritete istraživanja [8].

- Tržišne sile i komercijalni prioriteti: Postoji rizik da komercijalni motivi preusmere istraživanja od javnog dobra ka profitabilnim, ali ne nužno pedagoški najvrednijim rešenjima. Velika komercijalne kompanije mogu dominirati tržištem, što otežava ulazak akademskim spin-out kompanijama koje nemaju iste marketinške i distributivne resurse [8].
- Etička pitanja u AI-baziranom EdTech-u: Sa rastućom primenom veštačke inteligencije u obrazovanju, javljaju se pitanja privatnosti podataka učenika, algoritamske pristrasnosti, transparentnosti odlučivanja i uticaja na autonomiju nastavnika. Akademska istraživanja moraju balansirati inovaciju sa etičkim standardima i zaštitom javnog interesa, što može biti u suprotnosti sa komercijalnim imperativima brzog rasta i maksimizacije profita [8].

3. ULOGA UNIVERZITETA U PREVAZILAŽENJU JAZA

Univerziteti kao institucije koje proizvode istraživanja i obrazuju buduće stručnjake, imaju ključnu ulogu u prevazilaženju jaza između istraživanja i tržišta. Međutim, da bi efikasno doprineli komercijalizaciji EdTech inovacija, univerziteti moraju preispitati svoje interne strukture, podsticaje i strategije podrške transferu tehnologije.

- Reforma akademskih podsticaja: Jedan od najvažnijih koraka koje univerziteti mogu preduzeti jeste promena kriterijuma za napredovanje i vrednovanje istraživača kako bi se priznao i nagrađivao translacijski rad i uticaj istraživanja na praksu, pored tradicionalnih akademskih metrika kao što su publikacije i citiranost. Ovo može uključivati priznavanje aktivnosti kao što su razvoj komercijalnih proizvoda, osnivanje spin-out kompanija, patentiranje, saradnja sa privredom i angažovano istraživanje koje direktno doprinosi rešavanju društvenih problema [4,9].
  Reforma podsticaja smanjuje institucionalni otpor prema komercijalizaciji i omogućava istraživačima da posvete vreme i energiju aktivnostima transfera tehnologije bez straha da će to negativno uticati na njihovu akademsku karijeru. Ovo zahteva promene na nivou univerzitetskih politika, ali i na nivou nacionalnih sistema vrednovanja naučnog rada [4].
- Jačanje kapaciteta TTO jedinica: Kancelarije za transfer tehnologije (TTO) predstavljaju ključnu

infrastrukturu za podršku komercijalizaciji. Međutim, da bi bile efikasne, TTO jedinice moraju imati adekvatne resurse,stručno osoblje sa ekspertizom u oblasti intelektualne svojine, licenciranja, pregovaranja i poslovnog razvoja, kao i strateški fokus na prioritetne oblasti kao što je EdTech [2,5].
Univerziteti treba da investiraju u razvoj TTO kapaciteta kroz zapošljavanje stručnjaka, obuku postojećeg osoblja, uspostavljanje mreža sa investitorima i privrednim partnerima, te razvoj jasnih procedura i politika za komercijalizaciju. TTO jedinice treba da prate razvoj proizvoda od ranih faza, pomažu u identifikaciji tržišnih prilika, olakšavaju licenciranje i podržavaju osnivanje spin-out kompanija [2,5].

- Uspostavljanje translacijskih timova i laboratorija: Pored TTO jedinica, univerziteti mogu uspostaviti interdisciplinarne translacijske timove ili "research-to-product" laboratorije koje kombinuju straživače, dizajnere, inženjere i stručnjake za poslovni razvoj. Ovi timovi mogu raditi na transformaciji istraživačkih prototipa u proizvode spremne za tržište, pružajući tehničku, dizajnersku i poslovnu ekspertizu koja često nedostaje akademskim istraživačkim grupama [4].
  Translacijske strukture mogu skratiti put od istraživanja do tržišta, poboljšati kvalitet proizvoda i povećati šanse za uspešnu komercijalizaciju. One takođe mogu služiti kao mostovi između akademske i komercijalne kulture, olakšavajući komunikaciju i saradnju između različitih stejkholdera [9].
- Strategijsko pozicioniranje i fokusiranje: Univerziteti treba da razviju jasne strategije komercijalizacije koje identifikuj prioritetne oblasti (kao što je EdTech), definišu ciljeve, resurse i metrike uspeha. Umesto pokušaja da komercijalizuju sva istraživanja, strateški pristup fokusira se na projekte sa najvećim potencijalom za tržišni uticaj i društvenu korist, omogućavajući efikasniju alokaciju ograničenih resursa [2,5].

4. PREDLOŽENI MODELI SARADNJE I KOMERCIJALIZACIJE

Na osnovu analize barijera i uloge univerziteta, mogu se identifikovati konkretni modeli saradnje između akademije i privrede koji su se pokazali korisnim ili su preporučeni u literaturi za premošćavanje jaza između istraživanja i tržišta u EdTech sektoru.

4.1. INKUBATORI I CO-DESIGN CENTRI

Inkubatori i co-design centri predstavljaju strukturirana okruženja u kojima istraživači, nastavnici, dizajneri i preduzetnici mogu sarađivati na razvoju EdTech rešenja od najranijih faza. Ovi centri omogućavaju stalnu recipročnu translaciju između dizajna i prakse, što povećava verovatnoću da će konačni proizvod biti prihvatljiv i koristan u realnim obrazovnim okruženjima [6,7].

Ključne karakteristike:
- Participativni dizajn: Nastavnici i drugi krajnji korisnici aktivno učestvuju u procesu dizajna, obezbeđujući da rešenja odgovaraju realnim potrebama i praksama,
- Iterativni razvoj: Proizvodi se razvijaju kroz cikluse prototipiranja, testiranja u realnim uslovima i refiniranja na osnovu povratnih informacija,
- Multidisciplinarni timovi: Kombinacija istraživačke ekspertize, pedagoškog znanja, dizajnerskih veština i poslovne orijentacije i
- Podrška za preduzetništvo: Obuka, mentorstvo i pristup resursima potrebnim za osnivanje spin-out kompanija.

Inkubatori i co-design centri mogu biti organizovani kao deo univerziteta, u partnerstvu sa lokalnim obrazovnim institucijama ili kao nezavisne organizacije koje povezuju različite stejkholdere. Njihov uspeh zavisi od kontinuiranog finansiranja, posvećenosti svih partnera i jasnih mehanizama za deljenje intelektualne svojine i koristi okruženjima [6,7].

4.2. PARTNERSTVA IZMEĐU AKADEMIJE I INDUSTRIJE

Formalna partnerstva između iniverziteta i kompanija mogu značajno poboljšati usklađivanje istraživanja sa tržišnim potrebama i olakšati transfer tehnologije. Ova partnerstva treba da budu zasnovana na jasno definisanim ciljevima, podeli rizika i fleksibilnim aranžmanima oko intelektualne svojine [1,9].

Elementi uspešnih partnerstava:
- Zajednički definisani ciljevi: Partneri zajedno identifikuju istraživačke prioritete i tržišne prilike, obezbeđujući da istraživanja budu relevantna za komercijalizaciju,
- Podela rizika i resursa: Univerzitet doprinosi istraživačkom znanju i infrastrukturom, dok privredni partner obezbeđuje finansiranje, tržišnu ekspertizu i distributivne kanale,
- Fleksibilni IP aranžmani: Ugovori o intelektualnoj svojini treba da budu dovoljno fleksibilni da omoguće i akademsko publikovanje i komercijalnu eksploataciju, sa jasnim mehanizmima za licenciranje i deljenje prihoda i

- Dugoročna orijentacija: Uspešna partnerstva zahtevaju dugoročnu posvećenost i strpljenje, jer razvoj i komercijalizacija EdTech rešenja mogu trajati nekoliko godina.

Partnerstva mogu imati različite forme, od zajedničkih istraživačkih projekata i licenciranja tehnologije do osnivanja zajedničkih preduzeća ili spin-out kompanija u kojima obe strane imaju vlasničke udele [1,9].

4.3. TTO-VOĐENI SPIN-OUT MODELI SA FAZNIM FINANSIRANJEM

Spin-out kompanije, u kojima istraživači osnivaju nova preduzeća za komercijalizacij svojih istraživanja, predstavljaju jedan od najčešćih modela transfera tehnologije. Međutim, uspeh spin-out kompanija u EdTech sektoru zavisi od aktivne podrške TTO jedinica i pristupa faznom finansiranju koje prati različite faze razvoja proizvoda [2,5].

Faze razvoja i finansiranja:

- Proof of concept (dokaz koncepta): Inicijalno finansiranje za razvoj prototipa i preliminarnu validaciju. Može biti podržano univerzitetskim seed fondovima ili ranim grantovima,
- Pilot faza: Finansiranje za sprovođenje prilot projekta u realnim obrazovnim institucijama, prikupljanje podataka o efikasnosti i upotrebljivosti, i iterativno poboljšanje proizvoda. Ova faza često zahteva angel investitore ili rane venture capital fondove i,
- Skaliranje: Finansiranje za ekspanziju na veće tržište, razvoj prodajnih i marketinških kapaciteta i dalji razvoj proizvoda. Zahteva značajnije investicije od venture capital fondova ili strateških investitora.

Uloga TTO: TTO jedinice treba aktivno da prate razvoj spin-out kompanija, pomažu u pregovorima sa investitorima, olakšavaju pristup univerzitetskim resursima (laboratorije, mentorstvo, mreže), i obezbeđuju pravnu i administativnu podršku. Fazni pristup finansiranju smanjuje rizik za investitore i omogućava postepenu validaciju tržišnog potencijala [2,5].

5. PRAKTIČNI KORACI ZA IMPLEMENTACIJU

Prelazak sa teorijskih modela na praktičnu implementaciju zahteva konkretne korake koje univerziteti i njihovi partneri iz privrede mogu preduzeti. Sledeći praktični koraci mogu pomoći u premošćavanju jaza između tržišta:

- Rani market fit i co-design: Od samog početka istraživačkog projekta, uključiti krajnje korisnike – nastavnike, škole i učenike u proces dizajna. Ovo može biti realizovano kroz radionice, fokus grupe, pilot testiranja i iterativne cikluse povratnih informacija. Cilj je osigurati da proizvod rešava realne probleme i da je usklađen sa svakodnevnim praksama u obrazovnim institucijama [6,7,9].
- Staged piloting (fazno pilotiranje): Umesto pokušaja da se odmah lansira proizvod na široko tržište, planirati višefazne pilot projekte sa jasno definisanim evaluacionim kriterijumima. Prva faza može uključivati testiranje sa malim brojem nastavnika i učenika u kontrolisanim uslovima, dok naredne faze postepeno proširuju obim i kompleksnost implementacije. Ovaj pristup smanjuje investicioni rizik i omogućava kontinuirano učenje i prilagođavanje [1,3].
- Jasni IP i finansijski aranžmani: Pre početka saradnje između univerziteta i privrednih partnera ili pre osnivanja spin-out kompanija, neophodno je uspostaviti jasne ugovore o intelektualnoj svojini, licenciranju i deljenju prihoda. Ovi aranžmani treba da budu transparentni, pravični i dovoljno fleksibilni da omoguće i akademsko publikovanje i komercijalnu eksploataciju. Prava jasnoća od početka sprečava buduće konflikte i olakšava privlačenje investitora prilagođavanje [2,5].
- Definisanje metrika uspeha: Za praćenje napretka u komercijalizaciji, potrebno je definisati kombinaciju metrika koje obuhvataju različite dimenzije uspeha:

  - Pedagoška efikasnost: Uticaj na ishode učenja, angažovanost učenika, zadovoljstvo nastavnika,
  - Stopa usvajanja (adoption rate): Broj škola, nastavnika ili učenika koji koriste proizvod i
  - Ekonomska održivost: Prihodi, profitabilnost, povrat na investiciju.

Važno je napomenuti da ne postoje univerzalni numerički ciljevi koji bi važili za sve EdTech proizvode: metrike treba prilagoditi specifičnom kontekstu i ciljevima projekta.

- Kapacitetsko ulaganje: Univerziteti i nacionalne institucije treba da investiraju u izgradnju kapaciteta potrebnih za podršku komercijalizaciji. Ovo uključuje finansiranje TTO jedinica, uspostavljanje translacijskih timova i inkubatora, obuku istraživača u oblasti preduzetništva i poslovnog razvoja, te kreiranje seed fondova za rane faze razvoja proizvoda [5,6].
- Umrežavanje i razmena iskustava: Uspostavljanje mreža između univerziteta, privrednih partnera, investitora i obrazovnih institucija može olakšati razmenu najboljih praksi, identifikaciju partnera i pristup resursima. Regionalne i međunarodne konferencije, kao što je TREND 2026, predstavljaju važne platforme za umrežavanje i učenje od uspešnih primera komercijalizacije [9].

6. ZAKLJUČAK

Jaz između istraživanja i tržišta u EdTech sektoru predstavlja složen problem koji proizilazi iz interakcije finansijskih, institucionalnih, tehnoloških, pedagoških i etičkih barijera. Akademska istraživanja retko postaju komercijalni proizvodi ne zbog nedostatka kvaliteta iliinovativnosti, već zbog sistemskih prepreka koje otežavaju transfer tehnologije iz laboratorije u realna obrazovna okruženja.

Ovaj rad je identifikovao klučne barijere: nedostatak rizičnog kapitala za rane pilote i neizvesnost poslovnih modela, nekompatibilne akademske podsticaje i slabu podršku TTO jedinica, tehnološku nezrelost prototipova za produkciju i skaliranje, nedovoljnu usklađenost sa učioničkim praksama i nedovoljnu uključenost nastavnika u dizajn, kao i političko-ekonomske i etičke izazove koji oblikuju tržište.

Prevazilaženje ovih barijera zahteva koordinisane napore na više nivoa. Univerziteti morau reformisati svoje interne podsticaje kako bi vrednovale translacijski rad, jačati kapacitete TTO jedinica i uspostaviti translacijske strukture koje podržavaju razvoj proizvoda. Predloženi modeli saradnje - inkubatori i co-design centri, partnerstva između akademije i industrije,TTO-vođeni spin-out modeli sa faznim finansiranjem, nude konkretne puteve za premošćivanje jaza.

Praktična implementacija ovih modela zahteva rano uključivanje krajnih korisnika, fazno pilotiranje sa jasnim evaluacionim kriterijumima, transparentne IP i finansijske aranžmane, definisanje relevantnih metrika uspeha i kontinuirano ulaganje u kapacitete. Uspešna komercijalizacija EdTech inovacija ne samo da doprinosi ekonomskom razvoju i konkurentnosti univerziteta, već i omogućava da rezultati akademskih istraživanja stvarno unaprede obrazovni sistem i donesu korist učenicima i nastavnicima.

U kontekstu TREND 2026 konferencije i njenog fokusa na internacionalizaciju i saradnju sa privredom, ovaj rad naglašava jačanje veze između univerziteta i privrede u EdTech sektoru koji zahteva sistemske promene, strateško planiranje i posvećenost svih stejkholdera. Implementacija predloženih modela može poslužiti kao osnova za razvoj nacionalnih i regionalnih strategija komercijalizacije koje će omogućiti akademska istraživanja ostvare svoj puni potencijal za transformaciju obrazovanja.

7. FINANSIRANJE

Ovaj rad je podržan od strane Evropske komisije u okviru programa Horizon Europe, ERA Talents kroz projekat pod nazivom „EdTech Talents" [broj ugovora o grantu 101119689].

8. LITERATURA

[1] Irja Kankaanpaa, Hannakaisa Isomaki, *Productization and commercialization of it-enabled higher education in computer science: A systematic literature review,* International Association for Development of the Information Society, 2013.

[2] Mohammad Khorasani, Hassanali Aghajani, Abdolhamid Safaei Ghadikolaei, Hamidreza Fallah Lajimi. *Presentation of A Framework Of Effective Factors on Marketing, Customers Attraction and Commercialization of Educational Technology at University of Mazandaran,* Journal of Consumer Behavior Studies, 2022.

[3] Hemy Ramiel, *User or student: constructing the subject in Edtech incubator,* Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education, Vol. 40, no. 4, pp. 487-499, 2019.

[4] Charles Bloom, *Promoting the Transfer of Advanced Trainng Technologies,* International Conference on Intelligent Tutoring Systems, 1996.

[5] Urvi Doshi, *Multi-stakeholder influences on EdTech product direction, purpose, profit and pedagogy: the entrepreneur's perspective,* ResearchGate, 2024.

[6] Kwan Hok Ming, *The Value of Technology Transfer on the Development of Entrepreneurship Capabilities: A Study of the Educational Technology Industry in Hong Kong,* University of Wales Trinity Saint David, ProQuest Dissertations & Theses, United Kingdom, 2024.

[7] Davis Dowayne, *Educational Technology Commercialization, use, and Adoption in Public K-12 Schools,* ProQuest Dissertations and Theses, New Jersey City, 2018.

[8] Natalia Kucirkova, *Academia-industry partnerships in edtech: bridging the gaps in engaged research,* Research for all, Vol. 9, No. 1, 2025.

[9] Musiliu Adekola Aderoju, Mohammed Rabiu Abdulrahman, Ebenezer Sanya Ibironke, *Transitioning Teaching Skills into EdTech Products: Bridging the Gap Between the Classroom and the Marketplace,* Ilorin Journal of Education (Special Edition), Vol. 45, No. 2, 2025.

FAZE U RAZVOJU KURIKULUMA U VISOKOM OBRAZOVANJU NA PRIMERU PROJEKTA ESG⁴PMCHANGE

Bojana Savić[1], Danijela Ćirić Lalić[2], Milena Savković[3], Igor Graić[4], Jelena Petrović[5]
[1,2,3,4]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]bojana.savic@uns.ac.rs, [2]danijela.ciric@uns.ac.rs, [3]milena.savkovic@uns.ac.rs, [4]igraic@uns.ac.rs, [5]curcicj@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Rad analizira faze razvoja ESG⁴PMChange kurikuluma, razvijenog u okviru Erasmus+ projekta The ESG Imperative for the Project Management World: Alliance for Developing and Empowering Changemakers (ESG⁴PMChange), sa ciljem integracije ESG (Environmental, Social, Governance) principa u obrazovanje iz oblasti upravljanja projektima. Polazeći od savremenih teorijskih pristupa razvoju studijskih programa, koji naglašavaju kompetencijski, participativni i strateški okvir, rad prikazuje metodologiju faznog dizajna kurikuluma, od analize postojećih sadržaja i mapiranja ESG kompetencija do interne i eksterne validacije. Posebna pažnja posvećena je strukturi kurikuluma na tri obrazovna nivoa (eng. Bachelor, Master i Executive), uz horizontalnu integraciju održivosti i vertikalnu progresiju kompetencija. Analiza ukazuje na značaj modela u kontekstu akreditacije, institucionalnog razvoja i transformativne uloge visokog obrazovanja u odgovoru na savremene društvene i profesionalne izazove.*

Ključne reči: razvoj kurikuluma, ESG kompetencije, visoko obrazovanje, institucionalni razvoj, održivost

PHASES IN CURRICULUM DEVELOPMENT IN HIGHER EDUCATION: THE CASE OF THE ESG⁴PMCHANGE PROJECT

Abstract: *This paper analyzes the development phases of the ESG⁴PMChange curriculum, created within the Erasmus+ project The ESG Imperative for the Project Management World: Alliance for Developing and Empowering Changemakers (ESG⁴PMChange), with the aim of integrating Environmental, Social, and Governance (ESG) principles into project management education. Drawing on contemporary theoretical approaches to curriculum development that emphasize competency-based, participatory, and strategic frameworks, the paper presents a phased design methodology, including the analysis of existing curricula, ESG competency mapping, and internal and external validation processes. Special attention is given to the curriculum structure across three educational levels (Bachelor, Master, and Executive), highlighting the horizontal integration of sustainability and the vertical progression of competencies. The findings underline the model's relevance in the context of accreditation, institutional development, and the transformative role of higher education in addressing contemporary societal and professional challenges.*

Key Words: curriculum development, ESG competencies, higher education, institutional development, sustainability

1. UVOD

Rastući značaj principa održivosti i koncepta životne sredine, društvene odgovornosti i koorporativnog upravljanja (eng. Environmental, Social, Governance-ESG) u savremenom poslovnom i regulatornom okruženju nameće potrebu za redefinisanjem kompetencijskog profila profesionalaca u oblasti upravljanja projektima. Projekti danas predstavljaju ključne instrumente organizacionih promena i strateških investicija, te se od projektnih menadžera očekuje sposobnost integrisanja ekoloških, društvenih i upravljačkih dimenzija u sve faze projektnog ciklusa. U tom kontekstu, razvoj studijskih programa mora odgovoriti na zahtev za sistemskom integracijom ESG kompetencija u obrazovanje iz oblasti upravljanja projektima.

Kurikulum koji je predmet analize razvija se u okviru Erasmus+ projekta *The ESG Imperative for the Project Management World: Alliance for Developing and Empowering Changemakers (ESG⁴PMChange)*, čiji je cilj unapređenje obrazovanja u oblasti projektnog menadžmenta kroz integraciju ESG principa i razvoj novih kompetencijskih okvira. ESG⁴PMChange model kurikuluma oslanja se na prethodno definisane profesionalne profile i okvir ESG kompetencija, te integriše ESG dimenziju u postojeće kurikulume na tri obrazovna nivoa. Polazeći od navedenog, cilj ovog rada jeste da analizira faze razvoja ESG⁴PMChange kurikuluma i sagleda njegov značaj u kontekstu akreditacije studijskih programa, institucionalnog razvoja i transformativne uloge visokog obrazovanja.

2. TEORISJKE PODLOGE

Razvoj kurikuluma u visokom obrazovanju sve se intenzivnije sagledava kao strateški proces koji prevazilazi okvire pedagoškog planiranja i postaje ključni instrument institucionalnog razvoja i osiguranja kvaliteta studijskih programa i obrazovnih procesa. Savremeni pristupi dizajnu nastavnog plana i programa naglašavaju kompetencijski

zasnovan model, u kome su jasno definisani ishodi učenja, njihova merljivost i usklađenost sa profesionalnim standardima i društvenim potrebama [1].

Pristup zasnovan na kompetencijama podrazumeva pomeranje fokusa sa sadržaja ka sposobnostima koje studenti razvijaju tokom studija. U tom kontekstu, kurikulum se strukturira oko integrisanih znanja, veština i vrednosti, pri čemu se posebna pažnja posvećuje interdisciplinarnim i transverzalnim kompetencijama, poput održivosti, etičkog odlučivanja i sistemskog razmišljanja [2]. Takav model omogućava usklađivanje studijskih programa sa zahtevima akreditacionih tela, ali i sa širim ciljevima institucionalne strategije.

Značajnu teorijsku osnovu savremenog razvoja studijskih programa predstavlja koncept sistemskog usklađivanja ishoda učenja, nastavnih aktivnosti i metoda evaluacije. Novija istraživanja ukazuju da se ovaj model proširuje ka integraciji kompleksnih društvenih izazova, uključujući održivi razvoj i odgovorno upravljanje, čime se obezbeđuje veća koherentnost i relevantnost studijskih programa [3]. U tom smislu, kurikulum postaje sistemski dizajniran okvir u kome se sadržaj, metodologija i evaluacija međusobno podržavaju.

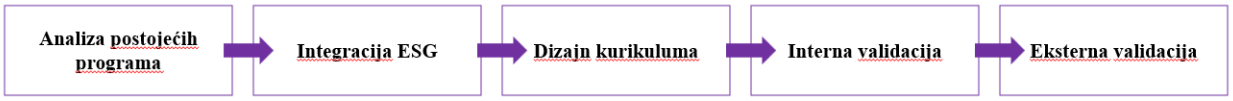
Savremeni pristupi razvoju studijskih programa zasnivaju se na aktivnom uključivanju različitih zainteresovanih strana u proces planiranja i revizije studijskih programa, uključujući akademsko osoblje, studente, predstavnike industrije i spoljne eksperte [4]. Ovakav pristup doprinosi većoj relevantnosti kurikuluma, jača institucionalne kapacitete i omogućava bolju povezanost obrazovanja i prakse.

U kontekstu održivog razvoja, univerziteti se sve češće posmatraju kao akteri društvene transformacije. Integracija održivosti u kurikulum zahteva sistemski pristup koji povezuje istraživačke aktivnosti, nastavne procese i institucionalne politike [5]. Time reforma kulikuluma postaje deo šire institucionalne strategije, a naučno-istraživački rad dobija ulogu pokretača promene obrazovnih sadržaja.

Savremeni modeli razvoja kurikuluma takođe podrazumevaju fazni proces unapređenja koji obuhvata analizu potreba, dizajn, implementaciju, evaluaciju i kontinuiranu reviziju [6]. Ovakav pristup omogućava fleksibilnost i adaptivnost studijskih programa u dinamičnom regulatornom i profesionalnom okruženju. Teorijske podloge savremenog razvoja kurikuluma ukazuju na potrebu za strateškim, kompetencijski orijentisanim i participativnim modelom koji povezuje akreditacione zahteve, institucionalni razvoj i istraživačku inovativnost.

3. METODOLOGIJA RAZVOJA ESG⁴PMCHANGE KURIKULUMA

Metodologija razvoja ESG⁴PMChange kurikuluma zasnovana je na sistematskom, faznom i participativnom modelu dizajna, sa ciljem obezbeđivanja akademske utemeljenosti, institucionalne relevantnosti i usklađenosti sa profesionalnim ESG kompetencijama. Proces razvoja kurikuluma koncipiran je kao niz međusobno povezanih i logički međusobno povezanih faza koje obuhvataju analizu postojećih programa, integraciju ESG dimenzije, dizajn kurikuluma, kao i internu i eksternu validaciju, što je prikazano na Slici 1.



Slika 1. Fazni model razvoja ESG⁴PMChange kurikuluma

Početna faza podrazumevala je analizu postojećih silabusa iz oblasti upravljanja projektima na partnerskim institucijama. Ukupno je analiziran 31 silabus sa pet visokoškolskih ustanova uključenih u projekat, pri čemu je obuhvaćeno 15 silabusa na osnovnim akademskim studijama (eng. Bachelor), 8 na master akademskim studijama (eng. Master) i 8 u okviru studija stručnog (eng. Executive) obrazovanja. Ovakav korpus omogućio je komparativni uvid u strukturu, sadržaj i pedagoške pristupe postojećih programa. Na osnovu analize identifikovano je zajedničko jezgro znanja i standardne metodološke prakse, kao i ključne tematske oblasti upravljanja projektima, uključujući iniciranje i planiranje projekta, upravljanje obimom, vremenom i troškovima, upravljanje rizicima i zainteresovanim stranama, kao i monitoring i kontrolu. Ovi nalazi predstavljali su polaznu osnovu za mapiranje ESG kompetencija i njihovu dalju integraciju u kurikularni okvir.

U narednoj fazi izvršeno je mapiranje ESG kompetencija na postojeće module, sa ciljem proširenja, a ne zamene tradicionalnih sadržaja. Na ovaj način obezbeđena je horizontalna integracija ESG dimenzije unutar svakog pojedinačnog nivoa studija, dok je dalji razvoj kurikuluma usmeren ka vertikalnoj progresiji kompetencija kroz tri obrazovna nivoa. Na osnovu tako integrisanog okvira izrađene su inicijalne verzije kurikuluma za tri nivoa obrazovanja, uz jasno definisane ishode učenja, strukturu modula i strategije evaluacije.

Sledeća faza obuhvatila je partnersku recenziju i sistematsku reviziju sadržaja, u okviru koje je sprovedena interna validacija na nivou konzorcijuma. Interna evaluacija realizovana je kroz dvočasovnu onlajn radionicu, organizovanu uz upotrebu kolaborativnih digitalnih alata, sa ciljem da se omogući ravnopravno učešće svih partnerskih institucija i interdisciplinarna razmena mišljenja. Ova faza bila je usmerena na proveru logičke koherentnosti kurikuluma, usklađenosti ishoda učenja, sekvenciranja modula i identifikaciju eventualnih nedostataka pre finalizacije silabusa.

Nakon interne evaluacije sprovedena je i eksterna validacija kroz Ambasadorsku radionicu, organizovanu u onlajn formatu, koja je okupila 39 učesnika iz 32 organizacije iz akademskog, poslovnog i javnog sektora širom

Evrope. Cilj radionice bio je prikupljanje strukturiranih, višeperspektivnih povratnih informacija o relevantnosti, primenljivosti i usklađenosti kurikuluma sa potrebama tržišta rada i savremenim ESG zahtevima. Ovakav višeslojni pristup evaluaciji doprineo je jačanju akademske utemeljenosti, profesionalne relevantnosti i transparentnosti procesa razvoja, što predstavlja ključni element savremenih sistema osiguranja kvaliteta i akreditacije studijskih programa.

4. STRUKTURA I KONCEPT ESG^{4}PMCHANGE KURIKULUMA

ESG^{4}PMChange kurikulum predstavlja kompetencijski oblikovan obrazovni okvir koji integriše principe održivosti i ESG dimenzije u studijske programe iz oblasti upravljanja projektima. Struktura kurikuluma osmišljena je kroz vertikalnu progresiju znanja i kompetencija na tri obrazovna nivoa: osnovne akademske studije (EQF 6), master akademske studije (EQF 7) i studija stručnog usavršavanja (EQF 7/8), što je sistematizovano u Tabeli 1. Takva struktura odražava nameru da se znanja i veštine razvijaju postepeno, uz povećanje stepena autonomije i integrativnog razmišljanja.

Tabela 1 - Struktura ESG^{4}PMChange kurikuluma po obrazovnim nivoima

Nivo	EQF	Broj modula	ECTS	Fokus
Osnovne akademske studije	6	10	6	Operativna integracija ESG u projektne alate
Master akademske studije	7	10	6	Strateško upravljanje i ESG liderstvo
Studije stručnog usavršavanja	7/8	6	2	ESG kao pokretač konkurentske prednosti

Na osnovnim akademskim studijama, kurikulum obuhvata deset modula koji integrišu osnovne alate upravljanja projektima sa elementima ESG principa. Fokus je na operacionalizaciji održivosti u svakodnevnim projektnim aktivnostima, pri čemu se, između ostalog, obrađuju teme poput ESG mapiranja zainteresovanih strana, integracije ekoloških rizika u planiranje i primene ESG pokazatelja u praćenju performansi. Time se obezbeđuje razvoj temeljnih kompetencija za razumevanje sistemskih efekata projekata.

Na master akademskim studijama, kurikulum prelazi sa operativnog na strateški nivo upravljanja. Moduli uključuju napredne teme poput dvostruke materijalnosti, održivog budžetiranja, klimatskih rizika i usklađenosti sa regulatornim okvirima. Naglasak je na povezivanju projekata sa korporativnom strategijom održivosti, čime se razvijaju kompetencije za upravljanje kompleksnim i transformacionim projektima.

Studije stručnog usavršavanja koncipirane su kao intenzivni, strateški orijentisani programi namenjeni iskusnim profesionalcima. Fokus je na donošenju odluka, razvoju ESG poslovnih slučajeva, analizi scenarija i upravljanju reputacionim i regulatornim rizicima. Ovaj nivo omogućava povezivanje kurikuluma sa realnim organizacionim kontekstima i procesima strateškog upravljanja. Posebna inovativna komponenta modela jeste integracija virtuelnih „živih laboratorija" (eng. Virtual Living Labs) koncepta, koji omogućava primenu teorijskih znanja u simuliranim ili realnim projektima u saradnji sa spoljnim partnerima. Time se ostvaruje sinergija između nastave, istraživanja i prakse, što predstavlja važan element institucionalne transformacije.

Kurikulum je koncipiran tako da omogućava prilagodljivost različitim institucionalnim kontekstima, čime podržava procese akreditacije i kontinuiranog unapređenja kvaliteta. Struktura programa organizovana je kroz jasno definisane module, shvaćene kao samostalne nastavne celine sa precizno određenim ishodima učenja, sadržajem, opterećenjem i metodama evaluacije. Mapiranje ovih modula sa ESG kompetencijama, uz jasno definisane i merljive ishode učenja, doprinosi transparentnosti i proverljivosti obrazovnih rezultata, što je od posebnog značaja u savremenim sistemima osiguranja kvaliteta.

5. ZNAČAJ ESG^{4}PMCHANGE KURIKULUMA U KONTEKSTU AKREDITACIJE I INSTITUCIONALNOG RAZVOJA

ESG^{4}PMChange kurikulum predstavlja primer sistemskog pristupa razvoju studijskih programa u savremenom visokom obrazovanju, u kojem se u kojem se obrazovne inovacije posmatraju kao deo šire institucionalne dinamike. Njegova koncepcija ukazuje na potencijal visokoškolskih ustanova da kroz integraciju savremenih profesionalnih i regulatornih zahteva unaprede kvalitet i relevantnost svojih obrazovnih ponuda.

U kontekstu akreditacije, poseban značaj modela ogleda se u jasno definisanim ishodima učenja, njihovoj usklađenosti sa profesionalnim standardima i mogućnosti praćenja i evaluacije obrazovnih rezultata. Transparentnost

i merljivost ishoda učenja predstavljaju ključne elemente savremenih sistema osiguranja kvaliteta u visokom obrazovanju [7]. Integracijom ESG dimenzije u postojeće nastavne strukture, kurikulum dodatno potvrđuje svoju usklađenost sa regulatornim i društvenim okvirima koji sve snažnije oblikuju profesionalno okruženje. Sa aspekta institucionalnog razvoja, model pokazuje da je moguće integrisati kompleksne i interdisciplinarne teme bez fragmentacije postojećih nastavnih planova. Horizontalna integracija ESG sadržaja unutar kurikuluma, uz vertikalnu progresiju kompetencija kroz obrazovne nivoe, omogućava održiv i prilagodljiv okvir koji može biti implementiran u različitim institucionalnim kontekstima. Takav pristup doprinosi dugoročnoj otpornosti studijskih programa na promene u regulatornom i tržišnom okruženju, kao i jačanju njihove relevantnosti u odnosu na zahteve zapošljavanja i profesionalne prakse [8].

Dodatni značaj ogleda se u njegovoj povezanosti sa istraživačkim i inovacionim aktivnostima. Kroz primenu koncepta virtuelnih „živih laboratorija" (eng. Virtual Living Labs), kurikulum omogućava integraciju teorijskih znanja sa realnim ili simuliranim projektnim okruženjima, čime se podstiče aktivno učenje i interdisciplinarna saradnja. Ovakav pristup podržava širu transformativnu ulogu univerziteta kao aktera održivog razvoja i društvene odgovornosti [9]. Sinergija između nauke, nastave i prakse doprinosi razvoju kompetencija koje prevazilaze usko tehničke okvire i doprinose strateškom sagledavanju održivosti.

ESG^{4}PMChange kurikulum potvrđuje da razvoj kurikuluma može predstavljati instrument institucionalne adaptacije i unapređenja kvaliteta, istovremeno doprinoseći jačanju akreditacionih kapaciteta i strateškoj usklađenosti sa savremenim društvenim izazovima.

6. ZAKLJUČAK

Analiza razvoja ESG^{4}PMChange kurikuluma pokazuje da savremeni pristupi oblikovanju studijskih programa zahtevaju strateški, kompetencijski i participativni okvir koji povezuje teorijske postavke sa institucionalnom praksom. Polazeći od koncepta usklađivanja ishoda učenja, nastavnih aktivnosti i evaluacije, kao i od zahteva održivog razvoja i društvene odgovornosti, proces dizajna kurikuluma realizovan je kroz fazni model koji obuhvata analizu postojećih sadržaja, integraciju ESG dimenzije i višeslojnu validaciju.

Rezultat tog procesa jeste koherentan i progresivan obrazovni okvir sa horizontalnom integracijom održivosti i vertikalnom progresijom kompetencija kroz različite obrazovne nivoe. Takav pristup omogućava istovremeno jačanje akademske utemeljenosti, relevantnosti za tržište rada i usklađenosti sa akreditacionim zahtevima. ESG^{4}PMChange primer potvrđuje da razvoj studijskih programa može predstavljati instrument institucionalne transformacije i odgovor na savremene društvene i profesionalne izazove.

ZAHVALNICA

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja u okviru projekta „Unapređenje kvaliteta nastave na studijskim programima Departmana kroz implementaciju rezultata naučno-istraživačkog rada u oblasti Industrijskog inženjerstva i menadžmenta" na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

7. LITERATURA

[1] Lidia Borrell-Damian, Rita Morais, John H. Smith, Laura Ahern, *Transforming Universities in Europe: Competence-Based Approaches and Quality Enhancement*, European University Association, Brussels, 2021.
[2] Ronald Barnett, *The ecological university and curriculum transformation in the 21st century*, Higher Education Quarterly, Vol. 76, No. 2, 2022, pp. 295–310.
[3] Verónica Villarroel, Sue Bloxham, Daniela Bruna, Carolina Bruna, Carmen Herrera-Seda, *Authentic assessment: Creating a blueprint for course design*, Assessment & Evaluation in Higher Education, Vol. 46, No. 3, 2021, pp. 409–423.
[4] Catherine Bovill, *Co-creation in learning and teaching: The case for a whole-class approach in higher education*, Higher Education, Vol. 79, No. 6, 2020, pp. 1023–1037.
[5] UNESCO, *Education for Sustainable Development: A Roadmap*, UNESCO Publishing, Paris, 2021.
[6] European University Association (EUA), *Quality Assurance in European Higher Education: Developments and Trends 2020–2023*, Brussels, 2023.
[7] Karen Tremblay, Philippe Gaudreau, *Quality assurance in higher education: Trends and challenges in a global context*, Journal of Higher Education Policy and Management, Vol. 44, No. 5, 2022, pp. 577–592.
[8] Denise Jackson, *Employability skill development in higher education: Trends and future directions*, Studies in Higher Education, Vol. 45, No. 9, 2020, pp. 1903–1915.
[9] Walter Leal Filho, Sabrina Raath, Beatriz Lazzarini, Valdir Roque Vargas, Luciana Rocha de Souza, Rosley Anholon, *Implementing sustainability in higher education institutions—Empirical evidence from a global survey*, Journal of Cleaner Production, Vol. 279, 2021.

ZNAČAJ ORCID IDENTIFIKATORA NA PORTALU eNAUKA I ANALIZA STRUKTURE UNETIH REZULTATA PREMA TIPU ZAPISA

Jelena Matijašević[1], Nenad Bingulac[2], Dalibor Krstinić[3]

[1,2,3] *Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Novi Sad, Srbija*

[1]jelena@pravni-fakultet.info, [2]nbingulac@pravni-fakultet.info, [3]dkrstinic@pravni-fakultet.info

Kratak sadržaj: *Oblast naučnoistraživačkog rada smatra se delom identiteta svake države, a nauka i istraživanje shodno tome, ubrajaju se u ključne elemente značajne za razvoj svake države. Portal eNauka koji je u punom kapacitetu otvoren za sve aktivne istraživače u Srbiji 3. jula 2023. godine učinio je vidljivim, transparentnim na nivou cele države sve podatke koji se tiču naučnoistraživačkih organizacija, istraživača i njihovih rezultata. U radu se čini osvrt na značaj ORCID identifikatora na portalu eNauka, kao i na analizu strukture unetih rezultata na portalu eNauka prema tipu zapisa. Naime, portal eNauka sadrži tri kategorije filtera naučnoistraživačkih rezultata u Republici Srbiji: tip zapisa, verzija zapisa i godina publikovanja. Što se tiče kategorije filtera – tip zapisa, svi naučnoistraživački rezultati su razvrstani jasno i pregledno u 17 tipova zapisa. Što se tiče identifikatora istraživača, u užem smislu ORCID iD predstavlja suštinu ORCID organizacije i ogleda se u postojanju jedinstvenog identifikacionog broja autora. Preporuku kreiranja naloga na ORCID platformi, dalo je i Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije. ORCID organizacija u suštini teži da omogući dostupnu, kvalitetnu i besplatnu nauku u okviru akademske zajednice, što je naročito značajno u oblasti povezivanja pojedinaca i njihovih profesionalnih doprinosa u različitim disciplinama, organizacijama i vremenskim periodima, zatim omogućavanja priznavanja svih vrsta istraživačkih doprinosa i inovacija, te pružanja podrške istraživačkim institucijama, izdavačima i drugim organizacijama i institucijama da bolje prate i podržavaju istraživački rad.*

Ključne reči: ORCID identifikator, eNauka, naučna produkcija, akademska zajednica

SIGNIFICANCE OF THE ORCID IDENTIFIER ON THE eNAUKA PORTAL AND ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF ENTERED RESULTS ACCORDING TO RECORD TYPE

Abstract: *The field of scientific research work is considered a part of the identity of each country, and science and research, accordingly, are considered key elements important for the development of each country. The eNauka portal, which was opened in full capacity for all active researchers in Serbia on July 3, 2023, has made all data concerning scientific research organizations, researchers and their results visible and transparent at the level of the entire country. The paper reviews the importance of the ORCID identifier on the eNauka portal, as well as the analysis of the structure of entered results on the eNauka portal according to the type of record. Namely, the eNauka portal contains three categories of filters for scientific research results in the Republic of Serbia: record type, record version and year of publication. As for the filter category - type of records, all scientific research results are classified clearly into 17 types of records. As for researcher identifiers, in a narrower sense ORCID iD represents the essence of the ORCID organization and is reflected in the existence of a unique author identification number. The recommendation to create an account on the ORCID platform was also given by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia. The ORCID organization essentially aims to enable accessible, quality and free science within the academic community, which is particularly significant in the area of connecting individuals and their professional contributions in different disciplines, organizations and time periods, then enabling the recognition of all types of research contributions and innovations, and providing support to research institutions, publishers and other organizations and institutions to better monitor and support research work.*

Key Words: ORCID identifier, eNauka, scientific production, academic community

1. UVOD

Digitalni format naučnih rezultata za savremene istraživače je izuzetno značajan način njihovog čuvanja i razmene, imajući u vidu da »digitalizacija informacija olakšava njihovo čuvanje, pristup, prezentaciju i deljenje« [1].

Prema zvaničnim podacima Ministarstva, »Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija je, u saradnji sa Kancelarijom za informacione tehnologije i elektronsku upravu stvorilo neophodne uslove za dinamičan razvoj naučnoistraživačkog i inovacionog sistema, posebno u odnosu na proces digitalizacije i uspostavljanja informacione platforme, u obliku objedinjenog nacionalnog informacionog sistema naučnoistraživačke delatnosti: eNauka. Osavremenjivanje upravljanja naučnoistraživačkim sektorom upotrebom informaciono-komunikacionih tehnologija ima za cilj povezivanja svih dostupnih podataka, beleženja naučnih rezultata i po prvi put implementacije modela

elektonskog poslovanja pri sprovođenju relevantnih administrativnih postupaka koji dovode do razvoja naučnoistraživačkih kadrova i unapređenja kvaliteta naučnoistraživačkog rada od opštih interesa« [2].

Oblast naučnoistraživačkog rada smatra se delom identiteta svake države, a nauka i istraživanje shodno tome, ubrajaju se u ključne elemente značajne za razvoj svake države [3].

Treba reći da se oblast nauke i istraživanja sa posebnom pažnjom neguje i unapređuje i na nivou Evropske unije, imajući u vidu da je stabilan i kontinuiran razvoj naučnoistraživačkog sektora na nivou država članica, neophodan za ostvarivanje cilja – izgradnja društva zasnovanog na znanju i inovacijama [3].

Portal eNauka u punom kapacitetu je otvorena za sve aktivne istraživače u Srbiji 3. jula 2023. godine.

Portal eNauka, »ima za cilj da objedini celokupnu naučnu produkciju na jednom mestu i omogući vrednovanje naučnih rezultata ustanova. Novim sistemom se upostavlja Registar naučnoistraživačkih organizacija (NIO), Registar istraživača, Registar naučnoistraživačke opreme i uvode repozitorijumi naučnih rezultata. Uspostavljanjem navedenih instrumenata, rad NIO i individulani doprinosi istraživača će postati značajno vidljiviji domaćoj i međunarodnoj javnosti, što je posebno važno za razvoj naučne međunarodne saradnje, ispunjavanje društvene misije i pomeranja granice znanja. Dodatno, sistem omogućava da se svi postupci u naučnoistraživačkoj delatnosti sprovode elektronski, bez papira, u značajno kraćim rokovima i na transparentniji način, na korist istraživača i ustanova. Pre svega, to su postupci elektronske akreditacije NIO, izbor u naučna zvanja i rad matičnih naučnih odbora« [4].

Shodno odabranoj temi, u nastavku rada biće reči o značaju ORCID identifikatora na portalu eNauka i analizi strukture unetih rezultata na portalu eNauka prema tipu zapisa.

2. ZNAČAJ ORCID IDENTIFIKATORA NA PORTALU eNAUKA

Najveći značaj portala eNauka jeste transparentnost koja se tiče podataka o istraživačima u Republici Srbiji, zatim, o naučnim rezultatima u domaćim i međunarodnim časopisima, kao i podataka o naučnoistraživačkim organizacijama [5].

Prema navodima Registra istraživača i Registar naučnoistraživačkih organizacija u Republici Srbiji, glavna karakteristika portala eNauka je »fleksibilan model podataka koji omogućava prikupljanje i upravljanje istraživačkim podacima i informacijama tipičnim za CRIS sistem, definisanje entiteta i atributa pomoću njihovih recipročnih veza. Sistem omogućava upravljanje istraživačkim profilima (npr. varijante imena, ORCID, Scopus ID…), korišćenje standardnih i različitih trajnih identifikatora, povezivanje istraživača sa institucijama i sl« [6]. Treba istaći da je veoma važno da akademska zajednica "obezbedi autorima mogućnost pravovremenog praćenja upotrebe njihovih publikacija kao osnovni vid podrške istraživačima"[7].

ORCID iD je međunarodno opšte prihvaćen jedinstveni identifikator istraživača. ORCID (Open Researcher and Contributor ID) »omogućava trajni digitalni identifikator (broj) koji razlikuje jednog istraživača od drugog istraživača i kroz integraciju u ključne istraživačke tokove poput rukopisa, omogućava automatsku povezanost profesionalnih aktivnosti, što osigurava da rad istraživača bude prepoznat. Namenjen je kako individualnim istraživačima, tako i organizacijama koje su uključene u istraživanje, poput univerziteta, laboratorija i komercijalnih istraživačkih kompanija« [8]. ORCID broj se povezuje sa ORCID zapisom istraživača koji može biti povezan sa njegovim istraživačkim aktivnostima, nagradama i svim materijalima gde se njegovo ime pojavljuje.

Ministarstsvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (NITRA) je »ostvarilo punopravno članstvo u ORCID organizaciji koja obezbeđuje jedinstvenu međunarodnu identifikaciju za istraživače, i na taj način obezbedilo da istraživači i institucije u Srbiji koriste sve prednosti koje pruža ORCID. Ovo članstvo omogućava i razmenu informacija između informacionog sistema eNauka i ORCID zapisa, protok ažurnih i tačnih informacija između eNauke i drugih sistema koje koriste NIO i istraživači. U skladu sa tim, istraživačima je omogućeno da znatno manje vremena utroše na upravljanje informacijama o njima, kao i da budu sigurni da su informacije merodavne i tačne, trajno sačuvane i dostupne drugim organizacijama sa kojima sarađuju« [9]. Značajan broj istraživača u Srbiji već ima registrovane ORCID profile, i upoznati su sa prednostima njegove upotrebe. Time su stvoreni uslovi da se ORCID iD koristi i na portalu eNauka, kako za prijavljivanje na portal, tako i za objedinjavanje naučnih rezultata.

Generalno gledano »ORCID se koristi za sam naziv organizacije i registar, dok ORCID iD predstavlja jedinstveni 16-cifreni broj u formatu 0000-0000-0000-0000 koji ispunjava norme ISO standarda – ISO 27729, poznatiji kao Internacionalni standard za identifikaciju imena (INSA) [10]. »Autori pored toga dobijaju i svoj profil na veb-stranici ORCID organizacije« [11]. ORCID iD »pomaže u razlikovanju pojedinaca sa uobičajenim imenima i na njih ne utiču promene u imenu ili redosledu imena. Sam autor odlučuje koji podaci će se nalaziti na ORCID profilu i sve izmene može pravovremeno obaviti bez ikakve mogućnosti stvaranja propusta prilikom realizacije tih promena. Ukoliko izdavači ili agencije za finansiranje publikacija uključe ORCID iD, on postaje deo metapodataka koji su povezani sa publikacijom, zajedno sa drugim identifikatorima kao što je DOI (*Digital Object Identifier*), čineći publikaciju dostupnijom zainteresovanim stranama [10, 11]. Pored brojnih prednosti, »uočava se da ORCID iD omogućava vrlo lako praćenje institucionalnih promena autora. ORCID iD može pomoći autorima da izračunaju svoj h-indeks i da omoguće lakši uvid u svoj rad zbog budućih pronalaženja finansijera« [7, 10]. Pored toga, »podizanjem svesti i pomaganjem autorima da kreiraju i koriste ORCID iD, uveliko otvara vrata besplatne i lako dostupne nauke svim zainteresovanim stranama – od studenata do naučnika« [10].

3. ANALIZA STRUKTURE UNETIH NAUČNOISTRAŽIVAČKIH REZULTATA NA PORTALU eNAUKA PREMA TIPU ZAPISA

Prema zvaničnim podacima Registra istraživača i Registar naučnoistraživačkih organizacija u Republici Srbiji, »naučno-istraživačka organizacija (NIO) je akreditovan institut ili visokoškolska ustanova, kao i institucija od nacionalnog značaja, koja ispunjava uslov za obavljanje naučno-istraživačke delatnosti prema odredbama Zakona o nauci i istraživanjima [12], i koja je upisana u Registar naučno-istraživačkih organizacija« [6]. Pri rečenom, istraživač je »istraživač je osoba koja je upisana u Registar istraživača prema odredbama Zakona u nauci i istraživanjima [6]. Upisom u Registar istraživača, istraživač dobija profil na portalu eNauka, a koji je povezan sa njegovim ORCID profilom. Svaki istraživač ima i Identifikacioni broj istraživača (IBI) koji mu se dodeljuje u Administrativnom softveru portala« [6]. Konačno, naučni rezultati su »publikacije, tehnička rešenja, patenti i slično, koje je istraživač ostvario u svom naučno-istraživačkom radu« [6].

Portal eNauka sadrži tri kategorije filtera naučnoistraživačkih rezultata u Republici Srbiji. To su sledeći filteri: tip zapisa, verzija zapisa i godina publikovanja.

Što se tiče kategorije filtera – tip zapisa, svi naučnoistraživački rezultati su razvrstani u 17 tipova zapisa: Naučni članak, Konferencijski rad, Poglavlje u monografiji, Monografija, Ostalo, Doktorska disertacija, Udžbenik, Informativni prilog, Uređivački rad, Leksikografska/Enciklopedijska jedinica, Tehničko rešenje, Naučna kritika i polemika, Izvedena dela, nagrade i izložbe, Patent, Izveštaj, Dokument javne politike, Skup podataka. Koliko ukupno ima naučnoistraživačkih rezultata u svakom tipu zapisa, prikazano je u sledećoj tabeli.

Tabela 1 – Struktura unetih naučnoistraživačkih rezultata na portalu eNauka prema tipu zapisa [13]

Redni broj	Tip zapisa	Broj zapisa
1	Naučni članak	307.497
2	Konferencijski rad	290.020
3	Poglavlje u monografiji	63.994
4	Monografija	29.011
5	Ostalo	22.789
6	Doktorska disertacija	22.376
7	Udžbenik	16.941
8	Informativni prilog	15.425
9	Uređivački rad	14.531
10	Leksikografska/Enciklopedijska jedinica	9.205
11	Tehničko rešenje	5.665
12	Naučna kritika i polemika	4.903
13	Izvedena dela, nagrade i izložbe	4.465
14	Patent	3.091
15	Izveštaj	1.477
16	Dokument javne politike	297
17	Skup podataka	279

Imajući u vidu kriterijum klasifikacije – tip zapisa, na portalu eNauka najviše naučnoistraživačkih rezultata ima u kategoriji – Naučni članak, potom u kategoriji – Konferencijski rad, a na trećem mestu u kategoriji – Poglavlje u monografiji. Najmanje rezultatat uneto je u kategorijiama – Izveštaj, Dokument javne politike i Skup podataka.

4. ZAKLJUČAK

Oblast naučnoistraživačkog rada smatra se delom identiteta svake države, a nauka i istraživanje shodno tome, ubrajaju se u ključne elemente značajne za razvoj svake države. Shodno članu 7 Zakona o nauci i istraživanjima [12], nauku i istraživanja kao delatnost od opšteg interesa realizuju akreditovane naučnoistraživačke organizacije.

Portal eNauka koji je u punom kapacitetu otvoren za sve aktivne istraživače u Srbiji 3. jula 2023. godine učinio je vidljivim, transparentnim na nivou cele države sve podatke koji se tiču naučnoistraživačkih organizacija, istraživača i njihovih rezultata. Brojne su prednosti ovakvog pristupa. Između ostalog, migriranjem dostupnih rezultata iz dosadašnjih baza koje nisu bile jedinstvene u jedan celovit sistem eNauke značajno olakšava pristup, evidenciju i diseminaciju rezultata svakog registrovanog istraživača. Takođe, dostupan je pregled ključnih administrativnih, kao i naučnih podataka svake naučnoistraživačke organizacije, a sistem akreditacije naučnoistraživačkih organizacija značajno je pojednostavljen. Pri rečenom, treba istaći i značaj načina prikaza naučnoistraživačkih rezultata na samom portalu, ali i značaj ORCID iD identifikatora. Naime, portal eNauka sadrži tri kategorije filtera naučnoistraživačkih rezultata u Republici Srbiji: tip zapisa, verzija zapisa i godina publikovanja. Što se tiče kategorije filtera – tip zapisa, svi naučnoistraživački rezultati su razvrstani jasno i pregledno u 17 tipova zapisa. Što se tiče identifikatora istraživača, u užem smislu ORCID iD predstavlja samu suštinu ORCID organizacije i ogleda se u postojanju jedinstvenog

identifikacionog broja autora, koji se dobija na sam zahtev i vezuje se za imejl adresu istraživača. Ističe se da većina ustanova preporučuje kreiranje naloga na ORCID platformi, među kojima je i Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije. ORCID organizacija u širem smislu teži da omogući dostupnu, kvalitetnu i besplatnu nauku u okviru akademske zajednice [10], što je naročito značajno u oblasti povezivanja pojedinaca i njihovih profesionalnih doprinosa u različitim disciplinama, organizacijama i vremenskim periodima, zatim omogućavanja priznavanja svih vrsta istraživačkih doprinosa i inovacija, te pružanju podrške istraživačkim institucijama, izdavačima i drugim organizacijama i institucijama da bolje prate i podržavaju istraživački rad.

5. LITERATURA

[1] Zoran Zdravković, *Digitalizacija naučne građe – metode i rešenja*, Zbornik radova, LXVI konferencija Etran, Novi Pazar, 6. - 9. 06. 2022, 1-6, str. 1

[2] eNauka, https://nitra.gov.rs/cir/nauka/enauka (25.12.2023.)

[3] Jelena Matijašević, Nenad Bingulac, Nenad Stefanović, Dalibor Krstinić, *Legislativni tretman naučnoistraživačke delatnosti u Evropskoj uniji i Srbiji i značaj portala eNauka*, XXXI Skup Trendovi Razvoja - Budućnost visokog obrazovanja: kvalitet, internacionalizacija, digitalizacija i inovacije, Vrnjačka Banja, 3-5.12.2025

[4] eNauka, https://nitra.gov.rs/cir/nauka/enauka (25.12.2024.).

[5] Jelena Matijašević, Marija Jakovljević, Sara Zarubica, *Značaj portala eNauka i statistika osnovnih parametara koji se tiču naučnoistraživačkih organizacija*, XXX Skup Trendovi Razvoja - Nastavnici i saradnici kao centar promena u visokom obrazovanju, Vrnjačka Banja, 7-10.2.2024.

[6] Portal eNauka, https://proref.rcub.bg.ac.rs/eNauka/eNauka_Uputstvo.pdf (24.12.2023.)

[7] Katherine G. Akers, Alexandra Sarkozy, Wendy Wu, Alison Slyman, *ORCID Author Identifiers: A Primer for Librarians*, Medical Reference Services Quarterly, 35(2), 135-144, 2016, doi: 10.1080/02763869.2016.1152139.

[8] Šta je ORCID i postupak registracije, https://www.medf.kg.ac.rs/informacije/ORCID.pdf (10.1.2026.)

[9] Srbija je članica ORCID-a, https://nitra.gov.rs/cir/ministarstvo/vesti/srbija-je-clanica-orcid-a, (10.1.2026.)

[10] Aleksa Komosar , Sara Havzi, Sara Kijanović , Teodora Vučković , Anđela Todorić, *ORCID – sredstvo za jednoznačno identifikovanje autora u akademskoj zajednici*, XXIX Skup Trendovi Razvoja - Univerzitet pred novim izazovima, Vrnjačka Banja, 8-11.2.2023.

[11] Subbiah Arunachalam, Muthu Madhan, *Adopting ORCID as a unique identifier will benefit all involved in scholarly communication*, The National Medical Journal of India, 29 (4), 2016

[12] *Zakon o nauci i istraživanjima*, "Sl. glasnik RS", br. 49/2019 i 108/2025

[13] Rezultati, https://enauka.gov.rs/, (15.1.2026.)

NAJNOVIJA RANG LISTA ISTRAŽIVAČA SRBIJE I SRPSKE AKADEMIJE NAUKA I UMETNOSTI U 2026 GOD.

Gyula Mester
University of Szeged, Faculty of Engineering, Szeged, Hungary
drmestergyula@gmail.com

Kratak sadržaj: *Najnoviju rang listu istraživača Srbije i Srpske Akademije Nauka i Umetnosti u 2026 god. prezentujemo primenom baze Google Scholar na osnovu h-indexa istraživača. Ako dva ili više istraživača imaju isti h-index tada se rangiranje vrši prema h-indexu istraživača primenom baze Semantic Scholar. Na rang listi prikazujemo 20 najbolje rangiranih istraživača kao i Orcid ID istraživača. Prvo poglavlje obuhvata Uvod, u drugom poglavlju prezentujemo najnoviju rang listu istraživača Srbije i SANU u 2026 god., treće poglavlje obuhvata Zaključke.*

Ključne reči: najnovija rang lista istraživača Srbije, Srpska Akademija Nauka i Umetnosti, h-index, Google Scholar, Semantic Scholar, Orcid ID istraživača

THE LATEST RANKING OF RESEARCHERS OF SERBIA AND THE SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS IN 2026

Abstract: *We present the latest ranking of researchers from Serbia and the Serbian Academy of Sciences and Arts using the Google Scholar database based on the researchers' h-index in 2026. If two or more researchers have the same h-index, then the ranking is determined by the researchers' h-index using the Semantic Scholar database. The displayed ranking list shows the 20 highest-ranked researchers. We also display the researchers' Orcid IDs. The first chapter includes the Introduction, the second chapter presents the Latest ranking list of researchers from Serbia and the SANU in 2026, and the third chapter includes the Conclusions.*

Key Words: Latest Ranking of Researchers from Serbia in 2026, Serbian Academy of Science and Arts, h-index, Google Scholar, Semantic Scholar Researcher's, Researcher's ORCID ID

1. UVOD

Rad prezentira najnoviju rang listu istraživača u Srbiji i Srpske Akademije Nauka i Umetnosti - SANU - u 2026 god. Naučnometrija prezentuje ukupan broj publikacija, broj publikacija u časopisima sa impakt faktorom, broj citata na publikacije, h-indeks, g-indeks i w-index istraživača.

Rang listu istraživača prvenstveno prezentujemo prema h-indeksu istraživača. Istraživač ima indeks h ako od ukupnog broja njegovih radova, h radova ima najmanje h citata. h-indeks se može odrediti iz sledećih baza podataka:

Web of Science,
Scopus,
Google Scholar [1],
Semantic Scholar [2] i
programa Publish or Perish.

