



Veleučilište u Virovitici

EKONOMIJA, TURIZAM, TELEKOMUNIKACIJE I RAČUNARSTVO



Vol. VIII, br. 1,
2026.



Virovitica University of Applied Sciences

ECONOMICS, TOURISM, TELECOMMUNICATIONS AND COMPUTER SCIENCE



Vol. VIII, No. 1,
2026.

Impressum

Nakladnik/Publisher:

Veleučilište u Virovitici - Virovitica University of Applied Sciences

Glavni urednik/Editor in chief:

nas.izv.prof.dr.sc. Dejan Tubić, prof.struč.stud, glavni urednik

Izvršni urednik/Executive Editor:

dr.sc. Željka Kadlec, prof.struč.stud.

Lektura/Linguistic Adviser:

Ivana Vidak Teskera, dipl.bibl. i prof.

Tehnički urednik/Technical Editor:

Siniša Kovačević, mag.ing.tech.inf., pred.

Adresa uredništva/Address of the Editorial Board:

Veleučilište u Virovitici
Matije Gupca 78, 33000 Virovitica
Tel: +385 33 721 099
Fax: +385 33 721 037
E-mail: urednik@vuv.hr

Naslovnica/Front Page:

Veleučilište u Virovitici/Virovitica University of Applied Sceince

Grafičko oblikovanje/Graphic Design:

Veleučilište u Virovitici/Virovitica University of Applied Sceince

Izlazi od/Since:

2019. godina/Year 2019.

Učestalost izlaženja časopisa/Publishing frequency:

Dva puta godišnje/Biannually

ISSN 2670-8930

DOI: <https://doi.org/10.70077/et2er>

Prava korištenja: časopis „ET²er – ekonomija, turizam, telekomunikacije i računarstvo” je časopis u otvorenom pristupu. Sadržaj časopisa u cijelosti je besplatno dostupan. Korisnici smiju kopirati i distribuirati materijal te mijenjati, preoblikovati ili prerađivati materijal sve dok citiraju izvor na odgovarajući način.



Ovaj časopis je licenciran pod [Creative Commons Imenovanje 4.0 međunarodna licencom](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Otvoreni pristup: Časopis ET²er je časopis sa otvorenim pristupom, što znači da je sav sadržaj besplatno dostupan bez naknade i nema naknada za obradu članaka (APC). Pojedinačnim korisnicima je dopušteno čitati, preuzimati, kopirati, distribuirati, ispisivati, pretraživati ili povezivati pune tekstove članaka ili ih koristiti u bilo koju drugu zakonitu svrhu, bez prethodnog traženja dopuštenja od izdavača ili autora. To je u skladu s BOAI definicijom otvorenog pristupa.



Dijamantni časopis / Diamond Journal - Časopis je usklađen s kriterijima baze [Diamond Discovery Hub](https://diamonddiscovery.org/)



Časopis je uvršten u **ERIH PLUS** (European reference index for the humanities and social sciences) bazu, čime je postao časopis koji se kategorizira u znanstvene radove druge skupine (a2).

Uredništvo/Editorial Board:

nas.izv.prof.dr.sc. Dejan Tubić, prof.struč.stud., glavni urednik, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

dr.sc. Željka Kadlec, prof.struč.stud., izvršna urednica, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

Siniša Kovačević, mag.ing.tech.inf., pred., tehnički urednik, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

dr.sc. Irena Bosnić, prof.struč.stud., članica, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

dr.sc. Anita Prelas Kovačević, prof.struč.stud., članica, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

dr.sc. Zrinka Blažević Bognar, prof.struč.stud., članica, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

dr.sc. Mladena Bedeković, prof.struč.stud., članica, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

dr.sc. Damir Ribić, prof.struč.stud., član, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

Ivan Heđi, dipl.ing., v.pred., član, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

Ivana Vidak Teskera, dipl.bibl. i prof., v.pred., članica, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

dr.sc. Rikard Bakan, v.pred., član, *Veleučilište u Virovitici, Virovitica, Hrvatska*

prof.dr.sc. Mato Bartoluci, član, *Ekonomski fakultet Zagreb, Zagreb, Hrvatska*

prof.dr.sc. Oliver Kesar, član, *Ekonomski fakultet Zagreb, Zagreb, Hrvatska*

prof.dr.sc. Željko Požega, član, *Ekonomski Fakultet u Osijeku, Osijek, Hrvatska*

doc.dr.sc. Saša Petar, prof.struč.stud., član, *Sveučilište Sjever, Koprivnica, Hrvatska*