U slučaju ako se h-indeks dva ili više istraživača prema Google Scholaru poklapaju, tada rangiranje vršimo prema h-indexu istraživača [3-12] iz baze podataka Semantic Scholar. Na rang listi prikazujemo 20 najboljih istraživača u Srbiji, zajedno sa članovima Srpske Akademije Nauke i Umetnosti sa minimalnim h-indeksom 62. Rang listu smo prezentovali primenom baze Google Scholar [13-25]. Google Scholar startovao 2004 god. Struktura rada obuhvata sledeća poglavlja:

1. Uvod, 2. Najnovija rang lista istraživača Srbije i SANU, 3. Zaključak, 4. Literatura.

2. NAJNOVIJA RANG LISTA ISTRAŽIVAČA SRBIJE I SRPSKE AKADEMIJE NAUKA I UMETNOSTI

Najnoviju rang listu istraživača u Srbiji, zajedno sa članovima Srpske Akademije Nauke i Umetnosti, prezentujemo primenom baze Google Scholar na osnovu h-indeksa istraživača. Ako dva ili više istraživača imaju isti h-indeks tada se rangiranje vrši prema h-indexu istraživača iz baze Semantic Scholar, h-index istraživača tada se prikazuje u formatu: h-index istraživača prema Google Scholaru/h-index istraživača prema Semantic Scholaru [26-42]. Na rang listi prikazujemo 20 istraživača, minimalna vrednost h-indeksa je 62. Prikazujemo i Orcid ID istraživača. Rang lista je sledeća:

1. **Vranješ Milosavljević Marija**
   h-index = 243, citata: 305992, Orcid ID: 0000-0003-4477-9733



Vranjes Milosavljevic, M

Institute of Physics, Belgrade
Verified email at ipb.ac.rs

high energy physics supersymmetry

FOLLOW

Cited by	All
Citations	305992
h-index	243
i10-index	1222

2. **Nenad Vranješ**
   h-index = 207, citata: 251943, Orcid ID: 0000-0001-5415-5225



Nenad Vranjes

Institute of Physics Belgrade
Verified email at ipb.ac.rs

High Energy Physics Particle Physics Data Analysis

FOLLOW

Cited by	All
Citations	251943
h-index	207
i10-index	983

3. **Predrag Ćirković**
   h-index = 198, citata: 176617, Orcid ID: 0000-0002-5865-1952



Predrag Cirkovic

Research assistant, Vinca Institute of Nuclear Sciences
Verified email at cern.ch

physics electronics engineering computer sciences

FOLLOW

Cited by	All
Citations	176617
h-index	198
i10-index	676

4. **Petar Šeferović**
   h-index = 115, citata: 141374, Orcid ID: 0000-0002-1955-4199



Petar Seferovic

Belgrade University, Faculty of Medicine
Verified email at med.bg.ac.rs

heart failure

FOLLOW

Cited by	All
Citations	141374
h-index	115
i10-index	326

5. **Mihajlo Jakovljević**
   h-index = 109, citata: 178893, Orcid ID: 0000-0002-9160-6846



Mihajlo (Michael) Jakovljevic M.D. Ph.D. MAE

University of Kragujevac & UNESCO - TWAS
Verified email at medf.kg.ac.rs - Homepage

Health Economics International Relations Sustainability Global South Emerging Markets

FOLLOW

Cited by	All
Citations	178893
h-index	109
i10-index	294

6. **Dragan Pamučar**
   h-index = 90/75, citata: 38696 Orcid ID: 0000-0001-8522-1942



Dragan Pamucar

University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences
Verified email at fon.bg.ac.rs

Fuzzy decision making Multiple Criteria Decision M… Decision Support Systems MCDM

FOLLOW

Cited by	All
Citations	38696
h-index	94
i10-index	535

7. **Dragan Savić**
   h-index = 90/74, citata: 34815 Orcid ID: 0000-0001-9567-9041



Dragan Savic

University of Exeter & Univ. of Belgrade; KWR Water Research https://www.kwrwater.nl
Verified email at exeter.ac.uk - Homepage

Hydroinformatics Water resources systems Water engineering Floods Water resources

FOLLOW

Cited by	All
Citations	34815
h-index	90
i10-index	392

8. **Milena Ilić**
h-index = 81, citata: 112245, Orcid ID: 0000-0002-7184-7749



Milena Ilic — FOLLOW

Professor of Epidemiology, Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, Serbia
Verified email at medf.kg.ac.rs

Cited by	All
Citations	112245
h-index	81
i10-index	143

9. **Stevo Stević**, member of the **SANU**
h-index = 77, citata: 16499, Orcid ID: 0000-0002-7202-9764



Stevo Stević — FOLLOW

Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Belgrade
Verified email at ptt.rs

Complex Analysis Difference Equations Functional Analysis Mathematical Analysis Operator Theory

Cited by	All
Citations	16499
h-index	77
i10-index	304

10. **Irena M. Ilić**
h-index = 76 citata: 105737, Orcid ID: 0000-0001-5347-3264



Irena M Ilic — FOLLOW

Faculty of Medicine, University of Belgrade
Verified email at med.bg.ac.rs

Cited by	All
Citations	105737
h-index	76
i10-index	135

11. **Miodrag Stojković**
h-index = 75, citata: 20938, Orcid ID: 0000-0001-7526-6573



Miodrag Stojkovic — FOLLOW

Professor of Human Genetics, Professor of Stem Cell Biology and Embryology, SPEBO-Fertility Hospital
Verified email at spebo.co.rs - Homepage

stem cells embryo genetics

Cited by	All
Citations	20938
h-index	75
i10-index	153

12. **Mikhail G. Brik**
h-index = 71, citata: 19374, Orcid ID: 0000-0003-2841-2763



Mikhail G. Brik — FOLLOW

Vinča Institute of Nuclear Sciences, University of Belgrade; Academy of Romanian Scientists
Verified email at ut.ee

Optical Materials Rare Earth and Transition … Luminescence Ab initio Calculations

Cited by	All
Citations	19374
h-index	71
i10-index	377

13. **Goran Stankovic**
h-index = 69 citata: 27624 Orcid ID: 0000-0002-9414-0885



Goran Stankovic — FOLLOW

Department of cardiology, University Clinical Center of Serbia; Faculty of medicine, University
Verified email at sbb.rs

interventional cardiology bifurcation left main drug eluting stent acute coronary syndrome

Cited by	All
Citations	27624
h-index	69
i10-index	202

14. **Nebojša Bačanin**
h-index=68 citata: 15210 Orcid ID: 0000-0002-2062-924X



Nebojsa Bacanin — FOLLOW

Faculty of Informatics and Computing, Singidunum University, vice-rector for scientific research
Verified email at singidunum.ac.rs - Homepage

Artificial Intelligence Swarm Intelligence Digital Image Processing Optimization Metaheuristics Deep Learning

Cited by	All
Citations	15210
h-index	68
i10-index	282

15. **Vladimir Stojanović**
h-index=67 citata: 9180 Orcid ID: 0000-0002-6005-2086



Vladimir Stojanovic — FOLLOW

Prof. of Aut. Control, Faculty of Mechanical and Civil Eng. in Kraljevo, Univ. of Kragujevac, Serbia
Verified email at mts.rs

Computer Science Intelligent Control Artificial Intelligence Machine Learning Robotics

Cited by	All
Citations	9180
h-index	67
i10-index	84

16. **Miroslav Dramičanin**
h-index = 65 citata: 17995 Orcid ID: 0000-0003-47505359



Miroslav Dramicanin — FOLLOW

Professor, Vinca Institute of Nuclear Sciences, University of Belgrade, Serbia
Verified email at vinca.rs - Homepage

Spectroscopy Materials Science Luminescence Luminescence thermometry lanthanide ions

Cited by	All
Citations	17995
h-index	65
i10-index	279

17. **Stojan Radjenović**
h-index = 64 citata: 15974 Orcid ID: 0000-0003-47505359



Stojan Radenovic — FOLLOW

Faculty of Mechanical Engineering University of Belgrade, Serbia
Verified email at beotel.rs - Homepage

Nonlinear Anlalysis Functional Analysis Fixed Point Theory Operator Theory

Cited by	All
Citations	15974
h-index	64
i10-index	308

18. **Gyula Mester**
h-index=64, citata: 6622, Orcid ID: 0000-0001-7796-2820



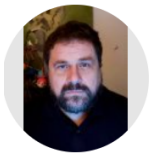
Gyula Mester (Orcid ID: 0000-0001-7796-2820, g-index=74, w-index=9) — FOLLOWING

Professor, University of Szeged, Óbuda University, Hungary, University of Novi Sad, Serbia
Verified email at inf.u-szeged.hu - Homepage

Self-Driving Cars Flying Cars Autonomous Driving Artificial Intelligence Intelligent Robots

Cited by	All
Citations	6622
h-index	64
i10-index	112

19. **Slobodan B. Marković** h-index=62, citata: 12987, Orcid ID: 0000-0002-4977-634X



Slobodan B. Marković — FOLLOW

Professor of Physical Geography, University of Novi Sad
Verified email at dgt.uns.ac.rs - Homepage

Quaternary research

Cited by	All
Citations	12987
h-index	62
i10-index	183

20. **Velimir R. Radmilović,** member of the **SANU**
h-index=62, citata: 15736, Orcid ID: 0000-0002-0178-2855



Velimir R. Radmilović — FOLLOW

Serbian Academy of Sciences and Arts, University of Belgrade
Verified email at tmf.bg.ac.rs

Metallurgical and Materials … Nanoscience Energy materials Electron Microscopy

Cited by	All
Citations	15736
h-index	62
i10-index	186

3. ZAKLJUČAK

Rad prikazuje najnoviju rang listu 20 najbolje rangiranih istraživača u Srbiji u 2026 god. Rang listu prezentiramo prema h-indexu istraživača primenom baze podataka Google Scholar. u slučaju ako dva ili više istraživača imaju isti h-index u Google Scholaru, rangiranje prema h-indexu istraživača iz baze podataka Semantic Scholar. Minimalni h-indeks istraživača na rang listi je 62, prikazali smo i Orcid ID istraživača. Autor rada je mišljenja da je vrlo značajno prikazati rang listu 20 najbolje rangiranih istraživača Srbije. Prvi i drugi i treći istraživači predstavljaju istaknute istraživače i u medjunarodnim okvirima. Na prezentiranoj rang listi članovi Srpske Akademije Nauka i Umetnosti zauzimaju devetu i dvadesetu poziciju.

4. LITERATURA

[1] Google Scholar, https://scholar.google.com
[2] Semantic Scholar, https://www.semanticscholar.org
[3] Ugljesa Marjanovic, Gyula Mester and Bojana Milic Marjanovic, *Assessing the Success of Artificial Intelligence Tools: an Evaluation of ChatGPT Using the Information System Success Model*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 266-275, DOI: 10.7906/indecs.22.3.3, 2024.
[4] Dalma Zilahy, Gyula Mester, *Factors Affecting the Adoption of Self-Driving Cars*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 22, Issue 6, pp. 732-737, DOI: 10.7906/indecs.22.6.7, 2024.
[5] János Sánta, *Artificial Intelligence Applied in Enterprise Resource Planning*, Interdisciplinary Description of Complex Systems: Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 360-363, DOI: 10.7906/indecs.22.3.11, ISSN 1334-4684, 2024.
[6] César Bautista, Gyula Mester, *Internet of Things in Self-Driving Cars Environment*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 21, Issue 2, pp. 188-198, DOI: 10.7906/indecs.21.2.8, ISSN 1334-4684, 2023.
[7] Dalma Zilahy, Gyula Mester, *Managing Negative Emotions Caused by Self-Driving*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 21, Issue 4, pp. 351-355, DOI: 10.7906/indecs.21.4.4, 2023.
[8] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Self-Driving Robotic Cars: Cyber Security Developments*, Research Anthology on Cross-Disciplinary Designs and Applications of Automation, IGI Global, pp. 969-1001, 2022.
[9] Gyula Mester, *The 2022 Ranking List of Citation Analysis Researchers using h-Index*, Interdisciplinary Description of Complex Systems: Indecs, Vol. 20, Issue 6, pp. 775-779, ISSN 1334-4684, 2022.
[10] César Bautista, Gyula Mester, *Safety Analysis in Automotive Perception*, Full Texts Book of the EJONS 13th International Conference on Mathematics, Engineering, Natural & Medical Science, Edited by Dr. Mehriban Emek, Nurlan Akhmetov, pp. 368-378, ISBN: 978-625-7464-40-6, Cappadocia, Turkey, October 26-27, 2021.
[11] Gyula Mester, César Bautista, *Automotive Digital Perception*, Review of the National Center for Digitization, ISSN:1820-0109, Issue: 39, pp. 90-95, 2021.
[12] Gyula Mester, Jelena Pisarov *Academic Ranking of World Universities 2021*, Review of the National Center for Digitization, ISSN: 1820-0109, Issue: 39, pp. 83-89, 2021.
[13] Gyula Mester, Jelena Pisarov, *Digitalization in Modern Transport of Passengers and Freight*, Review of the National Center for Digitization, ISSN: 1820-0109, Issue: 39, pp. 96-101, 2021.
[14] Jelena L. Pisarov, Gyula Mester, *The use of Autonomous Vehicles in Transportation*, Tehnika, Vol. 76, Issue 2, pp. 171-177, DOI: 10.5937/tehnika2102171P, 2021.
[15] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Implementing New Mobility Concepts with Autonomous Self-Driving Robotic Cars*, IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR), Vol. 17, Issue 2, ISSN 1820-4511, pp. 41-49, July 2021.
[16] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *The Impact of 5G Technology on Life in the 21st Century*, IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR), Vol. 16, Issue 2, pp. 11-14, ISSN 1820-4511, July 2020.
[17] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *The Future of Autonomous Vehicles*, FME Transactions, Vol. 49, No. 1, DOI: 10.5937/fme2101029P, pp. 29-35, December 2020.
[18] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Rang lista fizičara Srbije*, Proceedings of the XXVI Skup Trendovi razvoja: Inovacije u modernom obrazovanju, TREND 2020, Kopaonik, Serbia, pp. 559-562, 2020.02.16.
[19] Damir Šostarić, Gyula Mester, *Drone Localization using Ultrasonic TDOA and RSS signal: Integration of the Inverse Method of a Particle Filter*, FME Transactions, Vol. 48, No. 1, pp. 21-30, ISSN 1451-2092, 2020.
[20] Gyula Mester, Jelena Pisarov and Dalma Zilahy, *Magyarországi robotikai kutatók ranglistája*, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019), Budapest, Hungary, pp. 224-233, 2019.11.14-15.
[21] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Programming the mBot Robot in School*, Proceedings of the International Conference & Workshop Mechatronics in Practice and Education, MechEdu 2019, pp. 45-48, ISBN 978-86-918815-5-9, Subotica, Serbia, 12.12.2019.
[22] Gyula Mester, Jelena Pisarov and Endre Németh, *Óbudai Egyetem rangsorolása a Webometrics 2019-es ranglistákon*, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019), Budapest, Hungary, pp. 234-240, 14-15.11.2019.
[23] Janos Simon, Gyula Mester, *Critical Overview of the Cloud-Based Internet of Things Pilot Platforms for Smart Cities*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Vol. 16, No. 3-A, pp. 397-407, 2018.
[24] Attila Nemes, Gyula Mester, Tibor Mester, *A Soft Computing Method for Efficient Modelling of Smart Cities Noise Pollution*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 16, No. 3-A, pp. 302-312, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/ indecs.16.3.1, Croatian Interdisciplinary Society, 2018.
[25] Attila Nemes, Gyula Mester, *Unconstrained Evolutionary and Gradient Descent-based Tuning of Fuzzy-Partitions for UAV Dynamic Modeling*, FME Transactions, Vol. 45, Issue 1, pp. 1-8, 2017
[26] Gyula Mester, *Academic Ranking of World Universities*, Review of the National Center for Digitization, Issue 31, pp. 40-45, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, 2017.
[27] Gyula Mester, *Rankings Scientists, Journals and Countries Using h-index*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Zagreb, Croatian Interdisciplinary Society, Vol. 14, No. 1, pp. 1-9, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/indecs.14.1.1, 2016.
[28] Gyula Mester, *Design of the Fuzzy Control Systems Based on Genetic Algorithm for Intelligent Robots*, Interdis-

ciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 12, Issue 3, pp. 245-254, 2014.
[29] Gyula Mester, *Új tudományos eredmények mérése*, XXX Kandó Conference, Budapest, Hungary, pp. 1-10, ISBN 978-615-5460-24-1, 2014.11.20.
[30] Gyula Mester, *Univerziteti regiona na Šangajskoj rang listi univerziteta u svetu 2012*, Zbornik radova XIX SkupaTrendovi razvoja, pp. 1-5, Kopaonik, Serbia, 2013.
[31] Gyula Mester, Aleksandar Rodic, *Modeling and Navigation of an Autonomous Quad-Rotor Helicopter*, E-society Journal: Research and Applications, Vol. 3, No. 1, pp. 45-53, 2012.
[32] Gyula Mester, *The Evaluation of the Impact Factor of the Journal Acta Polytechnica Hungarica*, Proceedings of the TREND Conference, pp. 70-73, 2011.
[33] Gyula Mester, *Felsőoktatási világranglisták 2011*, Proceedings of the Informatika a felsőoktatásban 2011, pp. 269-277, ISBN 978-963-473-461-1, Debreceni Egyetem, Debrecen, Hungary, 2011.08.24-26.
[34] Sergiy V. Kovalevskyy, *Artificial Intelligence as a Driver of Socio-Economic System Transformation in Ukraine*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Vol. 22, Issue 3, pp. 296-304, DOI: 10.7906/indecs.22.3.5, 2024.
[35] Q. Z. Yang, D. Domazet,Y. Z. Zhao, *Development of a STEP-based Information Server for Concurrent Engineering Applications,* Advances in Concurrent Engineering - CE97, Edited by: Subra Ganesan, Series Editor: Beren Prasad, presented at Fourth ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications, Okland University, Rochester, Michigan, USA, Technomatic Publishing Co., pp. 255-262, August 20-22, 1997.
[36] D. Domazet, Q. Z. Yang, Y. Z. Zhao, *PIKS: Product Information and Knowledge Servers for Concurrent Engineering Environments*, Proceedings of the 4th International Conference on Computer Integrated Manufacturing, Vol. 2, Editors: A. Sen, A.I. Sivakumar, R. Gay, Springer Singapore, pp.1071-1080, 21-24 October 1997.
[37] D. Domazet, Lim S. S., *Active STEP-Based Product Database Servers for Concurrent Engineering Environments*, International Journal "Production Engineering and Computers", 02,01,1998.
[38] Domazet D., Miao C.Y., Chee F.Y.C, Kong P.H.H., Goh A., *An Infrastructure for Inter-Organizationa Collaborative Product Development,* Proceeding of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences - 2000, Order Number PR00493, IEEE Computer Society.
[39] Janos Santa, Analyses of Investment Projects Efficiency Using Artificial Intelligence, XXXI skup TRENDOVI RAZVOJA, Zbornik radova, pp. 302-305 Vrnjacka Banja, Serbia, 3-5.12.2025.
[40] Janos Santa, World Ranking of Citation Indexing Researchers, Research Gate, pp. 1-4, 2025.
[41] Janos Santa, World Ranking of Citation Indexing Researchers, J Santa, Research Gate, 1-4, 2025
[42] Janos Santa, Magyarországi egyetemek a Times Higher Education egyetemi világranglistán, Research Gate, pp. 1-7, 2025.

HUNGARIAN SCIENCE BIBLIOGRAPHY

Gyula Mester
University of Szeged, Faculty of Engineering, Szeged, Hungary
drmestergyula@gmail.com

Abstract: *Abstract. The paper presents the database of Hungarian scientific publications - Hungarian Science Bibliography. The Hungarian Science Bibliography (Magyar Tudományos Művek Tára, MTMT) is the database of scholarly number of the publications, citations and h-index. Listing publications resulting from public funding is obligatory by law. The Hungarian Science Bibliography data and indicators are an essential, but not the only tool for assessing scientific performance. When using MTMT for evaluation purposes, only verified data should be used. The paper presents the number of the publications, citations, h-index of the author Gyula Mester in the Hungarian Science Bibliography. The paper is organized as follows: the first chapter is the introduction, the second chapter presents the publications, citations, h-index of the author in the Hungarian Science Bibliography and the third chapter summarizes the results of the research*

Key Words: hungarian scientific publications, hungarian science bibliography, h-index.

1. INTRODUCTION

The paper presents the database of Hungarian scientific publications - Hungarian Science Bibliography. The Hungarian Science Bibliography (Magyar Tudományos Művek Tára, **MTMT**) is the database of scholarly publications. Listing publications resulting from public funding is obligatory by law. The Hungarian Science Bibliography data and indicators are an essential, but not the only tool for assessing scientific performance. The most important principles of its operation are self-recording of publications by authors and/or research-performing organizations, completeness, multi-level quality control by a system of institutional and central data librarians, openness, standardization and the use of field-specific indicators. The importance of **MTMT** lies in the fact that it provides a nationally uniform and freely accessible scientific bibliography, instead of the heterogeneous and inaccessible bibliographic lists used previously. When using **MTMT** for evaluation purposes, only verified data should be used [1].

The paper is organized as follows:
- the first chapter is the introduction,
- the second chapter presents the number of the publications, citations and h-index of the author Gyula Mester in the Hungarian Science Bibliography and,
- the third chapter summarizes the results of the research.

2. THE NUMBER OF THE PUBLICATIONS, CITATIONS AND H-INDEX OF THE AUTHOR GYULA MESTER IN THE MTMT DATABASE

In the Hungarian Science Bibliography, **MTMT** database, Gyula Mester, today:

20th February 2026

has the following number of the publications - scientific journal articles, citations and h-index, [2-15] arranged in a Table 1.

Gyula Mester's scientific results from Table 1:

all publications: 436,

all citations: 3635,

h-index = 35.

Notes:

Numbers in the table are links. Clicking the number the program lists the publications that are counted in the cell [16-28].

Table 1. Mester Gyula's data of the number of publications, citations and h-index

Mester Gyula's data (2026.02.10)
MTMT publication and citation summary table

Publication types	Count		Citation[1]	
	All	Detailed	Independent	All
I. Scientific journal articles	69		683	1058
in international journal in foreign language		62	543	868
in international journal in hungarian		0	0	0
in hungarian journal in foreign language		6	137	186
in hungarian journal in hungarian		1	3	4
II. Books	6		6	8
a) Book as author	3		6	8
in foreign language		1	0	1
in hungarian		2	6	7
b) Book as editor[2]	3			
in foreign language		3		
in hungarian		35	31	92
Publications (I-IV.)	285		1623	2804
Abstract[3]	13		2	6
Research data	0		0	0
Other scientific works[4]	117		22	66
All scientific publications	415		1647	2876
Hirsch index[5]			23	35
Educational publications	11		5	18
Higher educational works	10		5	18
Book in foreign language		5	2	6
Book in hungarian		5	3	12
Book chapter in foreign language		0	0	0
Book chapter in hungarian		0	0	0
Educational material	0		0	0
Other educational publications	1		0	0
Titles of protection	0		0	0
Achievements	4		0	0
Popular science works	5		0	0
Journal articles		0	0	0
Books		0	0	0
Other popular science works		5	0	0
Of public interest or unclassified publications[6]	0		0	0
More publications[7]	1		0	0
Other authorships[8]	0		0	0
Citations of edited publications			0	0
Citations in dissertations and other types			471	741
All publications and citations	436		2123	3635

1. Without citations in dissertations and others. Citations in dissertations and others are counted at the end of the table.
2. Editors do not take part of the citations of the book
3. Only scientific abstracts.
4. All other, yet uncounted scientific works (except achievements and Protection forms), where the user is author, author of critical edition or Source edition author.
5. Without citations in dissertations and other types. The value of the row is based on the "All scientific publications" row.
6. Of public interest or unclassified publications where the authorship type of the user is no other [29-41].

7. Including all works that are not counted in other rows of the table. The Norwegian list publications also get here.
8. Publications, where the user is not author, editor, author of critical edition or Source edition author.

3. CONCLUSIONS

The paper presented the database of Hungarian scientific publications - Hungarian Science Bibliography. The Hungarian Science Bibliography (Magyar Tudományos Művek Tára, **MTMT**) is the database of scholarly number of the publications, citations and h-index.

The paper presented the number of the publications: 436, citations: 3635 and h-index=35 of the author Gyula Mester in the Hungarian Science Bibliography.

In our opinion, it would be advisable to create a similar scientific database: "The Serbi Science Bibliography" in Serbia as part of a scientific project.

4. LITERATURA

[1] MTMT, https://m2.mtmt.hu/, last accessed 2026/02/20.
[2] Ugljesa Marjanovic, Gyula Mester and Bojana Milic Marjanovic, *Assessing the Success of Artificial Intelligence Tools: an Evaluation of ChatGPT Using the Information System Success Model*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 266-275, DOI: 10.7906/indecs.22.3.3, 2024.
[3] Dalma Zilahy, Gyula Mester, *Factors Affecting the Adoption of Self-Driving Cars*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 22, Issue 6, pp. 732-737, DOI: 10.7906/indecs.22.6.7, 2024.
[4] János Sánta, *Artificial Intelligence Applied in Enterprise Resource Planning*, Interdisciplinary Description of Complex Systems: Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 360-363, DOI: 10.7906/indecs.22.3.11, ISSN 1334-4684, 2024.
[5] César Bautista, Gyula Mester, *Internet of Things in Self-Driving Cars Environment*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 21, Issue 2, pp. 188-198, DOI: 10.7906/indecs.21.2.8, ISSN 1334-4684, 2023.
[6] Dalma Zilahy, Gyula Mester, *Managing Negative Emotions Caused by Self-Driving*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 21, Issue 4, pp. 351-355, DOI: 10.7906/indecs.21.4.4, 2023.
[7] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Self-Driving Robotic Cars: Cyber Security Developments*, Research Anthology on Cross-Disciplinary Designs and Applications of Automation, IGI Global, pp. 969-1001, 2022.
[8] Gyula Mester, *The 2022 Ranking List of Citation Analysis Researchers using h-Index*, Interdisciplinary Description of Complex Systems: Indecs, Vol. 20, Issue 6, pp. 775-779, ISSN 1334-4684, 2022.
[9] César Bautista, Gyula Mester, *Safety Analysis in Automotive Perception*, Full Texts Book of the EJONS 13th International Conference on Mathematics, Engineering, Natural & Medical Science, Edited by Dr. Mehriban Emek, Nurlan Akhmetov, pp. 368-378, ISBN: 978-625-7464-40-6, Cappadocia, Turkey, October 26-27, 2021.
[10] Gyula Mester, César Bautista, *Automotive Digital Perception*, Review of the National Center for Digitization, ISSN:1820-0109, Issue: 39, pp. 90-95, 2021.
[11] Gyula Mester, Jelena Pisarov *Academic Ranking of World Universities 2021*, Review of the National Center for Digitization, ISSN: 1820-0109, Issue: 39, pp. 83-89, 2021.
[12] Gyula Mester, Jelena Pisarov, *Digitalization in Modern Transport of Passengers and Freight*, Review of the National Center for Digitization, ISSN: 1820-0109, Issue: 39, pp. 96-101, 2021.
[13] Jelena L. Pisarov, Gyula Mester, *The use of Autonomous Vehicles in Transportation*, Tehnika, Vol. 76, Issue 2, pp. 171-177, DOI: 10.5937/tehnika2102171P, 2021.
[14] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Implementing New Mobility Concepts with Autonomous Self-Driving Robotic Cars*, IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR), Vol. 17, Issue 2, ISSN 1820-4511, pp. 41-49, July 2021.
[15] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *The Impact of 5G Technology on Life in the 21st Century*, IPSI BgD Transactions on Advanced Research (TAR), Vol. 16, Issue 2, pp. 11-14, ISSN 1820-4511, July 2020.
[16] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *The Future of Autonomous Vehicles*, FME Transactions, Vol. 49, No. 1, DOI: 10.5937/fme2101029P, pp. 29-35, December 2020.
[17] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Rang lista fizičara Srbije*, Proceedings of the XXVI Skup Trendovi razvoja: Inovacije u modernom obrazovanju, TREND 2020, Kopaonik, Serbia, pp. 559-562, 2020.02.16.
[18] Damir Šostarić, Gyula Mester, *Drone Localization using Ultrasonic TDOA and RSS signal: Integration of the Inverse Method of a Particle Filter*, FME Transactions, Vol. 48, No. 1, pp. 21-30, ISSN 1451-2092, 2020.
[19] Gyula Mester, Jelena Pisarov and Dalma Zilahy, *Magyarországi robotikai kutatók ranglistája*, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019), Budapest, Hungary, pp. 224-233, 2019.11.14-15.
[20] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Programming the mBot Robot in School*, Proceedings of the International Conference & Workshop Mechatronics in Practice and Education, MechEdu 2019, pp. 45-48, ISBN 978-86-918815-5-9, Subotica, Serbia, 12.12.2019.
[21] Gyula Mester, Jelena Pisarov and Endre Németh, *Óbudai Egyetem rangsorolása a Webometrics 2019-es ranglistákon*, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019), Budapest, Hungary, pp. 234-240, 14-15.11.2019.

[22] Janos Simon, Gyula Mester, *Critical Overview of the Cloud-Based Internet of Things Pilot Platforms for Smart Cities*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Vol. 16, No. 3-A, pp. 397-407, 2018.
[23] Attila Nemes, Gyula Mester, Tibor Mester, *A Soft Computing Method for Efficient Modelling of Smart Cities Noise Pollution*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 16, No. 3-A, pp. 302-312, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/ indecs.16.3.1, Croatian Interdisciplinary Society, 2018.
[24] Attila Nemes, Gyula Mester, *Unconstrained Evolutionary and Gradient Descent-based Tuning of Fuzzy-Partitions for UAV Dynamic Modeling*, FME Transactions, Vol. 45, Issue 1, pp. 1-8, 2017
[25] Gyula Mester, *Academic Ranking of World Universities*, Review of the National Center for Digitization, Issue 31, pp. 40-45, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, 2017.
[26] Gyula Mester, *Rankings Scientists, Journals and Countries Using h-index*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Zagreb, Croatian Interdisciplinary Society, Vol. 14, No. 1, pp. 1-9, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906 /indecs.14.1.1, 2016.
[27] Gyula Mester, *Design of the Fuzzy Control Systems Based on Genetic Algorithm for Intelligent Robots*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 12, Issue 3, pp. 245-254, 2014.
[28] Gyula Mester, *Új tudományos eredmények mérése*, XXX Kandó Conference, Budapest, Hungary, pp. 1-10, ISBN 978-615-5460-24-1, 2014.11.20.
[29] Gyula Mester, *Univerziteti regiona na Šangajskoj rang listi univerziteta u svetu 2012*, Zbornik radova XIX SkupaTrendovi razvoja, pp. 1-5, Kopaonik, Serbia, 2013.
[30] Gyula Mester, Aleksandar Rodic, *Modeling and Navigation of an Autonomous Quad-Rotor Helicopter*, E society Journal: Research and Applications, Vol. 3, No. 1, pp. 45-53, 2012.
[31] Gyula Mester, *The Evaluation of the Impact Factor of the Journal Acta Polytechnica Hungarica*, Proceedings of the TREND Conference, pp. 70-73, 2011.
[32] Gyula Mester, *Felsőoktatási világrangllisták 2011*, Proceedings of the Informatika a felsőoktatásban 2011, pp. 269-277, ISBN 978-963-473-461-1, Debreceni Egyetem, Debrecen, Hungary, 2011.08.24-26.
[33] Sergiy V. Kovalevskyy, *Artificial Intelligence as a Driver of Socio-Economic System Transformation in Ukraine*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Vol. 22, Issue 3, pp. 296-304, DOI: 10.7906/indecs.22.3.5, 2024.
[34] Q. Z. Yang, D. Domazet,Y. Z. Zhao, *Development of a STEP-based Information Server for Concurrent Engineering Applications,* Advances in Concurrent Engineering - CE97, Edited by: Subra Ganesan, Series Editor: Beren Prasad, presented at Fourth ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications, Okland University, Rochester, Michigan, USA, Technomatic Publishing Co., pp. 255-262, August 20-22,1997.
[35] D. Domazet, Q. Z. Yang, Y. Z. Zhao, *PIKS: Product Information and Knowledge Servers for Concurrent Engineering Environments*, Proceedings of the 4th International Conference on Computer Integrated Manufacturing, Vol. 2, Editors: A. Sen, A.I. Sivakumar, R. Gay, Springer Singapore, pp.1071-1080, 21-24 October 1997.
[36] D. Domazet, Lim S. S., *Active STEP-Based Product Database Servers for Concurrent Engineering Environments*, International Journal "Production Engineering and Computers", 02,01,1998.
[37] Domazet D., Miao C.Y., Chee F.Y.C, Kong P.H.H., Goh A., *An Infrastructure for Inter-Organizationa Collaborative Product Development,* Proceeding of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences-2000, Order Number PR00493, IEEE Computer Society.
[38] Janos Santa, Analyses of Investment Projects Efficiency Using Artificial Intelligence, XXXI skup TRENDOVI RAZVOJA, Zbornik radova, pp. 302-305 Vrnjacka Banja, Serbia, 3-5.12.2025.
[39] Janos Santa, World Ranking of Citation Indexing Researchers, Research Gate, pp. 1-4, 2025.
[40] Janos Santa, World Ranking of Citation Indexing Researchers, J Santa, Research Gate, 1-4, 2025
[41] Janos Santa, Magyarországi egyetemek a Times Higher Education egyetemi világranglistán, Research Gate, pp. 1-7, 2025.

LOKALIZACIJA ANGLICIZAMA U SLUŽBI GLOBALNOG MARKETINGA

Marina Katić[1], Aleksandra Kardoš Stojanović[2], Jelena Zivlak[3]
[1,2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]mare@uns.ac.rs, [2]sandra.kardos@uns.ac.rs, [3]zivlakjelena@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *U savremenom globalizovanom poslovnom okruženju, lokalizacija digitalnog sadržaja predstavlja ključni faktor uspešne međunarodne komunikacije i tržišnog pozicioniranja. Ovaj rad bavi se analizom lokalizacije vebsajtova kao specifičnog oblika prevođenja koji prevazilazi puku jezičku adaptaciju i podrazumeva prilagođavanje kulturnim, društvenim i tržišnim specifičnostima ciljne publike. Poseban fokus stavljen je na lokalizaciju vebsajtova na srpski jezik, kroz teorijski okvir zasnovan na relevantnoj literaturi, kao i kroz analizu primera međunarodnih kompanija koje posluju na tržištu Republike Srbije. Rad razmatra ulogu anglicizama u lokalizovanom digitalnom diskursu, naročito u domenu tehnologije i softverskih proizvoda, kao i uticaj globalnih tehnoloških trendova na terminološke prakse u srpskom jeziku. Rezultati analize ukazuju na to da uspešna lokalizacija vebsajtova zahteva balans između standardizacije globalnog identiteta brenda i prilagođavanja lokalnim jezičkim i kulturnim normama, čime se potvrđuje njen strateški značaj u kontekstu savremenog globalnog poslovanja.*

Ključne reči: lokalizacija, anglicizmi, vebsajtovi, globalizacija, prevođenje, srpski jezik, digitalni diskurs

LOCALIZATION OF ANGLICISMS FOR GLOBAL MARKETING PURPOSES

Abstract: *In the contemporary globalized business environment, the localization of digital content represents a key factor in effective international communication and market positioning. This paper examines website localization as a specific form of translation that goes beyond mere linguistic adaptation and involves adjustment to the cultural, social, and market-specific characteristics of the target audience. Special emphasis is placed on the localization of websites into the Serbian language, through a theoretical framework grounded in relevant literature as well as an analysis of examples from international companies operating in the Serbian market. The paper discusses the role of anglicisms in localized digital discourse, particularly in the field of technology and software products, as well as the impact of global technological trends on terminological practices in the Serbian language. The findings indicate that successful website localization requires a balance between maintaining a standardized global brand identity and adapting to local linguistic and cultural norms, thereby confirming its strategic importance in the context of contemporary global business.*

Key Words: localization, anglicisms, websites, globalization, translation, Serbian language, digital discourse

1. UVOD

Globalizacija i tržišna tranzicija velikih sila stvorile su tokom poslednje četiri decenije svet snažne ekonomske međuzavisnosti. Iako je tehnološki razvoj prvobitno favorizovao engleski jezik, ekspanzija interneta nametnula je lokalizaciju kao ključni faktor poslovnog uspeha. Lokalizacija predstavlja fundamentalni proces kojim se proizvodi i usluge prilagođavaju specifičnim zahtevima i očekivanjima stranih potrošača, obezbeđujući jezičku i kulturnu primerenost ciljnom regionu distribucije [2, str. 3].

Lokalizacija vebsajta definiše se kao proces prilagođavanja postojećeg digitalnog sadržaja sa ciljem obezbeđivanja njegove dostupnosti, funkcionalnosti i kulturne relevantnosti za određenu ciljnu publiku [3]. Ovaj proces obuhvata prevođenje i prilagođavanje tekstualnih i vizuelnih elemenata, uključujući sadržaj, slike, ikone i formate, kako bi se oni uskladili sa jezičkim i kulturnim konvencijama ciljnog tržišta [4]. Dietz identifikuje izazove u lokalizaciji video-igara, uključujući lingvističke prepreke zapleta i teškoće u kulturnom prilagođavanju humora. On takođe napominje postojanje pritiska na prevodioce zbog trenda istovremenog objavljivanja na različitim jezicima [1].

2. STRATEGIJE LOKALIZACIJE VEBSAJTOVA VODEĆIH KORPORACIJA NA SRPSKI JEZIK

U cilju ilustracije aktuelne prakse lokalizacije na srpski jezik, u nastavku se razmatra odabir vodećih međunarodnih korporacija koje strateški prilagođavaju svoj digitalni sadržaj tržištu Republike Srbije, uz kratak opis njihovih aktivnosti:

1. Coca-Cola – prilagođava veb-sadržaj i promotivne kampanje, tako što ih smešta u lokalni kulturološki kontekst;
2. Microsoft – obezbeđuje punu lokalizaciju softverskih rešenja i prateće dokumentacije na srpski jezik;

3. Samsung – vrši preciznu terminološku adaptaciju tehničkih specifikacija i pruža lokalizovanu korisničku podršku;
4. McDonald's – lokalizuje meni i veb-sadržaj u skladu sa lokalnim tržištem;
5. LG Electronics – pruža tehničku i korisničku podršku na srpskom jeziku;
6. Adidas – lokalizuje onlajn prodavnicu i marketinški sadržaj;
7. Dell – lokalizuje prezentaciju proizvoda i korisničku podršku;
8. Sony – prilagođava sadržaj i tehničku podršku lokalnom tržištu;
9. IKEA – nudi srpsku verziju vebsajta za kupovinu i pregled kataloga.

Kao reprezentativne primere jezičke lokalizacije i adaptacije anglicizama izdvajamo terminologiju sa zvanične internet-stranice kompanije Samsung Srbija [17]. Analiza pokazuje različite stepene prilagođavanja: od zadržavanja izvornog oblika (*tablet*), preko fonetske adaptacije (*servis*, *garancija*, *promocija*, *aplikacija*), do upotrebe kalkova (*pametni telefon*, *prenosivi uređaji*), odnosno potpunih prevoda (*preuzimanje*, *ažuriranje*). Navedeni termini čine okosnicu savremene tehničke i poslovne nomenklature, te su kao takvi duboko integrisani kako u profesionalni diskurs, tako i u svakodnevnu komunikaciju.

Dublja analiza preostalih veb-stranica ukazuje na to da proces lokalizacije digitalnog sadržaja značajno prevazilazi okvire pukog lingvističkog prevođenja. On, naime, obuhvata kompleksnu adaptaciju proizvoda i usluga u skladu sa kulturnim, društvenim i tržišnim normama ciljanog govornog područja. Na primerima gorenavedenih vodećih globalnih korporacija koje posluju na teritoriji Republike Srbije, moguće je identifikovati i diferencirati nekoliko distinktivnih nivoa lokalizacije: terminološki, tehnički i kulturološki nivo.

2.1 Terminološka i tehnička lokalizacija (u IT sektoru)

Kompanije poput Microsoft-a, Sony-ja i LG Electronics-a primeri su lokalizacije fokusirane na:

- Standardizaciju terminologije: Microsoft je definisao savremenu IT terminologiju na srpskom jeziku, direktno utičući na lokalnu informatičku pismenost [14].
- Korisničko iskustvo (engl. *user experience* – UX): Lokalizacija interfejsa i podrške osigurava preciznost i poverenje. Sony primenjuje dizajn usmeren na čoveka (engl. *human-centered design – HCD*) i prilagođava ton tržištu. Na primer, preciznim prevodom opcija poput „Postavka jezika" u meniju „Glavne postavke" eliminiše se konfuzija pri konfiguraciji [6].
- Upotrebljivost (engl. *benchmarking*): LG Electronics testira smart TV uređaje, kako bi otklonio kulturološke barijere u korišćenju interfejsa. Funkcije kao što su „Početni ekran" i „LG prodavnica sadržaja" na webOS platformi prilagođene su srpskom jeziku radi brže navigacije [11].

2.2 Kulturološka adaptacija i glokalizacija sa emocionalnom lokalizacijom (u sektoru robe široke potrošnje (engl. *FMCG sector*))

Najviši stepen lokalizacije, tzv. glokalizacija, uočava se kod brendova McDonald's i Coca-Cola, gde se proces integriše u sam proizvod:

- Adaptacija asortimana (McDonald's): Implementacija lokalno prepoznatljivih brendova i prilagođavanje verskim postovima demonstrira razumevanje običaja:
  - o Domaćinski burger / Nedeljni ručak: Korišćenje sastojaka poput somuna i domaćih soseva;
  - o Lokalni deserti: Integracija Plazma keksa (nacionalni brend) u McFlurry i šejkove;
  - o Post: Promocija posnog menija (Filet-O-Fish, pite) tokom pravoslavnih postova, specifično za tržište Srbije [12].
- Emocionalna lokalizacija (Coca-Cola): Prilagođavanje kampanja lokalnom duhu i jeziku:
  - o Kampanja „Podeli radost": Štampanje domaćih imena (Milica, Nikola) i slenga (npr. „Brate", „Ortak") na etiketama [16];
  - o Kampanja „Nezaboravni ukusi Srbije": Promovisanje pića uz tradicionalna jela (sarma, pečenje), čime se brend inkorporira u domaću trpezu [13];
  - o Ćirilica: Redovna upotreba ćiriličnog pisma na pakovanjima i logotipu, čime se iskazuje poštovanje prema lokalnoj tradiciji.

2.3 Integrisana e-lokalizacija (u maloprodaji)

Primeri kompanija Adidas i IKEA pokazuju važnost potpune funkcionalne lokalizacije. To uključuje lokalizaciju marketinških slogana koji se usklađuju sa lokalnim stilom života, odnosno stambenim prilikama.

Adidas demonstrira lokalizaciju kroz emotivno praćenje lokalnog senzibiliteta, što pokazuje sledeći primer:

"Click & Collect" → „Poruči i preuzmi": Iako se u internim komunikacijama koristi engleski termin, na sajtu dominira prevod „Preuzimanje porudžbine", što čini opciju jasnijom starijim kupcima [19].

Strategija kompanije IKEA na srpskom tržištu potvrđuje da je funkcionalna lokalizacija ključna za tržišni uspeh. Iz tog razloga brend modifikuje svoj marketing, kako bi ga savršeno uklopio u specifičnosti lokalnog

stanovanja i svakodnevice. Primer je u nastavku:

„IKEA Family": Umesto korišćenja reči *klub*, zadržana je reč *Family*, ali marketinška kampanja ipak naglašava: „Kuća za najveću porodicu na svetu", čime anglicizam dobija topliji, lokalni kontekst [7].

Analiza navedenih primera ukazuje na to da sprovedena lokalizacija na srpsko tržište rezultira brisanjem barijere između stranog brenda i domaćeg potrošača. Kompanije koje ulažu u prilagođavanje srpskom jeziku i kulturnom kontekstu ostvaruju veći stepen konverzije i lojalnosti. Jezik se može posmatrati kao instrument poverenja, jer je dostupnost informacija na maternjem jeziku, naročito u domenu korisničke podrške, ključna za dugoročno pozicioniranje na tržištu.

3. STRATEGIJE ADAPTACIJE ANGLICIZAMA U SFERI LOKALIZACIJE DIGITALNIH PLATFORMI I PROIZVODA VISOKIH TEHNOLOGIJA

U oblasti digitalizacije i softverskih proizvoda prisutan je veliki broj termina koji se koriste kao komercijalni nazivi proizvoda i platformi. Sledi selekcija platformi sa primerima:

1. Edge Computing platforme
- Termin: *Edge Computing*
- Lokalizacija: *Obrada podataka na rubu mreže* ili *rubno računarstvo*
- Primer: Umesto *Edge rešenja*, u tehničkim uputstvima (npr. Cisco Srbija) koristi se lokalizovani termin, kao u primeru: „Rešenja za obradu na rubu mreže omogućavaju smanjenje latencije". Ovde je anglicizam preveden opisno kako bi se pojasnila funkcija [8].

2. AIaaS (Artificial Intelligence as a Service)
- Termin: *As a Service* (*aaS*)
- Lokalizacija: *Kao usluga*
- Primer: *AIaaS* se lokalizuje kao *veštačka inteligencija kao usluga*. Kod platformi kao što je Microsoft Azure, anglicizam *Cognitive Services* često ostaje u originalu kao naziv brenda, ali se u opisu lokalizuje, kao u primeru: „Kognitivne usluge zasnovane na veštačkoj inteligenciji" [9].

3. Digital Twin platforma
- Termin: *Digital Twin*
- Lokalizacija: *Digitalni blizanac*
- Primer: Ovo je jedan od najuspešnijih primera potpune lokalizacije, gde je anglicizam zamenjen direktnim prevodom koji je postao standard u srpskoj industriji 4.0 (npr. u Siemens prezentacijama na srpskom) [18].

4. No-code/ Low-code platforme
- Termin*: No-code / Low-code*
- Lokalizacija: *Platforme bez kodiranja / sa minimalno koda*
- Primer: U marketinškim materijalima za Microsoft Power Apps na srpskom, često se koristi hibridni pristup, što možemo videti u primeru: „Low-code rešenja omogućavaju zaposlenima da kreiraju aplikacije bez pisanja koda". Ovde se anglicizam zadržava kao kategorija, ali se značenje lokalizuje radi lakšeg razumevanja [10].

5. Blockchain as a Service (BaaS)
- Termin: *Blockchain*
- Lokalizacija: *Blokčejn* (transliteracija)
- Primer: Za razliku od *digitalnog blizanca*, *Blockchain* se retko prevodi kao *lanac blokova*. Lokalizacija se vrši transliteracijom (prilagođavanjem fonetskom pisanju na ćirilici ili latinici). *BaaS* se tako lokalizuje kao *Blokčejn kao usluga* [5].

6. Quantum Computing platforme
- Termin: *Quantum Computing*
- Lokalizacija: *Kvantno računarstvo*
- Primer: Slično kao kod *rubnog računarstva*, i ovde se koristi standardni naučni prevod. Na platformama za simulaciju, anglicizam *Qubit* se često zadržava u obliku *kubit*, što je primer morfološke adaptacije anglicizma u srpski jezik [15].

Analiza pokazuje da lokalizacija anglicizama u sferi digitalnih proizvoda u Srbiji 2026. godine teži ka postizanju ravnoteže između tehničke preciznosti i razumljivosti. Dok se u visokostručnim sferama (poput kvantnog računarstva) dopušta veći stepen zadržavanja anglicizama, u rešenjima namenjenim širem tržištu (poput rešenja za *Digital Twin* ili *AIaaS*) dominiraju strategije potpune funkcionalne lokalizacije. Ovakav pristup ne samo da doprinosi terminološkom bogatstvu srpskog jezika, već direktno utiče na tržišnu konkurentnost i brzinu

implementacije globalnih tehnoloških trendova u lokalno poslovno okruženje.

4. ZAKLJUČAK

Lokalizacija anglicizama u Srbiji u 2026. godini predstavlja zreo i sofisticiran proces koji uspešno balansira između globalne prepoznatljivosti i lokalne razumljivosti. Srpsko digitalno tržište je kreiralo sopstveni standard koji karakteriše visoka preciznost i prilagodljivost kulturnom i administrativnom kontekstu zemlje. Ovaj rad pokazuje sliku našeg tržišta: kako se svet prilagođava nama, ali i kako mi sami gradimo digitalno okruženje na sopstvenom jeziku. Osim toga, analiza ukazuje na činjenicu da lokalizacija zahteva saradnju stručnjaka iz različitih oblasti – lingvista i inženjera – kako bi se postigla terminološka doslednost i upotrebljivost sadržaja. Što se tiče daljih pravaca istraživanja, smatramo da bi bilo zanimljivo istražiti lokalizaciju anglicizama u video-igricama na srpskom tržištu.

ZAHVALNICA

Autorke se zahvaljuju na podršci u okviru projekta Departmana za opšte discipline u tehnici Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu koji nosi naziv »Veštačka inteligencija i mogućnosti njene primene u cilju unapređenja nastavnog procesa u opštim disciplinama« (Artificial intelligence and its application possibilities in improving the teaching process in fundamental disciplines).

5. LITERATURA

[1] Frank Dietz, *Issues in localizing computer games*, In: K. J. Dunne (Ed.), Perspectives on Localization, Amsterdam & Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, pp. 121-134, 2006.
[2] Bert Esselink, *A Practical Guide to Localization*, Amsterdam & Philadelphia: John Benjamins Publishing Company, 2000.
[3] Neil Payne, *Culture and Website Localization*, WebProNews / TranslationDirectory, 2004. Dostupno na: http://www.translationdirectory.com/article308.html [Pristupljeno: 26.1.2026.]
[4] Ekaterina Timofeeva, *Towards Localization of Anglicisms*, Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Mueller E.K, 2008.
[5]Internet-stranica https://ecd.rs/blog/sta-je-blockchain-i-kako-funkcionise-objasnjenje-za-pocetnike/ [Pristupljeno: 14.1.2026.]
[6]Internet-stranica https://helpguide.sony.net/mig/Z001829R11/SR/contents/TP0000234038.html [Pristupljeno: 15.1.2026.]
[7] Internet-stranica https://www.ikea.com/rs/sr/ikea-family/ [Pristupljeno: 14.1.2026.]
[8]Internet-stranica https://www.industrija.rs/vesti/clanak/edge-computing-buducnost-obrade-podataka-na-rubu-mreze [Pristupljeno: 14.1.2026.]
[9] Internet-stranica https://www.irt3000.si/sr/vesti/arhiv-vesti/2022050308275869/microsoft_azure_cognitive_services_od_sada_prica_srpski/#:~: [Pristupljeno: 14.1.2026.]
[10]Internet-stranica https://learn.microsoft.com/sr-cyrl-rs/power-apps/powerapps-overview [Pristupljeno: 14.1.2026.]
[11] Internet-stranica https://www.lg.com/rs/webos-smart-tv/webos [Pristupljeno: 15.1.2026.]
[12] Internet-stranica https://www.mcdonalds.rs/ [Pristupljeno: 15.1.2026.]
[13] Internet-stranica https://marketingmreza.rs/nezaboravni-ukusi-srbije/ [Pristupljeno: 14.1.2026.]
[14] Internet-stranica https://www.microsoft.com/sr-latn-rs [Pristupljeno: 15.1.2026.]
[15] Internet-stranica https://petlja.org/sr-Latn-RS/kurs/7193/8/6601 [Pristupljeno: 14.1.2026.]
[16]Internet-stranica https://rtvcityub.rs/arhiva/video/velika-coca-cola-kampanja-podeli-radost-za-stolom-u-ubu-novembar-2015/ [Pristupljeno: 15.1.2026.]
[17] Internet-stranica https://www.samsung.com/rs/ [Pristupljeno: 15.1.2026.]
[18] Internet-stranica https://www.siemens.com/rs/sr.html [Pristupljeno: 14.1.2026.]
[19]Internet-stranicahttps://www.trendmaker.rs/lifestyle-patike/unisex-patike-adidas-adistar-control-5.html [Pristupljeno: 14.1.2026.]
[20] Internet-stranica https://www.coca-cola.com/rs/sr [Pristupljeno: 15.1.2026.]

AGROBIZNIS KAO POTENCIJAL ZA PROFESIONALNI I LIČNI RAZVOJ MLADIH STUDENATA

Branislav Dudić[1], Eleonóra Beňová[2], Alexandra Mittelman[3], Vladimir Pejanović[4], Milan Bertić[5]

[1,2,3]*Univerzitet Komenskog u Bratislavi, Fakultet za menadžment, Slovačka*
[1,5]*Univerzitet privredna akademija, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Novi Sad, Srbija*
[4]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]branislav.dudic@fm.uniba.sk, [2]eleonora.benova@fm.uniba.sk, [3]alexandra.mittelman@fm.uniba.sk, [4]vladimirpejanovic@uns.ac.rs, [5]bertafox43@gmail.com

Kratak sadržaj: *Agrobiznis predstavlja strateški sektor sa značajnim potencijalom za uključivanje mladih studenata u procese ekonomskog razvoja, inovacija i digitalne transformacije ruralnih sredina. Razvoj agroturizma i digitalizacija sektora stvaraju nove prilike za mlade studente da grade održive biznise i doprinesu razvoju svojih zajednica. Obrazovni sistem, mediji i lokalne zajednice aktivno promovišu agrobiznis kao savremenu i poželjnu karijernu opciju. Mladi studenti igraju ključnu ulogu u transformaciji agrobiznisa kroz inovacije i digitalizaciju jer njihova aktivna participacija u ovom sektoru može znatno unaprijediti produktivnost, održivost i konkurentnost poljoprivrednih sistema. Ovaj rad istražuje ključne izazove i prilike sa kojima se suočavaju mladi preduzetnici u agrobiznisu, fokusirajući se na pristup resursima, institucionalnu podršku, digitalizaciju i obrazovne kapacitete. Dugoročno uključivanje mladih u agrobiznis zahteva sistemski pristup koji povezuje politiku, obrazovanje, finansije i civilno društvo radi obezbeđivanja resursa, razvoja veština i aktivnog učešća u sektoru.*

Ključne reči: agrobiznis, mladi studenti, digitalizacija, inovacije, održivost.

AGRIBUSINESS AS A POTENTIAL FOR THE PROFESSIONAL AND PERSONAL DEVELOPMENT OF YOUNG STUDENTS

Abstract: *Agribusiness represents a strategic sector with significant potential for involving young students in the processes of economic development, innovation and digital transformation of rural areas. The development of agritourism and the digitization of the sector create new opportunities for young students to build sustainable businesses and contribute to the development of their communities. The educational system, media and local communities actively promote agribusiness as a modern and desirable career option. Young students play a key role in the transformation of agribusiness through innovation and digitalization because their active participation in this sector can significantly improve the productivity, sustainability and competitiveness of agricultural systems. This paper explores the key challenges and opportunities facing young agribusiness entrepreneurs, focusing on access to resources, institutional support, digitization and educational capacity. Long-term youth involvement in agribusiness requires a systemic approach that links politics, education, finance and civil society to ensure resources, skills development and active participation in the sector.*

Key Words: agribusiness, young students, digitization, innovation, sustainability.

1. UVOD

Razvoj agroturizma i digitalizacija sektora stvaraju nove prilike za mlade studente da grade održive biznise i doprinesu razvoju svojih zajednica. U tom kontekstu, student kao mladi preduzetnici, zauzimaju sve značajnije mesto u oblikovanju budućnosti agrobiznisa. Međutim, uprkos prepoznatim mogućnostima, mladi studenti u agrobiznisu suočavaju se sa brojnim izazovima – ograničen pristup finansijama, zemljištu i savremenim znanjima, kao i nedovoljna institucionalna i mentorska podrška, predstavljaju ozbiljne prepreke za njihov proboj na tržište. Razvoj agropreduzetništva među mladima zahteva sistemsku saradnju između države, obrazovnog sistema, finansijskih institucija i civilnog sektora. Neophodno je da obrazovni sistem, mediji i lokalne zajednice aktivno promovišu agrobiznis kao savremenu i poželjnu karijernu opciju. U tom smislu, škole i fakulteti bi trebalo da integrišu praktične programe i preduzetničke radionice koje omogućavaju mladima da steknu konkretna znanja, veštine i samopouzdanje neophodno za pokretanje sopstvenih inicijativa. Obrazovne institucije imaju ključnu ulogu u osnaživanju mladih kroz razvoj praktično orijentisanih nastavnih programa i preduzetničkih aktivnosti, čime se podstiče sticanje relevantnih znanja i veština.

2. AGROBIZNIS KAO PERSPEKTIVAN SEKTOR ZA MLADE STUDENTE

Agrobiznis, dakle, predstavlja značajan sektor sa potencijalom za stvaranje radnih mesta i ekonomski razvoj, posebno u zemljama u razvoju. Uključivanje mladih studenata u ovaj sektor može doprineti smanjenju nezaposlenosti i podsticanju inovacija. Istraživanja pokazuju da mladi često imaju različite percepcije i izazove kada je u pitanju angažovanje u agrobiznisu. Ipak, druga istraživanja pokazuju da kontekst i iskustvo igraju značajnu ulogu: studenti i članovi generacije Z sa iskustvom rada ili obrazovanja u poljoprivredi iskazuju pozitivniji stav prema agro-preduzetništvu i manje percepiraju prepreke [1].

Agrobiznis ima potencijal da postane perspektivan sektor za mlade, ali je potrebno prevazići brojne izazove kako bi se ostvario njegov puni potencijal. Glavne prepreke za uključivanje mladih u agrobiznis uključuju nedostatak početnog kapitala, nisku profitabilnost preduzeća, nedostatak pristupa zemljištu i tržištu, kao i nedostatak znanja o agrobiznisu [2, 3]. Otuda integrisani pristup koji uključuje obrazovanje, finansijsku podršku i razvoj tržišta može značajno doprineti povećanju angažovanja mladih u ovom sektoru.

Mladi ljudi, uz adekvatnu institucionalnu podršku, motivacione mehanizme i pristup odgovarajućim studijama i obrazovnim programima, mogu preuzeti ulogu nosilaca transformacije agrobiznisa u pravcu većeg kvaliteta, produktivnosti i inovativnosti. Studijski programi poput agroekonomije, menadžmenta u agrobiznisu i ruralnom razvoju na fakultetima, imaju funkciju za osposobljavanje studenata za praktičnu primenu znanja, inovacije i preduzetništvo u agrarnom sektoru.

Pored formalnih univerzitetskih programa, postoje različite obuke i seminari specijalizovani za agribiznis koji studentima i mladim preduzetnicima nude praktične radionice, mentorsku podršku i plaćene prakse, čime se dodatno podstiče razvoj veština potrebnih za uspeh u savremenom agrobiznisu. Ipak, mladi i dalje nailaze na prepreke poput ograničenog pristupa finansijama, zemljištu, obrazovanju i drugim ključnim resursima, što može umanjiti puni potencijal ovih programa [4].

Agrobiznis, dakle, nije sektor prošlosti, već industrija budućnosti – i kao takav pruža širok spektar mogućnosti za mlade koji žele da razvijaju sopstvene biznise, učestvuju u digitalnoj transformaciji sektora i doprinesu ekonomskom i društvenom razvoju svojih lokalnih zajednica. Možemo konstatovati da uz istovremeno stvaranje održivih rešenja koja povezuju inovacije, znanje i odgovorno upravljanje prirodnim resursima.

3. MLADI STUDENTI KAO NOSIOCI INOVACIJA I DIGITALIZACIJE U AGROBIZNISU

Mladi studenti igraju ključnu ulogu u transformaciji agrobiznisa kroz inovacije i digitalizaciju. Naime, njihovo uključivanje u ovaj sektor može značajno unaprijediti produktivnost, održivost i konkurentnost poljoprivrednih sistema. Mlade generacije su obično otvorenije prema primeni savremenih digitalnih tehnologija kao što su informaciono-komunikacione tehnologije, precizna poljoprivreda i digitalni alati za praćenje useva, što omogućava optimizaciju procesa i smanjenje troškova proizvodnje.

U širem evropskom kontekstu, digitalizacija poljoprivrede podržana kroz politike i mjere EU dodatno ističe važnost modernih tehnologija za unapređenje ruralnih područja i poljoprivrednih sistema, čime se stvara okruženje u kojem mladi lakše mogu da primene inovacije i doprinesu transformaciji sektora. [5].

Imajući u vidu prethodno navedeno, digitalne tehnologije, kao što su Internet stvari (IoT), veštačka inteligencija i veliki podaci, transformišu agrobiznis omogućavajući efikasniju proizvodnju i distribuciju. Ove tehnologije pomažu u smanjenju ekološkog otiska i povećanju otpornosti poljoprivrednih sistema [6]. Digitalne inovacije u marketingu, proizvodnji i finansijama su posebno izražene u Africi, iako su koncentrisane u nekoliko zemalja [7].

Mladi studenti suočavaju se sa nizom izazova u primeni inovacija uključujući nedostatak finansijskih sredstava, ograničen pristup relevantnim informacijama i slabiju institucionalnu podršku. Ipak, upravo oni donose novu energiju u ruralna područja i predstavljaju most između tradicionalne proizvodnje i savremenih tržišnih potreba. Njihova kreativnost i otvorenost za saradnju sa akademskim, startap i IT sektorom čine ih ključnim pokretačem transformacije agrobiznisa u pravcu pametne, održive i tehnološki osnažene poljoprivrede.

Investiranje u mlade inovatore u agrobiznisu kroz obrazovanje i razvoj veština, unapređenje digitalne infrastrukture, mentorsku podršku i olakšan pristup finansijskim sredstvima predstavlja strateški pravac za kreiranje modernog, inovativnog i konkurentnog poljoprivrednog sektora.

4. STRATEGIJE ZA UNAPREĐENJE UČEŠĆA MLADIH STUDENATA I PREDUZETNIKA U AGROBIZNISU

Učešće mladih studenata u agrobiznisu ima izuzetno veliki značaj za dugoročni razvoj ruralnih sredina, inovacije u poljoprivredi i održivost domaće proizvodnje hrane. Uprkos značajnom potencijalu koji mladi studenti i preduzetnici poseduju za unapređenje agrobiznisa, oni se i dalje suočavaju sa brojnim barijerama koje otežavaju njihovo aktivno uključivanje i uspeh u sektoru. Osim ograničenog pristupa finansijskim i materijalnim resursima, mnogi mladi imaju teškoće u pristupu ključnim informacijama o tržištu i poslovnim prilikama, što umanjuje njihovu sposobnost da efikasno planiraju, pokreću i razvijaju poslovne poduhvate.

Glavne prepreke su im ograničen pristup finansijskim sredstvima, neadekvatne informacije o dostupnim resursima i slabije institucionalne strukture.

Zajedničkim delovanjem javnog sektora, obrazovnih institucija, nevladinog sektora i samih mladih preduzetnika, moguće je stvoriti povoljno okruženje za razvoj mladih u agrobiznisu.

Ovakva saradnja ne samo što osnažuje lični i profesionalni razvoj mladih, već ima i širi efekat na revitalizaciju ruralnih zajednica, jačanje lokalnih ekonomija i povećanje domaće proizvodnje hrane.

Strateški programi obuke i treninga pozitivno utiču na učešće mladih u agrobiznisu povećanjem njihovih veština i sposobnosti, dok istovremeno identifikuje ključne izazove koje takve strategije treba da adresiraju kako bi bile efikasne [4].

Projekti koji okupljaju različite aktere omogućavaju mladima da steknu praktična znanja, pristupe mrežama podrške i sredstvima za realizaciju ideja, čime doprinose socio-ekonomskom razvoju sela i unapređenju ukupnog agrarnog sektora.

5. ZAKLJUČAK

Mladi preduzetnici predstavljaju jedan od ključnih resursa za revitalizaciju i modernizaciju agrobiznisa. Njihova spremnost da usvajaju savremene tehnologije, eksperimentišu sa inovativnim pristupima i povezuju proizvodnju sa tržišnim trendovima čini ih pokretačkom snagom za održivi razvoj ruralnih područja. Kroz analizu ovog rada, utvrđeno je da su najčešći izazovi sa kojima se suočavaju mladi preduzetnici nedostatak početnog kapitala, ograničen pristup zemljištu, složenost administrativnih procedura, kao i nedovoljna dostupnost znanja, mentorske podrške i tržišnih informacija. Razvoj agropreduzetništva među mladim studentima i preduzetnicima može se ostvariti kroz koordinisanu saradnju države, obrazovnog sistema, finansijskih institucija i civilnog društva, čime se obezbeđuju uslovi za obuke, finansijsku podršku i mentorstvo. Na taj način se ne samo podstiče zapošljavanje mladih u ruralnim sredinama, već se dugoročno jača održivi razvoj poljoprivrede i ukupna konkurentnost domaće ekonomije.

6. LITERATURA

[1] Mirkov, M., Bulatović, D., & Parojčić, D. (2025). *Generation Z's attitudes toward agro-entrepreneurship: Examining motivations, challenges, and future perspectives.* Economic of Agriculture, 72(4), 1375–1390. https://doi.org/10.59267/ekoPolj25041375M

[2] Mulema, J., Mugambi, I., Kansiime, M., Chan, H., Chimalizeni, M., Pham, T., & Oduor, G. (2021). *Barriers and opportunities for the youth engagement in agribusiness: empirical evidence from Zambia and Vietnam.* Development in Practice, 31, 690 - 706. https://doi.org/10.1080/09614524.2021.1911949

[3] Akaninyene, O., Essien, A., & Ejeje, A. (2022). *Determinants of Youths Participation in Agribusiness in Akwa Ibom State, Nigeria.* International Journal of Pure Agricultural Advances. https://doi.org/10.55284/ijpaa.v6i1.652

[4] Boye, M., Ghafoor, A., Wudil, A. H., Usman, M., Prus, P., Fehér, A., & Sass, R. (2024). *Youth engagement in agribusiness: Perception, constraints, and skill training interventions in Africa: A systematic review.* Sustainability, 16(3), 1096. https://doi.org/10.3390/su16031096

[5] European Commission. (n.d.). *Digitalisation – Agriculture and rural development.* Retrieved January 2026, from https://agriculture.ec.europa.eu/overview-vision-agriculture-food/digitalisation_en

[6] Ciruela-Lorenzo, A., Del-Águila-Obra, A., Padilla-Meléndez, A., & Plaza-Angulo, J. (2020). *Digitalization of Agri-Cooperatives in the Smart Agriculture Context. Proposal of a Digital Diagnosis Tool.* Sustainability. https://doi.org/10.3390/su12041325

[7] Arthur, K., Bannor, R., Masih, J., Oppong-Kyeremeh, H., & Appiahene, P. (2024). *Digital Innovations: Implications for African Agribusinesses*. Smart Agricultural Technology. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100407

PREDLOG MODELA STRUČNE PRAKSE U OBRAZOVANJU ARHITEKATA

Aleksandra Milinković[1], Dijana Brkljač[2], Stefan Škorić[3], Ivana Šanjević[4]
[1,2,3,4]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]a.milinkovic@uns.ac.rs, [2]dijana.brkljac@uns.ac.rs, [3]stefan.skoric@uns.ac.rs, [4]ivana.sanjevic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Studentska praksa prepoznata je kao značajan i jedan od ključnih elemenata u napretku, razvoju i profesionalnoj usmerenosti studenata, te u pogledu arhitektonske struke direktno utiče na znanja stečena tokom visokoškolskog obrazovanja. Arhitektura je inženjerska disciplina u kojoj se permanentno i ubrzano sprovodi razvoj tehničkih, tehnoloških i softverskih veština, te je neophodno kontinuirano praćenje trendova razvoja. Savremene tendencije i modernizacija ideja usmerenih rapidnim razvojem društva i transformacijama svakodnevnih životnih potreba i stilova života, predstavljaju imperativ za svakog aktera struke. Kao značajnu komponentu praćenja pomenutog razvoja čine unapređenje procesa stručne prakse dostupne studentima na visokoškolskim ustanovama kao i uključivanje zainteresovanih studenata u praktičnu nastavu, te rast kompetencija mladog inženjerskog kadra na tržištu.*

Cilj ovog rada je da se ukaže na moguće modele uključivanja studenata u procese praktičnog rada, te definisanje benefita koji mogu imati studenti, sa jedne strane, a privredni subjekti sa druge. Kako se na različitim nivoima studija, prema horizontalnoj klasifikicaji, ali i u vertikalnom pogledu kroz godine studija, znanje, veštine i potrebe studenata menjaju, progresivni nivoi uključivanja budućih stručnjaka zahtevaju složenije tipove stručnih praksi, kao i drugačije vremenske intervale obavljanja istih. Svaki od opisanih modela i predloga unapređenja procesa studiranja može da doprinese boljem kvalitetu rada, razvijanju profesionalnih sposobnosti, uključivanju u aktuelne teme sa kojima se kroz profesionalni rad inženjeri arhitekture moraju suočiti. Na specifičan način zainteresovanim privrednim subjektima pruža se mogućnost procene budućih kanidata, otvara pitanje kompetencije i ponude mladog stručnog kadra sa kojim bi želeli da sarađuju, te moguće usmeravanje odabranih kandidata u pravcima potreba na tržištu. Predloženi modeli tokom godina, a uz praćenje tržišta i afiniteta studenata, mogli bi se remodelovati u skladu sa uticajnim faktorima i potrebama koje ih direktno oblikuju, kao i nastavnim programima koji bi adekvatno pratili procese pripreme ili benefite ostvarene kroz studentske prakse.

Ključne reči: studentska praksa, studentska praksa na visokoškolskoj ustanovi, studentska praksa u realnom okruženju

PROPOSAL OF A PROFESSIONAL PRACTICE MODEL IN THE EDUCATION OF ARCHITECTS

Abstract: *Student practice is recognized as significant and one of the key elements in the progress, development and professional orientation of students, and in terms of the architectural profession, it has a direct impact on the knowledge acquired during higher education. Architecture is an important engineering discipline in which the development of technical, technological and software skills is carried out permanently and rapidly, and continuous monitoring of development trends, modern tendencies and modernization of ideas aimed at the rapid development of society and transformations of everyday life needs and lifestyles is necessary. An important component of monitoring the aforementioned development is the improvement of scientific research work at higher education institutions, as well as the inclusion of interested students in practical teaching, and the improvement of the competencies of young engineering staff on the market.*

The aim of this work is to point out possible models of involving students in the processes of practical work, and to define the benefits that students can have, on the one hand, and business entities on the other. As the knowledge, skills and needs of students change at different levels of study, according to the horizontal classification, but also in the vertical view through the years of study, the progressive levels of inclusion of future experts require more complex types of professional practices, as well as different time intervals of their performance. Each of the described models and proposals for improving the study process can contribute to a better quality of work, development of professional abilities, involvement in current topics that architectural engineers must face through their professional work. In a specific way, interested business entities are given the possibility of assessment, the issue of competence and supply of young professional staff with whom they would like to cooperate, and the possible guidance of selected candidates in the direction of market needs. Proposed models over the years, and with the monitoring of the market and student affinity, could be remodeled in accordance with the influential factors and needs that directly shape them, as well as teaching processes that would more quickly follow the preparation process or the benefits achieved through student internships.

Key Words: student practice, student practice at the higher education institution, student practice in a real environment

1. UVOD

Prakse su specifični oblici angažovanja koji studentima pružaju pristup saznanjima i iskustvima za karakterističnu oblast poslovanja, u određenom vremenskom periodu. Ovako postavljen krucijalni stav za ovu studiju ukazuje na nekoliko bitnih učesnika u procesu stručnog usavršavanja, na određene uticajne aspekte koji proces oblikuju, kao i na ishode koji su višestruko povoljni po sve interesne strane. Kao mehanizam, studentske i profesionalne prakse su prepoznate kao adekvatan i višestruko uspešan način za smanjenje jaza koji postoji između akademskog obrazovanja, sa jedne strane i potražnje tržišta, sa druge. Visokoškolsko obrazovanje nije u mogućnosti niti obavezi da pripremi studente za sve probleme sa kojima bi mogli da se suoče tokom svoje profesionalne karijere, iz više izuzetno bitnih i kompleksnih problema iniciranih različitim primenama diploma ili stepenima studija, ali je kompetencija studenata i stručnost u oblasti kojom žele da se bave veća ukoliko su praktični rad i iskustvo stečeno na ovaj način pratili proces saznanja i ososobljavanja na studijama [1].

Kada se stručne prakse posmatraju kao „važne kurikularne komponente uključene u mnoge inženjerske studije" [2] što i jeste slučaj na visokoškolskim ustanovama, njihov uticaj na sticanje saznanja i sposobnosti širih od formalno prenetih znanja je višestruka. Arhitektura je disciplina koja objedinjuje umetnost, nauku, tehniku i društvenu odgovornost, pa se zato proces učenja ne može ograničiti samo na akademske okvire. U domenu studija arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu (Departman za arhitekturu i urbanizam), Univerziteta u Novom Sadu, praksa se posmatra kao most između akademskog i profesionalnog okruženja, čime se obezbeđuje kontinuitet u razvoju kompetencija neophodnih za savremenu arhitektonsku profesiju.

Rukovođene pravim i osmišljenim okolnostima, prakse mogu imati pozitivan efekat i uticati na indikatore karijere, koje studenti u početnim fazama ne mogu jasno da percipiraju, dok je uključivanje i usmeravanje od strane nastavnog osoblja ili stručnjaka iz prakse ključno. Studija sprovedena od strane Binder et al. [3] pokazuje da pored pomenutih interesnih strana, studije i ispitivanja uključuju i ključne parametre kao što su vrste studija, etničke raznolikosti, akademske sklonosti i veštine, načine učenja na studijskim programima, mogućnosti samostalnog izbora tokom studiranja i profilisanje u pogledu tema kojima se studenti bave za vreme akademskog obrazovanja. Autorski tim dalje navodi da se uočava značajna razlika između studenata sa i bez prakse tj. minimalnog iskustva kada su u pitanju istraživanja koja se odnose na apriori izbore opcionih praksi, što „slabi svaki argument koji praksama pripisuje uzročnu ulogu u poboljšanju akademskog uspeha", zbog čega je jasniji značaj dobre kolaboracije između visokoškolskih ustanova i stručnih preduzeća.

2. OBRAZOVNI ZNAČAJ I MODEL ORGANIZACIJE STRUČNE PRAKSE NA FTN-U

Prema UNESCO/UIA *Charter for Architectural Education* [4], obrazovanje arhitekata treba da „integriše akademsko i profesionalno iskustvo" i omogući studentima da kroz neposredan rad razumeju kompleksnost projektantskog procesa. Arhitektura se, prema ovom dokumentu, uči kroz iskustvo, refleksiju i delovanje u praksi. Filozofi i teoretičari obrazovanja poput Džona Djua (*John Dewey*) [5] i Donalda Šona (*Donald Schön*) [6] ukazuju da se profesionalne veštine razvijaju upravo kroz proces u kome pojedinac promišlja sopstveno iskustvo. Takvo „učenje kroz činjenje" (*learning by doing*) čini osnovu savremene arhitektonske pedagogije. U tom kontekstu, stručna praksa ima ključnu ulogu, jer studentima omogućava da povežu teorijska znanja sa stvarnim situacijama - da razumeju odnose između projektovanja, realizacije, propisa i društvenih potreba. Ulaganje u znanje, nove tehnologije, radnu etiku, navike, uključivanje i rad u kolektivu, obaveze i odgovornosti inženjera, hijerarhija u poslovnoj strukturi, poslovna inteligencija, predstavlja neprocenjive investiranje u mnoge aspekte buduće karijere.

Na Departmanu za arhitekturu i urbanizam FTN-a, stručna praksa je obavezan deo studijskog programa i realizuje se u skladu sa Zakonom o visokom obrazovanju Republike Srbije [7] i određenim pravilnicima[8,9] i procedurama [10] Fakulteta tehničkih nauka. Stručna praksa obavlja se u različitim vremenskim intervalima na osnovnim i master studijama, kao obavezan predmet za sve studente. Ovako osmišljen koncept ima za cilj pripreme na uključivanje u radni odnos, uspostavljanje kontakata sa licima iz privrede, te jasnan uvid koliko je kompleksan rad u struci, a koliko su oni spremni za samostalno obavljanje pojedinih zadataka.

Praksa se trenutno sprovodi u kasnijim fazama studija, ali u cilju modernizacije programa i usklađivanja sa evropskim obrazovnim standardima preporučuje se uvođenje vertikalnog modela prakse — koji se realizuje kroz sve godine studija, u progresivnom obliku, u skladu sa stepenom znanja i zrelosti studenata. Kako je ovo jedan od predloga, cilj rada je da se prepoznaju ključni uticajni faktori, te otvore pitanja značajna za unapređenje prakse kao procesa značajnog za sticanje veština i iskustva. U skladu sa rečenim, bitne teme koje će biti obrađene u ovom radu su: oblici prakse koji postoje i koji su okviri u kojima se uspostavljaju; način na koji je moguće uvođenje prakse na svim godinama studija i koji su oblici koji odgovaraju određenom nivou studija, zavisno od znanja i zrelosti kandidata (studenata); prednosti i potencijalni problemi kontinuiranog modela stručne prakse.

3. STRUČNA PRAKSA KAO POSTUPAK PRIPREME STUDENATA I UNAPREĐENJA NASTAVNOG PROCESA

Grupa meksičkih naučnika uspostavila je relaciju između nekoliko bitnih faktora i definisala ih kao četiri dimenzije pomoću kojih je moguće **ocenjivanje stručne prakse**: *opšte zadovoljstvo* koje je usmereno na ispunjenje

očekivanja o praksi i usklađenost između prakse i akademske obuke kandidata, a povećanje zadovoljstva vidljivo je u slučajevima kada postoje mentori ili uređeno radno okruženje; *praktično iskustvo* koje obuhvata adekvatnu primenu stečenog visokoškolskog znanja u stvarnim profesionalnim kontekstima i suočavanjima sa uskostručnim zadacima i aktivnostima; *tehničke veštine* predstavljaju načine sticanja specifičnih veština, te omogućavaju implementaciju standarda i pravilnika, korišćenje softverskih alata, primenu specifičnih kompetencija u praktičnom radu, usled čega je ova dimenzija fundamentalna u pogledu subjektivnog vrednovanja stručne prakse, ali i perceptivnoj vrednosti iste u profesionalnom smislu; *meke veštine* koje obuhvataju timski rad, prilagodljivost situacijama, rad pod stresom, međuljudske kompetencije, prenošenje i primanje velikog broja informacija, ali nisu specifične za neku od profesija, nego se odnose na opšte funkcionisanje i efektivnost kandidata u različitim radnim okruženjima [11]. Ovako postavljenim kvalitativnim mernim sistemom, moguće je praćenje stručnih praksi u oblasti inženjerstva i nauke kroz upitnik koji bi se formirao, kao i efikasnost stručne prakse i njen uticaj na dalje studiranje ili zapošljavanje nakon završenog stepena studija.

Ukoliko se posmatra model stručnih praksi i oblici koji se uspostavljaju trenutno, moguće je napraviti diferencijaciju na **tri ključna tipa**: stručna praksa kod poslodavca, stručna praksa na fakultetu ili neki drugi specifični oblici stručne prakse. Prvu grupu, koja je najčešći izbor studenata, ali i najpreporučljivija, čine ona usavršavanja koja se dešavaju u realnom radnom okruženju, uz stalne ili periodične posete poslodavcu, te dobru organizaciju, veću odgovornost i naglašenu primenu pomenutih mekih veština. Ovaj tip studentske prakse daje najbolje rezultate u pogledu tehničkih veština na šta dominantno utiče uključivanje u konkretan radni zadatak ili rad na projektu, uticaj i osposobljavanje uz Mentora, kao stručnog inženjerskog lica i upoznavanje radnog okruženja koje je uticajni faktor na radnu produktivnost u mnogim aspektima. Drugu grupu čine oblici stručne prakse koji se mogu sprovoditi na fakultetu, gde studenti stiču radne veštine uz nadzor i mentorstvo nastavnika na predmetu na kom su angažovani kao praktikanti. Kako je u jednom od prethodnih istraživanja pomenuto na FTN-u na Departmanu za arhitekturu i urbanizam povremeno postoji program „student na praksi kao demonstrator" koji podrazumeva uključivanje studenata u nastavni proces pod stalnim nadzorom i samostalnim izborom predmetnog nastavnika, jer odabir kandidata direktno utiče na kvalitet nastave koji je prioritetan u akademskim ustanovama [12]. Treći tip čine specifični oblici stručne prakse za studente koji su zainteresovani za volontiranje, oblike terenske nastave, učestvovanje u međunarodnim projektima i radionicama, rad u laboratoriji, računarskom centru ili u posetama stručnih, umetničkih ili naučnih događaja ili institucija. Ovakav oblik usavršavanja ima potpuno drugačije krajnje ishode po studente, kao i organizatore događaja, nastavno osoblje ili rukovodioce projekata, ali je primenjivo na svim godinama studija.

Kako je arhitektura disciplina koja zahteva i ima društvenu odgovornost, smatra se da je istu moguće razvijati tokom godina, a kroz upoznavanje sa različitim zadacima i kompleksnim procesima u kojima inženjeri učestvuju. Postavlja se pitanje koliko je studentska praksa moguća u nižim godinama i koje benefite može doneti studentima i/ili privrednim subjektima? Posmatrano kroz navedene modele studentske prakse, na nižim godinama studija, predlaže se upoznavanje sa izabranom strukom, primenom tehničkog crteža, prostornom percepcijom i razvijanjem osećaja odgovornosti u društvu i struci. Ovo je adekvatan period da se studentima ukaže na benefite i značaj profesije u društvenim okolnostima, da se razvijaju meke sposobnosti, kao i da se stvara osećaj realnog radnog okruženja u kojem je suočavanje sa problemima često, a instatnt odluke neophodne. S tim u vezi, praksa na nižim godinama može biti inkorporirana i u neke od nastavnih predmeta, te podrazumevati posete gradilištima, projektnim biroima, formiranje manjih izveštaja, reprodukciju karakterističnih detalja veza, *in site* upoznavanje sa građevisnkim i tehničkim aspektima arhitekture, posetu značajnim ustanovama i firmama koje su imaoci javnih ovlašćenja, ili privatnom sektoru. Ovakvi oblici integracije struke u proces obrazovanja povremeno su aktuelni na predmetima na studijskom programu arhitekture, ali intenzivnije ukazivanje na značaj moglo bi da da veću vrednost ovom programu. U slučaju prikazanog, mnogo lakši put u sprovođenju ovog modela jeste saradnja među institucijama, u odnosu na odgovornost pojedinaca u organizaciji aktivnosti u okviru prakse. Predmetni nastavnik se suočava sa svim kompleksnim organizacionim i pravnim aspektima da se ovakav dodatak nastavnom kursu ostvari, dok postupak može znatno da se olakša definisanjem procedura saradnje između ustanova koje bi učestvovale u procesu. Studenti viših godina studija posmatraju se kao mladi inženjerski kadar koji ima dovoljno predznanja da se suoči sa ozbiljnijim operativnim, praktičnim i tehničkim poteškoćama praktičnog rada. Upravo zato, studenti završne godine osnovnih studija mogu obaveznu studentsku praksu da obavljaju u realnom radnom okruženju, te razviju samostalnost i inženjerski doprinesu timu kome budu dodeljeni. Kontekst arhitekture sa kojim se lično možda prvi put suočava za studenta je višestruko vredan, jer se permanentno radi na popularizaciji arhitekture kao interdiciplinarne naučne delatnosti, te razvija odgovorno lice koje usko sarađuje sa inženjerima građevine, hidrotehnike, elektrotehnike, protivpožarne zaštite, saobraćaja, mašinstva i mnogih drugih struka. Master studije su postdiplomski nivo studija usled čega i obaveze i odgovornosti studenta na praksi mogu postati složenije i veće. Ovo je trenutak kada se na najbolji način povezuju teorijska znanja, praktični zadaci i istraživačka sposobnost da se odgovorno, a najbitnije samostalno, doprinese konkretnim projektantskim problemima.

Sve prethodno opisano predstavljalo bi uključivanje studentske prakse kao značajnog procesa u osamostaljenju, edukaciji i pripremi studenata u pogledu primene vertikalnog modela, a utvrđivanje benefita ovog procesa bilo bi vidljivo kroz nekoliko godina, ukoliko bi se aspekti pratili generacijama i sprovodila istraživanja putem upitnika ili karakterističnih radnih dnevnika prakse, ali i mentorskih izveštaja o kandidatima. Oni benefiti koji su se već pokazali kao istaknuti su: postepeni razvoj kompetencija kod studenata arhitekture (gradacija sposobnosti inženjerskog pristupa koji od procesa posmatranja, kroz proces uključivanja dolazi do konkretnih projektantskih rezultata), razvijanje

odgovornosti prema zajednici i prihvatanje važnosti struke i odluka koje se donose tokom radnih zadataka, aktivna saradnja visokoškolskih ustanova i zaposlenih sa institucijama u privredi, nauci i kulturi i projektnim biroima. Modeli kontinuirane prakse imali bi motivišuće prednosti za sve učesnike u procesu, gde su sa jedne strane studenti, kao najvažnija karika u procesnom lancu, predmetni profesori na akademskim studijama, ali i privredna preduzeća i Mentori koji bi obučavali mlade inženjere, te ih oblikovali u pravcima koji su tržištu potrebni.

4. ZAKLJUČAK

U svom istraživanju Vinberg i dr. (*Winberg et al.*) su naznačili da kada student inženjerstva završi stručnu praksu ili nakon završenog određenog stepena studija uđe na tržište rada, očekuje se da primeni *inženjersko znanje* pod kojim se podrazumevaju specifične i karakteristične kompetencije koje su direktno u vezi sa za njegovom profesijom [13]. Pored toga i sva druga očekivanja, kao što su sposobnosti predikcije, analitike i kritike, argumentovano vođenje diskusije ili tehničko pojašnjenje, razvoj projktne dokumentacije ili posedovanje međuljudskih veština se smatraju već stečenim i donekle razvijenim u mladom inženjeru. Upravo zbog pomenutih očekivanja, interaktivna veza između školovanja i prakse mora da postoji. Postavljanje zadataka pred studente mora imati motivacioni karakter kako bi dalo najbolje rezultate, a sama motivacija mora biti dugoročna i rezultati moraju eksplicitno biti vidljivi. Prakse su dobrovoljne i privremene, te je benefit koji se na ovaj način ostvaruje često bolja ocena na pojedinim predmetima na kojima se stečeno iskustvo direktno primenjuje i motivacija da se i dalje ulaže u znanje koje daje dobre rezultate. Ipak, u celom istraživanju problem je dvokomponentan, te je čitav proces studentskog sticanja praktičnog znanja iz pogleda poslodavca potpuno drugačija tema, koja može biti predmet daljih istraživanja. Otvaraju se pitanja koje benefite imaju privredni subjekti ukoliko uključe studente na praksi u svoje poslovanje; zatim uloga mentora i inženjera koji obučavaju stručni kadar; kako da se studentska praksa isprati i koji su to stadijumi razrade projektno-tehničke dokumentacije u kojima studenti svojom aktivnošću i zalaganjem mogu da doprinesu pozitivnim i boljim ishodima?

ZAHVALNOST

Rad je urađen u okviru projekta „Inovativni pristup integraciji savremenog naučno-istraživačkog rada i umetničkih praksi u nastavnim procesima u oblasti arhitekture, urbanizma i scenskog dizajna s ciljem unapređenja znanja i diseminacije rezultata", Departmana za arhitekturu i urbanizam, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu.

5. LITERATURA

[1] Kamenov Željka, Vlahović-Štetić Vesna, *Planiranje, provedba i vrednovanje stručne prakse i učenja kroz rad – Priručnik za visokoškolske nastavnike,* Sveučilište za rad, Filozofski fakultet, Zagreb, str. 6, 2023.

[2] Goller Michael, Harteis Christian, Gijbels David, Donche Vincent, *Engineering Students' Learning during Internships: Exploring the Explanatory Power of the Job Demands-control-support Model,* Journal of Engineering Education, 109(2), 307–324., 2020.

[3] Binder Jens F., Baguley Thom, Crook Chris, Miller Felicity, *The academic value of internships: Benefits across disciplines and student backgrounds,* Contemporary Educational Psychology, Volume 41, Pages 73-82, ISSN 0361-476X, 2015.

[4] UNESCO/UIA Charter for Architectural Education, 2017, Internet stranica (datum posete 05.02.2026.) https://www.uia-architectes.org/en/resource/unesco-uia-charter-for-architectural-education-revised-english-edition-2017/

[5] Dewey John, *Experience and Education*, Kappa Delta Pi, 1938.

[6] Schön Donald, *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*, Basic Books, 1983.

[7] Zakon o visokom obrazovanju, „Sl. glasnik RS", br. 88/2017, 73/2018, - dr. zakon, 67/2019, 6/2020 – dr. zakoni, 11/2021 – autentično tumačenje, 67/2021 – dr. zakon, 76/2023, 19/2025

[8] Pravilnik o izvođenju nastave, metodologiji dodele ESPB bodova, osnovama vrednovanja predispitnih obaveza i načinu provere znanja studenata, Fakultet tehničkih nauka, https://ftn.uns.ac.rs/wp-content/uploads/2025/08/Pravilnik-o-izvo_enju-nastave_compressed.pdf

[9] Statut Univerziteta u Novom Sadu Fakulteta tehničkih nauka, https://ftn.uns.ac.rs/wp-content/uploads/2024/08/Statut_20FTN-a_20-2023.pdf

[10] Postupak realizacije stručne prakse, Uput za obavljanje stručne prakse, (*obrazac*) Fakultet tehničkih nauka

[11] Gutiérrez-Pulido Humberto, Orozco-Rodríguez Claudia, *The contribution of professional internships to the academic development of engineering and science students: a case study,* Frontiers in Education, Volume 10 – 2025, pages 01-14, 2025, ISSN=2504-284X, 2015.

[12] Milinković Aleksandra, Brkljač Dijana, Škorić Stefan, Šanjević Ivana, *Modeli uključivanja studenata u nastavni proces*, XXX Skup TRENDOVI RAZVOJA: "Nastavnici i saradnici kao centar promena u visokom obrazovanju", Vrnjačka Banja, 2024.

[13] Winberg Chris, Bramhall Mike, Greenfield David, Johnson Patrick, Rowlett Peter, Lewis Oliver, et al., *Developing employability in engineering education: a systematic review of the literature,* Eur. J. Eng. Educ. 45, 165–180., 2020.

ULOGA ERAZMUS+ POZIVA U PODSTICAJU INTERNACIONALIZACIJE NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU

Marko Štaka[1], Slavko Rakić[2], Danilo Nikolić[3]
[1,2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[2]*Tehnološki univerzitet u Talinu, Talin, Estonija*
[1]marko.staka@uns.ac.rs, [2]slavko.rakic@uns.ac.rs, [2]slavko.rakic@taltech.ee, [3]nikolic.danilo@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Program Erazmus+ predstavlja ključni instrument Evropske unije za unapređenje internacionalizacije visokoškolskih ustanova i razvoj saradnje sa privredom. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu (FTN), kao jedna od vodećih institucija u oblasti tehničkih nauka u Srbiji, poseduje značajan potencijal za korišćenje Erazmus+ aktivnosti u cilju jačanja međunarodne saradnje, povezivanja sa industrijom i razvoja istraživačkih i inovacionih kapaciteta. Cilj ovog rada je da analizira ulogu Erazmus+ poziva u unapređenju internacionalizacije FTN-a i saradnje sa privredom kroz procenu kompatibilnosti aktivnosti i projekata sa strateškim ciljevima fakulteta. Korišćena je kvalitativna metodologija zasnovana na komparativnoj analizi programskih ciljeva i postojećih kapaciteta FTN-a.*
Ključne reči: Erazmus+, internacionalizacija, naučno-istraživački potencijal

THE ROLE OF ERASMUS+ CALLS IN PROMOTING INTERNATIONALIZATION AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES IN NOVI SAD

Abstract: *The Erasmus+ program is a key instrument of the European Union for enhancing the internationalization of higher education institutions and developing cooperation with industry. The Faculty of Technical Sciences in Novi Sad (FTN), as one of the leading institutions in the field of technical sciences in Serbia, has significant potential to utilize Erasmus+ activities to strengthen international collaboration, industry engagement, and the development of research and innovation capacities. This paper aims to analyze the role of Erasmus+ calls in promoting the internationalization of FTN and cooperation with industry by assessing the compatibility of activities and projects with the faculty's strategic objectives. A qualitative methodology based on a comparative analysis of program objectives and the existing capacities of FTN was applied.*
Key Words: Erasmus+, internationalization, research potential

1. UVOD

Savremeno visoko obrazovanje nalazi se pred izazovom stalnog unapređenja kvaliteta nastave i istraživanja u uslovima globalne konkurencije i ubrzanog tehnološkog razvoja. Univerziteti sve više zavise od razmene znanja, projektnog finansiranja i povezivanja sa međunarodnim i industrijskim partnerima kako bi povećali relevantnost i konkurentnost svojih programa. Internacionalizacija postaje ključni instrument za jačanje međunarodne vidljivosti, akademskih kapaciteta i inovacionog potencijala institucija.

Program Erazmus+ predstavlja centralni instrument Evropske unije za podršku visokom obrazovanju, mobilnosti studenata i osoblja, profesionalnom razvoju i međunarodnoj saradnji sa privredom [1]. Kroz mobilnosti, partnerstva i zajedničke projekte, Erazmus+ doprinosi jačanju internacionalne saradnje, povezivanju fakulteta sa industrijom i unapređenju nastavnih i inovacionih kapaciteta [2].

FTN kao najveći tehnički fakultet u Srbiji, poseduje značajan potencijal za korišćenje Erazmus+ aktivnosti u cilju jačanja internacionalne saradnje i povezivanja sa privredom. Integracijom Erazmus+ programa u svoj razvojni okvir, FTN unapređuje kvalitet nastavnih programa, međunarodnu vidljivost i kapacitete za industrijsko i inovaciono partnerstvo.

Cilj ovog rada je da analizira ulogu Erazmus+ programa u unapređenju internacionalizacije FTN-a i saradnje sa privredom kroz procenu kompatibilnosti Erazmus+ aktivnosti i projekata sa strateškim ciljevima fakulteta.

2. ERAZMUS+ PROGRAM I INTERNACIONALIZACIJA

Erazmus+ program obuhvata širok spektar aktivnosti koje se mogu grupisati u četiri osnovne celine: KA1 – Mobilnost u svrhu učenja (engl. *Learning Mobility*), KA2 – Saradnja među organizacijama (engl. *Cooperation among Organisations*), KA3 – Podrška razvoju politika (engl. *Support to Policy Development*) i *Jean Monnet* aktivnosti [3]. Žan Mone aktivnosti predstavljaju poseban deo programa koje su, osim za ustanove iz oblasti visokog obrazovanja, dostupne i ustanovama iz oblasti opšteg i stručnog obrazovanja. Program predstavlja bitan alat za unapređenje

internacionalizacije, mobilnosti i saradnje sa privredom u visokom obrazovanju.

KA1 aktivnosti omogućavaju mobilnost studenata, nastavnika i osoblja, čime se podstiče razmena znanja, usvajanje novih kompetencija i razvoj profesionalnih veština. Ove mobilnosti doprinose jačanju međunarodnih veza, uspostavljanju dugoročnih partnerstava i umrežavanju sa industrijskim i akademskim institucijama.

KA2 aktivnosti imaju strateški značaj jer omogućavaju razvoj partnerstava za saradnju, inovacije i izvrsnost. Kroz ove projekte razvijaju se novi kurikulumi, laboratorije i istraživačka infrastruktura. Istovremeno se jačaju veze sa privredom i industrijom, što direktno doprinosi primeni znanja i unapređenju kompetencija studenata i osoblja.

KA3 aktivnosti pružaju akademskoj zajednici mogućnost da učestvuje u oblikovanju politika i standarda obrazovanja. Ovim aktivnostima se jača institucionalni uticaj i pozicioniranje u okviru evropskog obrazovnog sistema. *Jean Monnet* aktivnosti doprinose integraciji evropskih politika i vrednosti u nastavni proces, podstičući interdisciplinarnost i međunarodnu saradnju.

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

U radu je primenjena kvalitativna metodologija zasnovana na analizi kompatibilnosti Erazmus+ aktivnosti sa kapacitetima FTN-a u kontekstu internacionalizacije i saradnje sa privredom. Metod se zasniva na komparativnoj analizi ciljeva pojedinačnih tipova projekata i postojećih nastavnih, organizacionih i infrastrukturnih resursa FTN-a. Kao osnovni kriterijumi korišćeni su: institucionalna usklađenost, prethodno iskustvo fakulteta u međunarodnim projektima, mogućnost primene aktivnosti u praksi, doprinos jačanju internacionalne saradnje i povezivanju sa privredom, te potencijal za razvoj partnerskih mreža. Rezultati analize predstavljeni su kroz tabele koje prikazuju kompatibilnost aktivnosti i projekata sa interesovanjima i kapacitetima FTN-a, a koje su detaljno prikazane u nastavku rada.

4. ANALIZA

U ovom poglavlju prikazani su rezultati analize u tabelarnom obliku. Za svaku celinu projekata predstavljena je tabela koja sadrži tipove projekata, ključne faktore, stepen povezanosti sa FTN-om i procenu potencijala za učešće.

Tabela 1 – Analiza kompatibilnosti KA1 aktivnosti sa Fakultetom tehničkih nauka u Novom Sadu

Tip projekta [1]	**Ključni faktori**	**Povezanost sa FTN**	**Potencijal za učešće**
Projekti mobilnosti za studente i osoblje u visokom obrazovanju	Internacionalizacija, razvoj kompetencija	FTN ima razvijene programe mobilnosti i iskustvo u studentskim razmenama [4]	Veoma visok
Erazmus akreditacija u oblasti stručnog obrazovanja i osposobljavanja, vaspitanja i opšteg obrazovanja te obrazovanja odraslih	Kapacitet za stručno obrazovanje i mobilnosti	FTN je prvenstveno usmeren na visoko obrazovanje, ograničeno iskustvo u stručnoj edukaciji i obrazovanju odraslih [5]	Srednji
Mobilnost za učenike i osoblje u strukovnom obrazovanju i osposobljavanju	Razvoj veština i kompetencija u stručnoj edukaciji	FTN poseduje strukovne studije [6], što omogućava delimično učešće i primenu aktivnosti; ograničen obim u odnosu na škole i strukovne centre	Srednji
Mobilnost za učenike i osoblje u oblasti vaspitanja i opšteg obrazovanja	Razvoj pedagoških kompetencija	Ova oblast nije obuhvaćena studijskim ili istraživačkim programima FTN-a	Nizak
Mobilnost za polaznike i osoblje u obrazovanju odraslih	Doživotno učenje, stručni razvoj	FTN delimično može uključiti aktivnosti kroz postojeće programe strukovnih studija [5]	Srednji
Mobilnost u svrhu učenja u oblasti mladih	Aktivno uključivanje mladih	Uključivanje studenata u istraživačke i praktične projekte	Visok
Erazmus akreditacija u oblasti mladih	Standardizacija i mobilnost	FTN može biti partner u omladinskim projektima	Visok
Mogućnosti za mobilnost organizacija sa Erazmus akreditacijom u oblasti mladih	Umrežavanje institucija	Mogućnost povezivanja sa partnerima i industrijom	Visok
Projekti mobilnosti za mlade – "Razmene mladih"	Razmena znanja i iskustava	Uključivanje studenata u istraživačke projekte	Visok
Projekti mobilnosti za osobe koje rade sa mladima	Profesionalni razvoj osoblja	Uključivanje osoblja kroz kurseve i radionice	Srednji

Aktivnosti učestvovanja mladih	Aktivno građansko učešće	Organizovanje radionica i studentske inicijative	Visok
Projekti mobilnosti za mlade – "DiscoverEU"	Kulturna i obrazovna integracija	Ograničena mogućnost institucionalnog uključivanja, s obzirom da su prijave individualne	Nizak
Mobilnost osoblja u oblasti sporta	Profesionalni razvoj	Sportske aktivnosti nisu obuhvaćeneer studijskim ili istraživačkim programima FTN-a	Nizak
Virtuelne razmene u oblasti visokog obrazovanja i mladih	Digitalna transformacija, online učenje	Posedovanje digitalne infrastrukture	Veoma visok

Analiza pokazuje da FTN ima najviše kapaciteta i potencijala za direktno učešće u mobilnostima koje se odnose na studente i osoblje u visokom obrazovanju, omladinske aktivnosti i virtuelne razmene, gde postoji razvijena infrastruktura i iskustvo. Aktivnosti u oblasti strukovnog obrazovanja i obrazovanja odraslih mogu biti delimično uključene kroz postojeće programe, dok su mobilnosti vezane za opšte obrazovanje, vaspitanje i sport ograničene zbog neobuhvaćenosti tih oblasti studijskim programima FTN-a.

Tabela 2 – Analiza kompatibilnosti KA2 aktivnosti sa Fakultetom tehničkih nauka u Novom Sadu

Tip projekta [1]	**Ključni faktori**	**Povezanost sa FTN**	**Potencijal za učešće**
Partnerstva za saradnju – saradnička partnerstva	Razvoj kurikuluma, međunarodna saradnja	FTN može biti koordinator ili partner	Veoma visok
Partnerstva za saradnju – mala partnerstva	Lokalna/regionalna saradnja	FTN može povezati laboratorije sa industrijom	Visok
Partnerstva za izvrsnost – centri stručne izvrsnosti	Jačanje istraživačkih kapaciteta	FTN poseduje istraživačke centre [7]	Veoma visok
Partnerstva za izvrsnost – Akademije za stručno usavršavanje učitelja	Profesionalni razvoj	Fokus na visoko obrazovanje, ograničena mogućnost kroz strukovne studije	Srednji
Aktivnosti Erazmus Mundus	Internacionalni master programi	FTN učestvuje u Erazmus Mundus programima [8]	Veoma visok
Partnerstva za inovacije	Inovacije u tehnologiji i obrazovanju	FTN razvija inovativne projekte [9]	Veoma visok
Savezi za inovacije	Razvoj novih tehnologija i kurikuluma	FTN može biti partner u savezu univerziteta i industrije	Veoma visok
Jačanje kapaciteta u visokom obrazovanju	Modernizacija institucija	Direktno relevantno za FTN	Veoma visok
Jačanje kapaciteta u stručnom obrazovanju i osposobljavanju	Modernizacija kurikuluma	Ograničena mogućnost kroz strukovne studije	Srednji
Jačanje kapaciteta u oblasti mladih	Uključivanje mladih	Uključivanje studenata kroz projekte	Visok
Jačanje kapaciteta u oblasti sporta	Profesionalni razvoj	Sportske aktivnosti nisu obuhvaćeni studijskim ili istraživačkim programima FTN-a	Nizak
Neprofitna evropska sportska događanja	Promocija sporta	Sportske aktivnosti nisu obuhvaćeni studijskim ili istraživačkim programima FTN-a	Nizak

Postoji visok potencijal za učešće projekata koji su usmereni na razvoj kurikuluma, istraživačku izvrsnost, inovacije i internacionalizaciju visokog obrazovanja, gde može nastupati i kao koordinator i kao partner. Posebno su perspektivne aktivnosti poput saradničkih partnerstava, centara izvrsnosti, Erazmus Mundus programa, saveza i inovacionih partnerstava, koje se direktno oslanjaju na postojeće nastavne i istraživačke kapacitete fakulteta. Projekti iz oblasti sporta i neformalnog obrazovanja imaju nizak značaj za FTN jer nisu u skladu sa obrazovno-istraživačkom

misijom.

Tabela 3 – Analiza kompatibilnosti KA3 aktivnosti sa Fakultetom tehničkih nauka u Novom Sadu

Tip projekta [1]	**Ključni faktori**	**Povezanost sa FTN**	**Potencijal za učešće**
Mladi Evrope zajedno	Učešće mladih u oblikovanju politika	Učešće uz saradnju sa studentskim organizacijama	Srednji

FTN može učestvovati u inicijativi „Mladi Evrope zajedno" kroz saradnju sa studentskim organizacijama i mentorsku podršku studentima. Ovakvi projekti podstiču rano uključivanje budućih inženjera u evropske inicijative i jačaju interesovanje mladih za nauku i učešće u kreiranju politika, zbog čega je potencijal učešća ocenjen kao srednji.

Tabela 4 – Analiza kompatibilnosti *Jean Monnet* aktivnosti sa Fakultetom tehničkih nauka u Novom Sadu

Tip projekta [1]	**Ključni faktori**	**Povezanost sa FTN**	**Potencijal za učešće**
Aktivnosti u oblasti visokog obrazovanja	Promocija evropskih integracija, politika i istraživanja	FTN može organizovati seminare, kurseve i istraživačke grupe	Visok
Aktivnosti u drugim oblastima obrazovanja i osposobljavanja	Obuke nastavnika, širenje znanja o EU	FTN delimično može uključiti akademske projekte i radionice	Srednji

FTN pokazuje visok potencijal za učešće u *Jean Monnet* aktivnostima u oblasti visokog obrazovanja, gde može direktno organizovati seminare, kurseve i istraživačke grupe fokusirane na evropske integracije i politike. U drugim oblastima obrazovanja i osposobljavanja, uloga fakulteta je indirektnija i ograničena na stručne radionice i akademske projekte, zbog čega je potencijal učešća ocenjen kao srednji. Ove aktivnosti pružaju mogućnost povezivanja akademskih i studentskih kapaciteta sa evropskim obrazovnim i političkim inicijativama.

5. ZAKLJUČAK

Analiza prikazana u ovom radu ukazuje da značajan broj Erazmus+ projekata može direktno doprineti jačanju internacionalizacije Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Najveći doprinos ostvaruje se kroz KA1 mobilnosti, koje omogućavaju međunarodnu razmenu studenata i osoblja, i KA2 saradnička i inovaciona partnerstva, koja podstiču međunarodnu saradnju i povezivanje sa industrijskim partnerima. *Jean Monnet* aktivnosti dodatno doprinose usklađivanju sa evropskim obrazovanjem i promovišu integraciju evropskih politika u nastavne i obrazovne tokove.

Sistematskim korišćenjem Erazmus+ poziva, FTN unapređuje međunarodnu vidljivost, razvija globalne mreže partnerstva i povećava kvalitet obrazovanja kroz razmenu znanja i iskustava. Integracijom svih aktivnosti sa visokim ili veoma visokim potencijalom učešća, fakultet može ostvariti značajan efekat: mobilnosti podstiču razvoj kompetencija i internacionalnu povezanost, partnerstva unapređuju saradnju sa međunarodnim i industrijskim subjektima, dok *Jean Monnet* aktivnosti doprinose jačanju evropske dimenzije i globalnog perspektivnog okvira obrazovanja.

LITERATURA

[1] European Commission, "Erasmus+ Programme Guide," European Commission, 2023.
[2] Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture (European Commission), "Erasmus+ annual report 2024," 2025.
[3] European Commission, *What is the structure of the Erasmus+ Programme? - Erasmus+* https://erasmus-plus.ec.europa.eu/programme-guide/part-a/priorities-of-the-erasmus-programme/structure
[4] Факултет техничких наука, *Одлазна мобилност студената, Служба за међународну сарадњу* https://ftn.uns.ac.rs/odlazna-mobilnost-studenata/
[5] N. Simeunović, Đ. Vukelić, I. Nešković, I. Kovačević, J. Hodolič, *"Kontinualno obrazovanje na FTN u kontekstu celoživotnog učenja"* XVII Skup TRENDOVI RAZVOJA: "EVROPA 2020: društvo zasnovano na znanju," Kopaonik, Srbija: Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 10. 3. 2011, pp. 253–256.
[6] Факултет техничких наука, *Студијски програми*, https://ftn.uns.ac.rs/studijski-programi/
[7] Универзитет у Новом Саду, *Научно-истраживачки центри* https://www.uns.ac.rs/index.php/nauka/naucni-potencijal/naucno-istrazivacki-centri
[8] International Relations Office UNSPMF, *Cooperation Agreements* https://international.pmf.uns.ac.rs/cooperation-agreements/
[9] Faculty of Technical Sciences, Chair of Informatics, *REVLAB: Renewable Energy Virtual Laboratory* https://informatika.ftn.uns.ac.rs/projects/

POLOŽAJ I KONKURENTNOST UNIVERZITETA U NOVOM SADU U KONTEKSTU EVROPSKIH PROJEKATA: ANALIZA PARTNERA IZ SRBIJE

Marko Štaka[1], Miroslav Stefanović[2], Darko Stefanović[3], Slavko Rakić[4]
[1,2,3,4]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[4]*Tehnološki univerzitet u Talinu, Talin, Estonija*
[1]marko.staka@uns.ac.rs, [2]mstef@uns.ac.rs, [3]darko.stefanovic@uns.ac.rs, [4]slavko.rakic@uns.ac.rs, [4]slavko.rakic@taltech.ee

Kratak sadržaj: *Učešće organizacija iz Republike Srbije u projektima finansiranim iz programa Evropske unije predstavlja značajan pokazatelj njihovog institucionalnog uticaja, međunarodne vidljivosti i konkurentnosti u Evropskom istraživačkom i obrazovnom prostoru. Cilj ovog rada je da sagleda trenutno stanje i konkurentnost institucija iz Srbije u EU projektima, sa posebnim fokusom na pozicioniranje Univerziteta u Novom Sadu. Istraživanje je zasnovano na javno dostupnim podacima Evropske komisije, pri čemu je izvršena agregacija podataka svih visokoškolskih ustanova, instituta i drugih univerzitetskih organizacija kako bi se prevazišli problemi nastali usled različitih istorijskih praksi registracije institucija i dobila realna slika učešća projekata po univerzitetima. Analizom je obuhvaćena struktura partnera iz Srbije, raspodela projekata po univerzitetima, kao i tipovi programa u kojima UNS ostvaruje najveću aktivnost. Komparativna analiza sa ostalim univerzitetima iz Srbije omogućava sagledavanje relativne pozicije UNS-a i identifikaciju potencijala za dalje unapređenje međunarodne saradnje i projektne konkurentnosti.*
Ključne reči: EU projekti, Univerzitet u Novom Sadu, internacionalizacija, projektna konkurentnost

THE POSITION AND COMPETITIVENESS OF THE UNIVERSITY OF NOVI SAD IN THE CONTEXT OF EUROPEAN PROJECTS: AN ANALYSIS OF PARTNERS FROM SERBIA

Abstract: *Participation of organizations from the Republic of Serbia in projects funded by European Union programs represents an important indicator of their institutional impact, international visibility, and competitiveness within the European research and education area. The aim of this study is to assess the current status and competitiveness of Serbian institutions in EU projects, with a particular focus on the positioning of the University of Novi Sad (UNS). The research is based on publicly available data from the European Commission, and includes the aggregation of data from all higher education institutions, research institutes, and other university-affiliated organizations in order to overcome issues arising from historical differences in institutional registration practices and to provide a realistic picture of project participation at the university level. The analysis covers the structure of Serbian partners, the distribution of projects across universities, and the types of programs in which UNS demonstrates the highest level of activity. Comparative analysis with other Serbian universities allows for an evaluation of UNS's relative position and the identification of potential for further enhancement of international cooperation and project competitiveness.*
Key Words: EU projects, University of Novi Sad, internationalization, project competitiveness

1. UVOD

Učešće obrazovnih, istraživačkih i drugih organizacija iz Republike Srbije u projektima finansiranim iz programa Evropske unije predstavlja značajan indikator njihove međunarodne vidljivosti, inovacionog potencijala i stepena usklađenosti sa evropskim standardima u oblasti istraživanja i obrazovanja. Programi poput *Horizon Europe*, *Erasmus+*, *Creative Europe* i *Citizens, Equality, Rights and Values* (CERV) omogućavaju institucijama iz Srbije pristup finansijskim resursima namenjenim unapređenju naučnoistraživačkih, obrazovnih i razvojnih kapaciteta.

Republika Srbija, kao država kandidat za članstvo u Evropskoj uniji i pridružena zemlja (engl. *associated country*) u okviru više programa EU, ima mogućnost punopravnog učešća u projektnim aktivnostima pod uslovima koji su u velikoj meri izjednačeni sa državama članicama Evropske unije [1]. Ovaj status omogućava institucijama visokog obrazovanja, istraživačkim organizacijama, javnim ustanovama i organizacijama civilnog društva da konkurišu za sredstva, razvijaju međunarodna partnerstva i jačaju institucionalne kapacitete za inovacije i transfer znanja [2]. Studije pokazuju da mobilnost u okviru EU programa može ublažiti negativne efekte odliva mozgova i povećati transfer znanja [3]. Istovremeno, takav vid saradnje doprinosi intenziviranju povezivanja sa evropskim istraživačkim i obrazovnim mrežama, kao i povećanju konkurentnosti domaćih institucija na međunarodnom nivou.

U ovom radu analizira se položaj i konkurentnost Univerziteta u Novom Sadu (UNS) u odnosu na druge institucije iz Republike Srbije, na osnovu javno dostupnih podataka Evropske komisije sa portala *EU Funding & Tenders* [4]. Posebna pažnja usmerena je na kvantitativni pregled realizovanih projekata, strukturu partnera i

metodološke izazove u interpretaciji podataka. Cilj je da se sagledaju realni kapaciteti i pozicioniranje UNS u evropskom istraživačkom i obrazovnom prostoru.

2. PREGLED TRENUTNOG STANJA PARTNERA IZ SRBIJE U EU PROJEKTIMA

Podaci prikupljeni iz [4] ukazuju da je do sada identifikovano ukupno 8.414 partnera iz Republike Srbije uključenih u projekte finansirane od strane Evropske unije. Od navedenog broja, 28 čine fizička lica, dok preostalih 8.386 predstavljaju organizacije, uključujući naučnoistraživačke institucije, univerzitete, javne ustanove i neprofitne organizacije. Analiza pokazuje da među registrovanim subjektima veći deo organizacija nije ostvario projektno finansiranje:

- 7.336 organizacija nije imalo nijedan dobijeni projekat,
- 1.078 organizacija je imalo najmanje jedan dobijeni projekat.

Ovi rezultati ukazuju na činjenicu da većina prijavljenih partnera ili nije uspela da obezbedi sredstva kroz prijavljene projekte ili uopšte nije bila aktivna u procesu prijavljivanja. 1.078 organizacija ukupno je realizovalo 3.582 projekata, pri čemu je prosečan broj projekata po organizaciji 3,3. Najveći broj uključenih subjekata dolazi iz sektora nevladinih organizacija (360). Posmatrano po učinku uspešnosti dobijenog projekta, najbolje rezultate ostvaruju visokoškolske i srednjoškolske ustanove sa 798 dobijena projekta na 93 organizacije (8,6 po organizaciji). Sektor visokog i srednjeg obrazovanja značajno nadmašuje sve ostale uključujući i istraživačke organizacije. Raspodela dobijenih projekata i broj organizacija po sektorima prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1 – Raspodela organizacija i dobijenih projekata prema tipu organizacije

R. br.	Tip organizacije	Broj organizacija sa dobijenim projektom	Ukupan broj dobijenih projekata	Broj projekata po organizaciji
1.	Visokoškolska ili srednjoškolska ustanova	93	798	8,6
2.	Malo ili srednje preduzeće	3	24	8,0
3.	Istraživačka organizacija	63	420	6,7
4.	Nevladina organizacija	360	979	2,7
5.	Javna organizacija	124	331	2,7
6.	Privatna profitna organizacija	283	664	2,3
7.	Drugo	152	336	2,4
	Ukupno:	**1078**	**3582**	**3,3**

Visok prosečan broj projekata za visokoškolske i srednjoškolske ustanove ukazuje na razvijene institucionalne kapacitete, iskustvo u pripremi i upravljanju projektima i kontinuitet učešća u projektnim programima. Ovi rezultati potvrđuju da visokoškolske ustanove nisu samo učesnici u projektima, već ključni nosioci i generatori projektnih aktivnosti. Može se zaključiti da visokoškolske ustanove imaju potencijal da deluju kao pokretači saradnje i znanja u širem institucionalnom okruženju.

Raspodela dobijenih projekata po gradovima ukazuje na centralizaciju projektnih aktivnosti u Beogradu, Novom Sadu, delimično Nišu i Kragujevcu, dok organizacije iz manjih gradova i perifernih oblasti učestvuju u značajno manjem obimu. Ovi podaci ukazuju da postoje regionalne razlike u institucionalnoj spremnosti i resursima za pripremu i realizaciju EU projekata. Od 1.078 organizacija koje su ostvarile barem jedan projekat, njih 586 (54,4%) je sa područja Beograda, 166 (15,6%) iz Novog Sada, 62 (5,8%) iz Niša, dok je iz Kragujevca 25 organizacija (2,3%). Preostalih 22,1% organizacija dolazi iz drugih lokalnih zajednica u Srbiji. Uočavanjem ovih nedostataka ukazuje se potreba za sistematskim jačanjem projektnih kompetencija u institucijama van glavnih univerzitetskih centara.

3. ANALIZA REALIZOVANIH PROJEKATA PO UNIVERZITETIMA

Analizom podataka o projektima iz [4] identifikovani su određeni nedostaci baze podataka koji mogu uticati na preciznost rangiranja institucija. Najznačajniji problem predstavlja pojava istih organizacija pod različitim nazivima, uključujući srpsku i englesku verziju, što dovodi do njihovog duplog evidentiranja sa različitim PIC identifikacionim brojevima. Pored toga, istorijske razlike u načinu registracije organizacija prilikom podnošenja projektnih prijava dodatno su otežali analizu stvarnih podataka. Radi obezbeđivanja realnijeg uvida u učešće univerziteta u EU projektima, u okviru ovog istraživanja izvršena je agregacija podataka svih fakulteta, instituta i drugih organizacionih jedinica koje pripadaju svakom akreditovanom državnom univerzitetu u Srbiji. Nakon sprovedene reorganizacije baze podataka, rezultati su prikazani u tabeli 2, koja sadrži ukupan broj realizovanih projekata po univerzitetima, razdvojenih prema visokoškolskim ustanovama i institutima odnosno drugim pridruženim organizacijama.

Tabela 2 – Ukupan broj projekata podnesenih od strane državnih univerziteta u Srbiji, uključujući visokoškolske ustanove, institute i druge univerzitetske organizacije

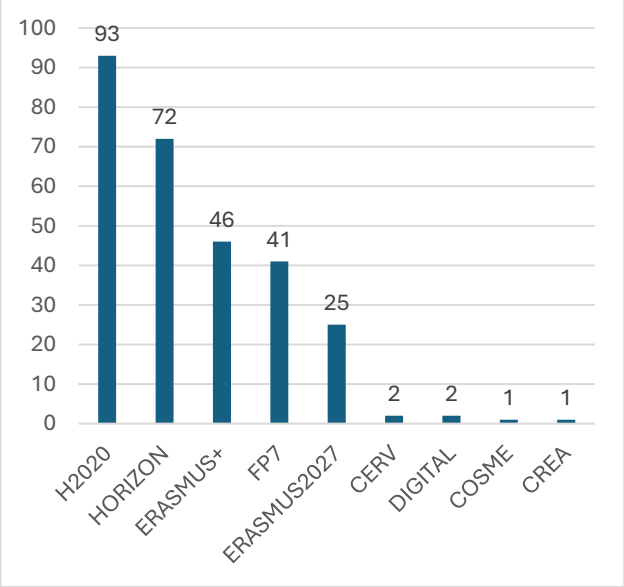
R. br.	Univerzitet	Broj dobijenih projekata na visokoškolskim ustanovama	Broj dobijenih projekata na institutima i drugim organizacijama koje pripadaju univerzitetu	Ukupno
1.	Univerzitet u Beogradu	299	157	456
2.	Univerzitet u Novom Sadu	210	73	283
3.	Univerzitet u Nišu	83	1	84
4.	Univerzitet u Kragujevcu	40	0	40
5.	Državni univerzitet u Novom Pazaru	8	0	8
6.	Univerzitet umetnosti u Beogradu	8	0	8
7.	Univerzitet odbrane u Beogradu	2	0	2

Ovi rezultati omogućavaju jasnije sagledavanje stvarnog položaja univerziteta u Srbiji u kontekstu učešća u evropskim projektima i predstavljaju osnovu za dalje analize konkurentnosti i međunarodne vidljivosti institucija.

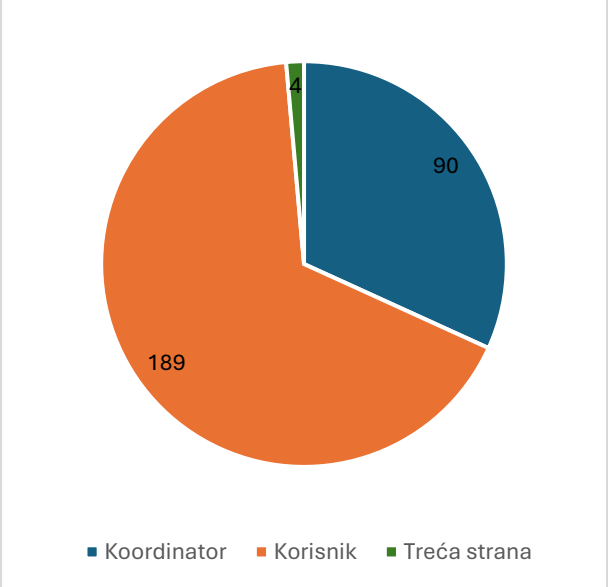
4. ANALIZA UČEŠĆA UNIVERZITETA U NOVOM SADU U EVROPSKIM PROJEKTIMA

Analiza podataka prikupljenih iz svih organizacija koje pripadaju UNS pokazuje da su univerzitet, visokoškolske ustanove, instituti i druge univerzitetske organizacije ostvarili najviše projekata u okviru programa H2020 (93 projekta), zatim Horizon (72), Erasmus+ (46), FP7 (41) i Erasmus 2027 (25). Pored toga, unutar UNS su ostvareni i po dva Digital Europe i CERV projekta, kao i po jedan CREA i COSME projekat. Raspodela dobijenih projekata prikazana je na slici 1.

Ova raspodela ukazuje na značajnu aktivnost UNS-a u ključnim evropskim programima za visoko obrazovanje i istraživanje, sa posebnim naglaskom na Erasmus+ i Horizon projekte. Od ukupno 283 dobijena projekta, UNS i pripadajuće institucije su bili koordinatori u 90 projekata (31,8%), korisnici u 189 projekata (66,8%) i treća strana u 4 projekta (1,4%). Raspodela prema ulozi učesnika prikazana je na slici 2.



Slika 1. Raspodela dobijenih projekata u okviru UNS



Slika 2. Raspodela prema ulozi na dobijenim projektima u okviru UNS

UNS ostvaruje visok udeo u koordinatorskim ulogama, sa 31,8 % projekata u kojima je inicijator i nosilac aktivnosti, što ga stavlja u veoma konkurentan položaj u poređenju sa drugim visokoškolskim institucijama u zemlji. Ovaj rezultat je posebno značajan kada se uzme u obzir da Univerzitet u Beogradu, iako ima veći apsolutni broj projekata, ima manji relativni udeo u koordinatorskim ulogama, što ukazuje na veću projektno-stratešku aktivnost Univerziteta u Novom Sadu. Raspodela projekata prema vrsti uloge prikazana je u tabeli 3.

Tabela 3 – Učešće univerziteta iz Srbije u evropskim projektima prema ulozi

R. br.	Univerzitet	Koordinator	Korisnik	Treća strana
1.	Univerzitet u Beogradu	**92** (20,2%)	**352** (77,2%)	**12** (2,6%)
2.	Univerzitet u Novom Sadu	**90** (31,8%)	**189** (66,8%)	**4** (1,4%)
3.	Univerzitet u Nišu	**22** (26,2%)	**62** (73,8%)	**0**
4.	Univerzitet u Kragujevcu	**11** (27,5%)	**28** (70,0%)	**1** (2,5%)
5.	Državni univerzitet u Novom Pazaru	**1** (12,5%)	**7** (87,5%)	**0**
6.	Univerzitet umetnosti u Beogradu	**3** (37,50%)	**5** (62,50%)	**0**
7.	Univerzitet odbrane u Beogradu	**0**	**2** (100,0%)	**0**

Komparativna analiza sa projektima dobijenim na drugim univerzitetima u Srbiji pokazuje da je UNS jedini univerzitet iz Srbije koji je do sada dva puta ostvario CERV projekat, čime se potvrđuje njegova konkurentnost u oblastima socijalnih prava i evropskih vrednosti.

Identifikacijom projekata u kojima UNS nije učestvovao, uočeno je da su određeni univerziteti ostvarili uspehe u programima u kojima UNS do sada nije imao projektni angažman:

- CIP (*Competitive and Innovation Framework Programme*) – Univerzitet u Beogradu
- SMP (*Single Market Programme*) – Univerzitet u Nišu

Ovi rezultati ukazuju na potencijal UNS-a da proširi svoje učešće u dodatnim evropskim programima i da dalje unapredi svoju vidljivost i konkurentnost na međunarodnom nivou.

5. ZAKLJUČAK

Rezultati prikazani u ovom radu ukazuju na značaj potrebe za sistematskom reorganizacijom i standardizacijom podataka na nacionalnom akademskom nivou, kako bi se omogućilo precizno praćenje stvarnog obima projektnih aktivnosti visokoškolskih ustanova i univerziteta u Republici Srbiji. Fragmentacija podataka, nastala usled različitih istorijskih praksi registracije institucija, može dovesti do pogrešnog tumačenja stvarnog učešća pojedinih organizacija u programima finansiranim od strane Evropske unije.

Analiza položaja UNS u kontekstu evropskih projekata pokazuje da UNS zauzima drugo mesto po ukupnom broju realizovanih projekata u Srbiji, odmah iza Univerziteta u Beogradu. Agregirani podaci ukazuju na to da UNS poseduje razvijene institucionalne kapacitete i značajan međunarodni potencijal za saradnju u okviru ključnih EU programa, kao što su Erasmus+, Horizon i prethodni okvirni programi (FP7). Prikazani rezultati predstavljaju osnov za pouzdano sagledavanje projektne uspešnosti i za strateško planiranje budućih projektnih aktivnosti. Na osnovu ovakvog pristupa, UNS može unaprediti proces identifikacije prioritetnih oblasti, jačanja međunarodnih partnerskih mreža i povećanja konkurentnosti u evropskom istraživačkom i obrazovnom prostoru.

Dalja istraživanja trebalo bi usmeriti ka uporednoj analizi univerziteta iz Srbije sa relevantnim institucijama iz drugih evropskih zemalja, sa posebnim fokusom na obim i strukturu finansiranja, uspešnost projektnih prijava, oblike međunarodne saradnje i uticaj projekata na akademsku vidljivost i inovacioni razvoj. Takav pristup omogućio bi preciznije pozicioniranje UNS-a u širem evropskom kontekstu i pružio osnov za unapređenje nacionalnih politika u oblasti internacionalizacije visokog obrazovanja i nauke.

LITERATURA

[1] European Commission, "Erasmus+ Programme Guide," European Commission, 2023.
[2] Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture (European Commission), "Erasmus+ annual report 2024," European Commission, 2025.
[3] M. Vesković, I. Đokvučić, D. Gavrančić, H. Hiršenberger, M. Milutinović, I. Vujkov, *"Internacionalizacija univerziteta u Novom Sadu"* XVIII Skup TRENDOVI RAZVOJA: "INTERNACIONALIZACIJA UNIVERZITETA" Kopaonik, Srbija: Univerzitet u Novom Sadu, 1. 3. 2012, pp. 17–21.
[4] European Commission, *EU Funding & Tenders Portal*, https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/how-to-participate/partner-search?isExactMatch=true&type=ORGANISATION,PERSON&order=DESC&pageNumber=1&pageSize=50&sortBy=lastModified

PODSTICANJE PREDUZETNIŠTVA MLADIH U SRBIJI: IZAZOVI I PERSPEKTIVE

Aleksandar Vekić[1], Jelena Borocki[2], Angela Fajsi[3]
[1,2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]vekic@uns.ac.rs, [2]borocki@uns.ac.rs, [3]angela.fajsi@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Razvoj preduzetništva mladih predstavlja ključni faktor unapređenja konkurentnosti i održivog privrednog rasta u savremenim društvima. Proteklih godina, Republika Srbija je inicirala i zajedno sa obrazovnim institucijama i privatnim sektorom razvila su različite mehanizme podrške, među kojima se izdvajaju finansijski podsticaji, edukativni programi, startap grantovi i mentorski sistemi. Ipak, njihova efikasnost i dalje je ograničena usled institucionalne fragmentacije, nedostatka koordinacije i ograničenog pristupa finansijskim resursima.*

Cilj rada je da pruži analitički pregled postojećih programa za podsticanje preduzetništva mladih u Srbiji, identifikuje ključne izazove u njihovoj primeni i ukaže na perspektive razvoja održivog ekosistema podrške. Analiza pokazuje da su najefikasniji programi oni koji kombinuju obrazovanje, mentorstvo i praktične instrumente finansiranja, dok je za dalji razvoj neophodno jačanje institucionalne saradnje, digitalizacija procesa i veća orijentacija na inovacije.

Ključne reči: preduzetništvo mladih, programi podrške, inovacije, Srbija

ENCOURAGING YOUTH ENTREPRENEURSHIP IN SERBIA: CHALLENGES AND PERSPECTIVES

Abstract: *The development of youth entrepreneurship represents a key factor in enhancing competitiveness and sustainable economic growth in modern societies. In recent years, the Republic of Serbia, in collaboration with educational institutions and the private sector, has initiated and developed various support mechanisms, including financial incentives, educational programs, startup grants, and mentoring systems. However, their effectiveness remains limited due to institutional fragmentation, lack of coordination, and restricted access to financial resources.*

The aim of this paper is to provide an analytical overview of existing programs for promoting youth entrepreneurship in Serbia, to identify key challenges in their implementation, and to highlight perspectives for developing a sustainable support ecosystem. The analysis shows that the most effective programs are those combining education, mentoring, and practical financial instruments, while further progress requires stronger institutional cooperation, process digitalization, and greater focus on innovation.

Key Words: youth entrepreneurship, support programs, innovation, Serbia

1. UVOD

U poslednjih nekoliko godina, pitanje preduzetništva mladih zauzima sve značajnije mesto u javnim politikama, akademskim raspravama i razvojnim strategijama, kako u Evropi, tako i u Republici Srbiji. U uslovima ubrzanih tehnoloških promena i svih neizvesnosti koje se pojavljuju na tržištu rada, pokretanje sopstvenog poslovnog poduhvata sve posmatra kao realna profesionalna opcija za mlade, a ne samo kao alternativni oblik zapošljavanja. Na ovaj način oni dobijaju više slobode i nezavisnosti u svom radu, što je u skladu sa njihovim životnim i profesionalnim ciljevima. Ipak, prelazak puta od poslovne ideje do održivog preduzeća predstavlja složen i rizičan proces, posebno za pojedince na početku karijere [1].

Mladi koji se odlučuju na preduzetnički put suočavaju se sa specifičnim ograničenjima, među kojima se izdvajaju nedostatak praktičnog iskustva, manjak specifičnih znanja iz oblasti preduzetništva i inovacije, nedostatak adekvatne profesionalne podrške, ograničen pristup izvorima finansiranja i nedovoljno razvijene poslovne mreže [2]. U takvom okruženju, institucionalna podrška ima važnu ulogu u smanjenju neizvesnosti i podsticanju preduzetničke aktivnosti. Zbog toga su u Srbiji tokom prethodnog perioda uspostavljeni različiti mehanizmi podrške, koji obuhvataju finansijske podsticaje, edukativne programe, mentorsku podršku i inicijative usmerene ka razvoju inovativnih poslovnih ideja.

Iako je broj programa podrške u porastu, u praksi se postavlja pitanje njihove stvarne dostupnosti, međusobne usklađenosti i prilagođenosti potrebama mladih preduzetnika. Različiti nosioci programa, razuđena institucionalna struktura i neujednačeni kriterijumi često otežavaju snalaženje potencijalnih korisnika u sistemu podrške [3]. Kao posledica, deo raspoloživih instrumenata ostaje nedovoljno iskorišćen, dok se efekti pojedinih mera ne ostvaruju u punom kapacitetu.

Polazeći od ovakvog konteksta, ovaj rad se bavi analizom mehanizama za podsticanje preduzetništva mladih u Republici Srbiji, sa posebnim fokusom na izazove u njihovoj primeni i mogućnosti za unapređenje postojećeg sistema podrške. Cilj rada nije samo da pruži pregled dostupnih programa, već i da ukaže na potrebu za koherentnijim i dugoročnijim pristupom razvoju preduzetničkog okruženja, koji bi mladima omogućio da svoje ideje pretvore u održive i konkurentne poslovne poduhvate.

2. TEORIJSKI OKVIR: PREDUZETNIČKI EKOSISTEM I SPECIFIČNOSTI MLADIH PREDUZETNIKA

Savremeno razumevanje preduzetništva mladih prevazilazi posmatranje pojedinca kao izolovanog učesnika u preduzetničkom ekosistemu i fokusira se na ceo koncept preduzetničkog ekosistema. Prema široko prihvaćenim modelima (poput Isenbergovog), uspeh preduzetničkog poduhvata ne zavisi isključivo od inovativnosti ideje, već od interakcije šest ključnih domena: državne politike, finansija, kulture, podrške, ljudskog kapitala i tržišta [4]. Ovi ekosistemi uključuju i nove preduzetničke poduhvate sa brzim potencijalom rasta (startape), koji predstavljaju važne izvore inovacija, rasta produktivnosti i zaposlenosti [5]. Za mlade preduzetnike, ovaj ekosistem je od presudnog značaja jer oni, po prirodi stvari, ulaze na tržište sa izraženim deficitom resursa što može ograničiti njihov potencijal za preduzetnički uspeh. Teorijska literatura izdvaja tri specifičnosti koje mlade razlikuju od ostalih preduzetničkih grupa [6]:

Tranzicioni karakter - preduzetništvo se kod mladih posmatra kao most između procesa obrazovanja i tržišta rada, gde se "učenje kroz rad" javlja kao primarni mehanizam akumulacije znanja.

Digitalni nativizam - mladi poseduju visok nivo digitalnih kompetencija, što im omogućava lakši pristup globalnim tržištima i primenu agilnih i inovativnih poslovnih modela, ali često uz nedostatak menadžerskog iskustva.

Socijalni kapital - dok iskusniji preduzetnici raspolažu razvijenim poslovnim mrežama, mladi se oslanjaju na tzv. "slabe veze" (digitalne zajednice), što zahteva specifične oblike institucionalnog mentorstva kako bi te veze postale operativne u poslovnom smislu.

Veoma je važno da svi ostali učesnici u ekosistemu pomognu mladima da razumeju način funkcionisanja i poslovanja i tako lakše savladaju potencijalne barijere kako bi opstali na sve zahtevnijem i dinamičnijem tržištu. Svojim proaktivnim pristupom u pogledu korišćenja mogućnosti i prilika, preduzetnici i svi drugi učesnici u ekosistemu daju svoj doprinos njegovom opstanku, funkcionisanju i dinamičnom razvoju [7].

Konačno, važno je napraviti distinkciju između preduzetništva nastalog iz nužde (*engl*. necessity-based) koje je često rezultat visoke stope nezaposlenosti, i preduzetništva nastalog na osnovu uočene prilike (*engl.* opportunity-based) [8].

Efikasnost programa podrške koji se sprovode u preduzetničkom ekosistemu u velikoj meri zavisi od uspešnosti procesa motivacije mladih ka prepoznavanju tržišnih prilika, jer takvi poduhvati pokazuju znatno veću stopu održivosti i potencijal za generisanje novih radnih mesta.

3. ANALIZA TRENUTNOG STANJA I PROGRAMA PODRŠKE

Preduzetništvo mladih obuhvata aktivnosti pokretanja, razvoja i održavanja poslovnih poduhvata kod osoba uzrasta do 35 godina, što je u skladu sa kriterijumima definisanim u nacionalnim strateškim okvirima za podsticanje ekonomske aktivnosti mladih [9]. Institucionalni okvir za podršku preduzetništvu mladih u Republici Srbiji značajno je evoluirao u poslednjoj deceniji, prateći trendove usklađivanja sa standardima Evropske unije i potrebama savremene digitalne ekonomije. Državna intervencija se više ne svodi samo na subvencionisanje, već teži stvaranju integrisanog sistema koji bi mladim potencijalnim preduzetnicima olakšao kritičnu fazu ulaska na tržište. Trenutni prikaz podrške karakteriše trihotomija instrumenata: direktni finansijski podsticaji, infrastrukturno-tehnička podrška i programi jačanja kompetencija (edukacija).

Glavni nosioci ovih aktivnosti u Republici Srbiji su Ministarstvo privrede, Razvojna agencija Srbije (RAS), Fond za razvoj i Fond za inovacionu delatnost, dok na lokalnom nivou značajnu ulogu igraju naučno-tehnološki parkovi, poslovni i inovacioni inkubatori, kao i regionalne razvojne agencije. Ključni cilj ovih programa je smanjenje visokog stepena rizika koji prati startap projekte mladih, kao i prevazilaženje fenomena „doline smrti" (*engl.* valley of death) - perioda od nastanka ideje do prvih prihoda, u kojem najveći broj poduhvata propada zbog nedostatka kapitala i znanja.

Ova analiza programa podrške odvija se u kontekstu u kojem mladi u Srbiji čine značajan deo nezaposlene populacije, ali istovremeno pokazuju rastući trend ka samozapošljavanju kao primarnoj karijernoj putanji. Prema podacima zvaničnih istraživanja, nivo preduzetničkih intencija kod mladih u Srbiji je iznad proseka regiona, ali je stopa konverzije tih intencija u realne biznise i dalje prilično niska [10]. Ovaj raskorak ukazuje na to da barijere nisu samo u nedostatku ideja, već u efikasnosti kanala kroz koje se podrška distribuira.

Takođe, trenutni pristup je snažno determinisan Strategijom pametne specijalizacije (4S) [11], koja podstiče poduhvate u oblastima informaciono-komunikacionih tehnologija, poljoprivrede budućnosti i kreativnih industrija. što ukazuje na to da je težnja da se resursi usmere ka sektorima sa najvećom dodatom vrednošću.

Iako je institucionalni okvir u Republici Srbiji značajno unapređen kroz savremena zakonska rešenja i kvantitativni porast programa podrške, njihova efektivnost u praksi i dalje se suočava sa višeslojnim barijerama. U zemljama u razvoju, procesi jačanja preduzetničkog ekosistema često su usporeni faktorima koji prevazilaze čisto ekonomske okvire. U tom smislu je potrebno razmotriti i kulturološki kontekst, koji strah od neuspeha često postavlja kao jedno od vodećih ograničenja za započinjanje biznisa [12].

U cilju sistematičnog prevazilaženja identifikovanih barijera, u Republici Srbiji je uspostavljen višedimenzionalni sistem podrške koji teži da kroz različite modalitete kompenzuje izraženi deficit resursa kod mladih preduzetnika. Posebno je važno napomenuti da se relativno često pojavljuju novi programi, koje realizuju različite institucije u preduzetničkom ekosistemu, te je potrebno njihovo stalno praćenje. Kako bi se osigurala bolja preglednost i dublje razumevanje strukture dostupne pomoći, u nastavku je prikazana Tabela 1 koja uključuje sistematizovan prikaz ključnih instrumenata podrške.

Tabela 1 - Pregled najvažnijih dostupnih programa za podsticaj razvoja preduzetništva mladih u Republici Srbiji

Naziv programa	Izvor finansiranja	Vrsta podrške	Kratak opis	Link
Program podsticanja razvoja preduzetništva kroz finansijsku podršku za početnike u poslovanju i mlade	*Ministarstvo privrede*	*Finansijska podrška - bespovratna sredstva*	*Dodela bespovratnih finansijskih sredstava namenjenih početnicima u poslovanju i mladima, sa ciljem podsticanja razvoja preduzetništva, unapređenja poslovnih ideja i osnaživanja održivog pokretanja i razvoja preduzetničkih aktivnosti.*	*https://privreda.gov.rs/usluge/javni-pozivi/javni-poziv-za-dodelu-bespovratnih-sredstava-po-programu-podsticanja-razvoja-preduzetnistva-kroz-0*
Subvencija za samozapošljavanje	*Nacionalna služba za zapošljavanje*	*Subvencija za samozapošljavanje*	*Bespovratna finansijska pomoć nezaposlenima za pokretanje sopstvenog biznisa namenjena pokrivanju početnih troškova poslovanja, uz obavezu obavljanja delatnosti najmanje 12 meseci.*	*https://www.nsz.gov.rs/live/trazite-posao/dok-trazite-posao/programi/subvencija_za_samozapo_ljavanje.cid255*
Finansijska podrška porodičnim preduzećima i preduzetnicima	*Ministarstvo privrede u saradnji sa Fondom za razvoj Republike Srbije*	*Bespovratna finansijska podrška*	*Program obezbeđuje bespovratna sredstva porodičnim mikro i malim preduzećima i preduzetnicima za ulaganja u opremu, mašine i unapređenje poslovanja.*	*https://fondzarazvoj.co.rs/програм-финансијске-подршке-породич/*
Podrška početnicima za započinjanje posla start-up	*Razvojna agencija Srbije*	*Kombinovana podrška koja uključuje obuke, novčana sredstva i mentorsko praćenje*	*Besplatne obuke o pokretanju i vođenju biznisa, bespovratna sredstva za finansiranje poslovnih ideja i mentorsko praćenje u ranoj fazi razvoja poslovanja.*	*http://ras.gov.rs/zatvoreni-programi-konkursi/javni-poziv-za-dodelu-paketa-podrske-u-okviru-projekta-podrske-pocetnicima-za-zapocinjanje-posla-start-up-2*
Program razvoja poslovanja privrednih društava i preduzetnika kroz finansijsku podršku za startape i mlade	*Ministarstvo privrede*	*Kombinacija bespovratnih sredstava i povoljnih kredita*	*Obezbeđivanje bespovratnih sredstava i kredita pod povoljnim uslovima za nabavku opreme, ulaganja i unapređenje poslovanja.*	*https://privreda.gov.rs/aktuelno/vesti-i-saopstenja/raspisan-program-finansijske-podrske-za-pocetnike-i-mlade-preduzetnike-u-2025-godini*
Podsticaj razvoja preduzetništva kroz finansijsku podršku za žensko preduzetništvo	*Ministarstvo privrede*	*Finansijska podrška - bespovratna sredstva*	*Finansijska podrška ženama koje pokreću ili razvijaju biznis kroz dodelu bespovratnih sredstava za ulaganja u opremu, prostor i ostale poslovne potrebe*	*https://privreda.gov.rs/usluge/javni-pozivi/program-podsticanja-razvoja-preduzetnistva-kroz-finansijsku-podrsku-za-zensko-preduzetnistvo-u-2025*
Program ranog razvoja	*Fond za inovacionu delatnost*	*Finansijska podrška - bespovratna sredstva*	*Program pruža finansijsku podršku inovativnim timovima i startapima u ranoj fazi razvoja za razvoj novih proizvoda, usluga ili tehnologija sa tržišnim potencijalom.*	*https://www.inovacionifond.rs/lat/program/mini-grants/faq*
Katapult start-up akcelator	*Fond za inovacionu delatnost*	*Mentorstvo i obuke*	*Intenzivan tromesečni program sa mentorima i ekspertima za razvoj proizvoda i poslovnog modela.*	*https://katapult-akcelerator.rs/програм/*
Erasmus za mlade preduzetnike	*Evropska komisija*	*Razmena, mentorska podrška, finansijska podrška*	*Program nudi međunarodnu razmenu iskustava, mentorsku podršku i finansijsku pomoć za boravak, kako bi novi preduzetnici stekli važne praktične veštine i razvili svoj biznis.*	*https://eumogucnosti.rs/erasmus-za-mlade-preduzetnike/*

4. ZAKLJUČAK

Sprovedena analiza u ovom radu ukazuje na to da je Republika Srbija uspešno uspostavila osnovnu infrastrukturu za razvoj preduzetništva mladih, ali da prelazak sa kvantiteta programa na njihovu suštinsku efektivnost, usled identifikovane fragmentacije i nedostatka koordinacije, predstavlja naredni razvojni izazov. Iako se institucionalni okvir kontinuirano usklađuje sa standardima Evropske unije, ključni problem ostaje niska stopa pretvaranja preduzetničkih namera i poslovnih ideja u realne poslovne poduhvate, što zahteva uspostavljanje koherentnijeg sistema koordinacije između Ministarstava, naučno-tehnoloških parkova, obrazovnih institucija, ali i svih drugih učesnika u preduzetničkom ekosistemu.

Najveći potencijal za uspeh imaju programi koji integrišu edukaciju, dugoročno mentorstvo i pristup specifičnim poslovnim mrežama, dok podrška istovremeno mora biti usmerena na promenu kulturološke percepcije neuspeha i podsticanje mladih da preduzetništvo posmatraju kao priliku za inovaciju, a ne kao nametnutu alternativu zapošljavanju.

U pogledu otklanjanja postojećih ograničenja, buduće aktivnosti moraju biti fokusirane na digitalizaciju administrativnih procesa i kreiranje jedinstvenih informacionih tačaka koje bi eliminisale informacionu asimetriju. Dalje unapređenje ekosistema podrazumeva uvođenje fleksibilnijih finansijskih instrumenata prilagođenih visokom riziku startap faza, čime bi se efikasno premostio fenomen neuspeha u tim ranim fazama.

Budući razvoj preduzetničkog ekosistema treba da prati smernice *Strategije pametne specijalizacije (4S),* gde pored podsticanja poduhvata u oblastima IKT-a, kreativnih industrija i održive poljoprivrede, treba efikasno uticati i na pokretanje biznisa u svim onim delatnostima gde mladi preduzetnici mogu ostvariti najveću konkurentsku prednost. U tom procesu, uloga visokog obrazovanja je fundamentalna, jer fakulteti moraju delovati kao aktivni inkubatori preduzetničkog duha koji kroz implementaciju naučno-istraživačkih rezultata u privredu direktno doprinose održivom rastu i razvoju.

Može se zaključiti da će dalji razvoj i održivost preduzetničkog ekosistema u velikoj meri zavisiti od sposobnosti institucija da kreiraju stabilan i predvidiv ambijent koji prepoznaje specifične potrebe mladih preduzetnika i kontinuirano podstiče njihovu proaktivnost u dinamičnom poslovnom okruženju.

ZAHVALNICA

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja u okviru projekta „Unapređenje kvaliteta nastave na studijskim programima Departmana kroz implementaciju rezultata naučno-istraživačkog rada u oblasti Industrijskog inženjerstva i menadžmenta" na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

5. LITERATURA

[1] Đorđević, D., Ćoćkalo, D., *Preduzetništvo i mladi u Srbiji: perspektiva stanja i predlog smernica za unapređenje. Mladi i preduzetništvo: rezultati istraživanja u regionu srednjeg Banata monografija,* 19, 2017.

[2] Boldureanu, G., Stoian, C. I., Bercu, A. M., Sandu, C. B., Boldureanu, D., *Entrepreneurship development in European Union-challenges and opportunities for young people*, European Journal of Sustainable Development, *13*(2), 79-79, 2024.

[3] Kuzman, B., *Youth entrepreneurship–possibilities of European Union supportive programmes.* International Journal of Economic Practice and Policy, 20(1), 1-12, 2023.

[4] Isenberg, D., *The entrepreneurship ecosystem strategy as a new paradigm for economic policy: Principles for cultivating entrepreneurship,* Presentation at the Institute of International and European Affairs, No. 1(781), pp. 1-13, 2011.

[5] Stam, E., Van de Ven, A., *Entrepreneurial ecosystem elements,* Small Business Econom., Vol. 56, No. 2, pp. 809-832, 2021.

[6] OECD, *The Missing Entrepreneurs 2023: Policies for Inclusive Entrepreneurship*. OECD Publ, Paris, Dostupno na: https://www.oecd.org/en/publications/the-missing-entrepreneurs-2023_230efc78-en/full-report.html, 2023.

[7] Cantner, U., Cunningham, J. A., Lehmann, E. E., Menter, M., Entrepreneurial ecosystems: a dynamic lifecycle model, Small Business Economics, Vol. 57, No.1, pp. 407-423, 2021.

[8] Huang, Y., Li, P., Chen, L., Wang, J., Opportunity or necessity entrepreneurship? A study based on the national system of entrepreneurship. Journal of Innovation & Knowledge, 8(4), 100448, 2023.

[9] Ministarstvo privrede Republike Srbije, *Strategija razvoja malih i srednjih preduzeća, preduzetništva i konkurentnosti za period od 2021. do 2027. godine. Beograd,* Dostupno na: https://privreda.gov.rs/dokumenta/propisi/strategije/strategija-za-razvoj-malih-i-srednjih-preduzeca-za-period-od-2023-do-2027-godine, 2021.

[10] Krovna organizacija mladih Srbije – KOMS, *Alternativni izveštaj o položaju i potrebama mladih u Republici Srbiji,* Beograd, Dostupno na: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://koms.rs/wp-content/uploads/2024/08/Alternativni_izvestaj_2024.pdf, 2024.

[11] Vlada Republike Srbije, *Strategija pametne specijalizacije u Republici Srbiji za period od 2020. do 2027. godine.* "Službeni glasnik RS", br. 21/20, 2020.

[12] Al Halbusi, H., AbdelFattah, F., Ferasso, M., Alshallaqi, M., Hassani, A., *Fear of failure for entrepreneurs in emerging economies: stress, risk, finances, hard work, and social support*, Journal of Small Business and Enterprise Development, 31(1), 95-125, 2024.

ULOGA PRIVREDNIH SUBJEKATA U MEĐUNARODNIM MEHANIZMIMA ENERGETSKE BEZBEDNOSTI

Nenad Bingulac[1], Stevan Lemić[2], Predrag Koviljac[3]
[1]*Univerzitet Privredna akademija, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Novi Sad, Srbija*
[2]*ECI, Novi Sad, Srbija* [3]*Protektor SM, Beograd, Srbija*
[1]nbingulac@pravni-fakultet.info, [2]stlemic@yahoo.com, [3]predragkoviljac@gmail.com

Kratak sadržaj: *Savremeni aspekti poslovnog i privrednog karaktera praktično su nemogući bez internacionalizacije u najširem smislu posmatrano. Poslednjih godina, energetska bezbednost predstavlja jedno od ključnih pitanja savremenog međunarodnog poretka, koje se više ne može posmatrati isključivo kao domen države i njene bezbednosne politike. Procesi internacionalizacije tržišta energije, tehnološki razvoj i rastuća međuzavisnost nacionalnih ekonomija doveli su do značajnog uključivanja privrednih subjekata u mehanizme obezbeđivanja stabilnog i sigurnog snabdevanja energijom. U tom kontekstu, energetske kompanije, operatori infrastrukture i drugi tržišni akteri postaju nezaobilazni činioci međunarodne energetske bezbednosti. Predmet ovog rada jeste osvrt na uloge privrednih subjekata u međunarodnim mehanizmima energetske održivosti, sa ukazivanjem na njihove bezbednosne odgovornosti i saradnju sa državnim i međunarodnim institucijama. Cilj rada je da se ukaže na transformaciju tradicionalnog shvatanja energetske bezbednosti, u kojem je država bila centralni akter, ka savremenom modelu zasnovanom na saradnji javnog i privatnog sektora na međunarodnom nivou. U okviru rada biće prikazani rezultati anketnog istraživanja sprovedenog među studentima četvrte godine Pravnog fakulteta za privredu i pravosuđe, sa ciljem ispitivanja njihovih stavova o ulozi privrednih subjekata u međunarodnim mehanizmima energetske bezbednosti i saradnji države i privrede. Analiza dobijenih podataka omogućiće uvid u percepciju budućih diplomiranih pravnika i „decision maker-a" o bezbednosnim izazovima u energetskom sektoru, kao i u njihovom shvatanju značaja javno-privatne saradnje i tehnološkog razvoja za stabilnost i sigurnost energetskih sistema.*

Ključne reči: privredni subjekti, međunarodna saradnja, međunarodno pravo, javno-privatno partnerstvo, bezbednost

THE ROLE OF BUSINESS ENTITIES IN INTERNATIONAL ENERGY SECURITY MECHANISMS

Abstract: *Modern aspects of business and economic character are practically impossible without internationalization in the broadest sense. In recent years, energy security represents one of the key issues of the modern international order, which can no longer be seen exclusively as the domain of the state and its security policy. The processes of internationalization of the energy market, technological development and the growing interdependence of national economies have led to the significant involvement of economic entities in the mechanisms of ensuring stable and safe energy supply. In this context, energy companies, infrastructure operators and other market actors become indispensable factors of international energy security. The subject of this paper is a review of the roles of economic entities in international mechanisms of energy sustainability, with an indication of their security responsibilities and cooperation with state and international institutions. The goal of the work is to point out the transformation of the traditional understanding of energy security, in which the state was the central actor, towards a modern model based on the cooperation of the public and private sectors at the international level. The paper will present the results of a survey conducted among fourth-year students of the Faculty of Law for Economy and Justice, with the aim of examining their views on the role of economic entities in international mechanisms of energy security and cooperation between the state and the economy. The analysis of the obtained data will provide insight into the perception of future law graduates and "decision makers" about security challenges in the energy sector, as well as their understanding of the importance of public-private cooperation and technological development for the stability and security of energy systems.*

Key Words: business entities, international cooperation, international law, public-private partnership, security

1. UVODNA RAZMATRANJA

Energetika predstavlja temelj savremenih ekonomija i društava, budući da stabilno snabdevanje energijom omogućava nesmetano funkcionisanje industrije, transporta, telekomunikacija i drugih kritičnih sektora. U najširem smislu, energetika obuhvata proizvodnju, prenos, distribuciju i potrošnju energije iz različitih izvora.[1] Efikasno funkcionisanje energetskog sistema od suštinskog je značaja za nacionalnu bezbednost, jer svaka ozbiljnija smetnja u snabdevanju energijom može imati

ne samo ekonomske već i društvene posledice.

Bezbednost je odavno postalo globalno pitanje, pa tako i u energetici ona se ne može posmatrati kao samo unutrašnje pitanje države, već zahteva međunarodnu koordinaciju i saradnju. Procesi globalizacije i liberalizacije tržišta doveli su do toga da privredni subjekti neretko su ključni akteri u zaštiti kritične infrastrukture.

Tehnologija igra centralnu ulogu u ovom procesu. Napredne proizvodne i distribucione tehnologije omogućavaju veći stepen automatizacije, monitoring sistema i bržu reakciju u slučaju incidenta, dok digitalizacija i sistemi za prikupljanje podataka poboljšavaju analizu rizika i planiranje energetske politike.[2] Istovremeno, tehnologija donosi i nove bezbednosne izazove poput sajber napada, rizika od tehnoloških kvarova i dr.

2. SARADNJA DRŽAVE I PRIVREDE U MEĐUNARODNOM KONTEKSTU

Savremeni koncept energetske bezbednosti značajno je evoluirao u odnosu na tradicionalna shvatanja prema kojima je obezbeđivanje stabilnog snabdevanja energijom isključivo pripadalo domenu državne nadležnosti. Liberalizacija energetskih tržišta, internacionalizacija privrednih tokova i razvoj prekograničnih energetskih sistema doveli su do toga da privredni subjekti postanu ključni akteri međunarodne energetske bezbednosti.[3] Energetske kompanije, operatori prenosnih i distributivnih sistema, kao i drugi tržišni učesnici, danas neposredno utiču na sigurnost, pouzdanost i kontinuitet snabdevanja energijom.

Privredni subjekti u energetici raspolažu infrastrukturom, tehnologijom, kapitalom i stručnim znanjem koje je neophodno za funkcionisanje energetskih sistema na nacionalnom i međunarodnom nivou. [4] Njihova uloga posebno dolazi do izražaja u realizaciji prekograničnih projekata, kao što su međunarodni gasovodi, elektroenergetske interkonekcije i regionalna tržišta električne energije.[5] U takvim okolnostima, privredni subjekti ne deluju samo kao ekonomski akteri, već i kao faktori stabilnosti ili potencijalnog rizika po energetsku bezbednost više država.

Međunarodna energetska bezbednost podrazumeva usklađivanje ekonomskih interesa privrednih subjekata sa širim bezbednosnim ciljevima država i međunarodnih organizacija.[6] Iako su vođeni tržišnim interesima, privredni subjekti u savremenim uslovima preuzimaju i određeni stepen bezbednosne odgovornosti, naročito u pogledu zaštite kritične energetske infrastrukture i upravljanja rizicima.[7] Ovakav razvoj potvrđuje da se granica između ekonomskih i bezbednosnih funkcija energetskog sektora sve više relativizuje. [8]

Saradnja države i privrede predstavlja osnovni mehanizam ostvarivanja energetske bezbednosti u međunarodnom kontekstu. Država zadržava normativnu, regulatornu i nadzornu ulogu, dok privredni subjekti obezbeđuju operativnu i tehničku realizaciju aktivnosti. Ovaj odnos se u praksi ostvaruje kroz različite oblike javno-privatne saradnje, uključujući koncesije, strateška partnerstva i dugoročne ugovore.[9,10]

Na međunarodnom planu, saradnja države i privrede ima potrebu za usklađivanjem nacionalnih interesa sa međunarodnim pravnim obavezama i tržišnim pravilima. Privredni subjekti često posluju u više pravnih sistema istovremeno, što zahteva koordinaciju između nacionalnih organa i međunarodnih institucija.[11] Poseban značaj u tom pogledu imaju međunarodni standardi i sporazumi koji uređuju pitanja sigurnosti snabdevanja, investicione zaštite i rešavanja sporova u energetskom sektoru.

Saradnja države i privrede ima i izraženu preventivnu dimenziju. Kroz razmenu informacija, zajedničko planiranje i koordinaciju aktivnosti moguće je unapred identifikovati bezbednosne rizike, uključujući prekide u snabdevanju, geopolitičke pritiske i sajber pretnje.[12] Time energetska bezbednost postaje deo dugoročnog strateškog planiranja, a ne samo odgovor na krizne situacije.[13]

3. ODGOVORNOST PRIVREDNIH SUBJEKATA

Savremeni energetski sistemi, zbog svoje složene strukture, izloženi su različitim vrstama bezbednosnih rizika koji mogu imati značajne ekonomske, političke i društvene posledice. Ti rizici uključuju geopolitičke i političke pritiske, prekide u snabdevanju energijom, tehničke kvarove, kao i sajber pretnje koje sve više ugrožavaju kritičnu infrastrukturu.[14] U ovom kontekstu, privredni subjekti u energetici nisu samo operativni akteri tržišta, već i faktori od ključnog značaja za bezbednost i kontinuitet energetskih tokova.

Privredni subjekti koji učestvuju u međunarodnim projektima moraju imati svest da od njih mogu da zazvise i politički međudržavni odnosi. Pored geopolitičkih izazova, tehnički rizici, kao što su kvarovi u proizvodnji ili prenosu energije, zahtevaju stalnu primenu naprednih tehnologija, preventivno održavanje i visok nivo stručnosti zaposlenih.[15]

Sajber rizici predstavljaju sve izraženiju pretnju u savremenim energetskim sistemima. Digitalizacija i automatizacija elektroenergetskih i gasnih mreža povećavaju efikasnost, ali takođe otvaraju mogućnost za hakerske napade, manipulaciju podacima i prekide u snabdevanju. U tom smislu, privredni subjekti imaju odgovornost da uspostave robustne sisteme zaštite, primene međunarodne standarde sajber bezbednosti i razvijaju planove za otklanjanje posledica eventualnih incidenata.[16]

Odgovornost privrednih subjekata nije ograničena samo na operativnu bezbednost, ovde postoji i odgovornost za sprečavanje štete trećim stranama i transparentno upravljanje rizicima.

Efikasno upravljanje rizicima i preuzimanje odgovornosti privrednih subjekata ključno je za stabilnost međunarodnih energetskih sistema. Kroz preventivne mere, saradnju sa državom i međunarodnim organizacijama,

kao i kroz primenu tehnoloških inovacija, moguće je smanjiti verovatnoću nastanka incidenata i ograničiti njihove posledice. Time privredni subjekti postaju neizostavni partneri u ostvarivanju međunarodne energetske bezbednosti.[17]

4. PRIKAZ ANKETNOG ISTRAŽIVANJA I ANALIZA DOBIJENIH PODATAKA

Metodološki okvir istraživanja - Anketno istraživanje sprovedeno je na uzorku kod studenata četvrte godine Pravnog fakulteta za privredu i pravosuđe u Novom Sadu. Cilj istraživanja bio je da se ispitaju stavovi budućih diplomiranih pravnika o ulozi privrednih subjekata u međunarodnim mehanizmima energetske bezbednosti, kao i njihova percepcija bezbednosnih rizika u energetskom sektoru.

Istraživanje je realizovano putem anonimnog upitnika sa zatvorenim pitanjima. Dobijeni podaci analizirani su primenom deskriptivne metode.

Uzorak je obuhvatao 60 studenata četvrte godine, koji su već upoznati sa osnovama međunarodnog prava, privrednog prava i korpusa predmeta u kojima se razmatraja bezbednost (organizovani krimina, bezbednosna kultura, krivično pravo, kriminalistika).

Prikaz rezultata istraživanja – Tabelarni prikaz (Tabela 1) anketnih pitanja i dominantnih odgovora nalazi se na kraju ovog dela istraživanja zbog lakše preglednosti.

Na pitanje o značaju energetske bezbednosti za nacionalnu bezbednost, 78% ispitanika izjasnilo se da energetska bezbednost ima veliki ili presudan značaj, dok je 15% smatralo da je njen značaj umeren. Samo 7% ispitanika nije prepoznalo izražen bezbednosni karakter ovog pitanja.

Kada je reč o međunarodnoj dimenziji energetske bezbednosti, 82% studenata smatralo je da energetska bezbednost ima izražen međunarodni karakter, dok je 13% odgovorilo da je ta dimenzija delimična, a svega 5% da ona nema međunarodni značaj.

Na pitanje o ključnim akterima energetske bezbednosti, 64% ispitanika opredelilo se za odgovor da je reč o zajedničkoj odgovornosti države, privrednih subjekata i međunarodnih organizacija. 21% ispitanika dalo je prednost državi, dok je 15% smatralo da privredni subjekti imaju presudnu ulogu.

U pogledu bezbednosnih rizika u energetskom sektoru, studenti su kao najizraženije naveli:
- geopolitičke i političke rizike (39%),
- sajber napade na energetsku infrastrukturu (34%),
- prekide u snabdevanju energijom (19%),
- dok je 8% ispitanika tehničke kvarove ocenilo kao dominantan rizik.

Na pitanje o odgovornosti energetskih kompanija u sprečavanju bezbednosnih incidenata, 71% ispitanika smatralo je da privredni subjekti imaju značajnu odgovornost, dok je 22% odgovorilo da je ta odgovornost delimična. Negativan odgovor dalo je svega 7% studenata.

Na pitanje o značaju saradnje države i privrednih subjekata u oblasti energetske bezbednosti, 76% ispitanika ocenilo je ovu saradnju kao veoma važnu ili presudnu, dok je 17% smatralo da je ona važna, ali ne i odlučujuća. Samo 7% ispitanika izjasnilo se da saradnja države i privrede nema poseban značaj za energetsku bezbednost.

Analiza dobijenih rezultata - Dobijeni rezultati ukazuju na visok stepen svesti studenata četvrte godine Pravnog fakulteta za privredu i pravosuđe o značaju energetske bezbednosti i njenoj međunarodnoj dimenziji. Posebno je značajno što većina ispitanika prepoznaje energetski sektor kao bezbednosno relevantnu oblast, a ne isključivo kao ekonomsko ili tržišno pitanje.

Rezultati takođe pokazuju da studenti u najvećoj meri zastupaju integrativni pristup energetskoj bezbednosti, u kojem država, privreda i međunarodne organizacije imaju komplementarne uloge. Ovakva percepcija je u skladu sa savremenim teorijskim shvatanjima energetske bezbednosti, koja naglašavaju značaj javno-privatne i međunarodne saradnje.

Izražena percepcija geopolitičkih rizika i sajber ukazuje na to da studenti prepoznaju savremene pretnje koje prevazilaze tradicionalne bezbednosne modele. Istovremeno, visok procenat ispitanika koji energetskim kompanijama pripisuje značajnu odgovornost potvrđuje svest o ulozi privrednih subjekata u zaštiti kritične energetske infrastrukture.

Iako rezultati istraživanja ne mogu imati opštu reprezentativnost, oni pružaju ipak uvid u stavove budućih diplomiranih pravnika i ukazuju na potrebu za daljim jačanjem obrazovnih sadržaja koji se odnose na bezbednost u naširem smislu.

Tabela 1 - Stavovi studenata IV godine Pravnog fakulteta za privredu i pravosuđe o energetskoj bezbednosti (u %)

Anketno pitanje	Dominantan odgovor	%
Značaj energetske bezbednosti za nacionalnu bezbednost	Veliki / presudan značaj	78
Međunarodna dimenzija energetske bezbednosti	Izražena	82
Ključni akteri energetske bezbednosti	Država–privreda–međ. org.	64
Najizraženiji bezbednosni rizik	Geopolitički i politički	39
Odgovornost energetskih kompanija	Značajna	71
Značaj saradnje države i privrede	Veoma važna / presudna	76

5. ZAKLJUČAK

Analiza uloge privrednih subjekata u međunarodnim mehanizmima energetske bezbednosti jasno ukazuje da savremeni energetski sistemi ne mogu funkcionisati isključivo u okviru državnih okvira. Privredni subjekti, zahvaljujući infrastrukturi, tehnologiji i stručnom znanju, postaju ključni akteri u obezbeđivanju stabilnog i sigurnog snabdevanja energijom, dok njihova saradnja sa državnim institucijama omogućava sinhronizaciju ekonomskih i bezbednosnih interesa.

Preuzimanje odgovornosti privrednih subjekata u upravljanju bezbednosnim rizicima predstavlja ključni faktor stabilnosti međunarodnih energetskih sistema. Sprovođenje preventivnih mera, primena tehnologije i saradnja sa državom i međunarodnim institucijama omogućavaju smanjenje potencijalnih pretnji i doprinosi održivosti i sigurnosti energetskog sektora.

Saradnja države i privrede u međunarodnom kontekstu potvrđuje značaj javno-privatnih partnerstava i koordinisanih strategija za upravljanje prekograničnim projektima i prevenciju bezbednosnih rizika. Rezultati sprovedene ankete među studentima četvrte godine Pravnog fakulteta za privredu i pravosuđe ukazuju na visok nivo svesti budućih diplomiranih pravnika o važnosti ove saradnje, uloge privrednih subjekata i tehnološkog razvoja u jačanju energetske bezbednosti. Percepcija studenata takođe potvrđuje prepoznavanje savremenih izazova, uključujući geopolitičke, tehnološke i sajber rizike, kao i potrebu za preventivnim pristupom u upravljanju energijom.

Zaključno, integracija privrednih subjekata u međunarodne mehanizme energetske bezbednosti, u kombinaciji sa jasnim pravnim i regulatornim okvirom države, predstavlja osnovu za održive i stabilne energetske sisteme. Rad takođe potvrđuje da obrazovanje eksperata i nove tehnologije imaju ključnu ulogu u oblikovanju svesti o kompleksnoj prirodi energetske bezbednosti i značaju saradnje svih aktera na međunarodnom nivou.

6. LITERATURA

[1] Sreten Škuletić, Marina Braletić (2022), *Uvod u energetiku*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva – Podgorica
[2] Institut Mihajlo Pupin (2020), *Digitalizacija energetskog sektora korišćenjem tehnologija sa visokim potencijalom za unošenje promena u konvencionalne pristupe*, www.pupin.rs/platoon-news/digitalizacija-energetskog-sektora/, preuzeto 7.2.2026.
[3] Daniel Yergin (2011), *The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World*, Penguin Press, New York
[4] Kuang, Lixin et al. (2023), *The Efficiency of Energy Infrastructure Investment and Its Regional Economic Impact*. International journal of environmental research and public health vol. 20
[5] International Energy Agency (2014), *Energy Security: Ensuring the Uninterrupted Availability of Energy Sources*, Paris
[6] Danijela Protić (2016). *Kritične infrastrukture - pretnje, ranjivosti i zaštita*, Vojnotehnički glasnik 64, no. 3, str.812-37.
[7] Marija Mićović (2020), *Specifičnosti kritične, infrastrukture u Republici Srbiji,* Kriminalističko-Policijski Univerzitet.
[8] Commission of the European Communities (2006), *Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy*, COM 105 final.
[9] World Bank (2017), *Public-Private Partnerships Reference Guide*, Version 3.0, Washington D.C.
[10] Roy Ramos (2025), *Public-Private partnerships for the development of energy projects*, https://consortiumlegal.com/en/2024/02/06/public-private-partnerships-for-the-development-of-energy-projects/ preuzeto 7.2.2026.
[11] Rafael Leal-Arcas (2014), *International Energy Governance: Selected Legal Issues*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham
[12] Jorgensen, Norregaard, and Zheng Grace Ma. (2026), *Cybersecurity and Resilience of Smart Grids: A Review of Threat Landscape, Incidents, and Emerging Solutions,* Applied Sciences 16, no. 2: 981.
[13] Sanja Filipović, Gordan Tanić (2010) Izazovi na tržištu električne energije, Ekonomski institut, Beograd
[14] Slavimir Vesić, Martin Bjelajac (2023), *Sajber bezbednost kritične infrastrukture,* Pravo - teorija i praksa 40, no. 2,77-88.
[15] Predrag Jovančić, Dragan Ignjatović, Stevan Đenadić, Miloš Tanasijević, Filip Miletić (2022), *Koncept prediktivnog održavanja 4.0 (PdM) u energetici – konekcija sa budućom primenom Industrije 5.0*, energija, ekonomija, ekologija, 2022, god. XXIV, br. 2, str.54-60
[16] Biljana Trivić, Darko Šošić (2020), *Sajber bezbednost u energetskom sektoru*, Energy, Economy, Ecology, Journal of Scientific and Research Publications, Volume X, Issue X. str.1-7.
[17] Živoslav Adamović, Božo Ilić, Dejan Spasić, Nenad Janjić (2023), *Upravljanje rizikom u oblasti održavanja energetskih sistema*, Rizik i bezbednosni inženjering, str.71-77.

ULOGA I ZNAČAJ STEJKHOLDERA U IMPLEMENTACIJI MEĐUNARODNIH INTERREG PROJEKATA

Milena Krklješ[1], Marina Carević Tomić[2], Dejana Nedučin[3], Darko Reba[4]
[1,2,3,4]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]mkrkljes@uns.ac.rs, [2]marinac@uns.ac.rs, [3]d.neducin@uns.ac.rs, [4]rebad@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Interreg program predstavlja jedan od ključnih mehanizama teritorijalne saradnje Evropske unije, usmeren na rešavanje zajedničkih razvojnih izazova kroz prekograničnu, transnacionalnu i međuregionalnu saradnju. U takvom kontekstu, uloga stejkholdera ima poseban značaj, s obzirom na složenost institucionalnih, administrativnih i teritorijalnih okvira u kojima se projekti realizuju. Stejkholderi u Interreg projektima obuhvataju širok spektar aktera, uključujući projektne partnere, javne institucije na različitim nivoima upravljanja, stručne i istraživačke organizacije, kao i krajnje korisnike projektnih rezultata. Njihovo blagovremeno uključivanje u proces planiranja i kontinuirano učešće tokom implementacije doprinose boljem usklađivanju projektnih ciljeva sa stvarnim teritorijalnim potrebama i razvojnim politikama. Poseban izazov predstavlja upravljanje stejkholderima u uslovima različitih nacionalnih zakonodavnih okvira i administrativnih procedura, što zahteva jasno definisane uloge, efikasne mehanizme komunikacije i snažnu koordinaciju između vodećeg partnera i ostalih učesnika. Interreg program sve više podstiče participativne i ko-kreativne pristupe, čime se stejkholderi pozicioniraju kao aktivni nosioci znanja, dobre prakse i održivosti projektnih rezultata. Razumevanje njihove uloge ključno je za uspešnu implementaciju i dugoročne teritorijalne efekte Interreg projekata. U radu su prikazana iskustva tima sa Departmana za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu iz saradnje sa stejkholderima na Interreg projektima.*

Ključne reči: međunarodni projekti, stejkholderi, Interreg program

THE ROLE AND IMPORTANCE OF STAKEHOLDERS IN THE IMPLEMENTATION OF INTERNATIONAL INTERREG PROJECTS

Abstract: *The Interreg programme represents one of the key mechanisms of the European Union's territorial cooperation, aimed at addressing shared development challenges through cross-border, transnational, and interregional collaboration. In this context, the role of stakeholders is of particular importance, given the complexity of the institutional, administrative, and territorial frameworks within which projects are implemented. Stakeholders in Interreg projects encompass a wide range of actors, including project partners, public institutions at different levels of governance, professional and research organizations, as well as end users of project results. Their timely involvement in the planning process and continuous participation throughout project implementation contribute to better alignment of project objectives with actual territorial needs and development policies. A specific challenge lies in stakeholder management under conditions of diverse national legislative frameworks and administrative procedures, which requires clearly defined roles, effective communication mechanisms, and strong coordination between the lead partner and other participants. The Interreg programme increasingly promotes participatory and co-creative approaches, positioning stakeholders as active contributors to knowledge exchange, good practices, and the sustainability of project results. Understanding their role is crucial for successful implementation and long-term territorial impacts of Interreg projects. The paper presents the experiences of the team from the Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, gained through collaboration with stakeholders within Interreg projects.*

Key Words: international projects, stakeholders, Interreg programme

1. UVOD

Međunarodni projekti koji se realizuju u okviru programa Evropske unije predstavljaju složen okvir saradnje između aktera iz različitih institucionalnih, kulturnih i teritorijalnih okvira. Interreg program kao instrument teritorijalne saradnje ima za cilj rešavanje brojnih zajedničkih razvojnih izazova. Prekogranična priroda projekata, heterogenost partnera i raznovrsnost administrativnih sistema čine implementaciju kompleksnim procesom. Stejkholderi, odnosno zainteresovane strane, koje direktno ili indirektno utiču na projekat ili su pogođene njegovim rezultatima – predstavljaju ključni resurs. Njihovo uključivanje u projekat omogućava bolje razumevanje lokalnih potreba, usklađivanje projektnih aktivnosti sa politikama razvoja, transfer znanja i održivost rezultata [1], [2]. Cilj rada je da prikaže značaj saradnje sa stejkolderima u okviru Intereg projekata, analizira izazove u upravljanju, prikaže participativne i ko-kreativne pristupe, ilustruje praktična iskustva tima sa Departmana za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu iz saradnje sa različitim stejkholderima, te doprinese razumevanju njihove uloge u povećanju efektivnosti i održivosti međunarodnih projekata.

2. ULOGA STEJKHOLDERA U MEĐUNARODNIM PROJEKTIMA

Iskustva i zaključci tima sa Departmana za arhitekturu i urbanizam o ulogama stejkholdera prepoznati su kroz različite zajedničke aktivnosti u Interreg programima, koji predstavljaju evropski instrument za prekograničnu, transnacionalnu i međuregionalnu saradnju, sa ciljem podrške projektima koji povezuju različite teritorije, omogućavaju inovacije i promovišu održivi razvoj [3]. Prekogranični karakter projekata povećava složenost implementacije zbog različitih pravnih i administrativnih sistema, kulturnih i jezičkih razlika, kao i razlika u institucionalnim praksama i kapacitetima. Upravo zbog toga uloga stejkholdera postaje ključna za koordinaciju i harmonizaciju aktivnosti, prilagođavanje projektnih ishoda lokalnim i regionalnim potrebama, te obezbeđivanje institucionalne podrške i održivosti rezultata.

Stejkholderi se definišu kao pojedinci, grupe ili organizacije koje utiču ili su pogođene projektom [4]. U međunarodnim projektima, mogu se klasifikovati kao:

- interni – projektni partneri, članovi tima, izvršni koordinatori;
- eksterni – javne institucije, lokalne zajednice, organizacije civilnog društva, krajnji korisnici;
- primarni – direktno uključeni u realizaciju projekta;
- sekundarni – posredno pogođeni projektom, kao što su regionalni planeri, donatori ili mediji.

Uloga stejkholdera varira u zavisnosti od faze projekta:

- Planiranje - identifikacija potreba, definisanje ciljeva i rezultata, razvoj logičkih matrica;
- Implementacija - koordinacija aktivnosti, testiranje rešenja, aktivno praćenje rezultata;
- Evaluacija i diseminacija - prenos znanja, preporuke za buduće projekte, širenje dobrih praksi.

Uključivanje stejkholdera u projektne aktivnosti doprinosi smanjenju rizika od neusaglašenosti sa lokalnim politikama i potrebama korisnika. Uprkos velikom benefit koji projektne aktivnosti I rezultati mogu imati, postoje i nesumnjivi izazovi kada se posmatraju veliki konzorcijumi koji učestvuju u projektima. Koordinacija njihovog učešća mora imati u vidu potencijalne poteškoće kao što su diverzitet zakonodavnih i administrativnih okvira jer različite zemlje imaju različite procedure za odobrenje aktivnosti, finansijsku kontrolu i evaluaciju, heterogenost partnerskih organizacija koje imaju različite kapacitete, resurse i iskustvo, konflikte interesa usled mogućnosti da različiti akteri mogu imati suprotstavljene ciljeve ili prioritete, te komunikaciju koja usled jezičkih barijera, vremenskih zona i tehničkih ograničenja može uticati na kvalitet razmene informacija.

Interreg program sve više promoviše participativne i ko-kreativne metode, koje imaju ključnu ulogu u radu sa stejkholderima u međunarodnim projektima, jer omogućavaju njihovo aktivno uključivanje u sve faze projektnog ciklusa – od identifikacije problema i definisanja ciljeva, do razvoja, testiranja i evaluacije projektnih rešenja.

Participativni pristupi u kojima učestvuju različiti stejkholderi omogućavaju:

- Testiranje i prilagođavanje rešenja specifičnim teritorijalnim uslovima;
- Jačanje kapaciteta institucija i lokalnih aktera;
- Promovisanje poverenja i međuregionalne saradnje;
- Transfer znanja i dobre prakse između partnera i krajnjih korisnika [3].

Kroz participativni pristup stejkholderi se uključuju u proces donošenja odluka, čime se obezbeđuje veći legitimitet projekta i usklađenost aktivnosti sa lokalnim potrebama i kontekstima, dok ko-kreativni pristup ide korak dalje, pozicionirajući stejkholdere kao ko-aktere i ko-autore projektnih ishoda. Ovakav način saradnje omogućava integraciju različitih tipova znanja – institucionalnog, stručnog, akademskog i iskustvenog – što je od posebnog značaja za međunarodne projekte, poput onih u okviru Interreg programa, koji se realizuju u složenim i raznolikim teritorijalnim i upravljačkim okruženjima i teže dugoročno održivim rezultatima.

3. ISKUSTVA SARADNJE SA STEJKHOLDERIMA KROZ MEĐUNARODNE INTERREG PROJEKTE

U okviru nekoliko međunarodnih Intereg projekata, koji su obuhvatali veliki broj univerziteta i organizacija iz dunavskog regiona, tim sa Departmana za arhitekturu i urbanizam, započeo je uspešnu saradnju sa stejkholderima koji su se priključili u aktivnosti kroz različite faze implementacije projekata. Prvi projekat koji je uključivao saradnju sa stejkholderima bio je *DANUrB – Danube Urban Brand – a regional network building through tourism and education to strengthen the Danube cultural identity and solidarity*, finansiran u okviru INTERREG – Danube Transnational Programme, u periodu 2017 – 2019. godine. Među više od 30 institucija koje su učestvovale u konzorcijumu (univerziteti, istraživački centri, lokalne samouprave, kulturne i turističke organizacije iz Mađarske, Austrije, Slovačke, Srbije, Rumunije i Bugarske), u projektne aktivnosti su se uključili i stejkholderi, koji su dali značajan doprinos ka boljem osmišljavanju kulturne mreže i definisanju zajedničkog brenda naselja duž Dunava, kako bi se postigao finalni rezultat na osmišljavanju „Dunavske kulturne promenade" koja bi imala jedinstven turistički potencijal i značaj, kako za lokalne zajednice, tako i na regionalnom nivou. Šira mreža i platforma za rad na održivoj kulturnoj i turističkoj strategiji planirani su kao povezujući element u definisanju zajedničkog urbanog brenda Dunava koji može doneti društvene i ekonomske koristi od šireg značaja. Na međunarodnom nivou, saradnja između aktera iz podunavskih zemalja obezbedila je održivost rezultata projekta, a osnov za ovo je bila saradnja stejkholdera na lokalnom i regionalnom nivou. Kao lokalni i regionalni akteri dunavskih zajednica definisani su svi učesnici čije su

aktivnosti i interesovanja povezana sa ciljevima projekta DANUrB. Zainteresovane strane mreže DANUrB bile su lokalne samouprave i javne institucije, kulturne institucije, organizacije civilnog društva i nevladine organizacije, lokalne razvojne i turističke agencije, mala i srednja preduzeća, i lokalna zajednica uopšte. U okviru Opštine Bačka Palanka, koja je bila prostorni okvir rada istraživača sa Departmana za arhitekturu i urbanizam, prepoznati su stejkholderi čije angažovanje može uticati na jačanje mreže „Dunavske kulturne promenade". Kao primarni akter, sa kapacitetom da doprinese podsticanju interesa i posredovanju u uključivanju članova lokalne/regionalne institucionalne zajednice izdvojena je Opština Bačka Palanka, koja je pokazala spremnost da podrži aktivnosti DANUrB-a. Uz opštinu, kao značajan akter izdvojena je i Turistička organizacija Opštine Bačka Palanka, javna institucija kojoj su povereni zadaci unapređenja i promocije turizma lokalne samouprave, ali i druge institucije, sportsko-rekreativni centar, kulturni centar, lokalni muzeji, obrazovne institucije i preduzetnici direktno povezani sa kulturom, turizmom ili gastronomijom (hoteli, restorani, vinarije). Glavni izazov koji je prepoznat tokom identifikacije stejkholdera na teritoriji opštine Bačka Palanka odnosio se na njihovo interesovanje za projekat i motivisanje da razmotre i sagledaju svoju ulogu i neposredni benefit od uključivanja. Pokazalo se da u zajednici još uvek ne postoji svest o značaju povezivanja u šire interesne mreže i da su lični kontakti sa potencijalnim stejkholderima dragocen alat koji može doprineti njihovom interesovanju za program, aktivnosti i ciljeve. Bačka Palanka kao zajednica sa razvijenom industrijom, ali i vrednim potencijalom za razvoj turizma zasnovanog na prirodi, vodenim sportovima, ribolovu i lovu, festivalima, manifestacijama, kao i poljoprivrednoj proizvodnji, sa akcentom na vinogradarstvo, svoje kapacitete može iskoristiti saradnjom i umrežavanjem kako bi se postigla konkurentnost u odnosu na druge turistički već razvijene gradove. Uključivanje svih relevantnih zainteresovanih strana je i neophodno stanovište za izgradnju inkluzivne strategije razvoja šireg podunavskog područja, čemu je projekat DANUrB i težio kroz harmonizaciju različitih sektora sa Dunavom kao zajedničkom bazom, a sa ciljem boljeg socio-ekonomskog učinka za zajednice.

Iskustva stečena u okviru projekta DANUrB uzeta su u obzir u kreiranju strategije saradnje svih zainteresovanih strana na narednom projektu. U okviru projektnog ciklusa Dunavskog transnacionalnog programa teritorijalne saradnje Evropske unije (DTP - INTERREG), tim Departmana za arhitekturu i urbanizam je od 2020-2022. godine, nastavio istraživanja kao partner na projektu *LIVING DANUBE LIMES - Valorising cultural heritage and fostering sustainable tourism by LIVING the common history on the DANUBE LIMES as basis for a Cultural Route.* Istraživanje je fokus preusmerilo na zajedničko nasleđe gradova i područja kojima se protežu granice Rimskog carstva duž toka Dunava, imajući za cilj promovisanje „Puta kulture" Dunavskog regiona i razvoj strategije očuvanja i održivog upravljanja prirodnim i kulturnim nasleđem. Kroz zajedničku istoriju i podržavanje razlike u kulturi duž Dunava kao nekadašnjeg kulturnog i ekonomskog plovnog puta Rimskog carstva, mreža partnera i platforma za rad na kulturnoj i turističkoj strategiji urbanog brendiranja rezultat su koji treba da doprinese razvoju Dunavskog regiona. Projektni konzorcijum činili su univerziteti, istraživačko-razvojni centri, muzeji, lokalne samouprave i nevladine organizacije u oblasti kulture, od kojih je 18 partnerskih institucija i 27 pridruženih strateških partnera iz 10 država. Uključivanje i uloga stejkholdera je u ovom projektu bila usmerena pre svega na odabir pilot lokacija i aktivnosti koje treba da budu uzorni modeli za razvoj i implementaciju transnacionalnih strategija za unapređenje održivog turizma, kao i za zaštitu kulturnih lokaliteta. U kombinaciji sa aktivnostima „žive istorije" ovi lokaliteti treba da predstave Dunav kao široki rečni pojas različitih turističkih i obrazovnih proizvoda i time povećaju turistički značaj celokupnog područja. Diseminacija rezultata projekta prema lokalnim stejkholderima i široj javnosti bila je obezbeđena upravo kroz mrežu muzeja i posetilačkih centara. Aktivnosti usmerene ka lokalnim stejkholderima, uključivale su medijske posete, organizaciju ciljanih događaja poput lokalnih fokus grupa u svakoj partnerskoj zemlji radi participativnog uključivanja aktera, organizaciju tri međunarodne konferencije, kao i učešće partnera na drugim međunarodnim događajima. Sve aktivnosti na osmišljavanju „žive istorije", prenos znanja i jačanje kapaciteta su praćene merama koje su usmerene ka informisanju, diseminaciji i promociji rezultata stejkholderima, kako bi se podstakao osećaj pripadnosti Dunavskom regionu i obezbedila održiva i odgovorna zaštita kulturnog nasleđa. Uspostavljanjem transnacionalnih klastera svih zainteresovanih aktera, očekuje se dugoročna održivost postignutih rezultata, kao i snažna integracija javnosti u projekat. Poseban interes lokalnih zajednica iskazan je u aktivnostima koje su započele sa rekonstrukcijom rimskog dunavskog broda, koji je plovio Dunavom i zaustavljao se na svakoj pilot lokaciji radi organizovanja koordinisanih događaja „žive istorije". Ovi događaji su snažno uključili lokalne zajednice, povećali međusobnu povezanost u Dunavskom regionu i ojačali brendiranje Dunavskog limesa i identifikaciju sa granicama Rimskog carstva.

Projekat *Exploring the Roman Legacy: Creation of a theme region and cultural route along the Roman Danube Limes to empower the socio-economic development of shared European heritage*, realizuje se u okviru Interreg Danube Region programa od aprila 2025. godine i treći je u nizu projekata na kojima tim sa Departmana za arhitekturu i urbanizam ima aktivno učešće, kao i neposrednu saradnju sa stejkholderima. Glavni cilj projekta ROMAN LEGACY jeste jačanje kohezije i zajedničkog identiteta Podunavlja kroz njegovo bogato rimsko nasleđe, sa posebnim naglaskom na Rimski limes na Dunavu. Projekat ima za cilj podsticanje razvoja održivog turizma, naročito u oblastima „slow" turizma i eko-turizma, zasnovanog na lokalnom rimskom nasleđu i aktivnom uključivanju regionalnih zajednica. Vodeći partner na projektu je University for Continuing Education iz Kremsa, a čitavo partnerstvo trenutno okuplja 54 institucije (19 punopravnih partnera i 35 pridruženih strateških partnera) iz 11 evropskih zemalja, među kojima su univerziteti, istraživački instituti, muzeji, opštine, regionalne vlasti i druge relevantne organizacije. Partneri iz Srbije su Pokrajinski sekretarijat za regionalni razvoj, međuregionalnu saradnju i lokalnu samoupravu i Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Uz konzorcijum, na projektu se od samog starta aktivno radi i na formiranju mreže „Rimsko nasleđe u Podunavlju" koja okuplja proširenu mrežu stejkholdera sa idejom da, zajedno

sa sveobuhvatnom strategijom održivosti, obezbedi dugoročni uticaj projekta. Rastuća mreža „Rimsko nasleđe u Podunavlju" je za kratko vreme uspela da okupi preko 120 zainteresovanih strana (iz Srbije šesnaest) – javnih ustanova, muzeja, arheoloških parkova, univerziteta i drugih obrazovnih institucija, turističkih organizacija, nevladinih organizacija, malih i srednjih preduzeća i drugih. Članovi mreže imaju slobodu da odaberu nivo angažovanja između aktivnog i pasivnog članstva. Svi članovi imaju pristup relevantnim informacijama o napretku projekta, razvoju i budućim prilikama, dok aktivni imaju i mogućnost učešća u kreiranju kulturne rute i u ostalim događajima umrežavanja. Članstvo u mreži donosi niz pogodnosti, među kojima su: učešće u međunarodnoj razmeni znanja i iskustava, zajednička vidljivost i brendiranje, saradnja na kreiranju turističkih i obrazovnih proizvoda, veći domet prema međunarodnoj publici i potencijalne ekonomske koristi za region. Tokom realizacije projekta periodično se održavaju sastanci i radionice projektnih partnera sa stejkholderima čime se razvija i održava kontinuitet saradnje. Sastanci su strukturirani na nivou čitavog partnerstva, uz mogućnost prilagođavanja lokalnom kontekstu. Konzorcijum dogovara teme koje će biti diskutovane sa stejkholderima i zadatke na kojima će se raditi u okviru sastanaka i radionica. Na ovaj način se obezbeđuje ujednačen kvalitet participacije zainteresovanih strana, a takođe i kontinuirano praćenje uspešnosti realizacije procesa, što predstavlja jedan od izazova participacije uopšte. Prvom sastanku zainteresovanih strana održanom u novembru 2025. godine u Novom Sadu prisustvovalo je 33 učesnika iz grupe organa regionalnih vlasti, javnih ustanova, sektorskih agencija i visokog obrazovanja. Sastanak je bio posvećen predstavljanju vizije projekta, ali i prenosu i razmeni znanja i iskustava, podsticanju novih aktivnosti i prikupljanju relevantnih informacija od učesnika, a pre svega je omogućio predstavnicima projektnog partnerstva i stejkholderima da se upoznaju i uspostave kontakt. Prisutni su upoznati sa važnostima prekogranične saradnje i njenim brojnim benefitima, postojećim inicijativama i aktivnostima, a takođe i sa specifičnim prednostima sertifikovanih kulturnih ruta Saveta Evrope, istovremeno, dali su i značajan doprinos razvoju projekta kroz svoje predloge. U cilju izgradnje snažne i kolaborativne osnove za novu kulturnu rutu partneri su u okviru radionice koja je održana u drugom delu sastanka sa prisutnima diskutovali o zajedničkom brendiranju kulturne rute kroz zajedničku viziju i utvrđene vrednosti, kao i zakonski, finansijski i upravljački okvir. Određeni broj zainteresovanih strana izrazio je spremnost da se aktivnije uključi u projekat i time utiče na ishode projekta, ali i na unapređenje sopstvenih kompetencija i pozicija kako na lokalnom, tako i na međunarodnom planu. Posebna pažnja u ovoj fazi je posvećena zajedničkoj izgradnji brenda kulturne rute zasnovane na rimskom nasleđu. Učesnici su na radionici imali priliku da iznesu svoje stavove o simbolima, utiscima i emocijama povezanim sa lokalnim rimskim nasleđem, a projektni partneri su po prikupljanju informacija sa svih nacionalnih sastanaka (ukupno 11) pristupili obradi podataka i kreiranju jedinstvenog identiteta rute zasnovanog na inputima dobijenim sa radionica. Očekuje se da uključivanje šire mreže stejkholdera u proces kreiranja brenda obezbedi prepoznatljivost rute, ali i njenu dugoročnu održivost. Ovakav pristup razvoju projektnih ideja i aktivnosti, predstavlja jedan od značajnih doprinosa projekta lokalnim zajednicama, ali i regionu u celini.

4. ZAKLJUČAK

Analizirajući uloge stejkholdera u Interreg projektima može se utvrditi da uključivanje različitih aktera doprinosi većoj relevantnosti i održivosti rezultata, a participativni pristupi jačaju institucionalne kapacitete i poverenje među partnerima, sistematsko upravljanje smanjuje rizik od neusaglašenosti aktivnosti i konflikata interesa. Uloga stejkholdera u Interreg projektima prevazilazi formalne okvire partnerske saradnje i predstavlja ključni faktor uspešne implementacije i održivosti projekata. Sistematsko upravljanje stejkholderima doprinosi efikasnijoj realizaciji aktivnosti, smanjenju rizika i jačanju dugoročnih teritorijalnih efekata. Efikasno upravljanje uključuje jasno definisanje uloga i odgovornosti, uspostavljanje mehanizama koordinacije i komunikacije, kao i kontinuirano uključivanje stejkholdera kroz radionice, sastanke i evaluacije. Kroz implementaciju navedena tri Interreg projekta, potvrđen je izuzetno pozitivan uticaj koji uključivanje stejkholdera ima na implementaciju rezultata projekta, ali i za formiranje kontinuirane saradnje među institucijama i u okviru šire mreže partnera koji imaju cilj da kroz određene rezultate doprinesu napretku lokalnih zajednica i regiona. Aktivno uključivanje stejkholdera, korišćenje participativnih i ko-kreativnih pristupa, kao i stalna komunikacija među partnerima i krajnjim korisnicima, predstavlja osnovu za uspešne međunarodne projekte i unapređenje prakse teritorijalne saradnje.

ZAHVALNICA

Rad je rezultat projekta „Inovativni pristup integraciji savremenog naučno-istraživačkog rada i umetničkih praksi u nastavnim procesima u oblasti arhitekture, urbanizma i scenskog dizajna s ciljem unapređenja znanja i diseminacije rezultata" Departmana za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, 2026.

5. LITERATURA

[1] Bryson, J. M., *Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations*, Jossey-Bass, 2004.
[2] Reed, M. S., et al., Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management, *Journal of Environmental Management*, 90(5), 1933–1949, 2009.
[3] https://interreg.eu/, januar 2026.
[4] Freeman, R. E., *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, Pitman, 1984.

MESTO, ULOGA I ZNAČAJ VISOKOG OBRAZOVANJA KROZ PRIZMU ODRŽIVOG RAZVOJA INOVACIONIH EKOSISTEMA

Milica Borocki[1], Vladimir Đaković[2], Nebojša Ralević[3]
[1,2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]borocki.di13.2024@uns.ac.rs, [2]v_djakovic@uns.ac.rs, [3]nralevic@uns.ac.rs

***Kratak sadržaj**: Predmet istraživanja u radu je sagledavanje mesta, uloge i značaja fakulteta kroz prizmu interdisciplinarnog pristupa održivog razvoja inovacionih ekosistema. Poseban osvrt istraživanja u radu baziran je na korelaciji inovacionih kapaciteta i investicione atraktivnosti fakulteta, kao temelja za izgradnju konkurentne i održive privrede. Cilj istraživanja je utvrđivanje polaznih osnova i algoritama za uspešnu komercijalizaciju znanja, uz primenu inženjerskih metoda, tehnika i alata radi minimizacije investicionog rizika. Rezultati istraživanja ukazuju na to da je integracija analitičkih metoda i principa održivog poslovanja ključni faktor dugoročnog uspeha, čime se naglašava značaj fakulteta kao primarnih pokretača efikasnog transfera znanja.*

Ključne reči: visoko obrazovanje, održivi razvoj, inovacije, inovacioni ekosistem, interdisciplinarnost

THE PLACE, ROLE AND SIGNIFICANCE OF HIGHER EDUCATION THROUGH THE PRISM OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF INNOVATION ECOSYSTEMS

***Abstract:** The subject of this research is the examination of the position, role, and significance of higher education institutions through the prism of an interdisciplinary approach to the sustainable development of innovation ecosystems. Particular emphasis is placed on the correlation between the innovative capacities and investment attractiveness of higher education institutions, as a foundation for building a competitive and sustainable economy. The aim of the research is to identify the initial frameworks and algorithms for successful knowledge commercialization, through the application of engineering methods, techniques, and tools in order to minimize investment risk. The research findings indicate that the integration of analytical methods and principles of sustainable business represents a key factor for long-term success, thereby emphasizing the importance of higher education institutions as primary drivers of effective knowledge transfer.*

Key Words: higher education, sustainable development, innovation, innovation ecosystems, interdisciplinarity

1. UVOD

Savremeno visoko obrazovanje prolazi kroz fundamentalnu transformaciju u kojoj implementacija alata veštačke inteligencije (AI) postaje imperativ za optimizaciju poslovnih procesa i ostvarivanje strateške komparativne prednosti.

U novoj paradigmi ekonomije znanja, fakultet prestaje da bude izolovan entitet i postaje centralni stub održivog inovacionog ekosistema. Njegova uloga evoluira od edukativne ka preduzetničkoj, gde se kroz sintezu teorije i prakse generišu startap poduhvati sposobni za agilnu adaptaciju na dinamične tržišne uslove.

Uspeh u primeni veštačke inteligencije, prepoznate kao veoma uticajne tehnološke inovacije, direktno je uslovljen kapacitetom startap ekosistema da u svoje akademske okvire inkorporira naučno-istraživačke institucije, odnosno fakultete kao generatore novih ideja, potencijalno tržišno prihvatljivih. Kroz ovakav vid sinergije fakulteta, inovacija i privrede, stvaraju se stabilne kompetencije fakulteta za održivi razvoj inovacionih ekosistema koji su rezistetntni na veoma brze tržišne promene i dugoročno održive rizike. [1]

Primarni cilj analize jeste utvrđivanje povezanosti između inovacionog kapaciteta visokog obrazovanja i investicione atraktivnosti visokoškolskih institucija. U radu je predstavljen algoritam za komercijalizaciju znanja koji, primenom metoda inženjerskog menadžmenta i analize investicione isplativosti rizika, kao i analitičkih metoda za procenu održivosti u realno promenljivim uslovima, omogućava objektivnu validaciju tržišnog potencijala ideja sa ciljem razvoja inovacionog ekosistema.

Uspešna primena alata veštačke inteligencije direktno je uslovljena sposobnošću ekosistema da inkorporira naučno-istraživačke institucije prepoznate kao generatore intelektualnog kapitala. Kroz sinergiju visokog obrazovanja, privrede i inovacija, formira se osnova za razvoj sistema koji su rezistentni na tržišne rizike i dugoročno održivi.

Finalna analiza sprovedena u radu ukazuje da su kvantifikacija investicionog rizika i merljivost procesa transfera znanja, resursa i tehnologije, neophodna spona između akademske zajednice i privrede.

2. ANALIZA KORELACIJE INOVACIONOG KAPACITETA I INVESTICIONE ATRAKTIVNOSTI FAKULTETA V.V. ODRŽIVI RAZVOJ

U uslovima globalne ekonomije 21. veka, generisanje inovativnih naučno-tehnoloških rešenja i njihova efektivna rasprostranjenost u društvenim i ekonomskim tokovima, postaju ključni pokretači ubrzanih i često varijabilnih faktora tržišnih i investicionih promena. [2]

Institucije visokog obrazovanja predstavljaju pokretačku snagu inovacija, stavljajući na raspolaganje ključnu infrastrukturu i stručnost neophodnu za razvoj naprednih rešenja. Kroz uspostavljene mehanizme podrške, fakulteti transformišu teorijske koncepte u aplikativne projekte, čime direktno osiguravaju kontinuitet investicionih prilika i praktično povezivanje sa privredom. Ovakav vid tehnoloških rešenja proisteklih iz akademske zajednice, od vitalnog je značaja za fondove preduzetničkog kapitala, jer služe za širenje, tržišno pozicioniranje i održivi razvoj inovacionih ekosistema. [3]

Pored edukativne funkcije, fakulteti imaju zadatak da posreduju u kreiranju društvenog kapitala studenata kroz integraciju sa tržištem rada i na taj način omoguće stručnu saradnju između visoko obrazovnih institucija i privrede. [4]

Savremena transformacija visokog obrazovanja može se posmatrati kroz prizmu koncepta "trostruke spirale" (engl. *Triple Helix*), gde je univerzitet/fakultet u središtu ekonomskog razvoja zasnovanog na znanju. [5]

Uspešna primena algoritamskih modela za procenu isplativosti omogućava prepoznavanje poslovnih poduhvata sa izraženim tržišnim potencijalom, čime se značajno umanjuje rizik investiranja u rane faze tehnološkog razvoja. Finalno, fokus na merljive ishode transfera znanja ne samo da opravdava javna i privatna ulaganja, već postavlja standarde za strateško upravljanje inovacijama u cilju dugoročne nacionalne konkurentnosti.

Identifikacija i selekcija ideja unutar akademskog okvira treba da prođu kroz strukturiran proces validacije koji uključuje proveru tehnološke spremnosti i analizu tržišne održivosti. Implementacija predloženog modela algoritma služi kao ključni vodič kako se naučni potencijal transformiše u investiciono isplative poduhvate, čime se direktno utiče na promenu percepcije rizika kod investitora. Na ovaj način, merljivost korelacije između inovacionog kapaciteta i privlačnosti za kapital postaje osnovni instrument za strateško pozicioniranje visoko obrazovnih institucija u globalnom inovacionom ekosistemu.

3. MODEL KOMERCIJALIZACIJE ZNANJA I MINIMIZACIJE INVESTICIONOG RIZIKA

Proces komercijalizacije naučnih rezultata nije linearan put, već kompleksan sistem validacije koji zahteva interdisciplinarni pristup. Svaka faza razvoja inovacije od ideje do komercijalizacije, mora proći kroz proveru kako bi se opravdao utrošak resursa i investicioni udeo u realizaciju ideje. U tom kontekstu, predloženi algoritam integriše analitičke metode i principe održivog poslovanja kao ključne faktore dugoročnog uspeha, naglašavajući ulogu fakulteta kao primarnog pokretača efikasnog transfera znanja.

Oslanjajući se na Cooperovu Stage-Gate metodologiju [7], predloženi algoritam prikazuje proces tarnsformisanja razvoja inovacije. Tako je omogućena objektivna validacija i sukcesivno smanjenje investicionog rizika kroz svaku fazu razvoja održivog inovacionog ekosistema. Na slici 1 dat je vizuelni prikaz modela algoritma koji služi za komercijalizaciju znanja i minimizaciju nivoa investicionog rizika.

Prva faza algoritma odnosi se na integraciji poslovnih ideja generisanih u akademskoj zajednici. U ovoj fazi se vrši provera da li je predložena poslovna ideja u skladu sa tržišnim zahtevima i potrebama, kao i da li za tu ideju postoje naučno - istraživački radovi koji mogu potvrditi njenu opravdanost.

Nakon generisanja ideje sledi faza provere tržišnog potencijala, gde se utvrđuju usklađenost zahteva tržišta sa performansama problema koji predložena ideja rešava, bilo da je u pitanju proizvod, usluga ili tehnološka inovacija. Trebalo bi da svaka ideja bude rezultat inovativnog pristupa. Tržišni potencijal se može utvrditi analizom internog i eksternog okruženja pomoću različitih analiza, pri čemu su najrasprostranjenije SWOT i PESTLE.

Kada se potvrdi tržišni potencijal generisane ideje, neophodno je izvršiti proveru intelektualne svojine, odnosno analizirati da li ideja kao takva već postoji, da li je zaštićena patentom ili nekim drugim oblikom zaštite intelektualne svojine. Ukoliko ideja već postoji, proces bi se tu završio i tok algoritma bi bio vraćen na početni korak prve faze.

Analiza tehnološke spremnosti odnosi se na proveru spremnosti tehnologije pomoću sistematskih metričkih sistema koji podržavaju procenu zrelosti određene tehnologije i dosledno poređenje zrelosti između različitih vrsta tehnologija. [6]

Kada se utvrdi tehnološka spremnost, vrši se provera održivosti predložene tehnologije. Ovakav vid provere je bitan jer se njime utvrđuje nivo rizika investiranja u samu ideju.

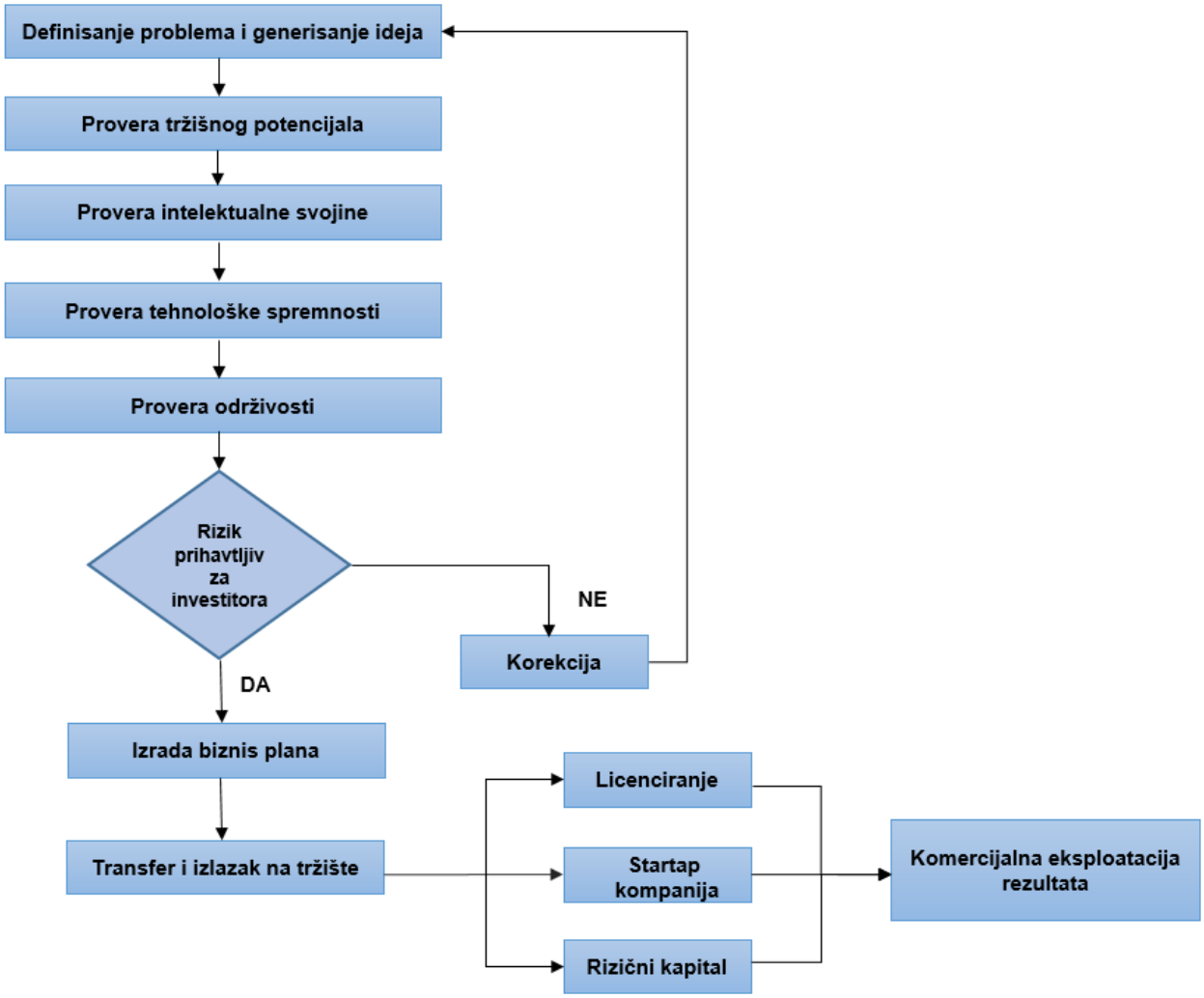
Ukoliko je rizik prihvatljiv za investitora, kreira se biznis plan u kojem se detaljno opisuju: ideja, svi potrebni resursi, novčani tokovi, fiksni i varijabilni troškovi, kanali prodaje, načini komunikacije tržišnog nastupa u odnosu na postojeće konkurente i ostale elemente biznis plana. Ako se utvrdi da rizik nije prihvatljiv za investitora, vrši se korekcija prethodno postavljenih koraka algoritma.

Tržišno opravdan biznis plan rezultira pozitivnim ishodom transfera znanja i kompetencija, te je generisana ideja validna za izlazak na tržište.

Izlaskom na tržište fakultet prikuplja licence za studentske ideje, ili se u okviru fakulteta pokreću startap

kompanije i traže se fondovi rizičnog kapitala neophodni za komercijalizaciju ideje.

Navedene stavke potvrđuju mesto, ulogu i značaj fakulteta/visoko obrazovnih institucija u stvaranju održivog razvoja inovacionih ekosistema, a inovacioni ekosistemi rezultat su stvaranja nove vrednosti.



Slika 1. Grafički prikaz algoritma za komercijalizaciju znanja i minimizaciju investicionog rizika (prilagođeno) [7]

Investicioni rizik varira u zavisnosti od uslova u eksternom okruženju, te je neophodno uticati na njegovu održivost, pogotovo u kriznim periodima kada je tržište promenljivo i sklono rizicima i gubicima. Takođe tada je i kupovna moć slaba, a samim tim i ulaganje u nove ideje i nova znanja podložni su negativnim uticajima: može doći do otežanog funkcionisanja u saradnji između akademske zajednice i privrede, a što utiče i na rast i razvoj preduzetničkih poduhvata i generisanje inovativnih ideja. Na taj način ugrožava se i nivo održivosti inovacionih ekosistema.

4. ZAKLJUČAK

Analiza sprovedena u ovom radu pokazuje da suštinski izazov komercijalizacije znanja na fakultetima nije nedostatak ideja, već odsustvo strukturiranih mehanizama za njihovu validaciju. Predloženi algoritam, zasnovan na modifikovanoj metodologiji, transformiše proces transfera tehnologije i znanja iz intuitivnog u procesni model. Uvođenjem merljivih kontrolnih tačaka, kao što su provera tehnološke spremnosti i investiciona provera održivosti i rizika. Evidentna je snažna korelacija između inovacionog kapaciteta fakulteta i njihove investicione atraktivnosti, pri čemu strukturirani modeli validacije znanja predstavljaju ključni preduslov za uspešnu komercijalizaciju akademskih rezultata.

Ovakav pristup direktno povećava investicionu atraktivnost akademskih poduhvata, omogućavajući fondovima preduzetničkog kapitala objektivnu osnovu za donošenje odluka u ranim fazama razvoja i ulaganje u razvoj inovacionog ekosistema unutar fakulteta

Na osnovu prethodnih uvida prikazanih u radu, može se zaključiti da savremeni fakulteti zauzimaju centralnu i stratešku poziciju u razvoju održivih inovacionih ekosistema, prevazilazeći tradicionalnu obrazovnu funkciju,

preuzimajući ulogu aktivnog aktera ekonomskog i tehnološkog razvoja.

Predloženi model komercijalizacije znanja omogućava smanjenje investicione neizvesnosti kroz jasno definisane faze razvoja inovacije, u kojima se primenjuju analitički alati za procenu tehnološke spremnosti, tržišne opravdanosti i održivosti ulaganja. Time se investicioni rizik ne eliminiše, već postaje upravljiva i merljiva kategorija, što značajno povećava poverenje investitora i podstiče razvoj akademskog preduzetništva.

Pravci daljih istraživanja obuhvataju unapređenje postojećeg modela integracijom tehnika mašinskog učenja i veštačke inteligencije (engl. Machine Learning, engl. Artificial Intelligence) koje bi omogućile automatizovanu obradu velikih skupova podataka (engl. Big Data) iz globalnih patentnih baza i tržišnih izveštaja, čime bi se povećala prediktivna moć procene komercijalnog potencijala u realnom vremenu.

Takođe, trebalo bi testirati algoritam kroz komparativnu analizu u različitim ekonomskim okruženjima (razvijena tržišta naspram tržišta u razvoju). Cilj je utvrditi uticaj makroekonomskih faktora i dostupnosti rizičnog kapitala na validnost izlaznih rezultata modela.

Može se zaključiti da ovakav sistemski pristup doprinosi jačanju inovacionih kapaciteta fakulteta, povećanju njihove investicione atraktivnosti i stvaranju održivih inovacionih ekosistema koji imaju dugoročni razvojni potencijal u saradnji sa privredom i sticanja adekvatnih stručnih kompetencija.

ZAHVALNICA:

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija i Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu kroz projekat "Unapređenje kvaliteta nastave na studijskim programima Departmana kroz implementaciju rezultata naučno-istraživačkog rada u oblasti Industrijskog inženjerstva i menadžmenta." Autori su finansijski podržani i od strane projekta Departmana za opšte discipline u tehnici, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu "Veštačka inteligencija i mogućnosti njene primene u cilju unapređenja nastavnog procesa u opštim disciplinama."

5. LITERATURA

[1] Milica B. Borocki, Vladimir Đ. Đaković, V., Nebojša M. Ralević, Veštačka inteligencija kao imperativ savremenih poslovnih procesa: Inovacije u visokom obrazovanju. XXXI Skup TRENDOVI RAZVOJA: "Budućnost visokog obrazovanja: Kvalitet, internacionalizacija, digitalizacija i inovacije", Vrnjačka Banja, 03.- 05.12.2025., Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, str. 281-284, 2025.

[2]] Hardiana, S.N., Hastiadi, F.F. Overcoming the Middle-Income Trap: The Role of Innovation on Switching onto a Higher Income Group for ASEAN Member States. In: Hastiadi, F. (eds) Globalization, Productivity and Production Networks in ASEAN. Palgrave Macmillan, Cham, pp. 57-86,2019, https://doi.org/10.1007/978-3-030-16510-9_

[3] https://www.weforum.org/stories/2020/10/universities-should-support-more-student entrepreneurs/

[4] Maritz, A. Networking, entrepreneurship and productivity in universities. *Innovation*, *12*(1), pp. 18-25, 2010, https://doi.org/10.5172/impp.12.1.18

[5] Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. The Triple Helix--University-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development. *EASST review*, *14*(1), pp. 14-19, 1995.

[6] Mankins, J. C., Technology readiness levels, pp. 1-5, 1995.

[7] Cooper, R. G. Perspective: The stage - gate® idea-to-launch process - update, what's new, and nexgen systems. *Journal of product innovation management*, *25*(3), pp. 213-232, 2008, https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00296.x

UTICAJ INTERNACIONALIZACIJE NA RAZVOJ SARADNJE IZMEĐU UNIVERZITETA I PRIVREDE

Darko Dulić[1], Nenad Simeunović[2], Anja Janković Žugić[3]
[1,2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]darko.dulic@uns.ac.rs, [2]nsimeun@uns.ac.rs, [3]anjajankovic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Rad analizira uticaj internacionalizacije na razvoj saradnje između univerziteta i privrede kroz pregled relevantne teorijske i empirijske literature. Polazeći od koncepta globalizacije znanja, Triple Helix modela i teorija otvorenih inovacija, istražuje se na koji način međunarodni projekti, mobilnost istraživača i intenzivna globalna konkurencija podstiču institucionalizaciju i produbljivanje strateških partnerstava. Posebna pažnja posvećena je ulozi međunarodnih istraživačkih programa, poput Horizon Europe, u formiranju transnacionalnih konzorcijuma i razvoju dugoročnih inovacionih mreža. Pregled literature ukazuje da internacionalizacija ne predstavlja samo geografsko širenje aktivnosti, već sistemski mehanizam povezivanja akademskog i poslovnog sektora, koji doprinosi transferu znanja, komercijalizaciji istraživanja i jačanju inovacionih kapaciteta. Zaključuje se da strateška saradnja univerziteta i kompanija postaje ključni faktor konkurentnosti i dugoročne održivosti u ekonomiji zasnovanoj na znanju.*

Ključne reči: internacionalizacija, univerzitet–industrija saradnja, globalizacija znanja, međunarodni projekti, inovacije, transfer tehnologije, strateška partnerstva, konkurentnost

THE IMPACT OF INTERNATIONALIZATION ON THE DEVELOPMENT OF UNIVERSITY–INDUSTRY COLLABORATION

Abstract: *This paper analyzes the impact of internationalization on the development of university–industry collaboration through a review of relevant theoretical and empirical literature. Drawing on the concepts of knowledge globalization, the Triple Helix model, and open innovation theory, the study examines how international projects, researcher mobility, and intensified global competition foster the institutionalization and deepening of strategic partnerships. Particular attention is given to the role of international research programs, such as Horizon Europe, in shaping transnational consortia and long-term innovation networks. The literature review indicates that internationalization is not merely a process of geographic expansion but a systemic mechanism connecting the academic and business sectors, facilitating knowledge transfer, research commercialization, and the strengthening of innovation capacities. It is concluded that strategic collaboration between universities and companies represents a key factor of competitiveness and long-term sustainability in the knowledge-based economy.*

Key Words: internationalization, university–industry collaboration, knowledge globalization, international research projects, innovation; technology transfer, strategic partnerships, competitiveness

1. UVOD

Internacionalizacija predstavlja jedan od ključnih procesa savremenog poslovnog i obrazovnog okruženja. Globalizacija tržišta, rast međunarodne konkurencije i ubrzan tehnološki razvoj doprineli su transformaciji uloge univerziteta i kompanija. Univerziteti danas deluju kao aktivni akteri u inovacionim i preduzetničkim ekosistemima, dok kompanije postaju sve zavisnije od znanja, istraživanja i tehnološkog razvoja (Klofsten et al., 2019).

Savremena literatura naglašava da se saradnja između univerziteta i privrede intenzivira u uslovima internacionalizacije, jer globalno tržište zahteva stalne inovacije i razmenu znanja (Ankrah & AL-Tabbaa, 2016).

Globalizacija i internacionalizacija predstavljaju povezane, ali konceptualno različite procese. Globalizacija se odnosi na širi kontekst ekonomskih, tehnoloških i akademskih tokova koji oblikuju savremeno društvo, dok internacionalizacija podrazumeva institucionalne strategije i prakse koje univerziteti sprovode kako bi odgovorili na globalno okruženje (Altbach & Knight, 2007). Internacionalizacija uključuje integraciju međunarodne dimenzije u nastavu, istraživanje i društvenu misiju univerziteta, kroz inicijative poput međunarodnih studijskih programa, prekogranične saradnje i mobilnosti studenata i istraživača.

Značaj saradnje između univerziteta i privrede dodatno je naglašen u okviru Triple Helix modela (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000), koji inovacioni proces posmatra kao rezultat interakcije tri ključne sfere – univerziteta, industrije i države. U savremenim ekonomijama zasnovanim na znanju, univerziteti više ne funkcionišu isključivo kao obrazovne i istraživačke institucije, već kao aktivni akteri u inovacionim sistemima, doprinoseći razvoju novih tehnologija, preduzetništva i regionalnog razvoja. Saradnja sa privredom omogućava transfer znanja, komercijalizaciju istraživanja i stvaranje novih inovacionih kapaciteta, čime univerziteti postaju integralni deo ekonomskog razvoja. U kontekstu internacionalizacije, ova saradnja dobija dodatnu dimenziju, jer se inovacioni procesi sve češće odvijaju kroz međunarodne mreže znanja.

Cilj ovog rada je da, kroz pregled relevantne teorijske i empirijske literature, ispita na koji način proces

internacionalizacije utiče na intenzitet, strukturu i kvalitet saradnje između univerziteta i privrede. Rad nastoji da sintetizuje postojeća saznanja i identifikuje ključne obrasce i trendove u razvoju ove saradnje u kontekstu globalizacije.

2. GLOBALIZACIJA KAO POKRETAČ SARADNJE

Globalizacija je dovela do stvaranja globalnog tržišta znanja, u kojem mobilnost studenata, istraživača i kapitala ima ključnu ulogu. Univerziteti su pod pritiskom da unaprede istraživačke performanse i međunarodnu vidljivost, dok kompanije traže inovativna rešenja radi opstanka na globalnom tržištu (Giuliani et al., 2016).

Savremeni koncept preduzetničkog univerziteta naglašava ulogu univerziteta u ekonomskom razvoju kroz saradnju sa privredom i uključivanje u međunarodne inovacione mreže (Klofsten et al., 2019). Internacionalizacija podstiče razvoj strateških partnerstava i integraciju u globalne lance vrednosti.

U literaturi se često ističu primeri institucija poput MIT i Stanford University, koje predstavljaju modele uspešne internacionalne saradnje sa industrijom. Njihov razvoj pokazuje kako globalna orijentacija univerziteta doprinosi jačanju inovacionih kapaciteta i saradnje sa multinacionalnim kompanijama.

Istraživanja ukazuju da umreženost i međunarodna povezanost značajno povećavaju inovacioni potencijal organizacija (Audretsch et al., 2019).

Savremena ekonomija sve se više zasniva na znanju kao ključnom proizvodnom resursu, pri čemu fizička udaljenost gubi na značaju, a globalne mreže postaju osnovni okvir za stvaranje i cirkulaciju znanja (David & Foray, 2002). U tom kontekstu, globalizacija inovacija predstavlja spoj međunarodne integracije ekonomskih aktivnosti i rastućeg značaja znanja u ekonomskim procesima, kroz međunarodnu eksploataciju inovacija, delovanje multinacionalnih kompanija i globalne tehno-naučne saradnje (Archibugi & Iammarino, 2002). Kada je baza znanja kompleksna i raspršena, inovacije se ne razvijaju unutar pojedinačnih organizacija, već kroz mreže učenja i međuinstitucionalne saradnje, što potvrđuje značaj interorganizacionih veza za pristup znanju i tehnološki napredak (Powell et al., 1996).

U uslovima intenzivne globalne konkurencije, inovacije predstavljaju ključni faktor opstanka i rasta kompanija. Cohen i Levinthal (Cohen & Levinthal, 1990) ističu da sposobnost firme da prepozna i iskoristi eksterno znanje – tzv. apsorptivni kapacitet – značajno utiče na njene inovacione performanse. U tom smislu, Chesbrough (Chesbrough, 2003) naglašava prelazak sa zatvorenog na model otvorenih inovacija, u kojem kompanije sarađuju sa univerzitetima i drugim akterima kako bi ubrzale razvoj i komercijalizaciju novih tehnologija.

Univerziteti predstavljaju ključne institucije u stvaranju naučnih saznanja i razvoju visoko kvalifikovanog ljudskog kapitala, koji čini osnovu inovacionih procesa. U okviru Triple Helix modela, univerzitet se pozicionira kao aktivan učesnik u tehnološkom razvoju, čija istraživanja generišu nova znanja dostupna privredi (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). Istovremeno, razvoj kompetencija i specijalizovanih veština potrebnih za ekonomiju zasnovanu na znanju potvrđuje značaj univerziteta kao izvora stručnog kadra (David & Foray, 2002).

Univerziteti koji su globalno prepoznati po intenzivnoj saradnji sa privredom služe kao modeli uspešne integracije znanja i industrijskih potreba. Na primer, *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* je kroz zajedničke istraživačke centre i programe transfera tehnologije uspostavio snažne veze sa velikim tehnološkim i proizvodnim kompanijama (Bekkers & Bodas Freitas, 2008). Slično tome, *Stanford University* igra ključnu ulogu u inovacionoj dinamici *Silicijumske doline*, gde univerzitetski spin-offi i industrijski partneri doprinose tehnološkom razvoju i ekonomskom rastu regiona (Feldman & Desrochers, 2004). Širok pregled saradnje između univerziteta i industrije u Evropi pokazuje da je ovaj trend izražen i kroz međunarodne projekte i komercijalizacijske inicijative u okviru programa kao što je Horizon 2020 (Perkmann et al., 2013).

3. MEĐUNARODNI PROJEKTI KAO INSTRUMENT POVEZIVANJA

Međunarodni istraživački projekti predstavljaju jedan od najznačajnijih mehanizama povezivanja univerziteta i kompanija. Učešće u međunarodnim programima omogućava razmenu znanja, transfer tehnologije i komercijalizaciju istraživanja (Perkmann et al., 2021).

Programi poput Horizon Europe podstiču formiranje međunarodnih konzorcijuma u kojima učestvuju akademske institucije i kompanije iz različitih zemalja. Ovakvi projekti doprinose institucionalizaciji saradnje i razvoju dugoročnih partnerstava.

Prema De Silva, Howells i Meyer (2018), inovacioni posrednici i međunarodne mreže igraju ključnu ulogu u povezivanju akademskog i poslovnog sektora. Saradnja sa univerzitetima pozitivno utiče na inovacioni kapacitet firmi i njihovu međunarodnu konkurentnost (Hewitt-Dundas &in Roper, 2018).

Internacionalizacija tako postaje katalizator razvoja globalnih inovacionih mreža, u kojima univerziteti i kompanije zajednički kreiraju vrednost.

U tom kontekstu, zajednički istraživački projekti predstavljaju operativni okvir kroz koji se institucionalizuje saradnja između univerziteta i privrede. EU programi finansiranja, poput Horizon Europe, podstiču formiranje međunarodnih konzorcijuma koji okupljaju partnere sa komplementarnim znanjima i resursima, čime se smanjuju rizici inovacionih aktivnosti i povećava efikasnost istraživanja. Kroz takve projekte dolazi do intenzivnog transfera znanja i tehnologije, dok zajednički razvoj rešenja olakšava komercijalizaciju rezultata istraživanja. Dugoročna

saradnja se podstiče kroz izgradnju poverenja, razvoj organizacionih kapaciteta i smanjenje institucionalnih barijera (Bruneel, D'Este & Salter, 2010), dok empirijske analize evropskih okvirnih programa pokazuju da međunarodni konzorcijumi često prerastaju u stabilne transnacionalne mreže (Breschi & Cusmano, 2004), čime projektna saradnja evoluira u trajne strateške odnose.

4. KONKURENCIJA I JAČANJE STRATEŠKIH PARTNERSTAVA

Globalna konkurencija dodatno podstiče razvoj saradnje između univerziteta i privrede. Univerziteti se takmiče za međunarodne studente, projekte i reputaciju, dok kompanije ulažu u istraživanje i razvoj kako bi zadržale konkurentsku prednost.

Savremena istraživanja pokazuju da je saradnja sa akademskim institucijama povezana sa boljim inovacionim performansama i rastom preduzeća (Ankrah & AL-Tabbaa, 2016; Hewitt-Dundas & Roper, 2018). U tom kontekstu, partnerstva postaju strateški alat za povećanje konkurentnosti na međunarodnom tržištu.

Prema Secundo et al. (2020), razvoj intelektualnog kapitala i digitalna transformacija dodatno naglašavaju značaj saradnje između univerziteta i kompanija u globalnom okruženju. Internacionalizacija, dakle, ne predstavlja samo geografsko širenje aktivnosti, već i produbljivanje institucionalnih veza i stvaranje dugoročnih inovacionih ekosistema.

Globalna konkurencija među univerzitetima intenzivirana je procesima internacionalizacije i rastućim značajem globalnih rang-lista. Rangiranja poput QS World University Rankings i Times Higher Education postala su važan instrument reputacionog pozicioniranja, utičući na privlačenje međunarodnih studenata, istraživača i projektnih sredstava. Literatura ukazuje da sistemi rangiranja utiču na strateško ponašanje univerziteta, usmeravajući ih ka povećanju istraživačke produktivnosti, internacionalnoj vidljivosti i saradnji sa industrijom (Hazelkorn, 2015; Marginson, 2014). Reputacija time postaje konkurentski resurs, a partnerstva sa privredom dodatno jačaju institucionalni status i pristup finansiranju.

Paralelno sa tim, konkurencija među kompanijama na međunarodnom tržištu zasniva se sve više na inovacijama, tehnološkoj superiornosti i brzini prilagođavanja promenama. U uslovima globalizovanih lanaca vrednosti, preduzeća su pod pritiskom da kontinuirano unapređuju proizvode i procese, pri čemu se saradnja sa univerzitetima pokazuje kao važan izvor eksternog znanja i istraživačkih kapaciteta (Porter, 1990; Cohen & Levinthal, 1990). Otvoreni inovacioni modeli dodatno potvrđuju da strateška partnerstva omogućavaju firmama pristup komplementarnim znanjima i smanjenje rizika inovacionih ulaganja (Chesbrough, 2003).

U tom kontekstu, partnerstva između univerziteta i kompanija predstavljaju mehanizam povećanja konkurentnosti obe strane. Empirijska istraživanja pokazuju da saradnja sa akademskim institucijama doprinosi rastu produktivnosti, inovacionim performansama i internacionalnoj ekspanziji firmi (Ankrah & AL-Tabbaa, 2016; Hewitt-Dundas & Roper, 2018). Istovremeno, univerziteti kroz strateška partnerstva jačaju svoj intelektualni kapital, razvijaju digitalne kapacitete i unapređuju transfer znanja, što dodatno osnažuje njihovu poziciju u globalnim inovacionim ekosistemima (Secundo et al., 2020). Inovacije tako postaju centralni faktor uspeha, dok internacionalizacija produbljuje međuinstitucionalne veze i doprinosi stvaranju dugoročnih strateških saveza u globalnoj ekonomiji znanja.

5. ZAKLJUČAK

Pregled savremene literature ukazuje da internacionalizacija ima snažan uticaj na razvoj saradnje između univerziteta i privrede. Globalizacija znanja, međunarodni projekti i intenzivna konkurencija stvaraju potrebu za strateškim partnerstvima zasnovanim na inovacijama i transferu znanja.

Univerziteti i kompanije postaju ključni akteri u globalnim inovacionim mrežama, gde saradnja doprinosi povećanju konkurentnosti i održivom razvoju. Internacionalizacija se može posmatrati kao pokretač integracije akademskog i poslovnog sektora u savremenoj ekonomiji zasnovanoj na znanju.

Internacionalizacija se ne može posmatrati isključivo kao proces geografskog širenja aktivnosti ili izlaska na strana tržišta, već kao sistemski mehanizam povezivanja akademskog i poslovnog sektora u okviru globalnih inovacionih mreža. Kroz međunarodne projekte, mobilnost istraživača i strateška partnerstva, internacionalizacija produbljuje institucionalne veze i podstiče integraciju znanja, kapitala i ljudskih resursa. U tom kontekstu, strateška saradnja između univerziteta i kompanija postaje ključni faktor dugoročne održivosti, jer omogućava kontinuirani razvoj inovacija, prilagođavanje tržišnim promenama i jačanje konkurentnosti u ekonomiji zasnovanoj na znanju.

6. LITERATURA

[1] Ankrah, S., & AL-Tabbaa, O. (2016). *Universities–industry collaboration: A systematic review*. Scandinavian Journal of Management, 32(3), 139–150.

[2] Audretsch, D. B., Cunningham, J. A., Kuratko, D. F., Lehmann, E. E., & Menter, M. (2019). *Entrepreneurial ecosystems: Economic, technological, and societal impacts*. The Journal of Technology Transfer, 44, 313–325.

[3] De Silva, M., Howells, J., & Meyer, M. (2018). *Innovation intermediaries and collaboration: Knowledge-based practices and internal value creation*. Research Policy, 47(1), 70–87.

[4] Giuliani, E., Morrison, A., Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (2016). *Global value chains and international*

business research: A review and research agenda. Journal of International Business Studies, 47(7), 773–801.

[5] Hewitt-Dundas, N., & Roper, S. (2018). *Innovation cooperation and firm performance.* Research Policy, 47(9), 1600–1612.

[6] Klofsten, M., Fayolle, A., Guerrero, M., Mian, S., Urbano, D., & Wright, M. (2019). *The entrepreneurial university as driver for economic growth and social change. Technological Forecasting and Social Change,* 141, 149–158.

[7] Perkmann, M., Salandra, R., Tartari, V., McKelvey, M., & Hughes, A. (2021). *Academic engagement: A review of the literature 2011–2019*. Research Policy, 50(1), 104114.

[8] Secundo, G., Ndou, V., Del Vecchio, P., & De Pascale, G. (2020*). Sustainable development, intellectual capital and technology policies: A structured literature review*. Technological Forecasting and Social Change, 153, 119917.

[9] Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1999). *The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations.* Research Policy, 29(2), 109–123.

[10] Altbach, P. G., & Knight, J. (2007). *The internationalization of higher education: Motivations and realities.* Journal of Studies in International Education, 11(3–4), 290–305.

[11] David, P. A., & Foray, D. (2002). *An introduction to the economy of the knowledge society.* International Social Science Journal, 54(171), 9–23.

[12] Archibugi, D., & Iammarino, S. (2002). *The globalization of technological innovation: Definition and evidence. Review of International Political Economy*, 9(1), 98–122.

[13] Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). I*nterorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology.* Administrative Science Quarterly, 41(1), 116–145.

[14] Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: *A new perspective on learning and innovation. Administrative Science Quarterly,* 35(1), 128–152.

[15] Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. Boston*, MA: Harvard Business School Press.

[16] Ackers, L. (2005). *Moving people and knowledge: Scientific mobility in the European Union*. International Migration, 43(5), 99–131.

[17] Ackers, L., & Gill, B. (2008). *Moving people and knowledge: Scientific mobility in an enlarging European Union. Cheltenham:* Edward Elgar Publishing.

[18] Altbach, P. G., & Knight, J. (2007). *The internationalization of higher education: Motivations and realities*. Journal of Studies in International Education, 11(3–4), 290–305.

[19] Gilsing, V., Bekkers, R., Bodas Freitas, I. M., & Van der Steen, M. (2011). *Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers.* Technovation, 31(12), 638–647.

PREGLED I ANALIZA MODELA STRUČNE PRAKSE U VISOKOM OBRAZOVANJU

Milena Savković[1], Bojana Savić[2], Branislav Bogojević[3], Jelena Petrović[4], Igor Graić[5], Danijela Ćirić Lalić[6]

[1,2,3,4,5,6]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*

[1]milena.savkovic@uns.ac.rs, [2] bojana.savic@uns.ac.rs, [3]bogojevic@uns.ac.rs, [4]curcicj@uns.ac.rs, [5]igraic@uns.ac.rs, [6]danijela.ciric@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Rad analizira modele stručne prakse u visokom obrazovanju sa posebnim osvrtom na inženjerske studije. Prikazuju se osnovne karakteristike različitih organizacionih oblika prakse, uloge univerziteta i partnerskih organizacija, kao i načini praćenja i vrednovanja ostvarenih ishoda učenja. Pregled literature ukazuje da kvalitet realizacije zavisi od jasno definisanih ciljeva, usklađenosti zadataka sa studijskim programom i jasno definisane mentorske podrške. Na osnovu identifikovanih elemenata predlaže se procesni model realizacije stručne prakse koji povezuje definisanje ishoda učenja, realizaciju aktivnosti i evaluaciju rezultata u funkciji unapređenja kvaliteta programa.*

Ključne reči: stručna praksa, inženjerske studije, ishodi učenja, Evropski kvalifikacioni okvir (EQF), procesni model, obezbeđenje kvaliteta

OVERVIEW AND ANALYSIS OF PROFESSIONAL INTERNSHIP MODELS IN HIGHER EDUCATION

Abstract: *This paper analyzes models of professional internships in higher education, with particular emphasis on engineering studies. It presents the main characteristics of different organizational forms of internships, the roles of universities and partner organizations, and approaches to monitoring and assessing achieved learning outcomes. The literature review indicates that the quality of implementation depends on clearly defined objectives, alignment of tasks with the study program, and structured mentoring support. Based on the identified elements, a process model for internship implementation is proposed, linking the definition of learning outcomes, the execution of activities, and the evaluation of results in order to support program quality improvement.*

Key Words: professional internship, engineering studies, learning outcomes, European Qualifications Framework (EQF), process model, quality assurance

1. UVOD

Stručna studentska praksa u visokom obrazovanju definiše se kao precizno organizovan oblik obrazovnog angažovanja studenata u profesionalnom okruženju, sa jasno utvrđenim ciljevima, zadacima i načinima evaluacije [1]. U literaturi se ističe da kvalitet stručne prakse zavisi od načina na koji je integrisana u studijski program, jasno definisanih uloga mentora i uspostavljenih procedura praćenja i evaluacije [1], [4]. Stoga, stručna praksa ne bi smela da se posmatra samo kao period boravka u organizaciji, već kao planiran i kontrolisan deo studijskog programa.

U oblasti inženjerskog obrazovanja stručna praksa predstavlja značajan element profesionalne pripreme, jer omogućava primenu teorijskih znanja na realnim projektima i rad u interdisciplinarnim timovima [2], [3]. Empirijska istraživanja potvrđuju da realizacija stručne prakse doprinosi razvoju sposobnosti rešavanja problema, razumevanju konteksta specifične industrije i povećanju spremnosti za samostalno obavljanje stručnih zadataka [2], [3]. Kvalitet realizacije stručne prakse u velikoj meri uslovljen je jasno definisanim ciljevima, precizno definisanim zadacima i koordinisanom podrškom mentora [4], [5].

Saradnja između visokoškolskih ustanova i privrede predstavlja ključni okvir za realizaciju stručne prakse. Dugoročna i formalno uređena saradnja između visokoškolskih ustanova i privrede doprinose relevantnosti zadataka koje studenti obavljaju, kao i usklađenosti aktivnosti sa ciljevima studijskog programa [6]. Istraživanja ukazuju da programi stručne prakse koji su integrisani u kurikulum i praćeni sistematičnom evaluacijom ostvaruju stabilnije obrazovne ishode i doprinose profesionalnoj tranziciji studenata ka privredi [6], [7].

Pored tradicionalnih oblika realizacije, u savremenom obrazovanju prisutni su i modeli stručne prakse zasnovani na simulaciji profesionalnih zadataka i virtuelnim okruženjima, koji omogućavaju sistematično praćenje razvoja sposobnosti rešavanja problema i argumentovanog donošenja odluka [8]. Ipak, bez obzira na organizacioni oblik, literatura ukazuje na izraženu varijabilnost u kvalitetu realizacije stručne prakse, posebno u pogledu institucionalne podrške, mentorske koordinacije i evaluacionih procedura [1], [4], [6].

U normativnom kontekstu Republike Srbije, studijski programi definišu se kroz ishode učenja koji obuhvataju znanja, veštine i kompetencije relevantne za profesionalni i društveni kontekst [9]. Na evropskom nivou, Evropski kvalifikacioni

okvir (eng. *European Qualifications Framework - EQF*) dodatno naglašava značaj definisanja i vrednovanja ishoda učenja kao osnove za transparentnost i uporedivost kvalifikacija [10]. U tom smislu, realizacija stručne prakse zahteva procesni pristup koji obezbeđuje usklađenost između planiranih ishoda, realizovanih aktivnosti i evaluacije postignutih rezultata.

Polazeći od navedenog, problem istraživanja odnosi se na potrebu sistematizacije realizacije stručne prakse u inženjerskim studijama kroz jasno definisan proces koji omogućava ujednačavanje kvaliteta uz zadržavanje disciplinarne fleksibilnosti. Cilj rada ogleda se u analiza najznačajnijih modela stručne prakse u visokom obrazovanju sa posebnim osvrtom na inženjerske discipline i predlogu procesnog modela realizacije stručne prakse zasnovanog na ishodima učenja, okviru kompetencija i principima obezbeđenja kvaliteta.

2. NAJZNAČAJNIJI MODELI STRUČNE PRAKSE SA POSEBNIM OSVRTOM NA INŽENJERSKE NAUKE

U međunarodnoj literaturi stručna praksa u visokom obrazovanju najčešće se razmatra u okviru koncepta radno integrisanog učenja (eng. *work-integrated learning - WIL*), koji obuhvata različite modele povezivanja akademskog obrazovanja i profesionalnog rada [1], [6]. Ovi modeli razlikuju se prema stepenu integracije rada i studija, raspodeli odgovornosti između univerziteta i organizacije, kao i prema načinu vrednovanja stečenih kompetencija.

Jedan od najrasprostranjenijih oblika jeste praksa u radnom okruženju (eng. *practicum/placement*), koja podrazumeva vremenski ograničen boravak studenta u organizaciji uz akademski nadzor i formalnu evaluaciju [1], [2]. Ovaj model predstavlja osnovni oblik stručne prakse u većini evropskih visokoškolskih sistema, uključujući i inženjerske studije. U tehničkim disciplinama omogućava studentima rad na realnim projektima i zadacima, što doprinosi razvoju sposobnosti rešavanja problema i razumevanju industrijskog konteksta [2], [3].

Mentorski model (eng. *mentorship/preceptorship*) zasniva se na neposrednom profesionalnom vođenju studenta od strane stručnjaka iz organizacije, dok visokoškolska ustanova zadržava evaluacionu funkciju [1], [4]. U inženjerskim programima ovaj model pruža dublju profesionalnu podlogu, ali kvalitet realizacije zavisi od jasno definisanih ciljeva i koordinacije između akademskog i privrednog mentora [2], [4], [5].

Model stručne prakse u formi intenzivnog stručnog angažovanja (eng. *internship*) podrazumeva aktivno uključivanje studenta u rad profesionalnog tima, najčešće u završnim fazama studija [2]. U inženjerskim disciplinama ovaj model je naročito zastupljen u projektno orijentisanim sektorima, gde studenti učestvuju u razvoju proizvoda, istraživanju i razvoju ili tehničkoj analizi.

Posebno značajan model predstavlja kooperativno obrazovanje (eng. *cooperative education*), koje podrazumeva sistematsko smenjivanje perioda studiranja i rada u organizaciji [6], [7]. Ovakav pristup podrazumeva snažniju institucionalnu povezanost između visokoškolske ustanove i privrede, i omogućava integraciju radnog iskustva u studijski program. U inženjerskim studijama ovaj model se povezuje sa unapređenjem zapošljivosti i profesionalne tranzicije studenata ka privredi [7].

U evropskom kontekstu, pojedini oblici dualnog organizovanja studija (eng. *dual higher education/apprenticeship model*) zasnivaju se na intenzivnijoj saradnji između univerziteta i organizacija, pri čemu radno iskustvo čini integralni deo studijskog programa [6]. U takvim modelima naglašava se institucionalna koordinacija i usklađivanje profesionalnih aktivnosti sa ishodima učenja.

Pored rada u realnom okruženju, u savremenom visokom obrazovanju prisutan je i model zasnovan na simulaciji profesionalnih zadataka (eng. *simulation-based practice*), koji podrazumeva rešavanje problema u kontrolisanom ili digitalnom okruženju [8]. U inženjerskim naukama ovaj model omogućava sistematično praćenje procesa donošenja odluka i razvoja analitičkog mišljenja, posebno u ranim fazama studija ili u situacijama ograničenog pristupa industrijskim resursima [8].

Radi sistematizacije navedenih modela, u Tabeli 1 prikazane su njihove osnovne karakteristike i implikacije za inženjerske studije.

Tabela 1 – Najznačajniji modeli stručne prakse u visokom obrazovanju

Model	Stepen integracije rada i studija	Uloga univerziteta	Uloga organizacije	Poseban značaj za inženjerske nauke
Praksa u radnom okruženju (eng. *practicum/placement*)	Vremenski ograničeno uključivanje u radno okruženje	Akademski nadzor i evaluacija	Obezbeđuje radno okruženje i zadatke	Rad na realnim zadacima
Mentorski model (eng. *mentorship/preceptorship*)	Individualna mentorski odnos	Formalna evaluacija	Direktno stručno vođenje	Razvoj profesionalne autonomije
Stručno angažovanje (eng. *internship*)	Intenzivna uključenost u rad profesionalnog tima	Refleksivna i evaluaciona uloga	Integracija studenta u tim	Projektno iskustvo u industriji

Kooperativno obrazovanje (eng. *cooperative education*)	Smena perioda rada i studija kroz cikluse	Formalna koordinacija	Plaćeni radni angažman	Jačanje zapošljivosti i radnog iskustva
Dualni model (eng. *dual higher education/apprenticeship*)	Dugoročna i ugovorna integracija rada i studija	Deljena odgovornost	Organizacija kao poslodavac i partner	Kontinuirano povezivanje teorije i prakse
Simulacioni model (eng. *simulation-based practice*)	Pedagoška integracija bez punog radnog angažmana	Potpuna kontrola realizacije	Ograničena ili posredna uloga	Razvoj analitičkog pristupa rešavanju problema

3. PREDLOG PROCESNOG MODELA REALIZACIJE STRUČNE PRAKSE

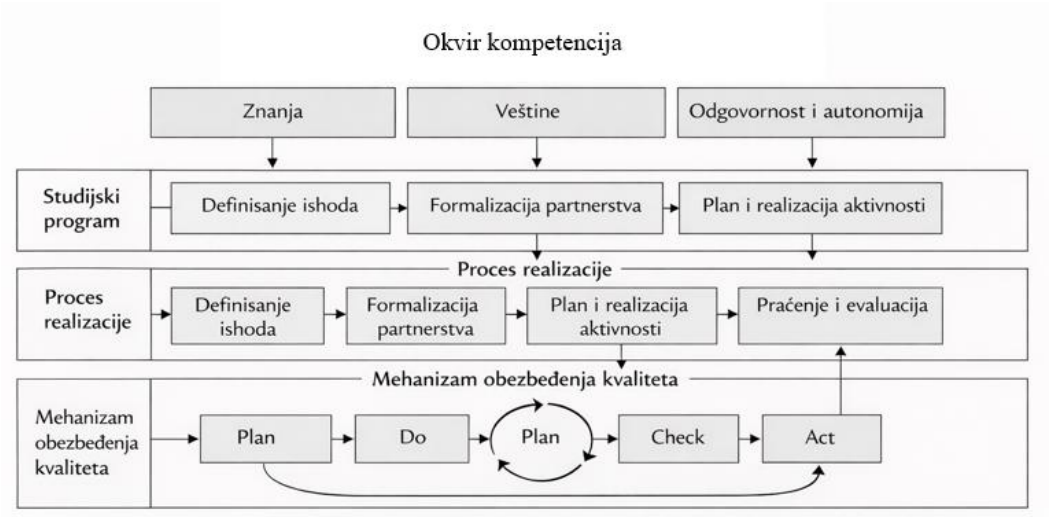
Polazeći od nalaza empirijskih istraživanja o kvalitetu stručne prakse u inženjerskom obrazovanju [2], [4], [7], može se zaključiti da stabilnost obrazovnih ishoda ne zavisi prvenstveno od izbora organizacionog modela, već od jasno definisane i sistematski uređene strukture realizacije stručne prakse. U literaturi se dosledno naglašava značaj preciznog definisanja ishoda učenja, usklađivanja zadataka sa ciljevima studijskog programa, koordinisane mentorske podrške i objektivne evaluacije ostvarenih kompetencija [2], [4], [5]. Na toj osnovi, koncipiran je procesni model koji povezuje okvir kompetencija, studijski program, realizaciju stručne prakse i mehanizam obezbeđenja kvaliteta, prikazan na Slici 1.

Model polazi od okvira kompetencija, definisanog kroz znanja, veštine i odgovornost/autonomiju, u skladu sa Evropskim kvalifikacionim okvirom [10]. Ovaj okvir predstavlja referentnu osnovu za definisanje ishoda stručne prakse u okviru studijskog programa. Time se obezbeđuje vertikalna usklađenost između kvalifikacionog nivoa, ciljeva studijskog programa i planiranih aktivnosti stručne prakse.

Na nivou studijskog programa definišu se ishodi stručne prakse, formalizuju partnerske organizacije i oblikuju okvirni plan realizacije aktivnosti. Definisani ishodi usmeravaju izbor radnih zadataka i profesionalnog okruženja, dok formalizovana saradnja sa organizacijama omogućava njihovu doslednu implementaciju [6], [7].

Proces realizacije obuhvata operacionalizaciju prethodno definisanih elemenata kroz četiri međusobno povezane faze - (1) definisanje ishoda na nivou pojedinačne prakse, (2) formalizaciju partnerstva, (3) planiranje i realizaciju aktivnosti uz koordinaciju mentora, kao i (4) praćenje i evaluaciju ostvarenih kompetencija. Empirijski nalazi potvrđuju da koordinacija mentora i precizna evaluacija značajno utiču na kvalitet radnog iskustva i ostvarivanje obrazovnih ishoda [4], [5].

Mehanizam obezbeđenja kvaliteta bi trebalo da bude iterativnog karaktera i može se dovesti u vezu sa Demingovom PDCA (eng. *Plan-Do-Check-Act*) logikom upravljanja kvalitetom [11]. Faza planiranja obuhvata definisanje ishoda i partnerstava, faza realizacije sprovođenje aktivnosti, faza provere evaluaciju kompetencija, dok faza unapređenja podrazumeva prilagođavanje narednog ciklusa realizacije na osnovu dobijenih rezultata. Na taj način obezbeđuje se sistemska povezanost okvira kompetencija, studijskog programa i procesa realizacije stručne prakse, uz kontinuirano unapređenje kvaliteta.



Slika 1. Procesni model realizacije stručne prakse u inženjerskim studijama sa integrisanim okvirom kompetencija i mehanizmom kontinuiranog unapređenja kvaliteta

4. ZAKLJUČAK

Rad pruža pregled najznačajnijih modela stručne prakse u visokom obrazovanju, sa posebnim fokusom na inženjerske studije, ukazujući na razlike u stepenu integracije rada i studija, raspodeli odgovornosti između univerziteta i organizacija, kao i u načinu vrednovanja ostvarenih ishoda učenja. Analiza literature pokazuje da kvalitet realizacije stručne prakse u većoj meri zavisi od jasno definisanih ciljeva, strukture zadataka, mentorske podrške i transparentnih procedura evaluacije, nego od samog izbora organizacionog modela.

Na toj osnovi predložen je procesni model realizacije stručne prakse koji polazi od definisanja okvira kompetencija u skladu sa Evropskim kvalifikacionim okvirom, povezuje ih sa izborom partnerskih organizacija, dizajnom individualnih planova aktivnosti i sistematičnim praćenjem i evaluacijom anagožavanja studenta. Uvođenje PDCA logike kontinuiranog unapređenja omogućava da se rezultati evaluacije koriste za iterativno prilagođavanje ciljeva, zadataka i mreže partnera, čime se obezbeđuje veća stabilnost i uporedivost obrazovnih ishoda u inženjerskim studijama.

Praktični značaj predloženog modela ogleda se u tome što visokoškolske ustanove i partnerske organizacije dobijaju jasno definisan instrument za dizajn, realizaciju i unapređenje programa stručne prakse, prilagodljiv različitim inženjerskim disciplinama i nivoima studija. Istovremeno, rad doprinosi teorijskom razumevanju stručne prakse povezivanjem organizacionih modela sa okvirom kompetencija i principima obezbeđenja kvaliteta u visokom obrazovanju.

Ograničenje rada proizlazi iz njegovog konceptualnog karaktera, budući da predloženi model nije empirijski testiran u konkretnom institucionalnom kontekstu. Buduća istraživanja trebalo bi usmeriti ka primeni i evaluaciji procesnog modela kroz studije slučaja u različitim inženjerskim programima, uključujući povratne informacije studenata, mentora sa univerziteta i iz privrede, kao i analizu uticaja na profesionalnu tranziciju studenata ka privredi.

ZAHVALNOST

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja u okviru projekta „Unapređenje kvaliteta nastave na studijskim programima Departmana kroz implementaciju rezultata naučno-istraživačkog rada u oblasti Industrijskog inženjerstva i menadžmenta" na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

5. LITERATURA

[1] Garcia Rafael, Puig Jordi, *A Model for Improving the Quality of Student Internship Placements in Engineering Degrees*, International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC), Vol. 4, No. 1, 2011, pp. 4–10, doi:10.3991/ijac.v4i1.1518.

[2] Guler Hakan, Mert Nihat, *Evaluation of Internship Programs for Educational Improvements: A Case Study for Civil Engineering*, International Journal of Engineering Education, Vol. 28, No. 3, 2012, pp. 579–587.

[3] Ozek H. Z., *Impact of Internship Programme in Engineering Education*, The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences, Vol. 9, 2018, pp. 276–283, https://izlik.org/JA29SG87HP.

[4] Nogueira Teresa, Magano Joana, Fontão Elza, Sousa Maria, Leite Ângela, *Engineering Students' Industrial Internship Experience Perception and Satisfaction: Work Experience Scale Validation*, Education Sciences, Vol. 11, No. 11, 2021, Art. 671, doi:10.3390/educsci11110671.

[5] Luk Lai Yin Yvonne, Chan Chi Kin Yvonne, *Adaptation and validation of the Work Experience Questionnaire for investigating engineering students' internship experience,* Journal of Engineering Education, Vol. 109, No. 4, 2020, pp. 801–820, doi:10.1002/jee.20351.

[6] Franco Mário, Silva Rui, Rodrigues Manuel, *Partnerships between higher education institutions and firms: The role of students' curricular internships*, Industry and Higher Education, Vol. 33, No. 3, 2019, pp. 172–185, doi:10.1177/0950422218819638.

[7] Silva Paula, Lopes Bruno, Costa Marta, Melo Ana Isabel, Dias Graça Pereira, Brito Elsa, Seabra Diana, *The million-dollar question: can internships boost employment?,* Studies in Higher Education, Vol. 43, No. 1, 2018, pp. 2–21, doi:10.1080/03075079.2016.1144181.

[8] Chesler Naomi C., Ruis A. R., Collier William, Swiecki Z., Arastoopour Golnaz, Williamson Shaffer David, *A Novel Paradigm for Engineering Education: Virtual Internships With Individualized Mentoring and Assessment of Engineering Thinking*, Journal of Biomechanical Engineering, Vol. 137, No. 2, 2015, 024701, doi:10.1115/1.4029235.

[9] *Zakon o visokom obrazovanju*, Službeni glasnik RS, br. 88/2017, 27/2018 – dr. zakon, 73/2018, 67/2019, 6/2020, 11/2021 – dr. zakon i 67/2021.

[10] Méhaut Philippe, Winch Christopher, *The European Qualification Framework: Skills, Competences or Knowledge?,* European Educational Research Journal, Vol. 11, No. 3, 2012, pp. 369–381, doi:10.2304/eerj.2012.11.3.369.

SAVREMENI LAKOVODNI REAKTORI GENERACIJE III+ I SMR: TEHNOLOŠKI RAZVOJ I IMPLIKACIJE ZA VISOKO OBRAZOVANJE

Đorđe Lazarević[1], Selena Samardžić Cvijanović[2]
[1]*Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija*
[2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]djordje.lazarevic@ieent.org, [2]selena@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Rad razmatra savremene lakovodne reaktore generacije III+ i male modularne reaktore (SMR) sa aspekta pristupa nuklearnoj sigurnosti i njihovih implikacija za visoko obrazovanje. Ukazuje se na to kako unapređena projektna rešenja, uključujući širu primenu pasivnih sigurnosnih sistema i integraciju sistema, utiču na zahteve u pogledu znanja i kompetencija u nuklearnoj energetici. Razmatra se uloga visokog obrazovanja u razvoju interdisciplinarnih znanja i institucionalnih kapaciteta neophodnih za održavanje visokog nivoa nuklearne sigurnosti.*

Ključne reči: nuklearna energetika, reaktori generacije III+, SMR, nuklearna sigurnost, visoko obrazovanje

MODERN LIGHT WATER REACTORS OF GENERATION III+ AND SMR: TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AND IMPLICATIONS FOR HIGHER EDUCATION

Abstract: *This paper examines modern light water reactors of Generation III+ and small modular reactors (SMRs) from the perspective of nuclear safety approaches and their implications for higher education. It highlights how advanced design solutions, including the broader application of passive safety systems and an increased level of system integration, influence the knowledge and competency requirements in nuclear engineering. The role of higher education in developing interdisciplinary expertise and institutional capacities necessary to maintain a high level of nuclear safety is discussed.*

Key Words: nuclear energy, Generation III+ reactors, SMRs, nuclear safety, higher education

1. UVOD

Nuklearna energetika predstavlja jedan od tehnološki najzahtevnijih segmenata savremenog energetskog sistema, koji se u međunarodnoj literaturi često opisuje kao knowledge-intensive sector, odnosno sektor sa izrazito visokim zahtevima u pogledu znanja, kompetencija i institucionalne zrelosti. Za razliku od većine drugih energetskih tehnologija, nuklearna energija podrazumeva integraciju velikog broja složenih fizičkih, inženjerskih i organizacionih procesa, čija sigurna i pouzdana primena zahteva dugoročno planiranje, visoko specijalizovanu radnu snagu i stabilne institucije [1].

Posebnost nuklearne energetike ogleda se u činjenici da sigurnost nije isključivo tehničko svojstvo ugrađeno u projektna rešenja reaktora, već rezultat kombinacije tehničkih sistema, regulatornog okvira, organizacione kulture i ljudskog faktora. U tom smislu, znanje i obrazovanje predstavljaju temeljne preduslove za održavanje visokog nivoa nuklearne sigurnosti tokom čitavog životnog ciklusa nuklearnih postrojenja - od projektovanja i izgradnje, preko eksploatacije, do upravljanja radioaktivnim otpadom i dekomisije postrojenja [2].

Međunarodne organizacije, pre svega IAEA, kontinuirano naglašavaju da razvoj nuklearne energetike mora biti praćen razvojem odgovarajućih ljudskih i institucionalnih kapaciteta, pri čemu visoko obrazovanje ima centralnu ulogu u formiranju stručnjaka sposobnih da odgovore na složene tehničke i regulatorne zahteve ovog sektora. Iskustva prethodnih nuklearnih akcidenata, naročito nakon havarije u Fukušimi 2011. godine, dodatno su ukazala na potrebu sistemskog pristupa obrazovanju, kontinuiranoj obuci i jačanju sigurnosne kulture u svim segmentima nuklearne energetike [3].

U savremenom kontekstu energetske tranzicije i dekarbonizacije energetskih sistema, nuklearna energija se sve češće razmatra kao stabilan niskougljenični izvor električne energije, sposoban da obezbedi pouzdanost sistema uz smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte. Međutim, prihvatljivost nuklearne energije u društvu u velikoj meri zavisi od poverenja javnosti u sposobnost institucija da obezbede visok nivo sigurnosti i transparentnosti [4]. To poverenje je neposredno povezano sa kvalitetom obrazovanja, stručnosti kadrova i kredibilitetom regulatornih i akademskih institucija.

U tom smislu, razvoj savremenih lakovodnih reaktora generacije III+ i malih modularnih reaktora (SMR) ne može se posmatrati isključivo kao tehnološki napredak, već i kao izazov i prilika za unapređenje visokog obrazovanja, interdisciplinarnih studijskih programa i institucionalnih kapaciteta u oblasti nuklearne energetike [5]. Razumevanje ove veze između tehnologije, znanja i sigurnosti predstavlja polaznu osnovu za razmatranje uloge visokog obrazovanja u razvoju i održivosti savremenih nuklearnih energetskih sistema.

2. GENERACIJA III+ LAKOVODNIH REAKTORA - POST-FUKUŠIMA PARADIGMA

Razvoj lakovodnih reaktora (LWR) generacije III+ predstavlja evolutivni, ali i suštinski unapređen pristup nuklearnoj sigurnosti u odnosu na prethodne generacije. Iako su ovi reaktori zasnovani na proverenim konceptima LWR tehnologija, iskustva stečena tokom eksploatacije nuklearnih elektrana, kao i pouke proistekle iz velikih akcidenata, dovela su do redefinisanja projektnih zahteva koji se danas uobičajeno označavaju kao postfukušimski zahtevi [6, 7]. Ovi zahtevi odnose se pre svega na povećanu otpornost postrojenja na ekstremne unutrašnje i spoljne događaje, produženo vreme autonomnog funkcionisanja sigurnosnih sistema i smanjenu zavisnost od spoljnog napajanja i ljudske intervencije u vanrednim uslovima.

U grupu reprezentativnih LWR reaktora generacije III+ spadaju francuski EPR, američki AP1000, ruski VVER-1200, korejski APR1400 i kineski Hualong One (kratak pregled osnovnih karakteristika dat je u Tabeli 1) [6, 7]. Iako se ovi reaktori razlikuju u pogledu pojedinačnih konstruktivnih i sistemskih rešenja, zajednička im je sigurnosna filozofija zasnovana na principima odbrane po dubini, višestrukim fizičkim barijerama i unapređenoj redundantnosti sigurnosnih sistema. Poseban akcenat stavljen je na smanjenje verovatnoće oštećenja reaktorskog jezgra i ograničavanje posledica potencijalnih akcidenata .

Tabela 1 – Kratak pregled LWR reaktora generacije III+ [7]

Reaktorska tehnologija	Tip reaktora	Generacija	Pristup nuklearnoj sigurnosti	Obrazovne implikacije
EPR (Francuska)	PWR	III+	Pretežno aktivni sistemi i visoka redundantnost	Potreba za sistemskim inženjerskim znanjem i razumevanje složenih sigurnosnih arhitektura
AP1000 (SAD)	PWR	III+	Naglašeni pasivni sigurnosni sistemi sa produženom autonomijom	Fokus na pasivnu termohidrodinamiku i integrisane sigurnosne analize
VVER-1200 (Rusija)	PWR	III+	Kombinacija aktivnih i pasivnih sistema	Razumevanje hibridnih sigurnosnih koncepata i sistemskih interakcija
APR1400 (Južna Koreja)	PWR	III+	Evolutivni dizajn sa unapređenim aktivnim sistemima	Naglasak na standardizovanim projektnim pristupima
Hualong One (Kina)	PWR	III+	Redundantni aktivni sistemi uz pasivne elemente za vanredne uslove	Razumevanje licenciranja i primene tehnologije u različitim regulatornim okruženjima

Jedna od ključnih karakteristika savremenih reaktora generacije III+ jeste proširena primena pasivnih sigurnosnih sistema, koji u slučaju vanrednih događaja omogućavaju odvođenje zaostale toplote bez oslanjanja na spoljne izvore napajanja i ljudsku intervenciju tokom produženog vremenskog perioda. Ovakav pristup direktno odgovara na scenarije potpunog gubitka napajanja i degradacije aktivnih sistema, koji su identifikovani kao kritični u okviru postfukušimskih sigurnosnih analiza. Pored toga, reaktori generacije III+ projektovani su sa robusnijim kontejmentima, unapređenim rešenjima za upravljanje istopljenim reaktorskim jezgrom i dodatnim merama za sprečavanje ranog i značajnog ispuštanja radioaktivnih materija u okolinu [6].

Iako se u stručnoj literaturi često naglašavaju razlike između pojedinačnih dizajna, za potrebe ovog rada značajnije je istaći da svi reaktori generacije III+ dele zajednički cilj: povećanje ukupne sigurnosti sistema kroz integraciju tehničkih rešenja, projektne filozofije i organizacionih zahteva. Time se potvrđuje da sigurnost savremenih nuklearnih elektrana ne proističe iz izolovanih komponenti, već iz usklađenog funkcionisanja celokupnog sistema.

Razvoj i eksploatacija reaktora generacije III+ imaju neposredne implikacije na zahteve u pogledu znanja i obrazovanja, što nameće dodatne zahteve pred visoko obrazovanje u oblasti nuklearne energetike. Analiza ovih sistema zahteva duboko razumevanje neutronsko-fizičkih procesa, termohidrodinamičkog ponašanja u stacionarnim i prelaznim režimima rada, kao i interakcije između aktivnih i pasivnih sigurnosnih sistema. Poseban značaj imaju integrisane analize koje povezuju ponašanje reaktorskog jezgra, primarnog rashladnog sistema i kontejmenta u različitim vanrednim scenarijima, što zahteva interdisciplinarni pristup i sposobnost sistemskog razmišljanja.

U tom smislu, savremeni lakovodni reaktori generacije III+ jasno ilustruju da znanje predstavlja jedan od ključnih elemenata nuklearne sigurnosti. Visoko obrazovanje u ovoj oblasti ne može se svesti na prenošenje izolovanih tehničkih informacija, već mora obuhvatiti razumevanje sigurnosne filozofije, metodologija sigurnosnih analiza i regulatornih zahteva koji prate postfukušimske standarde projektovanja i eksploatacije nuklearnih elektrana.

3. SMR - TEHNOLOŠKA INOVACIJA I INSTITUCIONALNI IZAZOV

Mali modularni reaktori (Small Modular Reactors – SMRs) predstavljaju jednu od najznačajnijih inovacija u savremenom razvoju nuklearne energetike. Iako se u osnovi oslanjaju na proverene reaktorske koncepte, pre svega

lakovodne tehnologije, SMR uvode kvalitativno nove pristupe u pogledu projektovanja, izgradnje, eksploatacije i sigurnosti [8]. Zbog toga se SMR ne mogu posmatrati isključivo kao reaktori manje snage u odnosu na klasične velike jedinice, već kao tehnološki i organizacioni koncept koji ima potencijal da značajno utiče na način implementacije nuklearne energije u energetskim sistemima.

Jedna od ključnih karakteristika SMR jeste visok stepen modularnosti, koji podrazumeva fabričku izradu velikog dela opreme, standardizaciju dizajna i mogućnost postepene izgradnje kapaciteta. Ovakav pristup razlikuje SMR od konvencionalnih nuklearnih elektrana, kod kojih se najveći deo aktivnosti odvija na samoj lokaciji postrojenja. Modularnost i serijska proizvodnja potencijalno omogućavaju smanjenje rizika tokom izgradnje, kraće rokove realizacije i veću fleksibilnost u planiranju energetskih kapaciteta, ali istovremeno postavljaju nove zahteve u pogledu kontrole kvaliteta, verifikacije dizajna i nadzora nad procesima koji se odvijaju van lokacije elektrane.

Sa aspekta nuklearne sigurnosti, SMR se u velikoj meri oslanjaju na proširenu primenu pasivnih sigurnosnih sistema i inherentnih sigurnosnih karakteristika. Projektna rešenja kod SMR reaktora često podrazumevaju integraciju primarnog kruga hladioca, parogeneratora i reaktorskog suda u jedinstven kompaktni korpus, uz primenu pasivnih sistema nuklearne sigurnosti za odvođenje zaostale toplote korišćenjem prirodnog strujanja hladioca. Za razliku od klasičnih reaktora, kod SMR ovakvi sistemi predstavljaju centralni projektni princip i omogućavaju autonomno hlađenje jezgra tokom produženog vremenskog perioda - od više dana do nekoliko nedelja, u zavisnosti od snage i konkretnog dizajna - čak i u uslovima potpunog gubitka električnog napajanja. Međutim, upravo ovakva integracija sistema zahteva izuzetno precizno razumevanje međusobnih interakcija i ponašanja postrojenja u različitim tranzijentnim i akcidentnim režimima.

U kontekstu tehnološke zrelosti i realne primenljivosti SMR dizajna često se navode tehnologije kao što su NuScale, RITM-200N, ACP100 i BWRX-300 (orijentacioni pregled dat je u Tabeli 2) [8, 9]. Iako su lakovodni reaktori koji se razlikuju po tipu reaktora, snazi i tehničkim rešenjima, zajednička im je težnja ka pojednostavljenju sistema, smanjenju broja aktivnih komponenti i povećanju uloge pasivnih sigurnosnih funkcija. Za potrebe ovog rada, naglasak nije na poređenju pojedinačnih dizajna, već na razumevanju zajedničkih karakteristika koje SMR izdvajaju kao posebnu kategoriju u okviru savremene nuklearne energetike.

Tabela 2 – Orijentacioni pregled odabranih SMR tehnologija [8, 9]

SMR tehnologija	**Tip reaktora**	**Stepen tehnološke zrelosti**	**Dominantni sigurnosni koncept**	**Obrazovne implikacije**
NuScale (SAD)	PWR (integralni)	Regulatorno odobren, komercijalni projekti u razvoju	Dugotrajno pasivno hlađenje bez spoljnog napajanja	Integralni sistemi i pasivna sigurnost
RITM-200N (Rusija)	PWR (integralni)	Licenciran za izgradnju, projekat u realizaciji	Integralni dizajn sa pasivnim hlađenjem	Analiza dizajna zasnovanog na operativnom iskustvu
ACP100 (Kina)	PWR (integralni)	Završena hladna proba i nenuklearni start-up test	Integralni dizajn sa kombinacijom pasivnih i aktivnih sistema	Licenciranje i inženjerska validacija integralnog dizajna
BWRX-300 (SAD, Japan)	BWR	Licenciran za izgradnju	Pojednostavljen dizajn sa pasivnim elementima	Analiza BWR inovacija

Uvođenje SMR tehnologija otvara i niz novih institucionalnih i regulatornih izazova. Postojeći regulatorni okviri u velikoj meri su razvijeni za klasične nuklearne elektrane velikih snaga, sa jasno definisanom lokacijom, jedinstvenim postrojenjem i velikim brojem osoblja. Nasuprot tome, koncepti SMR podrazumevaju mogućnost više modula na jednoj lokaciji, potencijalnu distribuciju manjih postrojenja i drugačiju organizaciju rada i održavanja. To zahteva prilagođavanje regulatornih pristupa, razvoj novih metodologija licenciranja i jačanje kapaciteta regulatornih tela za ocenu inovativnih projektnih rešenja.

Ovi izazovi imaju direktne implikacije na ulogu visokog obrazovanja i jasno ukazuju na potrebu za prilagođavanjem obrazovnih i institucionalnih kapaciteta. Razvoj, licenciranje i eksploatacija SMR zahtevaju stručnjake koji, pored klasičnih znanja iz nuklearne fizike i termohidraulike, poseduju kompetencije u oblasti sistemskog inženjerstva, analize rizika, digitalnih sistema upravljanja i regulatornih procesa. Poseban značaj ima razumevanje koncepta projektne sigurnosti zasnovane na pasivnim i inherentnim karakteristikama, kao i sposobnost kritičke evaluacije novih tehnologija u uslovima ograničenog operativnog iskustva.

U tom smislu, SMR predstavljaju ne samo tehnološku inovaciju, već i snažan podsticaj za modernizaciju obrazovnih programa i jačanje interdisciplinarnog pristupa u oblasti nuklearne energetike. Njihova potencijalna primena u energetskim sistemima dodatno potvrđuje da održavanje visokog nivoa nuklearne sigurnosti zavisi podjednako od kvaliteta projektnih rešenja i od znanja i kompetencija stručnjaka koji te sisteme projektuju, ocenjuju i eksploatišu.

4. ULOGA VISOKOG OBRAZOVANJA U RAZVOJU I ODRŽAVANJU NUKLEARNE SIGURNOSTI

Razvoj savremenih LWR generacije III+ i SMR jasno ukazuje da tehnološki napredak u nuklearnoj energetici mora biti praćen odgovarajućim razvojem znanja, kompetencija i institucionalnih kapaciteta. U tom kontekstu, visoko obrazovanje ima ključnu ulogu ne samo u obuci budućih inženjera i stručnjaka, već i u očuvanju i unapređenju nuklearne sigurnosti kao sistemske vrednosti [1].

Za razliku od drugih energetskih tehnologija, nuklearna energetika zahteva duboko razumevanje međuzavisnosti između različitih fizičkih procesa, tehničkih sistema i organizacionih procedura. Savremeni reaktori generacije III+ uvode složene sigurnosne arhitekture zasnovane na kombinaciji aktivnih i pasivnih sistema, dok SMR koncepti pomeraju fokus ka integralnim dizajnima, modularnosti i funkcionalno objedinjenim, pojednostavljenim sistemima. Ovakvi zahtevi prevazilaze okvire tradicionalnih, disciplinarno podeljenih studijskih programa i nameću potrebu za interdisciplinarnim obrazovanjem koje povezuje reaktorsku fiziku i termohidrodinamiku sa metodološkim oblastima sistemskog inženjerstva i sigurnosnih analiza.

Poseban značaj ima sposobnost razumevanja sigurnosne filozofije koja stoji iza savremenih projektnih rešenja. Postfukušimski zahtevi nisu samo skup tehničkih kriterijuma, već reflektuju širi pristup upravljanju rizikom, u kojem se podjednaka pažnja posvećuje projektnoj robusnosti, organizacionim procedurama i ljudskom faktoru [5]. Visoko obrazovanje u oblasti nuklearne energetike stoga mora obuhvatiti ne samo tehničke aspekte projektovanja i eksploatacije, već i metodologije sigurnosnih analiza, kulturu sigurnosti i osnovne principe regulatornog nadzora.

U savremenim uslovima, digitalizacija obrazovnih procesa predstavlja dodatni faktor unapređenja kvaliteta nastave i obuke. Numeričke simulacije i računarske analize neutronsko-fizičkih i termohidrodinamičkih procesa u reaktorskom jezgru i sigurnosnim sistemima, uz primenu digitalnih simulatora, omogućavaju studentima i mladim istraživačima da steknu uvid u ponašanje složenih nuklearnih sistema u normalnim i vanrednim režimima rada, čak i u odsustvu fizičkih istraživačkih reaktora. Ovakav pristup je naročito značajan za zemlje koje se nalaze u ranoj fazi razmatranja uvođenja nuklearne energetike, jer omogućava razvoj kompetencija uz relativno ograničene infrastrukturne resurse.

Pored obrazovne funkcije, univerziteti i istraživačke institucije imaju važnu ulogu u jačanju institucionalnih kapaciteta i podršci regulatornim telima. Kroz saradnju sa industrijom, regulatorom i međunarodnim organizacijama, visoko obrazovanje doprinosi razvoju stručnih kadrova sposobnih da učestvuju u procesu licenciranja, sigurnosnih analiza i donošenja odluka zasnovanih na dokazima. Ovakva uloga akademskih institucija posebno je izražena u kontekstu novih tehnologija, kao što su SMR, gde se regulatorna praksa i operativno iskustvo još uvek razvijaju [10].

5. ZAKLJUČAK

Savremena nuklearna energetika ulazi u fazu u kojoj se nivo sigurnosti sve manje određuje isključivo tehničkim karakteristikama pojedinačnih reaktorskih dizajna, a sve više sposobnošću sistema da integriše tehnologiju, organizaciju i znanje. Postfukušimski zahtevi doveli su do značajnog unapređenja projektnih rešenja, posebno u pogledu primene pasivnih sigurnosnih sistema i robusnosti dizajna, ali su istovremeno povećali zahteve za dubokim razumevanjem složenih interakcija unutar nuklearnih postrojenja. U tom kontekstu, stručne kompetencije i sposobnost sistemskog razmišljanja postaju jednako važni elementi ukupne nuklearne sigurnosti kao i sama tehnička rešenja.

Uloga visokog obrazovanja u ovom procesu prevazilazi tradicionalno obrazovanje kadrova i postaje sastavni deo sistema nuklearne sigurnosti. Kroz razvoj interdisciplinarnih studijskih programa, primenu digitalnih alata i jačanje saradnje sa regulatornim i industrijskim akterima, akademske institucije doprinose izgradnji institucionalne otpornosti i društvene prihvatljivosti nuklearne energetike. Time se potvrđuje da dugoročna, sigurna i održiva primena nuklearne energije zavisi podjednako od tehnološke zrelosti reaktorskih sistema i od kvaliteta obrazovanja i znanja na kojima se ti sistemi zasnivaju.

6. LITERATURA

[1] IAEA, *Knowledge Management for Nuclear Industry Organizations*, IAEA TECDOC-1510, Vienna, 2006.
[2] IAEA, *Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants 75-INSAG-3 Rev. 1*, INSAG Series No. 12, Vienna, 1999.
[3] OECD/NEA, *Nuclear Education and Training: From Concern to Capability*, NEA No. 6979, Paris, 2012.
[4] IAEA, *Nuclear power and sustainable development*, STI/PUB/1754, Vienna, 2016.
[5] IAEA, *Human resource development for nuclear power programmes: building and sustaining capacity*, STI/PUB/1739, Vienna, 2018.
[6] World Nuclear Association, *Advanced Nuclear Power Reactors*, https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/advanced-nuclear-power-reactors
[7] IAEA, *Advanced Reactor Information System (ARIS)*, https://aris.iaea.org/
[8] IAEA, *Small Modular Reactor Technology Catalogue*, Vienna, 2024.
[9] OECD/NEA, *The NEA Small Modular Reactor Dashboard: Third Edition*, OECD Publishing, Paris, 2025.
[10] IAEA, *Milestones in the development of a national infrastructure for nuclear power*, IAEA Series No. NG-G-3.1 (Rev. 2), Vienna, 2024.

NUKLEARNA FORENZIKA KAO SAVREMENI IZAZOV KRIMINALISTIKE I BEZBEDNOSTI

Nenad Bingulac[1], Dalibor Krstinić[2], Dejan Logarušić[3], Vladimir Šipovac[4], Livija Panić Miletić[5]

[1,2,3,4,5]*Univerzitet Privredna akademija, Pravni fakultet za privredu i pravosuđe, Novi Sad, Srbija*

[1]nbingulac@pravni-fakultet.info, [2]krstinicdalibor@gmail.com, [3]dejan.logarusic@pravni-fakultet.info, [4]vladimir.sipovac@pravni-fakultet.info, [5]livija.panic@pfsubotica.edu.rs

Kratak sadržaj: *Nuklearna energija predstavlja jedan od najznačajnijih izvora savremene energetske stabilnosti sa učešćem od 9% na globalnom nivou, ali istovremeno i oblast povećanog bezbednosnog rizika. Bezbednosni rizici se mogu posmatrati kroz potencijalne posledice neovlašćene upotrebe, zloupotrebe ili ilegalnog prometa nuklearnih i radioaktivnih materijala. U takvom kontekstu, tradicionalni modeli bezbednosti i prevencije postaju nedovoljni, što nameće potrebu za razvojem novih, naučno utemeljenih pristupa u prevenciji i otkrivanju protivpravnih radnji. Jedan od najznačajnijih odgovora na ove izazove predstavlja razvoj nuklearne forenzike kao savremene interdisciplinarne nauke koja bi involvirala zanja iz nuklearnih nauka, kriminalistike i bezbednosnih studija.*

U ovom istraživanju razmotriće se pitanje nuklearne forenzike koja predstavlja savremenu potrebu kriminalistike, budući da korespondira sa klasičnim kriminalističkim metodama prikupljanja, analize i vrednovanja dokaza. Za razliku od tradicionalne forenzike, koja se oslanja na biološke, hemijske ili fizičke tragove, nuklearna forenzika omogućava identifikaciju porekla, načina proizvodnje i kretanja nuklearnih i radioaktivnih materijala, čime se otvaraju nove mogućnosti u slučajevima nuklearnog kriminaliteta i terorizma.

Poseban akcenat u radu stavljen je na bezbednosni značaj nuklearne forenzike u kontekstu savremenih pretnji, kao što su ilegalna trgovina radioaktivnim materijalima, sabotaža nuklearnih postrojenja i takozvana „unutrašnja pretnja" (insider threat). Analizira se uloga naučnih istraživanja i međunarodne saradnje u razvoju forenzičkih metoda, standarda i baza podataka, kao i njihov doprinos jačanju nacionalnih i međunarodnih sistema nuklearne bezbednosti.

U istraživanju će se takođe načiniti osvrt na normativne i institucionalne izazove primene nuklearne forenzike, uključujući pitanje njenog dokaznog značaja u krivičnom postupku, ograničenja dostupnosti podataka i odnos između potrebe za bezbednošću i zahteva za transparentnošću postupanja državnih organa.

Nuklearna forenzika, kao proizvod savremenih naučnih istraživanja, predstavlja značajan segment kriminalistike i bezbednosti, ali da njena efikasna primena zahteva adekvatno normativno uređenje, institucionalnu koordinaciju i kontinuirano ulaganje u naučni razvoj.

Ključne reči: nuklearna forenzika, kriminalistika, bezbednost, ekologija

NUCLEAR FORENSICS AS A MODERN CHALLENGE OF CRIMINALISTICS AND SECURITY

Abstract: *Nuclear energy is one of the most important sources of modern energy stability with a share of 9% at the global level, but at the same time it is an area of increased security risk. Security risks can be viewed through the potential consequences of unauthorized use, misuse or illegal trafficking of nuclear and radioactive materials. In such a context, traditional models of security and prevention become insufficient, which imposes the need for the development of new, scientifically based approaches in the prevention and detection of illegal actions. One of the most significant responses to these challenges is the development of nuclear forensics as a modern interdisciplinary science that would involve students from nuclear sciences, criminology and security studies.*

In this research, the issue of nuclear forensics will be considered, which represents the modern need of criminalistics, since it corresponds to classic criminal methods of collecting, analyzing and evaluating evidence. Unlike traditional forensics, which relies on biological, chemical or physical traces, nuclear forensics enables the identification of the origin, method of production and movement of nuclear and radioactive materials, which opens up new possibilities in cases of nuclear crime and terrorism.

Special emphasis in the paper is placed on the security importance of nuclear forensics in the context of modern threats, such as illegal trade in radioactive materials, sabotage of nuclear facilities and the so-called "insider threat". The role of scientific research and international cooperation in the development of forensic methods, standards and databases is analyzed, as well as their contribution to the strengthening of national and international nuclear safety systems.

The research will also review the normative and institutional challenges of the application of nuclear forensics, including the question of its evidentiary significance in criminal proceedings, limitations of data availability and the relationship between the need for security and the requirement for transparency in the actions of state authorities.

Nuclear forensics, as a product of modern scientific research, represents an important segment of criminalistics

and security, but its effective application requires adequate normative regulation, institutional coordination and continuous investment in scientific development.

Key Words: nuclear forensics, criminal science, security, ecology

1. UVODNA RAZMATRANJA

Savremeni bezbednosni izazovi sve su veći i sve su rasprostranjeniji. Oni odavno prevazilaze nacionale okvire, pa samim tim nameću potrebu za ne samo međunarodnim već i za interdisciplinarnim pristupom u njihovom sagledavanju i suzbijanju. Oblast bezbednosti svakako je i dalje jedno od najznačajnijih pitanja savremenog čoveka, pored ekonomskih i ekoloških aspekata. Zaštita od nuklernih ekcesa, slučajnih ili namernih aktiviraju kako bezbednosno pitanje tako i ekološko, posebno ako se ima svest da je nuklearna energija ima zastupljenost od 9% na globalnom nivou. Rizici koji se mogu prepoznati pored terorističkih napada na nuklearne eletrane su svakako i imanje u posedu ili promet nuklearnih i radioaktivnih materijala.

Kriminalistika kao nauka bez koje se ne može zamisliti otrivanje krivičnih dela i po pitanju istraživanja u ovom radu ima poseban značaj. Tradicionalne kriminalističke metode i forenzičke discipline za mnoge savremene bezbednosne izazove više nisu dovoljne ali nikako ne smeju biti isključene. Stoga potrebno je proširenje postojećih metoda i tehnika kako bi se moglo rukovati sa složenim i visokorizičnim materijalima u šta svakako spada i nuklearni i radioaktivni materijali. Imajući na umu izneto, sasvim je logično razvijnje nuklearne forenzika kao specijalizovana naučna discipline.

U nastavku ovog istraživanja ukazaće se na pojam i značaj nuklearne forenzike posmatrano ne samo kao zasebnu disciplni već i kroz prizmu kriminalistike i bezbednosti uopšte. Nuklearna forenzika ima za cilj da primenom naučno utemeljenih metoda, omogući identifikaciju i analizu nuklearnih i radioaktivnih materijala koji su predmet krivičnih dela, incidenata ili pretnji po nacionalnu i međunarodnu bezbednost.

Predmet ovog rada je da se ukaže na mesto i ulogu nuklearne forenzike u okviru savremene kriminalistike. Cilj rada je da se ukaže na značaj integracije nuklearne forenzike u kriminalističku teoriju i praksu, kao i na potrebu njenog daljeg normativnog, institucionalnog i stručnog razvoja u funkciji efikasnog odgovora na savremene bezbednosne pretnje.

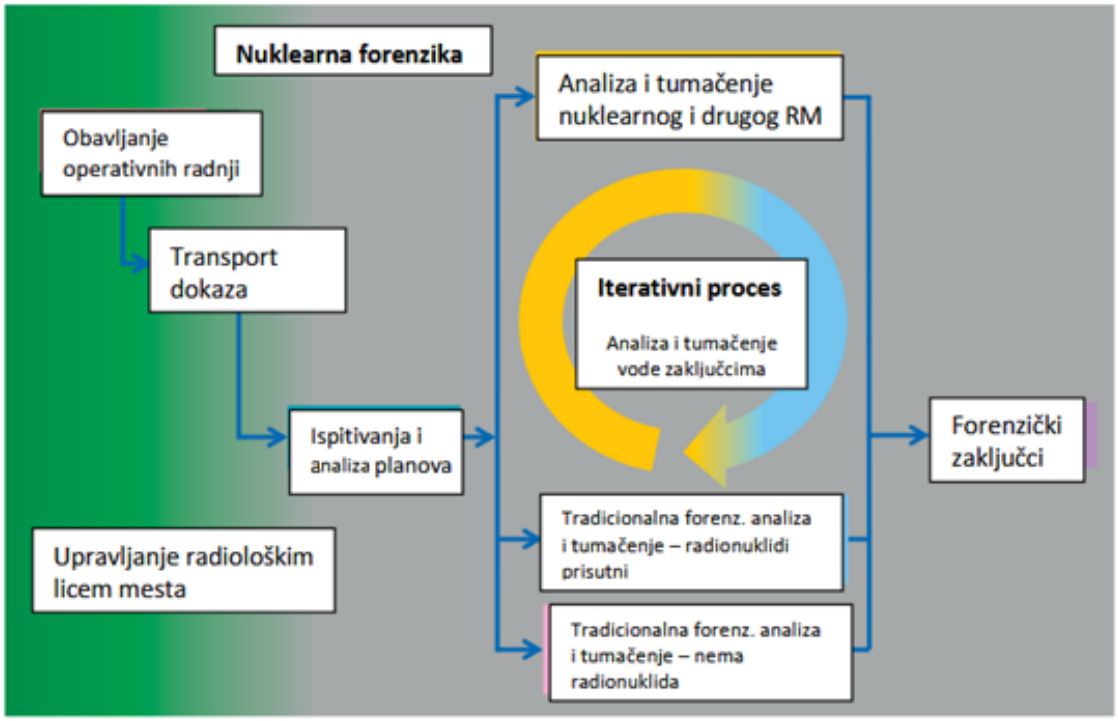
2. POJAM I ZNAČAJ NUKLEARNE FORENZIKE

Nuklearna forenzika predstavlja interdisciplinarnu oblast koja obuhvata primenu naučnih metoda radi identifikacije porekla i namene nuklearnih i drugih radioaktivnih materijala pronađenih izvan regulatorne kontrole ili u kontekstu bezbednosnih incidenata.

Prema definiciji Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA), nuklearna forenzika obuhvata „analizu nuklearnih i drugih radioaktivnih materijala, kao i prikupljanje i evaluaciju informacija u cilju utvrđivanja njihovog porekla i potencijalne namene".[1] Ova oblast se razvija kao odgovor na bezbednosne pretnje koje se odnose na ilegalnu trgovinu radioaktivnim materijalima, nuklearnim terorizmom i sabotažama nuklearne infrastrukture.

Za razliku od klasične forenzike, koja se pretežno oslanja na biološke, hemijske i fizičke tragove što je uobučajeno kod krivičnih dela silovanja, trgovina drogom ili minsko ekspolizvnim maretijalima ili kod krivičnih dela razbojništva i krađa, nuklearna forenzika koristi metode nuklearne fizike, radiohemije i nuklearne hemije i analitičke hemije. Analizom izotopskog sastava, mikrostrukture, nečistoća i drugih karakteristika materijala moguće je utvrditi njegov tehnološki put, odnosno faze proizvodnje, prerade i skladištenja.[2] Takvi podaci imaju poseban značaj u bezbednosnom kontekstu, jer omogućavaju utvrđivanje odgovornosti i identifikaciju potencijalnih izvora porekla nuklearnih i radioaktivnih supstanci.

Značaj nuklearne forenzike posebno dolazi do izražaja u okviru koncepta nuklearne bezbednosti, koji se odnosi na sprečavanje, otkrivanje i reagovanje na protivpravne radnje (sabotaže, teroristički akti...) od strane lica ili grupa u vezi sa nuklearnim i radioaktivnim materijalima.[3] Nuklearna forenzika predstavlja ključnu kariku u odgovoru države na takve okolnosti, jer povezuje naučna istraživanja sa kriminalističkim i bezbednosnim postupcima. Rezultati nuklearno-forenzičkih analiza mogu imati operativni značaj za organe gonjenja, obaveštajne službe i regulatorna tela, ali i dokazni značaj u krivičnim postupcima.[4]



Slika 1. Model akcionog plana nuklearne forenzike: Proces kojim se podržava istraga nuklearno bezbednosnog događaja[4]

Model akcionog plana nuklearne forenzike koji je prikazan predstavlja generalizovane smernice koje se odnose na nuklearno forenzička ispitivanja i prateće aktivnosti koje treba obaviti u kontekstu istrage bezbednosnog događaja. Nuklearno forenzička ispitivanja se obavljaju radi odgovora na pitanja koja se mogu odnositi na nameravanu upotrebu, istoriju i poreklo nuklearnog ili drugog radioaktivnog materijala uključenog u bezbednosnom događaju. Nuklearno forenzička analiza i tumačenje u vezi sa materijalom povezanim sa nuklearno bezbednosnim događajem zajedno sa generalnim aspektima istrage pod čim se podrazumevaju i tradicionalne forenzičke radnje, može se doći do zaključaka ili pretpostavki o povezanosti između materijala i ljudi, mesta i procesa proizvodnje materijala.[4]

Međunarodna agencija za atomsku energiju u svojim izveštajima uvek naznačava da za efikasan sistem nuklearne forenzike mora postojati multidisciplinarni pristup, institucionalnu koordinaciju i međunarodnu saradnju.[5]

Nije potrebno posebno naznačavati ali ipak će se ukazati da nuklearna bezbednost ima transnacionalni karakter, ne samo u beznednosnom i recimo ekološkom smislu već i u mislu razmene podataka, razvoju referentnih baza podataka na osnovu kojih, uz naravno postojanje standardizacije, se pravi osnova sa svim elementima savremenog forenzičkog pristupa. Iz iznetog se može uvideti da nuklearna forenzika je strateški instrument u sistemu nacionalne i međunarodne bezbednosti.

Iz do sada ukazanog proizlazi da nuklearna forenzika ima dvostruki značaj: s jedne strane, ona uvodi u kriminalistiku nove naučne metode i uspostavlja nove dokazne standarde, dok s druge strane predstavlja nezaobilazan element savremenih bezbednosnih politika koje se odnose na oblast nuklearne energije.

3. NUKLEARNA FORENZIKA KAO DEO SAVREMENE KRIMINALISTIKE

Nuklearna forenzika predstavlja specijalizovanu interdisciplinarnu oblast koja se integriše u kriminalistiku kao nauku, naročito u njen forenzički i bezbednosni segment, o čemu smo već ukazivali u prethodnim delovima ovog istraživanja. U tom smislu, nuklearna forenzika ne može se posmatrati izolovano jer i ne može da funkcioniše na taj način, nego ona se oslanja na klasične kriminalističke metode i principe dokazivanja kao i na procesne radnje u krivičnom postupku.

Savremena kriminalistika sve češće prevazilazi okvire tradicionalnog pristupa koji su zatupljeni kod klasičnih krivičnih dela, pa usled globalizacija, tehnološkog razvoja i transnacionalnih bezbednosnih izazova, nužno je bilo uvođenje i novih forenzičkih disciplina, među kojima je svakako i nuklearna forenzika.

U praktičnom smislu, nuklearna forenzika funkcioniše kao deo kriminalističko-tehničke obrade događaja koji uključuju nuklearne i radioaktivne materijale. Postupci uzorkovanja, očuvanja i analize tragova moraju biti usklađeni sa kriminalističkim pravilima o obezbeđenju lica mesta, čuvanja dokaza i forenzičkoj dokumentaciji.[6] Posebna složenost proizlazi iz činjenice da nuklearni i radiološki materijali zahtevaju dodatne mere bezbednosti i specijalizovanu opremu, što kriminalističkim organima nameće potrebu za konstantnom obukom posebno kroz međunarodnu saradnju ali i za učestalim usavršavanjem pomenute specijalizovane opreme.

Nuklearna forenzika takođe može da ima i preventivni karakter u smislu da kroz analize pronađe potencijalne

bezbednosne propuste u sistemima fizičke zaštite kao i kod kontrole nuklearnih i radioaktivnih materijala. [7]

Ako posmatramo sa savremenog koncepta, kriminalistika zajedno sa nuklearnom forenzikom može se posmatrati kao „most" između naučnih nauke i tehnologije sa jedne strane i bezbednosnih studija i kaznene politike sa druge strane.[8]

4. ZAKLJUČAK

Razvoj nuklearne forenzike predstavlja jedan od primera kako savremena naučna dostignuća neposredno utiču na inovaciju nauke poput kriminalistike i sistema bezbednosti. Imajući svest o potrebi za nuklearnom bezbednosti kriminalistička tehnika suočava se sa nuklearnim i radioaktivnim materijalima, usled čaga ne mogu se više koristiti samo tradicionalne forenzičke discipline i klasične metode dokazivanja, već mora postojati interdisciplinarni pristup zasnovan na visoko specijalizovanim naučnim znanjima. Mora se razumeti da se nuklearno forenzički kapaciteti ne moraju korisiti „redovno", ali oni moraju biti uvek u pripravnosti jer mogu imati značajnu ulogu u istragama nuklearno bezbednosnih događaja koji su po svojoj suštini hitni.

Nuklearna forenzika u savremenoj kriminalistici predstavlja oblasti koja ima višestruku funkciju. S jedne strane, radi se o efikasnom otkrivanju, razjašnjavanju i dokazivanju krivičnih dela povezanih sa nuklearnim i radioaktivnim materijalima, dok s druge strane nesporna je i njena preventivna funkcija posebno u smislu uspostavljanja većeg stepena bezbednosti.

Realno posmatrano, nuklearna forenzika za opštu javnost ima značaj samo u okolnostima povećane zabrinutosti zbog nuklearnog terorizma, ilegalne trgovine radioaktivnim materijalima i mogućih sabotaža objekata od nuklearnog značaja.

Nuklearna forenzika u smislu bezbednosti ne može da bude samostalni sistem, već isključivo integralni deo kriminalistike, koji se već sama po sebi oslanja na načela zakonitosti, objektivnosti, naučne utemeljenosti i poštovanje procesnih radnji. Imajući svest o težini posledice, njena primena zahteva strogo poštovanje kriminalističkih i krivičnoprocesnih pravila, naročito u pogledu obezbeđenja lica mesta, čuvanja i dokumentovanja dokaza, kao i davanja nalaza i mišljenja u smislu dokaznog postupka tokom sudskog postupka.

Za prethodno pomenuto apsolutno je neophodna konstantna međunarodna saradnja kao i standardizacija postupaka, iz čega proizilazi da međunarodne organizacije imaju posebnu ulogu, posebno prilikom razmene stručnih i naučnih iskustava.

Kriminalistika i kao nauka i kao disciplina mora neprekidno da se razvija u skladu sa savremenim bezbednosnim izazovima.

5. LITERATURA

[1] International Atomic Energy Agency (2015), *Nuclear Forensics in Support of Investigations*, IAEA Nuclear Security Series No. 2-G (Rev. 1), Vienna
[2] International Atomic Energy Agency (2009), *Introduction to Nuclear Forensics*, IAEA Nuclear Security Series No. 2, Vienna
[3] International Atomic Energy Agency (2011), *Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities*, (INFCIRC/225/Revision 5), Vienna
[4] *Nuklearna forenzika kao podrška istragama* (2015), https://darns.gov.ba/bs/LegislationAndDocuments/DBDownloadFileSekcijeBosanski.pdf, preuzeto 7.2.2026.
[5] International Atomic Energy Agency (2013), *Nuclear Security Fundamentals*, IAEA Nuclear Security Series No. 20, Vienna
[6] Srećko Ilić, Radovan Radovanović, Saša Milić, Aleksandar Aleksić, Aleksandar Ivković (2022), *Nuklearna forenzika – metode za otkrivanje procesa proizvodnje, prometovanja i krijumčarenja nedozvoljenih fisionih materijala*, Zbornik radova, LXVI Konferencija Etran, Novi Pazar 6 - 9. juna 2022, str.1-6.
[7] AERB safety guide no. aerb/rf-rs/sg-1 (2011), *Security of radioactive sources in radiation facilities*
[8] Lekhnath Ghimire, Edward Waller (2022), *The Role of Nuclear Forensics for Determining the Origin of Nuclear Materials Out of Regulatory Control and Nuclear Security*, International Journal of Nuclear SecurityInternational Journal of Nuclear Security, Vol.7. str.1-13.

OBRAZOVNI EKOSISTEM KAO POKRETAČ RAZVOJA NUKLEARNOG ENERGETSKOG SEKTORA

Ivana Lončarević[1], Boris Dumnić[2], Miroslav Vesković[3]
[1,2,3]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]ivanalon@uns.ac.rs, [2]dumnic@uns.ac.rs, [3]veskovic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Razvoj nuklearnog energetskog sektora direktno zavisi od kvaliteta ljudskih resursa, strukture obrazovanja i kontinuirane izgradnje kompetencija. U radu su analizirani različiti modaliteti obrazovanja: formalno visoko obrazovanje, neformalni oblici obrazovanja, stručno usavršavanje i savremeni digitalni pristupi obrazovanju kao ključni elementi razvoja nuklearne infrastrukture. Analiza je zasnovana na relevantnim dokumentima Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA), Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD) / Agencije za nuklearnu energiju (NEA), Evropske mreže za nuklearno obrazovanje (ENEN) i drugih renomiranih institucija. Zaključak je da je integrisani i standardizovani sistem obrazovanja neophodan preduslov za bezbedan, održiv i društveno prihvatljiv razvoj nuklearne energetike.*

Ključne reči: nuklearna energetika, obrazovanje, ljudski resursi, IAEA

EDUCATIONAL ECOSYSTEM AS A CATALYST FOR THE DEVELOPMENT OF THE NUCLEAR ENERGY SECTOR

Abstract: *The advancement of the nuclear energy sector is directly contingent upon the excellence of human resources, the educational framework, and the ongoing enhancement of competencies. The research examined various educational modalities: formal higher education, informal education, professional development, and contemporary digital approaches as essential components of nuclear infrastructure development. The analysis relies on pertinent materials from the International Atomic Energy Agency (IAEA), the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) / Nuclear Energy Agency (NEA), the European Network for Nuclear Education (ENEN), and other esteemed institutions. The conclusion is that a cohesive and unified educational system is essential for the secure, sustainable, and socially acceptable advancement of nuclear energy.*

Key Words: nuclear energy, education, human resources, IAEA

1. UVOD

Razvoj nuklearnog energetskog sektora zahteva pažljivo i dugoročno planiranje ljudskih resursa. Publikacija Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) *Workforce Planning for New Nuclear Power Programmes* [1] naglašava da uspešno pokretanje i održavanje nuklearnog programa zavisi od dostupnosti visoko kvalifikovane, obučene i motivisane radne snage. Dokument se oslanja na tzv. „Milestones" pristup IAEA [2], koji definiše tri faze razvoja nacionalne nuklearne infrastrukture.



Slika 1. Nuklearna energija: politike i upravljanje [2]

U prvoj fazi, kada država razmatra mogućnost uvođenja nuklearne energije, formira se organizacija za implementaciju programa (NEPIO) i započinje inicijalno obrazovanje kadrova. Druga faza obuhvata pripreme za izgradnju elektrane, jačanje regulatornog tela i razvoj operativne organizacije, uz intenzivnu obuku inženjera i tehničara. Treća faza odnosi se na period kada elektrana počinje sa radom, što zahteva stabilizaciju operativnog osoblja, kontinuirano obrazovanje i održavanje kompetencija tokom celog životnog veka postrojenja.

Publikacija povezuje planiranje radne snage sa devetnaest infrastrukturnih pitanja (Slika 1) koja su ključna za nuklearni sektor, uključujući zakonodavni okvir, ljudske resurse, nuklearnu bezbednost, finansije i komunikaciju sa javnošću. Za svaku od ovih oblasti definišu se potrebni profili kadrova i odgovornosti institucija. U proces su uključeni različiti akteri: obrazovne ustanove, istraživačke institucije, industrija, regulatorna tela i državne organizacije čija koordinacija je od presudnog značaja.

Analiza iskustava zemalja koje su pokretale nukearne programe [1] pokazuje da je planiranje radne snage strateški alat koji omogućava privlačenje, obuku i zadržavanje stručnjaka, čime se obezbeđuje dugoročna održivost programa. Bez sistematskog pristupa postoji rizik od nedostatka kadrova, što direktno ugrožava bezbednost i uspešnost nuklearnog energetskog sektora. Stoga planiranje kompetentnih ljudskih resursa mora biti integralni deo nacionalne strategije za nuklearnu energiju. Ono zahteva dugoročno razmišljanje, koordinaciju između institucija i kontinuirano ulaganje u obrazovanje i obuku.



Slika 2. Obrazovni ekosistem u sektoru nuklearne energetike

Savremeni pristupi razvoju kadra u ovoj oblasti oslanjaju se na kombinaciju formalnog visokog obrazovanja, neformalnih oblika obrazovanja, stručnog usavršavanja i digitalnih modaliteta obrazovanja (Slika 2). Ovaj rad analizira različite oblike obrazovanja i programa koji doprinose razvoju nuklearnog energetskog sektora, sa posebnim akcentom na ulogu formalnog visokog obrazovanja kao osnovnog stuba kadrovskog razvoja.

2. MODALITETI OBRAZOVANJA KAO OSNOVA RAZVOJA KADRA U NUKLEARNOM ENERGETSKOM SEKTORU

Formalno visoko obrazovanje predstavlja temelj razvoja ljudskih resursa u nuklearnom energetskom sektoru, jer omogućava sistematsko sticanje znanja i veština neophodnih za bezbedno i odgovorno delovanje u ovoj visoko regulisanoj oblasti. Kroz strukturirane studijske programe na osnovnom, master i doktorskom nivou studenti razvijaju duboko teorijsko znanje iz oblasti nuklearne fizike, reaktorske dinamike i termohidraulike, koje čini osnovu za razumevanje složenih fizičkih procesa u nuklearnim sistemima.

Pored teorijske osnove, visoko obrazovanje ima ključnu ulogu u razvoju praktičnih veština kroz numeričke analize, laboratorijske eksperimente i rad u simulacionim softverima. Ove aktivnosti omogućavaju studentima da povežu apstraktne modele sa realnim sistemima, čime se smanjuje jaz između teorije i prakse. Poseban značaj ima i izgradnja bezbednosne kulture, koja se ogleda u razumevanju procedura, profesionalne etike i regulatornih zahteva, što je od presudne važnosti u nuklearnoj industriji.

Nuklearna energetika je po svojoj prirodi interdisciplinarna oblast, te formalno obrazovanje podstiče povezivanje znanja iz inženjerskih struka, fizike, hemije, prava i ekonomije, omogućavajući budućim stručnjacima da sagledaju probleme u širem tehničkom, društvenom i ekonomskom kontekstu. Istovremeno se razvijaju komunikacione veštine i sposobnost timskog rada neophodne za saradnju sa regulatornim telima, međunarodnim organizacijama, industrijom i širom javnošću. Konačno, visoko obrazovanje postavlja temelje za kontinuirano učenje, osposobljavajući kadrove da se neprekidno prilagođavaju novim tehnologijama, sigurnosnim standardima i promenama regulatornih okvira.

Uprkos ovom značaju, sistem formalnog obrazovanja u oblasti nuklearne energetike suočava se sa brojnim izazovima. Među najizraženijima su opadanje broja studenata u nuklearnim studijskim programima, zatvaranje istraživačkih reaktora koji su ključni za praktičnu obuku i istraživanja, kao i fragmentacija obrazovnih i istraživačkih inicijativa na nacionalnom i međunarodnom nivou. Poseban izazov predstavlja potreba za uspostavljanjem ravnoteže između akademskog pristupa zasnovanog na „znaj zašto" i industrijskih zahteva usmerenih ka „znaj kako" [3]. U tom

kontekstu, visoko obrazovanje mora da obezbedi ne samo tehničku ekspertizu, već i razvoj kritičkog mišljenja, interdisciplinarnog povezivanja i odgovornog profesionalnog delovanja.

Još jedan od izazova u formalnom visokom obrazovanju jeste potreba za međunarodnom harmonizacijom nastavnih programa. Nuklearna industrija ima izraženu globalnu dimenziju, a mobilnost stručnjaka zahteva uporediv nivo znanja i kompetencija. Inicijative poput European Nuclear Education Network (ENEN) [4] doprinose razvoju zajedničkih master programa, sistema akreditacije i priznavanja kvalifikacija na evropskom i međunarodnom nivou. OECD/NEA ističe da usklađivanje akademskih programa sa potrebama industrije i regulatornih tela značajno doprinosi dugoročnoj održivosti sektora [5].

Neformalni oblici obrazovanja imaju sve značajniju ulogu u razvoju kompetencija u oblasti nuklearne energetike. Neformalno obrazovanje, koje se najčešće realizuje kroz tematske radionice, letnje škole, trening seminare i stručne kurseve, omogućava fleksibilan i brz prenos znanja u skladu sa aktuelnim potrebama industrije, regulatornih tela i istraživačke zajednice.

Stručne radionice predstavljaju posebno efikasan oblik neformalnog obrazovanja, jer su usmerene na konkretne probleme, nove tehnologije ili regulatorne zahteve. One omogućavaju učesnicima da se u relativno kratkom vremenskom periodu upoznaju sa savremenim metodama, softverskim alatima, dobrim praksama i iskustvima iz realnih nuklearnih postrojenja. Za razliku od klasičnih akademskih kurseva, radionice su često interaktivne i zasnovane na studijama slučaja, grupnom radu i diskusiji, čime se podstiče aktivno učenje i razmena znanja među učesnicima. Poseban značaj radionica ogleda se u njihovoj ulozi u jačanju kulture bezbednosti. Kroz simulacije vanrednih situacija, analize incidenata i razmenu iskustava između operatera, inženjera, istraživača i regulatora, radionice doprinose razvoju zajedničkog razumevanja rizika i odgovornosti. Na taj način se neformalno obrazovanje ne svodi samo na prenos tehničkih informacija, već podstiče razvoj profesionalnih stavova, etičkog ponašanja i bezbednosne svesti. Neformalno obrazovanje kroz radionice ima i izraženu interdisciplinarnu dimenziju, jer okuplja stručnjake različitih profila omogućavajući sagledavanje nuklearnih pitanja iz više uglova što direktno doprinosi boljoj saradnji između različitih aktera u nuklearnom sektoru.

Dodatna prednost radionica jeste njihova dostupnost i prilagodljivost različitim ciljnim grupama, uključujući studente, mlade istraživače, zaposlene u industriji i predstavnike regulatornih institucija. Kao takve, radionice predstavljaju važnu kariku u sistemu kontinuiranog učenja i efikasan mehanizam za povezivanje formalnog obrazovanja sa praktičnim zahtevima nuklearne energetike.

Stručno usavršavanje i osposobljavanje za rad u industrijskom okruženju predstavljaju neizostavan segment razvoja kadrova u nklearnom sektoru. Ovi programi omogućavaju sticanje praktičnih veština i upoznavanje sa realnim radnim procedurama u nuklearnim postrojenjima. IAEA naglašava da integracija teorijskog znanja i industrijske prakse značajno doprinosi bezbednosnoj kulturi i smanjenju operativnih rizika [6]. Međunarodna saradnja predstavlja jedan od ključnih elemenata razvoja obrazovanja u nuklearnoj oblasti. IAEA sprovodi brojne programe kroz *Technical Cooperation Programme*, kao i kroz specijalizovane publikacije iz serija *Nuclear Energy Series* i *TECDOC*.

Savremeni digitalni modaliteti obrazovanja omogućeni razvojem digitalnih tehnologija otvorili su nove mogućnosti za obrazovanje u oblasti nuklearne energetike. Virtuelne laboratorije, simulacije reaktorskih sistema, digitalni blizanci i onlajn kursevi omogućavaju sticanje praktičnih znanja uz znatno manje troškove i bezbednosne rizike. IAEA u publikaciji *E-learning in Nuclear Education and Training* (TECDOC-1792) [7] navodi da digitalni pristupi značajno doprinose dostupnosti obrazovanja i očuvanju nuklearnog znanja, posebno u zemljama koje nemaju razvijenu nuklearnu infrastrukturu.

3. PERSPEKTIVA RAZVOJA OBRAZOVANJA ZA NUKLEARNI ENERGETSKI SEKTOR U REPUBLICI SRBIJI

Razmatranje razvoja nuklearnog energetskog sektora u Republici Srbiji zahteva poseban osvrt na obrazovne kapacitete, institucionalni okvir i strateške dokumente koji oblikuju nacionalnu energetsku i obrazovnu politiku. Iako Srbija trenutno nema aktivne nuklearne elektrane za proizvodnju električne energije, poseduje značajno iskustvo u oblasti nuklearnih tehnologija, istraživačkih reaktora, radiološke zaštite i primene jonizujućeg zračenja u medicini, industriji i nauci.

Ključnu ulogu u razvoju kadrova ima formalno visoko obrazovanje, pre svega kroz univerzitete i istraživačke institute. Državni Univerziteti već obrazuju stručnjake u oblastima nuklearne fizike, energetike, mašinstva, elektrotehnike, koji predstavljaju osnovu potencijalnog nuklearnog energetskog kadra. Istraživački instituti imaju višedecenijsku tradiciju u obrazovanju mladih istraživača i inženjera, kao i u međunarodnoj saradnji u okviru projekata Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA).

Sa strateškog aspekta, dokumenti poput *Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2040. godine sa projekcijama do 2050. godine* [8] i *Integrisanog nacionalnog energetskog i klimatskog plana Republike Srbije* [9] ukazuju na potrebu dugoročnog razmatranja nuklearne energije kao potencijalnog stabilnog i niskougljeničnog izvora U tom kontekstu, obrazovni sistem mora biti sposoban i spreman da pravovremeno razvije kadrove čak i pre donošenja konačnih investicionih odluka. Iskustva zemalja koje su kasno započele obrazovanje stručnjaka za nuklearni energetski sektor pokazuju da nedostatak kvalifikovanog kadra predstavlja jedno od glavnih ograničenja za realizaciju takvih projekata [1].

Pored klasičnih studijskih programa, za Srbiju je posebno značajan razvoj specijalizovanih master i doktorskih

studija, kao i programa kontinuirane edukacije u oblasti nuklearne bezbednosti, regulatornih poslova i upravljanja radioaktivnim otpadom. Ove oblasti su neophodne bez obzira na to da li država poseduje nuklearnu elektranu, jer predstavljaju sastavni deo međunarodnih obaveza u oblasti radiološke i nuklearne sigurnosti.

U perspektivi, snažnije uključivanje Srbije u međunarodne obrazovne mreže, poput ENEN (European Nuclear Education Network), može značajno unaprediti kvalitet i međunarodnu prepoznatljivost domaćih studijskih programa. Time bi se omogućila mobilnost studenata i nastavnika, realizacija zajedničkih studijskih programa i priznavanje kvalifikacija, što je od ključnog značaja za razvoj održivog nuklearnog energetskog sektora.

4. ZAKLJUČAK

Obrazovni sistem, kroz jasno definisane ishode učenja, interdisciplinarni pristup i integraciju sa istraživačkom delatnošću, ima ulogu aktivnog kreatora budućih energetskih politika. Iskustva međunarodne prakse pokazuju da države koje su na vreme ulagale u obrazovanje i razvoj ljudskih resursa u nuklearnoj oblasti imaju znatno veću institucionalnu spremnost za donošenje informisanih i odgovorno zasnovanih odluka [10], [11].

Razvoj nuklearnog energetskog sektora nezamisliv je bez sistematskog i dugoročnog ulaganja u obrazovanje i razvoj ljudskih resursa. Različiti modaliteti obrazovanja od formalnog visokog obrazovanja, preko neformalnih oblika i stručnog usavršavanja, uz snažan uticaj digitalnih modaliteta učenja čine integrisani okvir koji omogućava prenos znanja, razvoj kompetencija i očuvanje kulture bezbednosti.

U kontekstu Srbije, obrazovanje predstavlja ključni preduslov za donošenje bilo kakvih strateških odluka u vezi sa nuklearnom energijom. Postojeći akademski i istraživački kapaciteti predstavljaju čvrstu osnovu, ali njihovo dalje jačanje, internacionalizacija i usklađivanje sa evropskim i međunarodnim standardima ostaju prioriteti. Na taj način, obrazovni sistem može postati ne samo podrška energetskom razvoju, već i aktivni činilac u oblikovanju održive, bezbedne i tehnološki napredne energetske budućnosti.

5. LITERATURA

[1] International Atomic Energy Agency (IAEA), *Workforce Planning for New Nuclear Power Programmes.* IAEA Nuclear Energy Series NG-T-3.10. Vienna: IAEA, 2011.
[2] International Atomic Energy Agency (IAEA), *Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power*. IAEA Nuclear Energy Series NG-G-3.1 (Rev. 1). Vienna: IAEA, 2020.
[3] Kuznetsov, V., et al., *Towards strategic agenda for European nuclear education, training, and knowledge management.* Nuclear Engineering and Design, 412, 112278, 2024.
[4] Internet stranica https://enen.eu/
[5] OECD Nuclear Energy Agency (OECD/NEA), *Measuring Employment Generated by the Nuclear Power Sector,* Paris: OECD Publishing, 2019.
[6] International Atomic Energy Agency (IAEA), *Systematic Approach to Training for Nuclear Facility Personnel: Processes, Methodology and Practices.* IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-2.8, Vienna, 2021.
[7] International Atomic Energy Agency (IAEA), *E-learning in nuclear education and training (IAEA-TECDOC-1792).* Vienna: IAEA, 2016.
[8] *Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2040. godine sa projekcijama do 2050. godine*. Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, 2024.
[9] Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije, *Integrisani nacionalni energetski i klimatski plan Republike Srbije*, 2024.
[10] OECD Nuclear Energy Agency, *NEA Annual Report 2019*. Paris: OECD/NEA, 2020.
[11] International Atomic Energy Agency, *Human Resource Development for Nuclear Power Programmes*. Vienna: IAEA, 2019.

НУКЛЕАРНА ЕНЕРГИЈА КАО СИСТЕМ ЗНАЊА, БЕЗБЕДНОСТИ И ДИГИТАЛНИХ ТЕХНОЛОГИЈА: ЗАШТО ЈЕ ВИСОКО ОБРАЗОВАЊЕ КРИТИЧНА ИНФРАСТРУКТУРА

Мирослав Весковић[1], Ивана Лончаревић[2], Борис Думнић[3]
[1,2,3]*Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Србија*
[1]*veskovic@uns.ac.rs*, [2]*ivanalon@uns.ac.rs*, [3]*dumnic@uns.ac.rs*

Кратак садржај: *Нуклеарна енергија представља сложен социо-технички систем који почива на интеграцији знања, безбедности и дигиталних технологија. Рад показује да се високо образовање у овој области мора посматрати као критична инфраструктура, јер обезбеђује континуитет компетенција, културу безбедности и одрживост нуклеарног сектора. Анализирају се улога универзитета, управљање нуклеарним знањем, значај експерименталних капацитета и интердисциплинарних профила, као и препоруке међународних организација (IAEA, OECD/NEA, JRC, ENEN). Закључује се да су системско образовање, дигиталне компетенције и комуникација са јавношћу предуслов безбедног и одговорног развоја нуклеарне енергетике у Србији.*

Кључне речи: нуклеарна енергија, високо образовање, критична инфраструктура, управљање нуклеарним знањем, култура безбедности, дигиталне технологије, развој кадрова

NUCLEAR ENERGY AS A SYSTEM OF KNOWLEDGE, SAFETY AND DIGITAL TECHNOLOGIES: WHY HIGHER EDUCATION IS CRITICAL INFRASTRUCTURE

Abstract: *Nuclear energy is a complex socio-technical system based on the integration of knowledge, safety, and digital technologies. The paper argues that higher education in this field should be treated as critical infrastructure, as it ensures continuity of competences, safety culture, and long-term sustainability of the nuclear sector. The role of universities, nuclear knowledge management, experimental facilities, and interdisciplinary profiles is analysed, together with recommendations of international organizations (IAEA, OECD/NEA, JRC, ENEN). The paper concludes that systemic education, digital competences, and public communication are prerequisites for the safe and responsible development of nuclear energy in Serbia.*

Key Words: nuclear energy, higher education, critical infrastructure, nuclear knowledge management, safety culture, digital technologies, workforce development

1. УВОД

Савремена нуклеарна енергетика почива на високом нивоу знања, јакој култури сигурности и безбедности и све интензивнијој примени дигиталних технологија, укључујући симулације, дигиталне близанце, вештачку интелигенцију и системе за управљање знањем. Ови елементи захтевају континуирано образовање кадрова, систематски пренос знања између генерација и јасну институционалну подршку.

Нуклеарна енергетика такође, све више почива на примени дигиталних технологија. Дигитални близанци реакторских система, напредне симулације, вештачка интелигенција у анализи података, као и сложени информациони системи за управљање знањем, постају саставни део пројектовања, рада, одржавања и регулаторног надзора нуклеарних објеката. Истовремено, системи радијационе заштите, мониторинга и ванредне спремности све више се ослањају на дигиталне платформе и аутоматизовану обраду података. Ово додатно повећава захтеве за новим, интердисциплинарним профилима кадрова који повезују класично инжењерско знање са дигиталним компетенцијама.

Посебно место у овом систему има заштита од зрачења, као темељ безбедности, поверења јавности и регулаторне стабилности. Заштита од зрачења није изолована техничка дисциплина, већ интегрални део целокупног система знања који обухвата дозиметрију, биолошке ефекте, мониторинг животне средине, управљање ванредним ситуацијама и комуникацију ризика. Квалитет образовања и континуиране обуке у овој области директно утиче на безбедност људи, животне средине и институционалну кредибилност државе.

У таквом контексту, високо образовање мора се посматрати као критична инфраструктура нуклеарне енергетике, упоредива по значају са електранама, преносним системима или регулаторним телима. Универзитети нису само места преноса знања, већ центри у којима се граде компетенције, развија култура

безбедности, интегришу дигиталне технологије и обезбеђује међугенерацијски континуитет експертизе. Без снажних универзитетских програма, истраживачке базе и институционализованог управљања знањем, није могуће одговорно планирати, а камоли реализовати било који нуклеарни програм.

Поред инжењерских и техничких профила, нуклеарна енергетика захтева и високообразоване правне и економске стручњаке, који разумеју специфичности нуклеарног права, лиценцирања, међународне конвенције, финансијске моделе, управљање ризицима и дугорочни економски одрживост. Ови профили су неопходни за доношење информисаних одлука и за интеграцију нуклеарне енергетике у шири енергетски, економски и друштвени контекст.

Из свих ових разлога, питање нуклеарне енергетике није пре свега питање „да ли", већ питање како и са којим знањем. Ово излагање има за циљ да покаже да је улагање у високо образовање, развој кадрова, дигиталне капацитете и управљање нуклеарним знањем предуслов сваке будуће, одговорне и безбедне одлуке о нуклеарној енергетици у Србији.

У том контексту, улога универзитета превазилази класичну наставу. Универзитети постају носиоци националног знања, центри за развој компетенција, места где се повезују наука, безбедност, регулатива и дигитална трансформација.

2. МЕЂУНАРОДНЕ ПРЕПОРУКЕ

Нуклеарна енергија је „knowledge-intensive system" – не може се "учити" фрагментарно.
Међународна пракса полази од чињенице да је нуклеарна енергетика систем са:

- дугим животним циклусом (60–80 година),
- високом регулаторном и безбедносном сложеношћу,
- критичном зависношћу од људских фактора.

Због тога изоловано образовање (само теорија или само тренинг) није довољно.

Овај став је експлицитно уграђен у приступе које промовишу International Atomic Energy Agency, OECD Nuclear Energy Agency и European Commission Joint Research Centre.

IAEA: Milestones Approach и Nuclear Power Human Resource Model

IAEA у свом Milestones Approach и Nuclear Power Human Resource Model јасно дефинише да:

- универзитети обезбеђују основу знања и аналитичко размишљање,
- истраживачка постројења (реактори, лабораторије, симулатори) омогућавају експерименталну и практичну обуку,
- индустрија и регулаторна тела обезбеђују оперативно и безбедносно искуство.

IAEA наглашава да ниједна од ових компоненти није довољна сама за себе и да земље које су покушале да прескоче једну од њих имају дугорочне проблеме са безбедношћу и кадровима.

OECD/NEA: „From Concern to Capability"

OECD/NEA у извештају From Concern to Capability истиче да су земље са успешним нуклеарним програмима:

- институционализовале сарадњу универзитета – истраживачких центара – индустрије,
- користиле истраживачке реакторе и експерименталне установе као кључни део едукације,
- развијале кадрове кроз дугорочне, кохерентне програме, а не краткорочне курсеве.

Посебно се наглашава улога истраживачких постројења у:

- обуци за заштиту од зрачења,
- експериментално разумевање реакторске физике,
- развој културе безбедности.

OECD аргумент: Без приступа истраживачким постројењима, нуклеарно образовање остаје теоријско и непотпуно.

Европска унија: JRC, EHRO-N и ENEN

JRC / EHRO-N

EHRO-N анализе показују да је највећи кадровски ризик у ЕУ управо:

- недовољна повезаност образовања и праксе,
- губитак експерименталних капацитета,
- недовољна мобилност студената и младих инжењера.

JRC препоручује:

- националне и регионалне knowledge hub-ове повезане са универзитетима,
- систематско коришћење истраживачких инфраструктура за обуку.

ENEN (European Nuclear Education Network)

ENEN као стандард европске праксе промовише:

- заједничке студијске програме,
- обавезне практичне модуле,
- тренинг у истраживачким реакторима и лабораторијама,
- директну везу са индустријом.

Европски консензус: Нуклеарно образовање без експерименталног и практичног сегмента није у складу са европским стандардима.

Међутим, нуклеарна енергетика је део ширег енергетског сектора и у том смислу, кључна међународна лекција гласи: Нуклеарна енергетика није „алтернатива" класичној енергетици — она је њен високо регулисани, технолошки најзахтевнији облик.

Због тога земље са успешним нуклеарним програмима:

- не граде посебне „нуклеарне елите",
- већ системски надограђују постојеће инжењерске дисциплине нуклеарно-специфичним знањима.

Овај приступ:

- смањује ризик,
- омогућава флексибилност кадрова,
- олакшава дугорочну одрживост сектора.

Изградња нуклеарног енергетског сектора подразумева изградњу читавог спектра инжењерских капацитета – од машинства и термотехнике, преко електроенергетике и електронике, до дигиталних система и управљања. Нуклеарна енергија није уска специјалност, већ најкомплекснији облик савремене енергетике.

На основу поређења образовних система за потребе нуклеарног сектора у неколико карактеристичних земаља (САД, Кина, Словенија, УАЕ, Русија, Пољска, Бугарска, Чешка, Словачка, Мађарска и Финска), уочене су рањивости (старење кадрова, фрагментација програма, сигурносни ризици), али и добре праксе: национални акредитивни системи (на пр. француски I2EN), партнерства приватног и јавног сектора (на пр. УАЕ–Кореја), и државне законске иницијативе. Кључне препоруке за политике у овој области су: формирање Центра за управљање нуклеарним знањем као националне платформе знања, оснивање националног савета или центара за координацију нуклеарног образовања; обезбеђивање посебних фондова за финансирање лабораторија и стипендија; развој националних дигиталних платформи за обуку; и увођење стандардизованих сертификата за нуклеарне програме. Ова тела, а пре свега национални савет односно центар за координацију нуклеарног образовања у Србији треба да обухватају координацију наставних програма и акредитацију (по узору на I2EN-ову ознаку квалитета), контролу квалитета и стандарде, пројектовање потреба кадрова (у складу са моделима ЕУ/EHRO-N), стратегије очувања знања (према IAEA смерницама о управљању нуклеарним знањем) и међународну сарадњу (са IAEA, WANO и добављачима).

Нуклеарна енергија се данас широко препознаје као једно од кључних средстава за сузбијање климатских промена и постизање циљева декарбонизације. Међутим, у Србији је јавност и даље скептична према нуклеарној енергији, што је често последица друштвених забринутости и заблуда о њеним ризицима. Због тога је неопходно успоставити ефикасну комуникацију са грађанима како би се водио информисан дијалог, изградило поверење и повећала подршка нуклеарној енергији као безбедном и одрживом извору. Образовање у овом сектору на свим нивоима, треба да да приоритет транспарентним, на чињеницама заснованим стратегијама комуникације које отклањају страхове јавности, прецизно објашњавају користи и мере безбедности нуклеарне технологије и активно укључују локалне заједнице кроз образовање и информативне програме. Јачање јавног ангажмана ће побољшати перцепцију нуклеарних ризика и подржати успешан развој нуклеарног сектора Србије, уз осигурање да се друштвене бриге уваже у свим фазама доношења одлука и имплементације пројеката.

Треба због тога да се нагласи да су комуникацијске вештине део обуке и образовања у области нуклеарне енергије. Уз техничке, правне и економске теме, наставни планови и програми требало би да укључују модуле о ангажовању јавности, комуникацији ризика и дијалогу са заинтересованим странама. На пример, неки успостављени програми нуклеарног образовања и шеме акредитације (као што је француски модел I2EN) почели су да препознају важност друштвених аспеката. Будућим нуклеарним инжењерима, менаџерима у нуклеарном сектору и регулаторима потребна је обука о томе како да објасне сложене нуклеарне концепте лаичкој публици и медијима. Укључивање медијске писмености, планирања рада са заједницом, па чак и кризне комуникације у универзитетским курсевима или професионалном развоју помоћи ће у стварању свестраних професионалаца. Ова интеграција осигурава да образовни програми не само да граде техничку стручност већ и припремају дипломце да постану ефикасни амбасадори индустрије.

Комуникација и образовање у нуклеарном сектору су тесно повезани и представљају критичну инфраструктуру. Ефикасне вештине комуникације омогућују стручњацима да сложене техничке и безбедносне информације јасно пренесу јавности и заинтересованим странама, градећи тако поверење и

подстицајући информисани дијалог. Укључивање комуникацијских компетенција у наставни програм нуклеарних студија обезбеђује да будући експерти, уз техничко знање, развијају и способност ангажовања заједнице, управљања перцепцијом ризика и транспарентног доношења одлука. Овај свеобухватни приступ јача друштвену прихватљивост нуклеарних технологија и подупире одрживи развој нуклеарног сектора као виталног дела националне инфраструктуре. Увођењем обуке о комуникацији уз техничке, правне и економске аспекте, нуклеарни програми граде отпорне системе знања који обезбеђују поверење јавности и оперативну изврсност.

3. ЗАКЉУЧАК

Нуклеарна енергија представља један од најкомплекснијих технолошких система савременог друштва. Њена безбедна и одржива примена не заснива се искључиво на техничким решењима, већ на дугорочно изграђеном систему знања који обухвата инжењерске, безбедносне, регулаторне, дигиталне, правне, економске и комуниколошке компоненте. Управо због тога, образовање, а посебно високо образовање у области нуклеарне енергетике треба посматрати као критичну инфраструктуру, упоредиву по значају са физичким енергетским објектима.

4. ЛИТЕРАТУРА

[1] International Atomic Energy Agency (IAEA), Nuclear Knowledge Management, Vienna, Austria. [Online]. Available: https://www.iaea.org/topics/nuclear-knowledge-management

[2] International Atomic Energy Agency (IAEA), Knowledge Management and Its Implementation in Nuclear Organizations, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.11, Vienna, Austria, 2016. [Online]. Available: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1724_web.pdf

[3] Organisation for Economic Co-operation and Development, Nuclear Energy Agency (OECD/NEA), Nuclear Education and Training: From Concern to Capability, Paris, France, 2012. [Online]. Available: https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2019-12/nuclear-edu-training-ex.pdf

[4] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Assuring Nuclear Safety Competence into the 21st Century, Paris, France, 2000. [Online]. Available: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2000/08/assuring-nuclear-safety-competence-into-the-21st-century_g1gh1cf9/9789264182400-en.pdf

[5] Organisation for Economic Co-operation and Development, Nuclear Energy Agency (OECD/NEA), The Safety Culture of an Effective Nuclear Regulatory Body, Paris, France, 2016. [Online]. Available: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2016/03/the-safety-culture-of-an-effective-nuclear-regulatory-body_g1g65f5a/9789264252967-en.pdf

[6] Organisation for Economic Co-operation and Development, Nuclear Energy Agency (OECD/NEA), Nuclear Education, Skills and Technology (NEST) Framework, Paris, France. [Online]. Available: https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_21786/nuclear-education-skills-and-technology-nest-framework

[7] International Atomic Energy Agency (IAEA), Computer Security at Nuclear Facilities, IAEA Nuclear Security Series No. 17, Vienna, Austria, 2011. [Online]. Available: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1527_web.pdf

[8] A. Ayodeji, "Cyber security in the nuclear industry: A closer look at threats and vulnerabilities of digital assets at nuclear power facilities," Nuclear Engineering and Technology, vol. 55, no. 10, pp. 3365–3374, 2023, doi: 10.1016/j.net.2023.07.018.

[9] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Digital Security and Resilience in Critical Infrastructure and Essential Services, Paris, France, 2019. [Online]. Available: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/04/digital-security-and-resilience-in-critical-infrastructure-and-essential-services_5593c149/a7097901-en.pdf

[10] Idaho National Laboratory (INL), "Nuclear cybersecurity researchers and industry unite to protect next-generation reactors," 2025. [Online]. Available: https://inl.gov/feature-story/nuclear-cybersecurity-researchers-and-industry-unite-to-protect-next-gen-reactors/

[11] European Nuclear Education Network (ENEN), "Digital Nuclear Safety Culture," course description. [Online]. Available: https://nuclear-education.eu/course/digital-nuclear-safety-culture/

[12] International Atomic Energy Agency (IAEA), Nuclear Knowledge Management for Research Reactors, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.2, Vienna, Austria, 2011. [Online]. Available: https://www.iaea.org/publications/8361/nuclear-knowledge-management-for-research-reactors

[13] European Commission, Joint Research Centre (JRC), Education, Training and Knowledge Management for Nuclear Safety, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. [Online]. Available: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC108983

[14] European Commission, Joint Research Centre (JRC), Maintaining and Developing Nuclear Competences in the European Union, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. [Online]. Available: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC116139
[15] European Commission, Joint Research Centre (JRC), Nuclear Safety and Security Knowledge Management, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. [Online]. Available: https://joint-research-centre.ec.europa.eu
[16] European Commission, European Human Resources Observatory for the Nuclear Energy Sector (EHRO-N): Strategic Agenda and Activities, Brussels, Belgium, 2018. [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/nuclear-energy/european-human-resources-observatory-nuclear-energy-sector-ehro-n_en
[17] European Commission, Strategic Energy Technology (SET) Plan – Education and Training Roadmap for Nuclear Energy, Brussels, Belgium, 2017. [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/research-and-technology/strategic-energy-technology-plan_en
[18] European Commission, Joint Research Centre (JRC), Digitalisation and Innovation in the Nuclear Energy Sector, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. [Online]. Available: https://publications.jrc.ec.europa.eu
[19] European Commission, Council Directive 2014/87/Euratom amending Directive 2009/71/Euratom establishing a Community framework for the nuclear safety of nuclear installations, Official Journal of the European Union, L219, pp. 42–52, 2014. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014L0087
[20] European Commission, Skills Agenda for Europe: Sustainable Competences for Strategic Technologies, Brussels, Belgium, 2020. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1223
[21] L. Cizelj, C. Pesznyák, J. Starflinger, G. L. Pavel, F. Wastin i E. Michailidou, "Towards strategic agenda for European nuclear education, training, and knowledge management", Nuclear Engineering and Design, vol. 420, p. 113001, 15 Apr. 2024.
[22] E. Michailidou, "Nuclear education and training activities of the Joint Research Centre of the European Commission: Maintaining and enhancing nuclear skills and competences", 2024 — opisuje JRC programe i inicijative za razvoj kompetencija stručnjaka u nuklearnoj sigurnosti, zaštiti, dekomisiji i drugim oblastima.
[23] "Competence mapping at industry level", ENEN2PLUS Deliverable D6.1 (2024) — praktičan primjer kompetencijskog mapiranja i razvojnih modula za nuklearne profesionalce.
[24] European Human Resources Observatory for the Nuclear Sector — opis EHRO-N u sklopu JRC / DG Energy: zajednički rad na metodologijama procjene radne snage, znanja i kompetencija, podrška za obrazovanje i trening te razvoj standarda i modela za nuklearno tržište rada.
[25] ENSREG prezentacija (2024) pokazuje i nove tokove rada EHRO-N: modele procjene radne snage, strategije za praćenje kompetencija i planiranja edukacije u EU nuklearnom sektoru.
[26] "About us: International Institute for Nuclear Energy (I2EN)," I2EN, Paris, France. [Online]. Available: https://www.i2en.fr/en/about-us/ [Accessed: Jan. 30, 2026].
[27] "I2EN: Strengthening key skills for the nuclear sector," I2EN, Paris, France. [Online]. Available: https://www.i2en.fr/en/ [Accessed: Jan. 30, 2026].
[28] "I2EN Label certifying quality of nuclear training," I2EN, Paris, France. [Online]. Available: https://www.i2en.fr/en/the-i2en-label/ [Accessed: Jan. 30, 2026].
[29] International Institute of Nuclear Energy (I2EN), "I2EN represents and coordinates the French nuclear education and training offer," Energierecrute.com, Apr. 24, 2025. [Online]. Available: https://www.energierecrute.com/en/energy-and-environment-company/company-i2en-international-institute-of-nuclear-energy-695/presentation [Accessed: Jan. 30, 2026].
[30] "French nuclear education and training overview," Joint Research Centre — EHRO-N: Member States Info (France), European Commission. [Online]. Available: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/ehro-n/member-states-info/france_en [Accessed: Jan. 30, 2026].
[31] S. Bilbao y León, "We have no time to lose in delivering a realistic, proven approach to the clean energy transition," *World Nuclear News*, 7 Sept. 2023. [Online]. Available: https://world-nuclear.org/ (Accessed: Feb. 05, 2026).
[32] V. Cvetković et al., "Nuclear Power Risk Perception in Serbia: Fear of Exposure to Radiation vs. Social Benefits," *Energies*, vol.14, no.9, 2021. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/1996-1073/14/9/2464 (Accessed: Feb. 05, 2026).
[33] International Institute for Nuclear Energy (I2EN), "Nuclear Training and Education," I2EN (2025). [Online]. Available: https://www.i2en.fr/en/nuclear-training/ (Accessed: Feb. 05, 2026).

KULTURA NUKLEARNE BEZBEDNOSTI, RIZICI U ZAŠTITI OD ZRAČENJA I ULOGA UNIVERZITETA

Vesna Spasić Jokić
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
svesna@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Zaštita od zračenja podrazumeva minimiziranje izloženosti štetnom dejstvu jonizujućih zračenja korišćenjem tri osnovna principa: vreme-distanca-fizička zaštita uz osnovni tzv.ALARA koncept održavanja što je moguće niže doze. IAEA prepoznaje nove trendove u zaštiti od zračenja pre svega u koncepciji zaštite fuzionih reaktora i malih modularnih reaktora, kao i u primeni veštačke inteligencije, a pre svega u upravljanju nuklearnim znanjem. Kultura nuklearne sigurnosti i bezbednosti su neformalno definisani kao netehnički termin koji predstavlja skup karakteristika i stavova u organizacijama i kod pojedinaca koji pitanje zaštite i bezbednosti smatraju za prioritet.*

Ključne reči: zaštita od zračenja, nuklearna sigurnost, veštačka inteligencija, upravljanje nuklearnim znanjem

NUCLEAR SAFETY CULTURE AND RISKS IN RADIATION PROTECTION AND THE ROLE OF THE UNIVERITY

Abstract: *Radiation protection implies minimizing exposure to the harmful effects of ionizing radiation using three basic principles: time-distance-physical protection with the basic so-called ALARA concept of keeping doses as low as possible. The IAEA recognizes new trends in radiation protection, primarily in the concept of protection of fusion reactors and small modular reactors, as well as in the application of artificial intelligence, and above all in the management of nuclear knowledge. The culture of nuclear safety and security is informally defined as a non-technical term that represents a set of characteristics and attitudes in organizations and individuals who consider the issue of safety and security as priority.*

Key Words: radiation protection, nuclear safety, artificial intelligence, nuclear knowledge management

1. UVOD

Zaštita od zračenja podrazumeva minimiziranje izloženosti štetnom dejstvu jonizujućih zračenja korišćenjem tri osnovna principa: vreme, rastojanje i fizička zaštita. Osnovni princip u zaštiti od zračenja je tzv. ALARA koncept održavanja što je moguće niže doze. [1]

Prema zaključku Generalne konferencije Medjunarodne agencije za atomsku energiju (International Atomic Energy Agency, IAEA) iz 2008.godine „Svaka zemlja ima pravo da uvede nuklearnu energiju, ali ima i odgovornost da to uradi kako treba", poštujući radijacionu bezbednost i nuklearnu sigurnost i uz jasnu ulogu države. IAEA je prepoznala osnovne izazove nuklearne energije koji se prevashodno odnose na radijacionu sigurnost kao i na finansijske efekte i regulativu. U izazove primene nuklearne energije spadaju: siguran rad postojećih elektrana; odlaganje visokoaktivnog otpada; konsenzus o efektima malih doza zračenja (Petkau efekat); definisanje potencijala nuklearne energije u održivom razvoju; ekonomska konkurentnost nuklearne energije vs. fosilne alternative; razvoj malih i srednjih reaktora pogodnih za zemlje sa manjim električnim mrežama i očuvanje intelektualne svojine. Prepoznati su i novi trendovi u zaštiti od zračenja pre svega u koncepciji zaštite fuzionih reaktora i malih modularnih reaktora, kao i u primeni veštačke inteligencije u zaštiti od zračenja, a pre svega u upravljanju nuklearnim znanjem.

Novi pristup u razvijanju kulture zaštite stavlja akcenat na integrisani pristup bezbednosti uspostavljanjem bezbednosnih standarda, uz procenu povratnih informacija i umrežavanje, primenu veštačke inteligencije, podsticanje razmene informacija izmedju svih zainteresovanih entiteta naučno istraživačkih organizacije, industrije, regulatorskih tela i univerziteta, edukacije generalno [1]

2. KULTURA BEZBEDNOSTI I RIZICI

Stavovi javnosti su važni u oblikovanju nuklearne politike u zemlji. U zemljama gde nuklearna energija već čini deo energetskog miksa, javnost pokazuje veću podršku nuklearnim programima. Primećena je veća zabrinutost zbog skladištenja nuklearnog otpada, terorizma i širenja oružja nego zbog bezbednosti rada same nuklearne elektrane ili njenog impakta na klimatske promene.

Na stavove javnosti, u svim zemljama, značajno utiču akcidenti, posebno Černobilj (1986.) i Fukušima (2011.) koji su svrstani u VII kategoriju INES-a. Izgradnja poverenja je moguća uključivanjem svih zainteresovanih strana od vladinih infrastruktura preko naučnoistraživačkih organizacija i univerziteta do profesionalnih društva, medija i javnosti u celini. [1,2]

Rizik primene nuklearne energije je predvidiv, svaka odluka ima finansijske, ekološke i sociološke elemente rizika u cilju postizanja dugoročne bezbednosti. [3,4]

Bezbednost nuklearne elektrane podrazumeva samo one sisteme koji su projektovani i instalirani za obavljanje bezbednosnih funkcija, čija primena počinje nakon početka neželjenog dogadjaja, a njihova svrha je održavanje i obnavljanje bezbednosti i ublažavanje posledica neželjenih procesa. Tri glavne bezbednosne funkcije koje čine moderatorske šipke, sistem za hladjenje i zaštitna zgrada moraju da garantuju bezbednost postrojenja i okoline. Važan element bezbednosnog protokola je *Odbrana po dubini*, koja je podeljena na 5 nivoa sa osnovnim ciljem sprečavanja nepravilnog rada, otkrivanjem kvarova i aktivacijom i kontrolom neželjenog dogadjaja i njegovih posledica. Nuklearni rizik znači potpunu zaštitu životne sredine. Nijedan radioaktivni materijal ne sme biti ispušten u okolinu reaktora, a koji bi mogao da ugrozi životnu sredinu ili živote ljudi u blizini. Godišnja učestalost rizika od velikog poremećaja radnog stanja, koje bi moglo dovesti do kontaminacije životne sredine ili katastrofe ne sme preći 10^{-7}/godišnje. [3,4]

Kultura bezbednosti se često javlja u diskusijama nakon incidenata u nuklearnim elektranama, obično se odnosi na stavove, ponašanja i uslove koji utiču na bezbednosne performanse i predstavlja ozbiljan izazov za donosioce regulative. Kultura bezbednosti je netehnički termin. IAEA je, neformalno, navodi kao „Skup karakteristika i stavova u organizacijama i pojedinaca koji utvrđuje da najvažniji prioritet bude pitanja zaštite i bezbednosti ", Uveden je u analizi akcidenta u Černobilju (IAEA INSAG-1, 1986. International Nuclear Safety Advisory Group). INSAG-3 je naveo kulturu bezbednosti kao osnovni princip upravljanja, zajedno sa odgovornostima operativne organizacije i obezbeđivanjem regulatorne kontrole i verifikacije aktivnosti vezanih za bezbednost. Izraz "kultura bezbednosti" odnosi se na veoma opštu stvar, ličnu posvećenost i odgovornost svih pojedinaca koji se bave bilo kojom aktivnošću koja ima uticaja na bezbednost nuklearnih elektrana. Međutim, formalna definicija nije razvijena sve do INSAG-4 koji definiše da je " kultura bezbednosti skup karakteristika i stavova u organizacijama i kod pojedinaca koji utvrđuje da je najvažniji prioritet pitanja bezbednosti nuklearnih elektrana". [1,5,6,7]

Kada je shvaćen značaj kulture bezbednosti, pažnja unutar istraživačke zajednice usmerila se na proučavanje gradivnih blokova, ili atributa, kulture bezbednosti u nastojanju da se sazna kako kultura bezbednosti utiče na ljudske performanse. (Tabela 1) [1,8,9]

Tabela 1 – Poredjenje organizacionih faktora i glavnih atributa „safety culture"

Organizacioni faktori	Atributi kulture bezbednosti
Komunikacija	Komunikacija
Formalizacija	Kultura učenja
Prioritetizacija ciljeva	Rukovodstvo posvećeno bezbednosti
Identifikacija problema	Identifikacija problema
Uloge i odgovornosti	Uloge i odgovornosti
Tehničko znanje	Tehničko znanje

Na kulturu zaštite od zračenja se može uticati na različite načine u cilju podizanja organizacionog i individualnog ponašanja što će rezultovati smanjenjem izlaganja zračenju i broja akcidenata i incidenata. Pre svega tu je rukovodstvo fokusirano na operativnu kulturu zaštite od zračenja i modelovanje, jačanje i obuku bezbednosnog ponašanja, a posebnu ulogu imaju obrazovanje i obuka ljudi uključenih u primene zaštite od zračenja i učenje iz akcidenata i incidenata. [1,7, 8,9,10]

Medjunarodna asocijacija za zaštitu od zračenja (Inernational Radiation Protection Association, IRPA) prepoznaje tri faze razvoja kulture bezbednosti. Faza 1 je "Pasivna usaglašenost" gde su programi obuke o bezbednosti, uslovi rada, procedure i procesi u skladu sa propisima i korišćenom opremom. Faza 2 je "Aktivna usaglašenost" koja insistira na ličnoj odgovornosti za obuku i druge regulatorne odredbe kao i za upravljanje kompetencijama, analizu rizika i procenu bezbednosti. Faza 3 je "Sistem bihevioralne bezbednosti" gde se insistira na podučavanju pojedinaca da skeniraju opasnosti, da se fokusiraju na potencijalne povrede i bezbedno ponašanje uz ličnu odgovornost i odgovornost rukovodstva. [9]

3. VEŠTAČKA INTELIGENCIJA U ZAŠTITI OD ZRAČENJA

Algoritmi mašinskog učenja i alati virtuelne stvarnosti mogu se iskoristiti za rešavanje specifičnih izazova u zaštiti od zračenja , kao što su: (i) simulacije i planiranje posla na bazi proračunate doze radnika, (ii) optimizacija doza tokom projektovanja nuklearnih objekata u skladu sa regulativom, (iii) algoritmi i softveri koji emuliraju ljudsku kogniciju u analizi, tumačenju i razumevanju radnih procesa, uključujući izloženost zračenju i (iv) prikupljanje i analiza radioloških podataka na različitim mašinama u cilju uspostavljanja programa zaštite od zračenja koji su brži, efikasniji i fleksibilniji od dosadasnjih. Trenutno je u IAEA u toku određivanje obima postojećih aplikacija veštačke inteligencije i njihova integracija u bezbednosne standarde. Potencijalni rizik za primenu AI su etički aspekti. Upotreba veštačke inteligencije u sistemima nuklearne bezbednosti može uvesti potencijalne ranjivosti koje ljudski operater ili sam sistem veštačke inteligencije neće odmah prepoznati. [11, 12]

Očekuje se da će primena veštačke inteligencije povećati efikasnost procesa zaštitnih mera, posebno onih koji

uključuju klasifikaciju podataka, pronalaženje obrazaca i identifikovanje odstupanja u podacima. Relevantna je primena u detekciji zračenja, sajber i fizičkoj zaštiti, verifikaciji istrošenog goriva, povezivanju AI i robotike i povećanja produktivnosti. Detekcija zračenja, analiza i podrška odlučivanju (gamaspektrometrija) koristi metode mašinskog učenja (ML) u analizi spektra gama zračenja, dobijenih iz Monte Karlo modela, za tzv.nuklearnu forenziku, otkrivanje i identifikaciju anomalnih izvora nuklearnih materijala ili za kvantifikaciju količine fisione mase. Tehnike veštačke inteligencije pružaju različite načine učenja iz podataka i operacija, uključujući identifikovanje obrazaca i anomalija u velikim količinama informacija vezanih za senzore i kontrolu nuklearnih procesa čime utiču na računarsku bezbednost nuklearne elektrane, otkrivajući i reagujući na trenutne napade i buduće nepoznate napade. Verifikacija istrošenog goriva iz podataka gama, neutronskog i Čerenkovljevog zračenja korišćenjem numeričkih simulacija i algoritama AI i ML može dati podatke o zalihama istrošenog nuklearnog goriva kako bi se proverilo sagorevanje, vreme hlađenja i početno obogaćenje. Povećanje efikasnosti je moguće kombinovanjem tehnika veštačke inteligencije sa robotskom tehnologijom za zadatke, kao što su prikupljanje podataka ili kalibracija. Korišćenjem robotike za pomoć u zadacima zaštitnih mera, efikasnost operacija može se povećati, posebno u teškim oblastima, gde je teško prikupiti podatke zbog bezbednosti inspektora. Veštačka inteligencija se može koristiti sa robotikom za identifikaciju objekata i anomalija, obezbeđivanje robota autonomnom fuzijom senzora i poboljšanje interfejsa čovek/mašina [11, 12]

Potencijalni rizik primene AI postoji. Tačnost predviđanja zasnovanih na mašinskom učenju je, zasada, nedovoljna da bi se omogućile autonomne odluke i stoga je potreban kontinuirani ljudski doprinos da lažno negativni rezultati ne bi propustili važne događaje sa značajnim posledicama po zaštitne mere. [11, 12]

4. .UPRAVLJANJE NUKLEARNIM ZNANJEM U ZAŠTITI OD ZRAČENJA

Upravljanje nuklearnim znanjem postalo je sve važniji element upravljanja nuklearnim sektorom poslednjih godina. Zemlje sa postojećim nuklearnim programima moraju da obezbede kapacitete i ljudske resurse neophodne za održavanje bezbednog rada postojećih instalacija, uključujući njihovu dekomisiju i programe za istrošeno gorivo i smeštaj radioaktivnog otpada. Ključni izazovi su zamena osoblja koje odlazi u penziju i privlačenje mlade generacije. Izgradnja kapaciteta kroz obrazovanje, obuku i prenos znanja je neophodna. Prepoznajući važnost upravljanja nuklearnim znanjem, IAEA razvija metodologije i smernice za planiranje, projektovanje i sprovođenje programa upravljanja nuklearnim znanjem i olakšava nuklearno obrazovanje, pružajući podršku, mogućnosti umrežavanja i razmenu iskustava. [13]

Kao rezultat strateškog plana za očuvanje znanja tokom 2005. godine je lansiran projekat RER/0/030 IAEA Knowledge Management for Nuclear Engineering Courses i potprogram *Implementation of Knowledge Management Curricula in Universities* [14,15,16]

Izgradnja, prikupljanje, prenos, deljenje, očuvanje, održavanje i korišćenje znanja je neophodno za razvoj i održavanje neophodne tehničke stručnosti i kompetencija potrebnih za programe nuklearne energije. Specijalizovano znanje iz nuklearnog inženjerstva i nauke je neophodno za bezbedno i efikasno projektovanje, izgradnju, licenciranje, puštanje u rad, rad, održavanje i dekomisiju sistema zasnovanih na nuklearnoj tehnologiji. Bezbedna upotreba nuklearnih postrojenja i tehnologija zavisi od kontinuirane dostupnosti i održavanja odgovarajućeg znanja i stručnosti, uključujući adekvatno razumevanje povezanih bezbednosnih pitanja. Potrebne su odgovarajuće metode upravljanja znanjem i prateća tehnologija kako bi se uspostavilo i upravljalo nuklearnim znanjem, kompetencijama, informacijama i evidencijom, radnim procesima, tumačenjem podataka i tehnikama analize i verifikacije. [14,15,16,17]

IAEA je definisala osnovne specifičnosti nuklearnog znanja koje se odnose na dugoročnu akumulaciju, značajne investicije javnog novca, brigu za bezbednost proizašlu iz medjunarodnih obaveza imaoca nuklearnih postrojenja i potrebu za velikom kritičnom masom osnovnih nuklearnih znanja . [14, 16,17]

Posebno je istaknuta uloga univerziteta u upravljanju nuklearnim znanjem. Strategija uključivanja univerziteta bazira se na njihovoj misiji, strukturi i otvorenosti ka nacionalnom i medjunarodnom povezivanju. Univerzitet ima jasnu misiju budući da predstavlja društveni akademski servis zadužen za kreiranje i diseminaciju znanja. Po svojoj strukturi univerzitet ima interdisciplinarni pristup. Otvorenost ka stranim univerzitetima se ogleda u razmeni nastavnika, istraživača i studenata, u standardizovanim transparentnim kurikulumima, učešću u medjunarodnim projektima i promociji akademske izvrsnosti, integracije i kooperacije. IAEA posebno insistira na uvodjenju upravljanj nuklearnim znanjem kao akademske discipline U tu svrhu je 2023. objavljen dokument koji je sažeo rezultate projekta lansiranog 2005. [14, 15]

Tokom 2016. IAEA i ENEN (European Nuclear Education Network) su obnovili sporazum o upravljanju nuklearnim znanjem sa ciljem: promovisanja visokokvalitetnog nuklearnog obrazovanja i akademskih i naučnih istraživanja; promovisanja upravljanja nuklearnim znanjem, razvoja ljudskih resursa i izgradnje kapaciteta putem regionalnog umrežavanja, promovisanja razmene nastavnika i studenata, istraživanja mogućnosti za razvoj i deljenje zajedničkih publikacija i materijala, uključujući sadržaje e-učenja [13, 14]

Svojevremeno je IAEA predlagala model koji nije institucionalizovan, ali je mogao da pomogne posebno u zemljama u razvoju i koji je obuhvatao 4 nivoa nuklearnog znanja: (i) *Osnovni nivo:* Nuklearno znanje kao deo opšteg ljudskog obrazovanja i kulture (Srednja škola ~20 časova); (ii) *Srednji nivo:* Nuklearno znanje kao deo generalnog tehničkog obrazovanja i kulture. (Univerzitet ~30-40 časova); (iii) *Univerzitetski nivo*: Kompetencije formirane na

univerzitetu na Msc i PhD nivou za inženjere koji će raditi u energetskoj primene nuklearne energije i (iv) *Ekspertski nivo*: Najviši nivo nuklearne kompetencije namenjen sadašnjem i budućem reaktorskom osoblju (Univerzitet + eksterni trening)

5. ZAKLJUČAK

Fokus zaštite od zračenja je integracija bezbednosnih zahteva i standarda na radnim mestima koja su izložena jonizujućem zračenju. Očekuje se da će primena veštačke inteligencije povećati efikasnost procesa zaštitnih mera, posebno onih koji uključuju klasifikaciju podataka, pronalaženje obrazaca i identifikovanje odstupanja u podacima.

U vreme značajnog razvoja upotrebe jonizujućeg zračenja, struka zaštite od zračenja suočava se sa izazovom unapređenja kulture zaštite od zračenja širom sveta. Ugradnja zaštite od zračenja na nivou kulture unutar organizacije je daleko najefikasniji način za postizanje rezultata koji obezbedjuju vidljivost značaja zaštite od zračenja, promovisanje svesti o riziku kao i odgovornosti od nivoa regulatora preko rukovodstva do operatera. Opšte pravilo je da uspostavljanje i poboljšanje nivoa kulture uključuju kontinuirane obrazovne procese, pristup multimedijima (e-učenje, primenjene igre, itd.) i efikasnu komunikaciju među svim subjektima uključujući i blagovremeno i korektno obaveštavanje medija dostupnih široj javnosti.

6. LITERATURA

[1] Matjaž Koželj, Vesna Slapar Borišek, *Safety Culture In Radiation Protection,* , 27th International Conference Nuclear Energy for New Europe, Portorož, Slovenija , 10-13.09. 2018,

[2] *Public Attitudes to Nuclear Power*, OECD, NEA No6859, ISBN 978-92-64-99111-8, 2010

[3] Judith I. M. de Groot and Linda Steg, *Morality and Nuclear Energy: Perceptions of Risks and BenefitsPersonal Norms, and Willingness to Take Action Related to Nuclear Energy*, *Risk Analysis,* Vol. 30, No. 9, 2010, 1363-1373

[4] Eszter Horváth-Kálmán, Bakhtyar Saleh Ahmmad, *Review of Construction Risks in Nuclear Power Plant Environment* , *Journal of Built Environment*, Volume 9. Issue 1, 2024, 40- 52

[5] Natalia Golnik, Piotr Tulik, *IRPA initiative on radiation protection culture, Pol J Med Phys Eng* Volume 17, No 1, 2011, 1-12

[6] Acuñaa, S. G.; Giménez a,b, M. O.; Grinberg a,b; M.; Orikepetec, O. F.; Farrd, W, *Understanding and enhancing nuclear safety culture in nuclear power plants through a quantitative system dynamics model, BJRS Brazilian Journal of Radiation Science,* Volume 13, No1, 2025, 1-21

[7] *Safety culture in nuclear installations-Guidance for use in the enhancement of safety culture,* IAEA-TECDOC-1329, 2002

[8] K. Bachner, *Fundamentals of Nuclear Security Culture,* Brookhaven National Laboratory, BNL-212321, 2019

[9] IRPA *Guiding Principles for Establishing a Radiation Protection Culture*, International Radiation Protection Associations, 2014

[10] Geoff Gill, *The development of safety culture in the nuclear industry, Loss Prevention Bulletin ,* No288, 2022, 1-6

[11] *United Nations Activities on Artificial Intelligence (AI)*, International Telecommunication Union, ITU Pub. ISBN 978-92-61-39001-3, 2024

[12] *Artificial Intelligence for Accelerating Nuclear Applications, Science and Technology*, International Atomic Energy Agency, ISBN 978–92–0–131422–2 , 2022

[13]*Education and Training Appraisal in Radiation Protection, and Safety,* IAEA Services Series 51, IAEA, Vienna, May 2025

[14] *A Nuclear Knowledge Management Course for University Master's Level Programmes,* IAEATraining Courses Series 82, IAEA, Vienna 2023

[15] *Performance Indicators to Monitor, Assess and Improve Knowledge Management Programmes in Nuclear Organizations,* IAEA 2080, IAEA, Vienna, 2025

[16] *Maintaining Knowledge, Training and Infrastructure for Research and Development in Nuclear Safety,* IAEA INSAG-16, IAEA, Vienna, 2003

[17] *Risk Management of Knowledge Loss in Nuclear Industry Organizations,* IAEA, Vienna, 2006

ZNANJE KAO OSNOVA RAZVOJA NUKLEARNE ENERGETIKE U SRBIJI: ULOGA UNIVERZITETA I INSTITUCIONALNOG OKVIRA

Selena Samardžić Cvijanović[1], Đorđe Lazarević[2]
[1]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[2]*Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd, Srbija*
[1]selena@uns.ac.rs, [2]djordje.lazarevic@ieent.org

Kratak sadržaj: *Savremeni energetski izazovi, klimatska neutralnost i potreba za stabilnim baznim izvorima električne energije ponovo aktuelizuju nuklearnu energiju kao strateški opciju za države u tranziciji energetskog sistema. Međutim, za zemlje koje grade prvu nuklearnu elektranu, međunarodna iskustva i smernice Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) ukazuju da je razvoj nuklearnog programa pre svega proces izgradnje ljudskih resursa i obrazovne infrastrukture, a tek potom tehnološka realizacija energetskog postrojenja. Rad analizira model razvoja kadrova za nuklearne elektrane kroz istorijski pristup sistemskog planiranja ljudskih resursa i povezuje ga sa savremenim IAEA okvirom razvoja nacionalne nuklearne infrastrukture. Poseban fokus stavljen je na strukturu nuklearne radne snage, vremensku dinamiku formiranja kadrova, ulogu klasičnih inženjerskih profila sa nuklearnim dodatkom znanja, kao i na značaj univerzitetskog sektora kao početne tačke nuklearnog programa. U radu se razmatra i veza između izbora reaktorske tehnologije (Generacija III+ i SMR) i obrazovnih zahteva, kao i model faznog formiranja nastavnog kadra u uslovima kada domaća ekspertiza još ne postoji. Pokazano je da različite faze nuklearnog programa utiču na specijalnost potrebnih kompetencija, ali ne menjaju osnovnu potrebu za dugoročnim razvojem domaće baze znanja. Dugoročna reforma STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) obrazovanja i razvoj industrijsko-istraživačkog ekosistema od suštinske važnosti su za održiv nuklearni program, koji se može razvijati samo kroz plansku izgradnju akademskih, industrijskih i regulatornih kompetencija, u skladu sa međunarodnim standardima i dugoročnom strategijom razvoja znanja.*

Ključne reči: Nuklearna energetika, obrazovanje, univerziteti, institucionalni okvir

KNOWLEDGE AS THE BASIS OF NUCLEAR POWER DEVELOPMENT IN SERBIA: THE ROLE OF THE UNIVERSITY AND THE INSTITUTIONAL FRAMEWORK

Abstract: *Contemporary energy challenges, climate neutrality and the need for stable baseload electricity sources once again position make nuclear energy as a strategic option for countries undergoing the energy transition. However, for countries building the first nuclear power plant, international experience and the International Atomic Energy Agency (IAEA) guidelines indicate that the development of the nuclear program is primarily a process of building human resources and educational infrastructure, and only then the technological realisation of the energy plant. The paper analyses the personnel development model for nuclear power plants through a historical approach to systemic human resources planning and connects it to the contemporary IAEA framework for developing national nuclear infrastructure. A special focus was placed on the structure of the nuclear workforce, the temporal dynamics of personnel formation, the role of traditional engineering profiles augmented by nuclear knowledge, and the importance of the university sector as the starting point of the nuclear program. The paper discusses the relationship between reactor technology selection (Generation III+ and SMR) and educational requirements, and presents a model for the phased development of teaching staff in settings where domestic expertise does not yet exist. It has been shown that the different stages of the nuclear program affect the specificity of required competencies but do not alter the fundamental need for the long-term development of the domestic knowledge base. The long-term reform of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education and the development of the industrial-research ecosystem are essential for a sustainable nuclear program, which can be achieved only through the planned development of academic, industrial, and regulatory competencies, in accordance with international standards and a long-term knowledge-development strategy.*

Key Words: Nuclear energy, education, universities, institutional framework

1. UVOD

Tehnički aspekt „znanja" u nuklearnoj energetici obuhvata formiranje specijalizovanih stručnjaka u oblasti nuklearnih tehnologija, čiji je rad direktno povezan sa procesima kao što su fisija, upravljanje reaktorom i nuklearna sigurnost [1]. Istovremeno, većinu potrebnih kadrova čine inženjerski profili klasičnih tehničkih disciplina sa dodatnim nuklearnim kompetencijama, što potvrđuje da je nuklearni program integracija postojećeg tehničkog znanja i specijalizovanih nuklearnih oblasti. Organizacioni aspekt razvoja nuklearnog programa usklađen je sa IAEA modelom faznog razvoja infrastrukture, gde početna faza podrazumeva analizu nacionalnih infrastrukturnih kapaciteta

i koordinaciju institucija pre donošenja političke odluke o uvođenju nuklearne energije [2]. Taj pristup naglašava da obrazovni sistem i ljudski resursi predstavljaju sastavni deo infrastrukture, a ne prateću aktivnost tehničkog projekta.

Srbija se trenutno nalazi u ranoj fazi razmatranja nuklearne opcije, nakon ukidanja dugogodišnjeg moratorijuma, ali sa izraženim izazovima u oblasti ljudskih resursa. Nedostatak stručnjaka sa nuklearnim inženjerskim profilom ukazuje na prekid kontinuiteta u razvoju kadrova i potrebu za sistemskim pristupom obrazovanju i obuci [3]. Dodatni faktor predstavljaju savremene geopolitičke okolnosti i ograničenja u međunarodnoj saradnji, koja povećavaju značaj domaće baze znanja i institucionalne samostalnosti. Implikacije ovakvog stanja su značajne: bez razvijene baze znanja, potencijalni nuklearni program može kasniti više godina u odnosu na tehnički plan realizacije. Nasuprot tome, jačanje uloge univerziteta, uključujući međunarodnu saradnju i razvoj istraživačkih kapaciteta, može doprineti ne samo energetskoj sigurnosti već i širem tehnološkom i ekonomskom razvoju, kroz stvaranje visokokvalifikovanih radnih mesta i razvoj novih industrijskih sektora.

2. ISTORIJSKI MODEL RAZVOJA KADROVA KAO SISTEMATSKI PRISTUP

Međunarodne inicijative poput GNEP-a (Globalno parnertsvo za nuklearnu energiju) i Generation IV International Forum (GIF) usmerene su ka razvoju naprednih nuklearnih sistema koji kombinuju povećanu sigurnost, dugoročnu održivost i smanjenje radioaktivnog otpada. U savremenom tehnološkom okviru izdvajaju se dva ključna pravca razvoja [4, 5]:

- Generacija III+ velikih lakovodnih reaktora, kao tehnološki dokazana rešenja sa unapređenim sigurnosnim sistemima,
- SMR (Small Modular Reactor) reaktori malih i srednjih snaga, sa izraženim pasivnim sigurnosnim karakteristikama i fleksibilnošću u integraciji u elektroenergetski sistem.

Prema IAEA preporukama, država koja uvodi prvu nuklearnu elektranu treba da se opredeli za tehnologiju koja je već implementirana u praksi, što u aktuelnom trenutku daje prednost reaktorima generacije III+, dok SMR tehnologije predstavljaju perspektivno rešenje u narednim decenijama. Međutim, izbor tehnologije ne predstavlja početnu fazu nuklearnog programa. Analiza istorijskog modela razvoja kadrova pokazuje da se nuklearna energija uvodi prvenstveno kroz formiranje kompetentnog sistema znanja. Pristup profesora Dragoslava Popovića definisan u radu iz 1985. godine, polazi od toga da je nuklearni program dugoročni društveni, obrazovni i industrijski projekat, a ne samo izgradnja energetskog objekta [1]. Stručnjaci se dele na uže nuklearne specijaliste i širu grupu „klasičnih" inženjerskih profila sa dodatnim nuklearnim znanjima, što je u potpunoj saglasnosti sa savremenim međunarodnim konceptom piramide nuklearne radne snage [6]. Takođe, posebnu težinu ima vremenska dimenzija razvoja kadrova prikazana u Tabeli 1. Ovaj raspored jasno pokazuje da nuklearni program započinje u obrazovnom sistemu, a ne u fazi gradnje. Sa druge strane izbor reaktorske tehnologije ne određuje samo tehničke karakteristike elektrane, već i model raspodele odgovornosti između domaćih i stranih aktera, čime direktno utiče na strukturu potrebnih kadrova. Što je veći obim domaćeg učešća u projektovanju i realizaciji, to je veća potreba za sistematskim inženjerima, analitičkim i projektantskim kompentencijama, dok modeli nabavke po principu „ključ u ruke" pomeraju fokus ka nadzoru regulativi i kontroli kvaliteta. Na taj način izbor tehnologije postaje istovremeno i izbor obrazovnog modela, jer definiše koje discipline i nivoi ekpertize moraju biti razvijeni unutar nacionalnog sistema.

Tabela 1 – Vremenska dimenzija razvoja [1]

Period pre puštanja NE u pogon	**Tip kadra**
11-15 godina	Projektanti, istraživači, univerzitetski kadar
8-10 godina	Inženjeri projektovanja, kontrola kvaliteta
6-7 godina	Kadrovi za proizvodnju opreme
5 godina	Rukovodioci pogona specijalisti sistema
3-5 godina	Operateri

Tabela 2 – Obrazovna dimenzija IAEA faznog modela nuklearnog programa

Faza	**Karakteristike**	**Uloga obrazovanja**
Faza 1	Razmatranje nuklearne opcije i donošenje nacionalne odluke	Formiranje akademske i stručne baze
Faza 2	Priprema za izgradnju	Razvoj specijalizovanog inženjerskog kadra
Faza 3	Izgradnja i puštanje u pogon	Operativna i regulatorna osposobljenost

3. SAVREMENI INSTITUCIONALNI OKVIR

Dakle, IAEA pristup razvoja nuklearnog programa takođe polazi od stava da je nuklearna elektrana samo završna faza procesa, dok se nuklearni program razvija kroz tri infrastrukturne faze. U ovom radu se IAEA fazni model razvoja nuklearnog programa koristi kao osnova za obrazovnu interpretaciju uloge kadrova u fazama (Tabela 2), u kojima se paralelno sa institucionalnim i tehničkim sazrevanjem države razvija i odgovarajuća struktura kompetencija.

U početnoj fazi ključnu ulogu imaju državni akteri – pre svega ministarstvo nadležno za energetiku, ministarstvo nadležno za visoko obrazovanje i nacionalno telo za implementaciju nuklearnog programa (NEPIO) – čija je odgovornost da prepoznaju potrebu za razvojem nuklearnog obrazovnog sistema, definišu koje kompetencije država mora posedovati, obezbede regulatorni okvir, finansiranje razvoja studijskih programa i omoguće međunarodnu obuku kadrova [7]. U tom smislu država ne preuzima obrazovnu funkciju u užem smislu, već definiše potražnju za

kompetencijama i strateški usmerava njihov razvoj. Implementacija prve faze obrazovnog modela sprovodi se na univerzitetima kroz distribuirani interdisciplinarni pristup, pri čemu tehnički i prirodno-matematički fakulteti uvode odgovarajuće nuklearne module u skladu sa sopstvenim disciplinarnim profilom, čime se formira baza znanja neophodna za evaluaciju nuklearnih tehnologija (Tabela 3).

Tabela 3 – Matrica sistema razvoja nuklearnih kompetencija

Naučno-stručne oblasti (ili) Uže naučne oblasti	**Ključna kompetencija**	**Faza progama gde je kritična**	**Buduća uloga u NP**
Nuklearna tehnika Fizika nuklearnih tehnologija Nuklearna fizika	Fizika i tehnika nuklearnih reaktora (ovladavanje programima za poračune povratnih sprega reaktivnosti i izgaranje goriva)	Evaluacija tehnologija	Eksperti za upravljanje nuklearnom elektranom, operatori
Termotehnika Nuklearna tehnika Fizika nuklearnih tehnologija	Termohidrodinamika, i sprega termoidrodinamike i neutronike (ovladavanje programima za spregnute termohidrodinamičke i neutronsko-fizičke proračune)	Procene sa aspekta nuklearne sigurnosti	Eksperti za nuklearnu sigurnost
Nuklearna tehnika Nuklearna fizika Fizika nuklearnih tehnologija	Odlaganje iskorišćenih gorivnih elemeanta (ovladavanje programima za poračune izvora zračenja i jačina doze)	Procene sa aspekta radijacione sigurnosti	Eksperti za radijacionu sigurnost, operatori
Termotehnika, termoenrgetika, procesna tehnika	Konstrukcija reaktorskog suda, parogeneratora, pumpi, turbine i dr. komponenti	Procena sa aspekta održavanja parogeneratora, pumpi, turbine i dr. komponenti	Eksperti za održavanje mašinske opreme, operatori
Energetika, električna merenja	Električni sitemi, eletrična mreža	Procena integracije u električnu mrežu	Eksperti za održavanje eletrične opreme, operatori
Hemijske nauke, hemijski procesi	Reaktorski materijali, hemija vode.	Procena dugoročne pouzdanosti rada nuklearne elektrane	Eksperti za kontrolu hemije vode, operatori
Nuklearna fizika Nuklearna tehnika	Zaštita od zračenja (ovladavanje tehnikama merenja aktivnosti radionuklida u vazduhu, vodi i zemlji i drugim uzorcima)	Procena sa aspekta zaštite radnika, stanovništva i životne sredine	Eksperti za zaštitu od zračenja, dozimetristi
Fizičko-hemijske nauke Hemijski procesi	Tretman čvrstog i tečnog radioaktivnog otpada (RAO)	Procena sa aspekta stvaranja RAO	Eksperti za RAO, operatori
Inženjerski menadžement, Inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu	Upravljanje, rizikom, projekti, pouzdanost sistema	Strateško planiranje	Eksperti za uupravljanje projektom
Pravne nauke Javna uprava (podrška)	Nuklearna regulativa, međunarodni režimi	Formiranje regulatornog okvira	Eksperti za rad u Regulatornom telu

Ovaj proces se dopunjuje međunarodnim obukama, uključujući IAEA fellowship programe, stručne posete istraživačkim reaktorima, univerzitetima sa razvijenim nuklearnim programima i regulatornim institucijama. Paralelno se uspostavlja saradnja sa stranim univerzitetima kroz zajedničke kurseve i gostujuće predavače. Rezultat ove faze jeste formiranje manjeg, ali funkcionalnog akademskog tima. Nakon toga, u sledećoj etapi, obrazovni proces bi se mogao nadograditi kroz uvođenje nove naučne oblasti u okviru obrazovnog naučnog polja tehničko-tehnoloških nauka – nuklearna energetika i formiranje *Nacionalnog trening centra* [8], gde bi se realizovali specijalizovani programi vezani za izabranu tehnologiju, operativne sisteme i sigurnosne procedure. Paralelno je potrebno da regulatorna tela i industrijski sektor razvijaju sopstvene stručne kapacitete u domenu licenciranja, nadzora, kvaliteta i tehničke podrške u cilju formiranja zasebnog studijskog programa. Na taj način se uspostavlja višeslojni nacionalni sistem razvoja kadrova koji prati fazni razvoj nuklearnog programa i omogućava postepeni prelazak od opštih evaluacionih ka usko tehnološko-specifičnim kompetencijama [6]. Predložena matrica razvoja nuklearnih kompetencija zasniva se na distributivnom STEM modelu obrazovanja.

Iako Tabela 3 obuhvata širok spektar inženjerskih i regulatornih disciplina, pojedine oblasti koje čine jezgro nuklearne ekspertize nisu eksplicitno izdvojene kao zasebne celine. Njihovo uvođenje, na fakultetima na kojima trenutno nisu zastupljene, ne zahteva u fazi I formiranje novih studijskih programa, već integraciju kroz izborne module, specijalizovane predmete i interdsiplinarne kurseve unutar postojećih akreditovanih studija, čime se poštuje postojeći institucionalni okvir. Uvođenje specijalizovanih oblasti bi ozbedilo lakši ulazak u Fazu II. Na osnovu evropskih PhD programa u Sloveniji, Italiji, Mađarskoj i Češkoj, jezgro nuklearnih oblasti prikazano je u Tabeli 4.

Paralelno sa kurikularnim razvojem, neophodna je priprema nastavnog kadra kroz međunarodne obuke, gostujuće profesore i rad na istraživačkim projektima [3], čime se formira jezgro domaće akademske ekpertize sposobne da dugoročno održava obrazovni sistem, što je u skladu sa pristupom IAEA izgradnji nacionalne infrastrukture znanja. Praktična nastava može se realizovati kroz rad na istraživačkom reaktoru (npr. obnovljenom istraživačkom reaktoru

RB), koji omoućava eksperimentalno upoznavanje sa neutronskim poljem, merenjima i osnovama reaktorske fizike. U uslovima kada takva infrastruktura nije dostupna, praktični deo nastave može se nadomestiti pripremom naprednih simulacionih alata, trenažera [9], digitalnih modela i AI-podržanih obrazovnih alata.

Tabela 4 – Nuklearno-specifične obrazovne oblasti

Nuklearne oblasti	**Ključno za dugoročnu održivost programa i međunarodne obaveze**
Fizika nuklernih reaktora (potrebni programimi za poračune povratnih sprega reaktivnosti i izgaranja goriva)	Ključno za upravljanje nukleranim reaktorom.
Termohidrodinamika i spregnuta termohidrodinamika i neutronika (potrebni programi za termohidrodinamičke i spregnute termohidrodinamičke i neutronsko-fizičke proračune)	Ključno za nuklearnu sigurnost.
Analiza procesa u akcidentima sa oštećenjem goriva (potrebni programi za proračune efekata interakcije istopljenog goriva sa okruženjem i procene ispuštanja radionuklida u okolinu)	Ključno za minimiziranje posledica u zaprojektnim akcidentima
Analiza prostiranja oslobođenih radionuklida u akcidentima	Osnova za zaštitu stanovništva u slučaju akcidenta
Zaštita od zračenja (ALARA princip, profesionalna izloženost)	Zaštita radnika, stanovništva i životne sredine
Sigurnosna kultura i menadžment	Razvoj menadžment sistema (IAEA NG-T-6.12)
Nuklearna bezbednost	Osnova za međunarodne obaveze

4. SRBIJA TRENUTNO STANJE–IZAZOVI

Srbija se trenutno nalazi u ranoj fazi razvoja nuklearnog programa prema metodologiji IAEA, koja podrazumeva procenu nacionalne infrastrukture, institucionalnih kapaciteta i spremnosti za donošenje informisane političke odluke. U toj fazi univerziteti i istraživačke institucije imaju značajnu ulogu u identifikaciji postojećih resursa, analizi kadrovskih i tehnoloških praznina i koordinaciji pripremnih aktivnosti.

Na Samitu o nuklearnoj energiji održanom u Briselu u martu 2024. godine istaknuto je interesovanje Srbije za razmatranje opcije zasnovane na SMR, uz naglašenu potrebu za međunarodnom tehničkom i institucionalnom podrškom, kao i potencijalnim finansijskim učešćem u razvoju nuklearnog programa. U aprilu 2024. godine potpisan je memorandum o strateškoj saradnji sa Électricité de France (EDF) [3]. Nakon toga, Narodna skupština Republike Srbije usvojila je izmene i dopune Zakona o energetici, kojima je ukinuta zakonska zabrana izgradnje nuklearnih elektrana, a zakon je stupio na snagu 6. decembra 2024. godine. U narednom periodu od ključnog značaja bi bilo donošenje jasne odluke o dugoročnoj energetskoj strategiji, koja se u savremenom kontekstu neminovno vezuje za dekarbonizaciju. Mogući razvojni pravci uključuju hibridni model zasnovan na kombinaciji obnovljivih izvora energije i nuklearne energije, kao i scenario izraženijeg oslanjanja na nuklearnu opciju. U oba slučaja, akademski sektor suočava se sa potrebom da prilagodi obrazovne strukture zahtevima energetske tranzicije kroz razvoj specijalizovanih modula, interdisciplinarnih kurseva i naprednih studijskih programa. Iako je poslednjih godina došlo do postepenog profesionalnog okupljanja nuklearnih stručnjaka koji intezivno učestvuju na međunarodnim stručnim supovima i stvaraju potrebne kompetencije, konstatuje se nedostatak kadrova za pokretanje nuklearnog programa [3]. Bez konsolidovane domaće baze znanja, dugoročna energetska autonomija ostaje teško zamisliva.

5. ZAKLJUČAK

Analiza aktuelnog stanja pokazuje da se Srbija nalazi u ranoj fazi razmatranja razvoja nuklearnog programa, u kojoj se sagledavaju institucionalni kapaciteti, kadrovski potencijali i strateški pravci budućeg energetskog razvoja. U takvom kontekstu, težište aktivnosti nije na izboru konkretnih tehnoloških rešenja, već na proceni i postepenom jačanju obrazovnih, institucionalnih i regulatornih kapaciteta. Univerziteti i istraživačke institucije u tom smislu ne predstavljaju samo obrazovne ustanove, već ključne nosioce infrastrukture znanja, bez koje nijedna energetska tranzicija ka niskougljeničnom sistemu ne može biti dugoročno održiva.

6. LITERATURA

[1] Dragoslav Popović, *Kadrovi za potrebe uvođenja nuklearnih elektrana*, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet BG, 1985.
[2] IAEA, *Milestones in the development of a national infrastructure for nuclear power*, IAEA Series No. NG-G-3.1 (Rev. 2), Vienna, 2024.
[3] Predrag Kuzmanović, Jovana Knežević Radić, *Nuclear energy in Serbia as part of the green energy transition: Overview of potential and opportunities*, Akademski privrednik, 1(1):84-100, 2024.
[4] Miodrag Milošević, *Nove generacije nuklearnh energetskih sistema: Modularni nuklearni reaktori male snage*, Srpska akademija nauka i umetnosti – Akademijski odbor za energetiku, Beograd, 2022. (prezentacija).
[5] Đorđe Lazarević, *Nove generacije nuklearnh energetskih sistema: Nuklearne elektrane velikih snaga*, Srpska akademija nauka i umetnosti – Akademijski odbor za energetiku, Beograd, 2022. (prezentacija).
[6] OECD/NEA, *Nuclear Education and Training: From Concern to Capability*, Paris, 2012.
[7] Kent Freeland, *NEPIO and Its Role in Launching and Managing a Nuclear Power Project*, International Centre for Theoretical Physics, IAEA 2374-46, 2012. (presentation).
[8] Internet stranica: https://rosatomtech.ru/activity/international-training-center-for-nuclear-power-plant-personnel/
[9] Internet stranica: www.iaea.org/topics/nuclear-power-reactors/nuclear-reactor-simulators-for-education-and-training

RAZVOJ INŽENJERSKIH PROFILA ZA NUKLEARNU ENERGETIKU U REPUBLICI SRBIJI: IZAZOVI I INSTRUMENTI

Miroslav Kljajić[1], Boris Dumnić[2]
[1,2]*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*
[1]kljajicm@uns.ac.rs, [2]ftndean@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: *Sektor nuklearne energetike doživljava obnovljeno globalno interesovanje zbog ciljeva dekarbonizacije, zabrinutosti za energetsku bezbednost i napretka u tehnologijama reaktora. Međutim, održivi razvoj ovog sektora u velikoj meri zavisi od dostupnosti visokokvalifikovanih stručnjaka. Obrazovni sistemi se suočavaju sa značajnim izazovima u pripremi inženjera koji mogu da zadovolje stalne tehničke, regulatorne i društvene zahteve nuklearne energije. Ovaj rad ispituje glavne obrazovne izazove i akademske instrumente u razvoja modernih inženjerskih profila u nuklearnoj energetici, ističući tranziciju radne snage, razvoj nastavnih programa, interdisciplinarne zahteve i usklađenost između akademske zajednice i industrije. Rad takođe prikazuje i potrebne inženjerske profile u fazama planiranja, izgradnje i eksploatacije nuklearnih postrojenja.*

U Republici Srbiji javlja se rastuća potreba za kvalifikovanim stručnjacima u oblasti nuklearne energetike, usled nastojanja da se unapredi energetska bezbednost, obezbedi aktivnije učešće u evropskim i globalnim naporima za ublažavanje klimatskih promena, kao i prati razvoj savremenih tehnoloških inovacija. Shodno tome, otvara se prostor za razvoj odgovarajućih inženjerskih profila, ali ovaj proces mora biti pažljivo oblikovan u skladu sa složenim izazovima i savremenim trendovima u ovoj oblasti. Razumevanje ovih faktora od ključnog je značaja za obrazovne institucije, industrijske aktere i kreatore javnih politika, koji imaju za cilj obrazovanje buduće generacije stručnjaka u oblasti nuklearne energije.

Ključne reči: Obrazovanje; Inženjerski profil; Nuklearna energetika

DEVELOPMENT OF ENGINEERING PROFILES FOR NUCLEAR ENERGY IN THE REPUBLIC OF SERBIA: CHALLENGES AND INSTRUMENTS

Abstract: *The nuclear energy sector is experiencing renewed global interest driven by decarbonization goals, concerns about energy security, and advances in reactor technologies. However, the sustainable development of this sector largely depends on the availability of highly qualified professionals. Educational systems face significant challenges in preparing engineers capable of meeting the evolving technical, regulatory, and societal demands of nuclear energy. This paper examines the main educational challenges and academic instruments in the development of modern engineering profiles in nuclear energy, highlighting workforce transition, curriculum development, interdisciplinary requirements and alignment between academia and industry. The paper also shows the necessary engineering profiles in the phases of planning, construction and operation of nuclear plants.*

In the Republic of Serbia, there is a growing need for qualified professionals in the field of nuclear energy, driven by efforts to enhance energy security, ensure more active participation in European and global climate change mitigation initiatives, and keep pace with contemporary technological innovations. Accordingly, there is an emerging opportunity to develop appropriate engineering profiles; however, this process must be carefully shaped in accordance with the complex challenges and current trends in the field. Understanding these factors is essential for educational institutions, industry stakeholders, and policymakers aiming to educate the next generation of professionals in nuclear energy.

Key Words: Education; Engineering profile; Nuclear energy

1. UVOD

Uz nastavak rada postojećih nuklearnih kapaciteta i realizaciju novih projekata, uključujući male modularne reaktore, očekuje se izražen porast potrebe za visoko kvalifikovanim inženjerskim kadrom. Iako se nuklearni sektor na globalnom nivou suočava sa nizom tehničkih i političkih izazova, jedan od ključnih predstavlja obezbeđivanje adekvatno obučenih stručnjaka u potrebnom vremenskom okviru. Ovo pitanje ima poseban značaj s obzirom na to da nuklearna energetika u velikoj meri počiva na specijalizovanom i visoko kompetentnom kadru, neophodnom za očuvanje bezbednosti, sigurnosti i dugoročne održivosti sistema. Kako bi se odgovorilo na zahteve koji proizilaze iz produženja životnog veka postojećih nuklearnih elektrana, izgradnje novih postrojenja, kao i pojačanih aktivnosti dekomisije, procenjuje se da će do 2035. godine u nuklearnoj industriji Evropske unije biti potrebno između 70.000 i 80.000 novih direktnih radnih mesta, uz dodatnih oko 100.000 indirektnih radnih mesta [1]. Ove procene deluju utemeljeno, čak i kada se uzmu u obzir podaci o zaposlenosti iz izveštaja IAEA (2022), prema kojima su za nuklearne

elektrane sa jednim i dva bloka potrebna 732, odnosno 506 zaposlenih, raspoređenih u 43 specifične kategorije. Pored toga, očekuje se da će sektor nuklearnog istraživanja i razvoja zabeležiti rast ljudskih resursa od približno 30% [2], dok se za medicinske primene nuklearne tehnologije predviđa dodatno povećanje od oko 10% [3].

U cilju prevazilaženja nedostataka specifičnih kompetencija, industrija planira sprovođenje ciljanih obuka. Ipak, od suštinskog značaja je obezbediti snažnu institucionalnu podršku organizacijama koje pružaju akademsko obrazovanje i stručnu obuku u oblasti nuklearne energetike, u okviru specijalizovanih obrazovnih i trening programa usklađenih sa potrebnim znanjima i veštinama. Nalazi projekta EU ENEN2plus [4] dodatno potvrđuju da se dugoročna održivost obrazovanja u oblasti nuklearne energije može postići isključivo kroz intenzivniju saradnju između akademskog sektora, pružalaca stručnih obuka i industrije. Ova saradnja treba da obuhvati razvoj multidisciplinarnih studijskih programa i stručnih obuka koje podstiču razvoj kako stručnih (tehničkih), tako i opštih (mekih) veština.

2. OBRAZOVNI IZAZOVI I AKADEMSKI INSTRUMENTI U RAZVOJA INŽENJERSKIH PROFILA ZA NUKLEARNU ENERGETIKU

Nuklearna energija je složena i znanjem intenzivna oblast koja zahteva visoko specijalizovani inženjerski profil. Za razliku od mnogih drugih inženjerskih sektora, nuklearna energetika kombinuje naprednu fiziku, nauku termičkih procesa, inženjerstvo materijala, proizvodnju i prenos energije, automatsko upravljanje, analizu bezbednosti, usklađenost sa propisima i dr., a sve u okviru visoko kontrolisanog operativnog okruženja. Kako raste globalno interesovanje za napredne reaktore, male modularne reaktore i dekarbonizaciju pokrenutu nuklearnom energijom, raste i potreba za novom generacijom inženjera sa ažuriranim i diverzifikovanim kompetencijama. Razvoj inženjerskih profila u nuklearnoj energiji je pod uticajem demografskih trendova, tehnološke evolucije, promenljivih energetskih paradigmi i percepcije javnosti. Ovi faktori stvaraju skup međusobno povezanih obrazovnih izazova razvoja veština kojima se mora posvetiti pažnja kako bi se osigurala dugoročna održivost sektora.

2.1 Tranzicije inženjera i stručnjaka

Jedno od najkritičnijih pitanja u nuklearnom inženjerstvu je nedostatak mlađih kvalifikovanih nuklearnih inženjera i starosno doba postojećih inženjera i stručnjaka. Mnogi stručnjaci koji su doprineli širenju znanja nuklearne energije u prethodnim decenijama se približavaju penziji. Njihov odlazak dovodi ne samo do brojčanog deficita, već i do gubitka dragocenog znanja i iskustva vezanog za rad postrojenja, kulturu bezbednosti i regulatornu interakciju, što je sve veoma teško preneti samo kroz formalno obrazovanje. Obrazovni sistemi su pod pritiskom da ubrzaju pripremu novih inženjera, a istovremeno stvore mehanizme za prenos znanja, kao što su mentorski programi, prakse u industriji i dokumentovanje operativnog iskustva.

Jedna od mogućnosti da se premosti ovaj izazov je da se iskoristi razvijena globalna mobilnost i standardizacija. Nuklearna industrija je globalno međusobno povezana. Inženjerski profili moraju biti prilagodljivi međunarodnim standardima i prenosivi preko granica. Zajednički programi studija, međunarodne prakse i standardizovani okviri za sertifikaciju podržavaju ovu globalnu mobilnost mladih inženjera.

2.2 Interesovanje za programe u oblastima termo i elektro-energetike

Nedovoljan upis (interesovanje) na programe u oblastima termo i elektro-energetike može se reflektovati i na upis na programe nuklearne energetike. Razlozi za to na prvom mestu mogu biti ograničena svest i potencijalni izazovi pri zapošljavanju. Tome doprinose i drugi faktori, kao što su fluktuirajuća nacionalna energetska politika, smanjena vidljivosti u poređenju sa drugim disciplinama poput softverskog, mašinskog ili inženjerstva obnovljivih izvora energije, dugotrajne zabrinutosti javnosti za bezbednost i uticaj nuklearne tehnologije na životnu sredinu, i dr. Kao rezultat toga, univerziteti se mogu suočiti sa poteškoćama u razvoju i održavanju energetskih odeljenja, ulaganju u obrazovnu i laboratorijsku infrastrukturu i održavanju specijalizovane stručnosti zaposlenih.

Poboljšanje upisa zahteva kombinaciju strateškog pozicioniranja, ciljane promocije, usklađivanja sa industrijom i izgradnje poverenja. Ovo je posebno važno u oblastima u razvoju ili specijalizovanim oblastima (kao što su nuklearno inženjerstvo, energetska tranzicija, napredne tehnologije), gde je svest nerazvijena, ali potražnja može biti velika. Mogućnosti promocije su brojne, npr. snažno brendiranje programa, naglašavanje karijernog ishoda, smanjenje percepirane neizvesnosti, partnerstva sa kompanijama i međunarodnim organizacijama / univerzitetima, povezivanje programa sa nacionalnim prioritetima, zatim omogućiti prakse, stipendije, mobilnost, gostujuća predavanja i dr.

2.3 Modernizacije kurikuluma

Neophodno je usklađivanje fundamentalnih oblasti i novih tema u nastajanju. Tradicionalno obrazovanje u nuklearnom inženjerstvu oslanjalo se na jake temelje iz fizike, matematike, termodinamike, nauke o materijalima i drugog bazičnog inženjerstva. Iako ovi fundamentalne osnove ostaju neophodne, moderni nuklearni inženjeri takođe moraju razumeti i napredne digitalne alate, automatizaciju, primenu veštačke inteligencije, integrisane energetske sisteme i sl. Uključivanje novih tema bez preopterećenja kurikuluma predstavlja značajan izazov. Univerziteti moraju uravnotežiti dubinu osnovnih nuklearnih nauka sa širinom novih interdisciplinarnih oblasti. Ovo često zahteva restrukturiranje programa, uvođenje modularnog učenja i promociju celoživotnog učenja nakon osnovnih studija.

U sadašnjim uslovima, evidentan je ograničen pristup objektima za praktičnu obuku. Praktično iskustvo je ključno u obrazovanju u nuklearnom inženjerstvu. Međutim, pristup istraživačkim reaktorima, „vrućim"

laboratorijama i specijalizovanim objektima za testiranje je ograničen i skup. Mnogim institucijama nedostaje infrastruktura potrebna da studentima pruži direktno izlaganje nuklearnim sistemima, što dovodi do prekomernog oslanjanja na teorijsku nastavu. Iako digitalni simulatori i virtuelne laboratorije pomažu u ublažavanju ovog jaza, oni ne mogu u potpunosti zameniti iskustveno učenja povezano sa sistemima iz stvarnog sveta. Razvijanje međunarodnih partnerstava i zajedničkih istraživačkih objekata je sve neophodnije, ali zahteva snažnu institucionalnu podršku.

2.4 Razvoj novih interdisciplinarnih veština

Pristup interdisciplinarnim veštinama mora obuhvatiti sistemsko razmišljanje i energetske integracije. Savremene energetske sisteme karakteriše sve veća integracija između nuklearne energije, obnovljivih izvora, tehnologija skladištenja i pametnih mreža. Nuklearni inženjeri stoga moraju da razumeju širu dinamiku energetskog sistema, stabilnost mreže i hibridne energetske konfiguracije. Međutim, mnogi tradicionalni programi i dalje tretiraju nuklearnu energiju kao izolovanu disciplinu. Ovo ograničava sposobnost diplomaca da efikasno doprinesu integrisanom planiranju i međusektorskoj saradnji.

Neophodan je iskorak ka digitalnim kompetencijama i sajber bezbednosti. Digitalizacija transformiše nuklearna postrojenja kroz napredne sisteme za nadzor, algoritme prediktivnog održavanja, simulatore, automatizovane sisteme upravljanja i dr. Shodno tome, inženjeri moraju posedovati veštine u analitici podataka, modelovanju, softverskim alatima i sajber bezbednosti. Moderno obrazovanje u oblasti nuklearne energetike koristi digitalne alate kao što su napredni softveri za simulaciju, digitalni blizanci i virtuelne laboratorije. Ovi alati omogućavaju studentima da steknu praktično iskustvo sa složenim sistemima čak i kada je pristup fizičkim reaktorima ili testnim postrojenjima ograničen. Današnji obrazovni programi često zaostaju u ovim oblastima, jer bazna ekspertiza fakulteta, zahtevi za akreditaciju i inercija kurikuluma usporavaju integraciju digitalnih kompetencija i to je izazov za programe nuklearne energetike.

Inženjerski profil u oblasti nuklearne energetike mora biti obogaćen savremenim veštinama komunikacije i društvenog angažovanja. Nuklearna energija funkcioniše u veoma osetljivom društvenom i političkom kontekstu. Od inženjera se sve više zahteva da komuniciraju tehničke informacije regulatorima, kreatorima politike i javnosti. Veštine u komunikaciji rizika, etici i angažovanju zainteresovanih strana stoga postaju jednako važne kao i tehnička stručnost. Od savremenih nuklearnih inženjera se očekuje da doprinesu ciljevima održivosti i efikasno se bave javnim problemima. Obuka za analizu uticaja na životnu sredinu, komunikaciju u zajednici i etičko donošenje odluka pomaže u negovanju inženjera koji mogu da se zalažu za bezbedna i održiva nuklearna rešenja.

Ipak, navedene kompetencije se retko naglašavaju u tradicionalnim inženjerskim kurikulumima, koji teže da daju prioritet tehničkoj dubini u odnosu na društvenu interakciju.

2.5 Usklađenost akademske zajednice i industrije

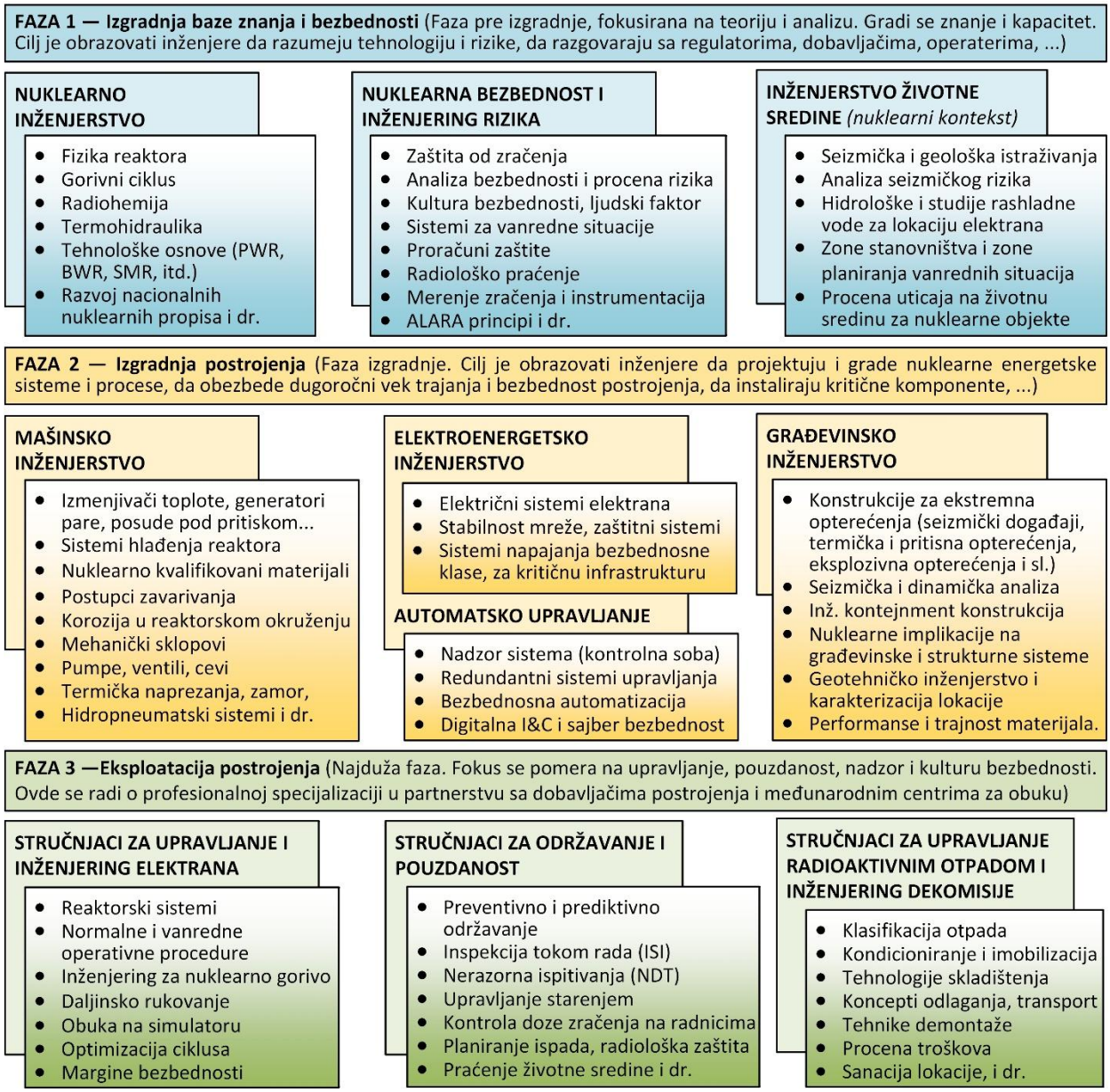
Stalni izazov je neusklađenost između akademskog obrazovanja i evoluirajućih potreba energetske industrije. Poslodavci često ističu da diplomcima nedostaju praktične veštine, poznavanje regulatornih okruženja ili iskustvo sa industrijskim standardima i procedurama. Jačanje saradnje između akademije i industrije je neophodno. Potrebna su partnerstva između univerziteta, istraživačkih institucija i industrije. Programi saradnje, kao što su kooperativne prakse, zajedničke istraživačke laboratorije / projekti, savetodavni odbori iz industrije, i dr., pomažu u usklađivanju akademskih programa sa praktičnim potrebama i osiguravaju da diplomci budu bolje pripremljeni za radno mesto.

Posebnu pažnju treba posvetiti kontinuiranom profesionalnom razvoju. S obzirom na dug operativni vek nuklearnih postrojenja i brzi tempo tehnoloških promena, početno univerzitetsko obrazovanje nije dovoljno za celu karijeru. Inženjeri moraju da se uključe u kontinuirani profesionalni razvoj, programe sertifikacije i specijalizovanu obuku tokom cele karijere. Obrazovni sistemi se stoga moraju proširiti izvan tradicionalnih programa studija kako bi uključili fleksibilne, modularne i industrijski orijentisane mogućnosti celoživotnog učenja.

3. RAZVOJ POTREBNIH INŽENJERSKIH PROFILA U FAZAMA PLANIRANJA, IZGRADNJE I EKSPLOATACIJE NUKLEARNIH POSTROJENJA

Univerziteti su zapravo mesto gde razvoj nuklearne energetike počinje. Pri tome, akademski nuklearni programi moraju biti podjednako usmereni kako na razvoj ljudskog kapitala tako i na tehnologiju. Zemlje koje su uspešno implementirale nuklearnu tehnologiju nisu počinjale razvoj kadrova od nivoa operatera reaktora, već sa jakom bazom znanja. S tim u vezi, obrazovna strategija mora biti pažljivo strukturirana, postepena i skalabilna. Umesto brzog stvaranja velikog broja usko obučenih stručnjaka, programi treba da se fokusiraju na stvaranje jake ali fleksibilne baze znanja, koja može da raste zajedno sa nacionalnom nuklearnom infrastrukturom. To podrazumeva integraciju specijalizacije orijentisane na nuklearnu energiju u postojeće inženjerske programe. Univerziteti mogu efikasno prilagoditi trenutne programe kako bi podržali razvoj nuklearne energije. Drugi aspekt obrazovne strategije je snažno međunarodno partnerstvo, posebno sa iskusnim nuklearnim zemljama. Partnerstva omogućavaju pristup razvijenoj obrazovnoj infrastrukturi, zajedničkim studijskim programima, gostujućim predavačima, zajedničkim istraživačkim projektima i stručnim praksama. Ako su u pitanju Instituti, partnerstvo bi omogućilo pristup istraživačkim reaktorima što je dragoceno za praktično iskustvo, obuku i eksperimentalno obrazovanje. Ova iskustva takođe pomažu u izgradnji profesionalnih mreža i negovanju kulture bezbednosti utemeljene u stvarnim operativnim okruženjima.

Slika 1. prikazuje ovaj fazni razvoj, odnosno pristup kako se može graditi akademski i profesionalni kapacitet, redosledom kojim se to obično i dešava, u fazama planiranja, izgradnje i eksploatacije nuklearnih postrojenja.



Slika 1. Potrebne inženjerske kvalifikacije kroz faze razvoja nuklearne energetike

4. ZAKLJUČAK

Izazovi obrazovanja i razvoja veština za nuklearnu energetiku su višedimenzionalni i duboko međusobno povezani. Ograničen broj studenata, neprilagođeni nastavni programi, infrastrukturna ograničenja, interdisciplinarne praznine i nedovoljna usklađenost sa industrijom, doprinose usporenom razvoju novih inženjerskih kvalifikacija. Rešavanje ovih izazova zahteva koordinisane napore univerziteta, industrije, i regulatornih tela. Modernizacija nastavnog programa, mogućnosti praktične obuke, jača interdisciplinarna integracija i unapređeno celoživotno učenje su neophodni koraci. Samo kroz takav sveobuhvatni pristup univerziteti mogu razviti prilagodljive inženjerske profile potrebne za podršku bezbednim, inovativnim i održivim sistemima nuklearne energije. Preduslovi za prevazilaženje pomenutih izazova postoje u obrazovnim institucijama Republike Srbije, ali realizacija zahteva osmišljen razvoj inženjerskih profila koji su tehnički jaki, prilagodljivi promenama, etički utemeljeni i vešti u interdisciplinarnoj saradnji. Da bi se ostvarili ovi ciljevi, akademske institucije, industrija i regulatorna tela moraju sarađivati i stvoriti puteve koji privlače, obrazuju i zadržavaju mlade talente u nuklearnoj energetici i širem energetskom sektoru.

5. LITERATURA

[1] Dayraut et al., Report on human resources needs in the nuclear industry until 2035, ENEN, Brussels, 2023.
[2] Deja et al., Report on human resources needs in research, safety, and waste management, ENEN, Brussels, 2023.
[3] Visvikis et al., Report on human resources needs in non-power nuclear sector applications, ENEN, Brussels, 2023.
[4] Cerbá et al., Gap analysis of VET offer for the European nuclear domain, ENEN, Brussels, 2023.

ДИГИТАЛНА ТРАНСФОРМАЦИЈА И ПРИМЕНА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ У РЕГУЛАТОРНИМ АСПЕКТИМА НУКЛЕАРНИХ ТЕХНОЛОГИЈА И НУКЛЕАРНЕ ЕНЕРГЕТИКЕ

Платон Совиљ[1], Сара Касаповић[2], Стефан Мирковић[3], Весна Спасић-Јокић[4]
[1,2, 3, 4, 5]*Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија*
[1]platon@uns.ac.rs, [2]kasapovic.sara@uns.ac.rs, [3]mirkovicst@uns.ac.rs, [4]svesna@uns.ac.rs

Кратак садржај: *Нуклеарни сектор, а посебно нуклеарна енергетика, пролазе кроз период дигиталне трансформације у којем вештачка интелигенција (ВИ) игра кључну улогу. Регулаторни оквири морају еволуирати како би испратили технолошки напредак, истовремено осигуравајући највиши ниво нуклеарне безбедности. Овај рад анализира дигиталну трансформацију и примену ВИ у оптимизацији инспекцијских надзора, предвидљивом одржавању и процени сигурности нуклеарних постројења. Посебан фокус стављен је на изазове сертификације алгоритама и етичке аспекте аутономног одлучивања у критичној инфраструктури.*

Кључне речи: дигитална трансформација, нуклеарни сектор, нуклеарна енергетика, нуклеарна безбедност, вештачка интелигенција, машинско учење.

DIGITAL TRANSFORMATION AND APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN REGULATORY ASPECTS OF NUCLEAR TECHNOLOGIES AND NUCLEAR ENERGY

Abstract: *The nuclear sector, and in particular nuclear power, is undergoing a period of digital transformation in which artificial intelligence (AI) is playing a key role. Regulatory frameworks must evolve to keep pace with technological advances, while ensuring the highest level of nuclear safety. This paper analyzes digital transformation and the application of AI in the optimization of inspection oversight, predictive maintenance and safety assessment of nuclear facilities. Special focus is placed on the challenges of algorithmic certification and the ethical aspects of autonomous decision-making in critical infrastructure.*

Key Words: digital transformation, nuclear sector, nuclear energy, nuclear safety, artificial intelligence, machine learning.

1. УВОД

Нуклеарни сектор пролази кроз фазу ренесансе, вођену потребом за декарбонизацијом, међутим, нуклеарна енергетика представља један од најстроже регулисаних сектора на свету. Регулаторни процеси су традиционално спори и ригидни, односно традиционални регулаторни приступи ослањају се на детерминистичке методе и ригидне стандарде који су деценијама осигуравали стабилност.

Дигитална трансформација омогућава прелазак са "реактивног" на "проактивни" надзор. Појава вештачке интелигенције (ВИ) и машинског учења (МУ) отвара нове могућности за повећање ефикасности, али и поставља озбиљне изазове пред регулаторна тела као што су IAEA и националне дирекције за нуклеарну сигурност. Циљ овог рада је да истражи како технолохије попут ВИ и МУ могу трансформисати регулаторне процесе — од лиценцирања нових типова реактора (као што су SMR - мали модуларни реактори) до надзора оперативних постројења.

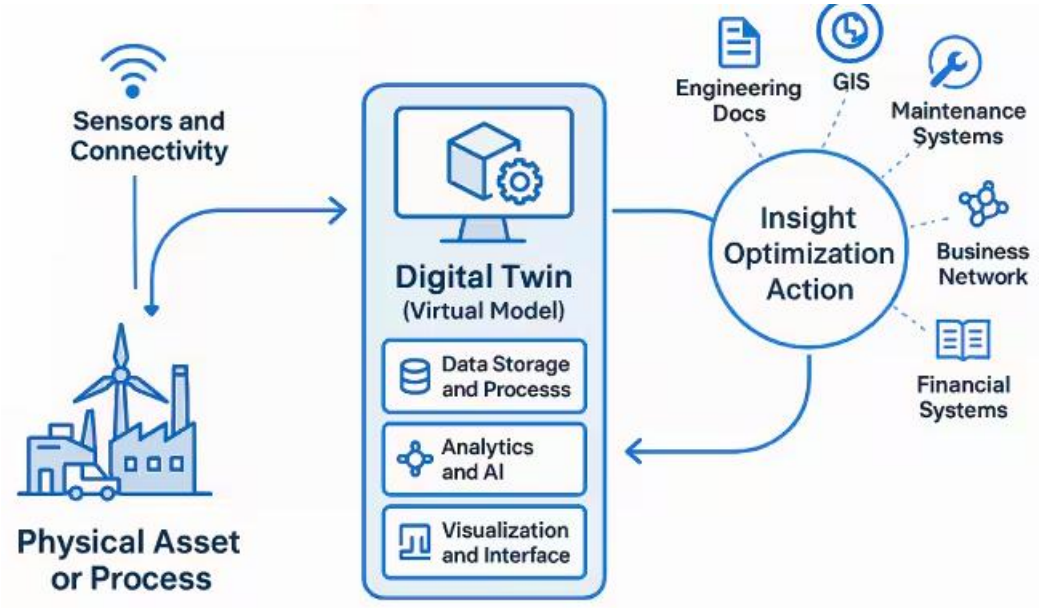
2. КЉУЧНЕ ТЕМЕ

Увођење концепата дигиталних близанаца (*Digital Twins*) (слика 1) омогућава регулаторима да симулирају сценарије акцидената са прецизношћу која раније није била могућа: у моделирању је омогућено коришћење реалних података из сензора за ажурирање дигиталног модела електране; при верификацији ВИ алгоритми могу брже идентификовати одступања од пројектованих параметара него што је то могуће ручним прегледом логова.

Примена ВИ у нуклеарном сектору може се поделити на неколико примарних домена који директно утичу на регулаторну праксу. Уместо периодичних прегледа, ВИ омогућава континуирани мониторинг компоненти. Алгоритми могу идентификовати аномалије у раду пумпи, вентила и цевовода пре него што дође до квара. Из регулаторне перспективе, ово захтева прелазак са "*prescriptive*" (прописаних) на "*performance-based*" (заснованих на учинку) регулативе.

Коришћењем вештачких неуронских мрежа, могуће је симулирати милионе сценарија акцидената у реалном времену. Ово омогућава регулаторима да брже процене вероватноћу оштећења језгра (*Core Damage Frequency* - CDF) са већом прецизношћу него традиционалним PSA методама (пробабилистичка анализа сигурности). Даље, нуклеарна постројења генеришу огромну количину техничке документације. Коришћењем

NLP (*Natural Language Processing*) технологија, регулатори могу брзо претраживати хиљаде страница извештаја о догађајима ради идентификовања системских недостатака или образаца који указују на деградацију безбедносне културе.



Слика 1. Елементи и функционисање дигиталних близанаца.

Највећа препрека широкој примени ВИ је тзв. "црна кутија" проблем (*black-box problem*). Регулатори захтевају потпуну транспарентност и објашњивост (*XAI - Explainable AI*) сваке одлуке која може утицати на безбедност. Стандардна софтверска верификација и валидација (*V&V*) нису довољни за алгоритме који уче током времена. Потребно је дефинисати нове стандарде за:

- Квалитет и репрезентативност података за тренинг.
- Отпорност на сајбер нападе (*Adversarial AI*).
- Континуирани мониторинг учинка модела након имплементације.

Интеграција ВИ у контролне системе повећава могућности за нападе на систем, тако да регулаторни оквир мора дефинисати строге границе између ВИ система за аналитику и система за физичко управљање реактором како би се спречило нежељено деловање у случају компромитовања алгоритама.

Будући правци развоја су разноврсни али се посебно издваја пут ка "паметној" регулативи јер увођење малих модуларних реактора (SMR) захтеваће бржи процес лиценцирања. ВИ омогућава креирање "дигиталних близанаца" (Digital Twins) који служе као тестна платформа за регулаторна одобрења. При свему томе важно је напоменути да вештачка интелигенција не треба да замени људски надзор, већ да га појача (*Augmented Intelligence*) и да коначна одговорност за нуклеарну сигурност остаје на човеку и државним органима.

3. ПРЕДИКТИВНА АНАЛИТИКА, ДИНАМИЧКИ НАДЗОР И РЕГУЛАТОРНИ ИЗАЗОВИ

У традиционалном моделу, нуклеарни регулатори се ослањају на детерминистичке анализе сигурности. Међутим, дигитална трансформација омогућава прелазак на пробабилистичку процену ризика (PRA) у реалном времену помоћу вештачке интелигенције. Један од највећих изазова у продужењу радног века нуклеарних електрана је праћење стања реакторске посуде. Коришћењем вештачких неуронских мрежа (ANN), регулатори могу анализирати историјске податке о зрачењу и предвидети промене у микроструктури челика.

Математички модел за предвиђање транзиционе температуре дуктилности може се представити као збир функције флуенса неутрона, хемијског састава и радне температуре са једне стране и стохастичке греше са друге стране,у коју ВИ оптимизује кроз итеративно учење, смањујући конзервативне маргине сигурности које су раније биле неопходне због мерне несигурности.

Примена дронова и робота опремљених камерама високе резолуције унутар контејнмента омогућава прикупљање визуелних података без излагања људи зрачењу. Алгоритми за компјутерску визију и деткецију објеката обучени су да препознају микро-прскотине на бетону или корозију на цевоводима које људско око може превидети у стресним условима.

Увођење ВИ у нуклеарни сектор ствара парадокс: иако ВИ повећава прецизност, његова природа "црне кутије" (black-box) је у супротности са начелом транспарентности коју захтевају међународни стандарди (нпр. *IAEA Safety Standards*). Регулаторна тела морају бити у стању да реконструишу логику иза сваке одлуке. Ако систем за вештачку интелигенцију препоручи хитно заустављање реактора (SCRAM), оператери и инспектори

морају знати који су улазни параметри довели до те тежине одлуке. Овде на сцену ступа *Explainable AI* (XAI). Може се предложити следећи оквир за сертификацију ВИ алата у нуклеарној енергетици:

1) Подаци (*Data Lineage*): Јасно порекло и квалитет података коришћених за тренинг;

2) Робусност (*Adversarial Robustness*): Отпорност модела на сајбер нападе и манипулацију улазним подацима;

3) Људски надзор (*Human-in-the-loop*): AI систем помаже, али коначну одлуку о сигурности увек доноси лиценцирани инжењер.

4. ЗАКЉУЧАК

Дигитална трансформација и примена вештачке интелигенције у регулаторним аспектима нуклеарних технологија и нуклеарне енергетике нуди потенцијал за драстично повећање ефикасности и сигурности. Међутим, неопходан је опрезан приступ који подразумева развој нових међународних стандарда и методологија за верификацију модела дигиталне трансформације и ВИ модела. Регулаторна тела морају улагати у кадрове који разумеју нуклеарну физику, нуклеарне технологије, нуклеарну енергетику и области архитектуре података како би успешно управљали овом транзицијом.

Такође, будућност лежи у развоју хибридних модела који комбинују детерминистичку физику са машинским учењем (*Physics-Informed Neural Networks* - PINNs), при чему је битно истаћи да вештачка интелигенција неће заменити човека-регулатора, већ ће му постати незаменљив алат у очувању нуклеарне сигурности у ери четврте индустријске револуције.

5. ЛИТЕРАТУРА

[1] International Atomic Energy Agency (IAEA), "*Artificial Intelligence for Natural Science and Technology*," IAEA-TECDOC, 2024.
[2] International Atomic Energy Agency (IAEA), "*Artificial Intelligence for Nuclear Applications and Resilience*", 2024.
[3] OECD Nuclear Energy Agency (NEA), "*Trustworthiness of AI in the Nuclear Sector*," 2025.
[4] Smith, J. et al., "*Regulatory Challenges of Autonomous Systems in Power Plants," Nuclear Engineering and Design, 2025*.
[5] Smith, J. et al., "*Digital Twins in Nuclear Safety Strategy*", Journal of Energy Systems, 2025.
[6] U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC), "*Strategic Plan for AI Implementation*", 2025.

OBRAZOVANJE MLADIH U OBLASTI NUKLEARNIH NAUKA: PRIMERI DOBRE PRAKSE

Jovana Knežević Radić[1], Dušan Mrđa[2], Sofija Forkapić[3], Predrag Kuzmanović[4], Miloš Garabandić[5]

[1, 2, 3]Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, Srbija
[4]Kriminalističko-policijski univerzitet, Beograd, Srbija
[5]Gimnazija "Isidora Sekulić", Novi Sad, Srbija
[1]jovana.knezevic@df.uns.ac.rs, [2]mrdjad@df.uns.ac.rs, [3]sofija@df.uns.ac.rs, [4]predrag.kuzmanovic@df.uns.ac.rs, [5]garabandic.milos@gmail.com

Kratak sadržaj: *Uprkos širokoj primeni nuklearnih nauka i tehnologija, na globalnom nivou se uočava pad interesovanja mladih za ove oblasti, kao i prisustvo brojnih zabluda i negativnih stavova vezanih za pojmove radioaktivnosti i jonizujućih zračenja. U ovom radu su prikazani oblici formalnog, neformalnog i informalnog obrazovanja mladih, sa posebnim osvrtom na savremene trendove i primere dobre prakse u svetu i Republici Srbiji. Kratko su analizirani nastavni sadržaji u osnovnim i srednjim školama, najčešće konceptualne zablude učenika, kao i doprinos različitih neformalnih aktivnosti, poput projektne nastave, edukativnih igara i projekata građanskih naučnih istraživanja, razvoju nuklearne pismenosti. Dat je i kratak pregled postojećih međunarodnih obrazovnih mreža i inicijativa. Rad ukazuje na potrebu za sistematskim i integrisanim pristupom edukaciji u oblasti nuklearnih nauka, sa ciljem razvoja znanja, kritičkog razmišljanja i razvoja pozitivnih stavova mladih prema nuklearnim tehnologijama.*

Ključne reči: obrazovanje, nuklearne nauke i tehnologije, nuklearna pismenost

EDUCATION OF YOUNG PEOPLE IN THE NUCLEAR SCIENCES FIELD: EXAMPLES OF GOOD PRACTICE

Abstract: *Despite the widespread application of nuclear sciences and technologies, a global decline in young people's interest in these fields has been observed, along with the presence of numerous misconceptions and negative attitudes related to radioactivity and ionizing radiation. This paper presents formal, non-formal, and informal educational approaches targeting young people, with particular emphasis on contemporary trends and examples of good practice worldwide and in the Republic of Serbia. Teaching contents in primary and secondary education, the most common students' conceptual misconceptions, as well as the contribution of various non-formal activities—such as project-based learning, educational games, and citizen science projects—to the development of nuclear literacy are briefly analyzed. In addition, a short overview of existing international educational networks and initiatives is provided. The paper highlights the need for a systematic and integrated approach to nuclear education, aimed at enhancing knowledge, fostering critical thinking, and promoting positive attitudes among young people toward nuclear technologies.*

Key Words: education, nuclear science and technology, nuclear literacy

1. UVOD

Nuklearne nauke i tehnologije su danas našle primenu u raznim sferama ljudskog života – u energetici, medicini, zaštiti životne sredine i industriji, što ih čini bitnim delom STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) obrazovanja [1, 2]. Pored toga, u proteklom periodu raste i važnost nuklearne energije kao zelenog izvora i jednog od rešenja za smanjenje emisije gasova staklene bašte. Međutim, brojni izveštaji ukazuju na pad interesovanja u oblasti nuklearnih nauka, što se prepoznaje kao izazov za postojanje dovoljnog broja kvalifikovanih stručnjaka u ovoj oblasti [1, 3]. Izveštaj Međunarodne agencije za atomsku energiju [4] iz 2007. godine ističe značaj postojanja različitih mreža, kao što su Evropska mreža za nuklearnu edukaciju (ENEN). Članovi ENEN-a iz Republike Srbije su Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet i Srpsko nuklearno društvo (https://www.nuclear.org.rs/). Međunarodne mreže i programi ulažu velike napore ka promociji i unapređenju nuklearnog znanja i edukacije mladih širom sveta [4, 5]. Cilj ovakvih programa je povećanje nuklearne pismenosti i smanjenje straha i predrasuda vezanih za jonizujuće zračenje. Brojne studije ističu značaj širokog i duboko ukorenjenog nuklearnog obrazovanja za razvoj raznih oblasti nauke i tehnologije, posebno onih u domenu nuklearne fizike. Između ostalih, ističe se uloga univerziteta i tehničkih škola kao institucija koje bi bile sposobne da obezbede takvo obrazovanje. Dodatno, ističe se potreba za ulaganjem napora da se privuče dovoljan broj studenata u ove oblasti, kao i da se obezbedi transfer znanja kroz generacije [1]. Pored toga, način na koji se nuklearne teme uvode u obrazovni sistem direktno utiče na kasnije stavove pojedinaca prema nuklearnoj energiji i tehnologijama. Uz to, stagnacija u razvoju ovih oblasti je uticala da se broj stručnjaka u oblasti nuklearnih nauka i tehnologija smanjuje kroz godine, a

naročito kroz odlazak u penziju nekadašnjih stručnjaka, što je situacija koja je trenutno aktuelna i u Republici Srbiji [6]. Cilj ovog rada je pregled formalnih i neformalnih oblika edukacije u oblasti nuklearnog obrazovanja i primera dobre prakse u svetu. Naglasak je stavljen na savremene trendove i preporuke.

2. NUKLEARNO OBRAZOVANJE U OSNOVNIM I SREDNJIM ŠKOLAMA

2.1 Sadržaj i metodologija nastave

Zbog generalne zahtevnosti i istorijskih razloga, teme nuklearne energije i radioaktivnosti u mnogim osnovnim i srednjim školama ostaju slabo zastupljene ili se obrađuju delimično i marginalno, što ograničava njihovu integraciju u redovnu nastavu fizike [7]. Istraživanja pokazuju da se oblast nuklearne fizike u osnovnom i srednjem obrazovanju obrađuje kroz teme: *Struktura atoma, Radioaktivni raspad, Osnovne vrste radioaktivnog zračenja, Primena nuklearne energije*. Neki autori su u svojim studijama zaključili da udžbenici, odnosno literatura koja se koristi, ima manjak ilustracija i vizuelnih elemenata koji bi doprineli boljem usvajanju pojmova. Isti autori su na osnovu rezultata istraživanja predložili odgovarajući sadržaj udžbenika za sva tri nivoa studija [8]. Poseban akcenat je dat na teme koje se tiču informacija prisutnih u svakodnevnom životu, kao što su nuklearna energija, jonizujuće zračenje u medicini, hrana koja se steriliše zračenjem, itd. Sistematsko planiranje nastavnih jedinica je neophodan segment nastave kako bi se učenicima omogućilo razumevanje osnovnih koncepata i vrednovanje rizika i koristi nuklearne energije, kao i jonizujućeg zračenja. Empirijske studije su ukazale da praktična nastava, koja uključuje radionice i izvođenje eksperimenata, značajno doprinosi povećanju znanja i boljem shvatanju kompleksnih pojmova, kao i promeni stavova učenika prema nuklearnoj energiji i zračenju [9]. Nedostatak laboratorijske opreme i eksperimentalnih aktivnosti je identifikovan kao jedna od najvećih prepreka u nastavi nuklearne fizike u školama, te se ističe potreba za digitalnim resursima [10].

2.2 Najčešće zablude u vezi pojmova u oblasti nuklearnih nauka i tehnologija

Istraživanja o znanju i stavovima učenika u srednjim školama ukazuju da mnogi učenici imaju pogrešne predstave o radioaktivnosti, što dodatno izražava potrebu da pristup nastavi mora da bude jasniji i interaktivniji [11]. Sistematska studijao zabludama, znanju i stavu učenika sprovedena je u Valensiji (Španija) tokom 2018. godine. Autori Morales i Tuzon (2020) [11] su istakli neke od najčešćih zabluda među mlađom populacijom, a to su: *Zračenje se akumulira u materiji; Zračenje je štetno za živa bića; Zračenje je veoma destruktivno i opasno; Zračenje ima različit efekat na živu i neživu materiju; Predmeti i živa bića izloženo zračenju postaju radioaktivni; Radioaktivnost se očuvava u organizmu; Radioaktivnost je veštačka pojava; Atomi ne menjaju svoju prirodu; Jonizujuće zračenje je uzrok pojave CO2 problema u životnoj sredini, kao što je efekat staklene bašte, zagađenje ili rupe u ozonskom omotaču; Svi električni uređaji emituju štetno zračenje; Zračenje se može koristiti da detektuje osećanja*. Većina navedenih zabluda proističe iz nerazlikovanja pojmova zračenja, radioaktivnosti i radioaktivnog materijala, kao i iz snažnog uticaja medijskih narativa. Isti autori su zaključili da postoje i brojne konceptualne greške koje se provlače kroz naučnu literaturu, a neke od njih su: *Termini radioaktivnost, zračenje i radioaktivni materijal se često mešaju i neadekvatno koriste; Termini izotop, radioizotop, atom i hemijski element se često mešaju ili se nedovoljno jasno razlikuju*. Jedno istraživanje sprovedeno na Univerzitetu u Nju Jorku [11], u grupi od studenata druge godine medicine, je pokazalo da 75% studenata misli da predmeti unutar prostorije sa rendgen uređajem postaju radioaktivni nakon korišćenja. Zaključak sprovedene studije je da je neophodno razvijanje novih strategija obrazovanja, koje bi vodile ka smislenog podučavanju osnovnih koncepata u nuklearnim naukama kako bi se razvijalo kritičko razmišljanje i veštine neophodne za učešće u diskusijama i donošenju odluka.

3. NUKLEARNO OBRAZOVANJE KROZ NEFORMALNE I INFORMALNE OBLIKE UČENJA

Neformalno obrazovanje je prepoznato kao obrazovanje koje uključuje organizovane i planirane obrazovne aktivnosti koje podstiču individualno i društveno učenje, a istovremeno pružaju sticanje različitih znanja, veština, razvoj stavova i vrednosti, a koje se dešavaju van sistema formalnog obrazovanja [12]. Sajmovi nauke, posete istraživačkim institucijama i projekti građanske nauke smatraju se oblicima neformalnog obrazovanja, jer su organizovani, imaju obrazovne ciljeve, ali se realizuju van formalnog školskog sistema [13]. Ove aktivnosti imaju dokazani pozitivan uticaj na znanje, stavove i interesovanje učenika i studenata prema naučnim disciplinama, uključujući i kompleksne teme poput zračenja i nuklearnih tehnologija [9, 14]. Interesantan primer prakse koja je korišćena za poboljšanje podučavanja nuklearnih pojmova i shvatanja kompleksnih koncepata među učenicima je korišćenje društvenih igara, tačnije kartica sa različitim pojmovima poput vremena poluraspada, vrsta zračenja i primene radionuklida [15]. Pomenuta igra je razvijena u Ujedinjenom Kraljevstvu, a korišćena je u radu sa učenicima škole u Sjedinjenim Američkim Državama, pri čemu su učenici anketirani pre i posle korišćenja kartica. Rezultati sprovedene studije su pokazali da ovakav interaktivan pristup može doprineti poboljšanju razumevanja i angažovanja prilikom učenja nuklearnih veština. U poređenju sa tradicionalnim pristupom, ovakvi oblici učenja pokazuju veći stepen angažovanja i dugotrajnijeg zadržavanja znanja. Drugi autori su prikazali studiju projektne nastave u oblasti nuklearne energije [7]. Projektna nastava je metod u kom učenici istražuju aktuelne probleme, sa ciljem sticanja znanja i dubljeg razumevanja. Ovaj metod je okrenut ka učeniku, nasuprot tradicionalnim metodama u kom je uloga nastavnika centralna uloga. U okviru projektne nastave, učenici su posetili i laboratoriju medicinskih fizičara. Rezultat

studije je da je projektna nastava bitan deo učenja, pri čemu je istaknut značaj saradnje između škola i naučnih i istraživačkih institucija.

Za razliku od neformalnog, informalno obrazovanje predstavlja različite, uglavnom individualne, obrazovne aktivnosti samoinicirane od strane osobe koja uči ili spontano sticanje različitih iskustava i znanja tokom života. Spontano sticanje znanja može biti kroz različite kanale, kao npr. učenja putem elektronskih medija i interneta. Informalno učenje je prepoznato kao jedan od ključnih elemenata sveokupne vizije 21. veka i ključ za stimulisanje rasta i razvijanja veština i kompetencija koje su očekivane da se razviju kod pojedinca, kao i načina na koji se ove veštine uče [16]. Poslednju deceniju smo svedoci ubrzane ekspanzije društvenih mreža i uticaja koji one imaju na mlade. Informacije, pa i dezinformacije se šire velikom brzinom, a danas su aktuelne kratke informacije koje se dobijaju na društvenim mrežama. Društvene mreže same po sebi nisu loš alat, ali bez stručnog posredovanja mogu doprineti produbljivanju zabluda. Jedna od studija sprovedenih u SAD, analizirala je mogućnost korišćenja instagrama kao alata za informalnu edukaciju u oblasti nuklearne medicine, naročito među mladima u toku obučavanja ili na početku svoje karijere. Zaključeno je da društvene platforme predstavljaju koristan alat za dopiranje do većeg broja dodatnih potencijalnih stručnjaka, kao i efikasan metod za ohrabrenje angažovanja celoživotnog učenja. Dobar primer edukacije u oblasti nuklearnih nauka jesu i projekti građanskih naučnih istraživanja. Ovakvi projekti omogućavaju da se građani, uključujući i učenike i studente, aktivno uključe u naučne aktivnosti. Takve inicijative, poput evropskog *RadoNorm* projekta (https://www.radonorm.eu/) ili globalne *Safecast* mreže (https://en.wikipedia.org/wiki/Safecast), ne samo da povećavaju kvantitet i kvalitet podataka dostupnih nauci, već podstiču i naučnu pismenost i svest o rizicima i koristi nuklearnih tehnologija u zajednici. Pored toga, preko različitih organizacija i partnerstava (npr. *European Partnership for Radiation Protection Research/ASNR* https://pianoforte-partnership.eu/) održavaju se radionice i projekti koji okupljaju stručnjake i građane kako bi diskutovali o postojećim i budućim projektima uključivanja građana u merenje zračenja i zaštite životne sredine. Jedan od radova [17] analizirao je uticaj projekata građanske nauke i zaključeno je da ovakvi projekti povećavaju znanje i svest o rizicima, ali imaju i potencijal za širi društveni uticaj i na ponašanje učesnika. Građanska naučna istraživanja u Srbiji imaju relativno kratku istoriji i prvi projekti su dobijeni 2023. godine, finansirani od strane Centra za promociju nauke. U 2024. je izabran za finansiranje projekat NATURALE (https://www.cpn.edu.rs/javnipoziv_gni_2024) koji ima za cilj da učenicima osnovnih i srednjih škola približi fenomen radioaktivnosti i izvore radioaktivnosti u prirodi, kroz edukativne šetnje i učešće u naučno-istraživačkom radu (https://projekatnaturale.com/). Koordinator projekta je Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu, a partnerske institucije su Gimnazija „Isidora Sekulić" iz Novog Sada i Osnovna škola „Vuk Karadžić" iz Bačke Palanke.

4. OBRAZOVNE MREŽE U OBLASTI NUKLEARNIH NAUKA

U svetu postoji više mreža koje se fokusiraju na oblast edukacije u okviru nuklearnih nauka i tehnologija. Jedna od njih je Evropska mreža za nuklearnu edukaciju (https://enen.eu/). Ova organizacija je neprofitabilna organizacija osnovana 2018. u okviru belgijskog zakona, sa glavnim ciljem razvijanja kompetencija u nuklearnim oblastima. U okviru ENEN-a, podstiče se saradnja među univerzitetima, istraživačkih organizacija, regulatornih tela, industrije i svih drugih organizacija koje su uključene u primene nuklearnih nauka i jonizujućeg zračenja. ENEN do sada broji 88 članova i 15 međunarodnih projekata koji su trenutno aktuelni. Projekti su iz oblasti edukacije i treninga, nuklearne energije, nuklearne bezbednosti, zaštite od zračenja, istraživanja i upravljanja otpadom. ENEN mreža godinama organizuje i različita takmičenja koja podstiču učenike i studente da se takmiče u oblasti nuklearnih nauka i tehnologija, a pored toga finansiraju i održavanje nuklearnih kampova radi promocije nauke i istovremeno sticanje znanja. U junu 2025. godine, održan je prvi takav kamp u Republici Srbiji, koji je organizovao profesor fizike iz Gimnazije „Isidora Sekulić" u Novom Sadu, Miloš Garabandić, a koji je okupio 20 učenika srednje škole. Nuklearni kamp je trajao pet dana, a tokom trajanja kampa, učenici su imali priliku da posete Institut za nuklearne nauke „Vinča", Planetarijum u Novom Sadu, Institut za onkologiju Vojvodine u Sremskoj Kamenici i da čuju predavanja profesora sa Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu, kao i gostiju iz inostranstva.

Organizacija Evropsko nuklearno društvo (https://www.euronuclear.org/), u okviru Mreže mladih organizuje takmičenje *Innovation for Nuclear* (I4N), koje ohrabruje mlade, studente i istraživače, da osmisle inovativne ideje u oblastima nuklearnih nauka i tehnologija, primenljive za rešavanje različitih globalnih problema i aspekata razvoja društva. U Republici Srbiji je nacionalno takmičenje I4N organizovano po prvi put 2025. godine, u organizaciji Mreže mladih Srpskog nuklearnog društva. Pored ENEN-a, postoji više organizacija na međunarodnom i regionalnom nivou posvećenih nuklearnoj edukaciji, kao što su ANENT (https://www.iaea.org/services/networks/anent), AFRA-NEST (https://www.iaea.org/services/networks/afra-nest), LANENT (https://www.iaea.org/services/networks/lanent) i STAR-NET (https://www.iaea.org/services/networks/star-net), koje su uspostavljene uz podršku Međunarodne agencije za atomsku energiju radi razmene resursa, nastavnih materijala i saradnje na kurikulumima [4]. Slično ENEN-u, postoji organizacija (NRC Network https://www.cinch-project.eu/meet-cinch/nrc-network/index.html) koja doprinosi unapređenju nuklearnog obrazovanja kroz obuku, standardizaciju i razvoj zajedničkih kurseva, dok globalne platforme poput NEA Global Forum povezuju akademske institucije i istraživače širom sveta (https://www.oecd-nea.org/jcms/j_6/home). Prikazane mreže predstavljaju ključnu infrastrukturu za održivost nuklearnog obrazovanja, posebno u zemljama koje nemaju razvijen nuklearni sektor.

5. ZAKLJUČAK

Oblast nuklearnih nauka i tehnologija je jedna od ključnih oblasti održivog razvoja i rešenja pojedinih globalnih promena. Ipak, ova oblast je prepoznata kao oblast sa manjkom stučnog kadra, ne samo u našoj zemlji, već i na svetskom nivou. Glavni problemi u pogledu edukacije mladih uzrokovani su pogrešnim shvatanjima ključnih pojmova, koji se stiču kako kroz formalne oblike obrazovanja, tako i kroz neformalne i informalne oblike, a u poslednjim decenijama najintenzivnije putem medija i društvenih mreža. Problem nedostatka kadra i privlačenja potencijalnih ljudi koji bi se bavili ovom oblašću, zahteva uključivanje svih zainteresovanih strana – od nastavnika i profesora, preko univerzitetskih profesora, do regulatornih tela i industrije. Neophodan je sistematski pristup reforme gradiva koje se uči u osnovnim i srednjim školama, kao i modernizacija nastavnog sadržaja. Prikazani primeri dobre prakse ukazuju da kombinacija formalnog obrazovanja, neformalnih aktivnosti i građanskih naučnih istraživanja može značajno doprineti razvoju nuklearne pismenosti i interesovanja mladih. U svetlu neformalnog i informalnog obrazovanja, istaknut je značaj postojanja obrazovnih mreža, koje, povezuju stručnjake u oblasti nuklearnih nauka i tehnologija, podstiču razmenu iskustva i pružaju podršku i smernicu kako razvijenim nuklearnih zemljama, tako i onima koje su na tom putu. Na samom kraju, potrebno je istaći da bez koordinisanog i dugoročnog pristupa nuklearnom obrazovanju, rizikuje se gubitak znanja i kompetencija koje su neophodne za bezbednu i odgovornu primenu nuklearnih tehnologija u savremenom društvu i percepciju rizika i stavova prema nuklearnoj energiji i tehnologijama u javnosti.

6. LITERATURA

[1] *Nuclear Education and Training: Cause for Concern?*, Nuclear Energy Agency, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, 2000.

[2] *IAEA Empowers African Teachers with Educational Science Kits to Enhance Learning*, International Atomic Energy Agency (IAEA), IAEA News, 2023.

[3] *Nuclear Education and Training: From Concern to Capability*, Nuclear Energy Agency, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, 2012.

[4] *Nuclear Educational Networks: Experience Gained and Lessons Learned*, International Atomic Energy Agency (IAEA), IAEA TECDOC-2007, Vienna, 2022.

[5] *Empowering Educators and Advancing Nuclear Science Education*, International Atomic Energy Agency (IAEA), IAEA News, 2024.

[6] Predrag Kuzmanović, Jovana Knežević Radić, *Nuclear Energy in Serbia as Part of The Green Energy Transition: Overview of potential and opportunities*, Akademski privrednik, 1, Visokoškolska ustanova Univerzitet "Privredna Akademija" Brčko distrikt BIH, Brčko, 2024.

[7] Georgios Tsaparlis, Sotirios Hartzavalos, Vasiliki Vlacha, Constantina Malamou, Ioanna Nella, Christina Pantoula, A*ffective and Cognitive Outcomes of Project-based Teamwork in a Model Lower Secondary School: The Case of Nuclear Energy*, Science Education International 31(1), 52–64, 2020.

[8] Eun Ok Han, Jae Rok Kim, Yoon Seok Choi, James Lochhead, *Development of Nuclear Energy and Radiation textbooks for Elementary, Middle, and High School Students*, Journal of Radiation Protection and Research, 40(3), 132–142, 2015.

[9] Eun Ok Han, Jae Rok Kim, Yoon Seok Choi, *Educational Effects of Radiation Work-Study Activities for Elementary, Middle, and High School Students*. *Nuclear Engineering and Technology*, 46(1), 91–98, 2014.

[10] Aziz Taoussi1, Ahmida Chikhaoui1, Khalid El Khattabi1, Hassan Yakkou, *Analysis of obstacles in teaching and learning nuclear physics: towards a digital approach in secondary education*, International Journal of Evaluation and Research in Education, 14(5), 3846–3858, 2025.

[11] Anabel Morales, Paula Tuzón*, Misconceptions, knowledge, and attitudes of secondary school students towards the phenomenon of radioactivity,* Science and Education, 31, 405–426, 2022.

[12] Reč više: *Celoživotno učenje i neformalno obrazovanje*, Bilten broj 3, Decembar 2007.

[13] *International Standard Classification of Education: ISCED 2011*, UNESCO Institute for Statistics, Montréal: UNESCO, 2012.

[14] John H. Falk, Lynn D. Dierking *Learning from Museums, Science Centers, and Other Informal Educational Settings*. Routledge, 2018.

[15] Sarah Elizabeth Lu, Shaun Hemming, Jamie Purkis, Stephen P. LaMont, *Global lessons: a comparative analysis of nuclear gamification's impact in American and British students*, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 334, 9243–9248, 2025.

[16] Slađana Petković, Pool of European Youth Researchers, *Desk study on the value of informal education, with special attention to its contribution to citizenship education, civic participation and intercultural dialogue and learning*, European citizenship, peace-building and conflict transformation, 2018.

[17] Mabel Akosua Hoedoafia, Meritxell Martell, Tanja Perko, *Evaluating citizen science projects: insights from radon research*, Frontiers in Environmental Science, 12, 1436283, 2024.

Trendovi razvoja 2026

Novi Sad, Vrnjačka Banja

www.trend.uns.ac.rs