dr.sc. Vlado Halusek, prof.struč.stud., član, *Osnovna škola Kloštar Podravski, Kloštar Podravski, Hrvatska*

dr.sc. Igor Petrović, prof.struč.stud., član, *Parpar d.o.o., Bjelovar, Hrvatska*

dr.sc. Sanela Vrkljan, v. pred., član, *Visoka škola Aspira, Zagreb, Hrvatska*

izv.prof.dr.sc. Đorđije Vasiljević, član, *Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Department of Geography, Tourism and Hotel Management*

prof.dr.sc. Viktória Szente, član, *Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE) Kaposvár Campus, Institute of Agriculture and Food Economics, Kaposvár, Mađarska*

dr.sc. Joanna Pioch, član, *Faculty of Economics and Finance, Sopot University of Applied Sciences, Sopot, Poljska*

prof.dr.sc. Slagjana Stojanovska, član, *Skopje, Makedonija*

izv.prof.dr.sc. Ante Rončević, član, *Sveučilište Sjever, Hrvatska*

izv.prof.dr.sc. Petar Mišević, član, *Sveučilište Sjever, Hrvatska*

ET²eR

Predgovor

//

Časopis „ET²eR – ekonomija, turizam, telekomunikacije i računarstvo” obuhvaća teme iz područja ekonomije, s posebnim naglaskom na poduzetništvo i menadžment, turizma, kao i teme iz domene informacijskih i komunikacijskih tehnologija te računalnog programiranja. Časopis se bavi i onim temama koje su povezane s problematikom interdisciplinarnog pristupa gore navedenih područja.

Časopis „ET²eR” namijenjen je svima koji žele dati doprinos poticanju i razvijanju primijenjene stručne djelatnosti. Svrha časopisa je upoznavanje šire javnosti s novostima iz navedenih područja i popularizacija struke. Stoga ohrabrujem sve potencijalne autore da prijave svoje radove za objavljivanje.

Zahvaljujem se svim autorima, recenzentima, uredništvu časopisa na znanju i trudu uloženom na kreiranje ovog broja časopisa „ET²eR – ekonomija, turizam, telekomunikacije i računarstvo”.

//

Glavni urednik

nas.izv.prof.dr.sc. Dejan Tubić, prof. struč. stud.

ET²eR

Recenzenti - *Reviewers*

Marta Alić

Tehničko veleučilište u Zagrebu - *Zagreb University of Applied Sciences*

Božidar Jaković

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Marijana Špoljarić

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Vlado Halusek

Sveučilište Sjever – *University North*

Mladena Bedeković

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Dubravka Maras

Sveučilište Vrn - *Vrn University*

Siniša Kovačević

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Damir Vuk

Veleučilište u Virovitici (umirovljeni profesor) - *Virovitica University of Applied Sciences*

Ivana Vidak Teskera

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Rikard Bakan

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Dejan Tubić

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Nikolina Pleša Puljić

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Zrinka Blažević Bognar

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Damir Ribić

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Irena Bosnić

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Marko Hajba

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Kristijan Čović

Veleučilište Baltazar Zaprešić - *Baltazar Zaprešić Polytechnic*

Anita Prelas Kovačević

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Danijela Vakanjac

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Ivan Heđi

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Matko Zrnić

Veleučilište u Virovitici - *Virovitica University of Applied Sciences*

Sendi Deželić

Veleučilište Baltazar Zaprešić- *Baltazar Zaprešić Polytechnic*

Sadržaj

1. Točka promjene kao alternativa točki maksimalnog odstupanja
umjerenju kognitivnog konflikta
A Change Point as an Alternative to the Maximum Deviation in
Measuring Cognitive Conflict
Marko Maliković 1
2. Uloga kružne ekonomije u oblikovanju krizne otpornosti poduzeća u
Hrvatskoj
The Role of the Circular Economy in Shaping Corporate Crisis
Resilience in Croatia
Kadlec Željka 9
3. Upravljanje emocijama u visokoškolskom obrazovanju iz perspektive
nastavnika i studenata
Emotion management in higher education from the perspective of
teachers and students
Ivana Lacković, Katarina Dadić 20
4. Digitalna transformacija i diversifikacija usluga računovodstvenih
servisa u Republici Hrvatskoj
Digital transformation and diversification of accounting services in the
Republic of Croatia
Antal Balog, Ivana Dasović 27
5. Fiskalni izazovi digitalnih nomada u kontekstu međunarodne
mobilnosti rada i turizma
Fiscal challenges of digital nomads in the context of international labor
mobility and tourism
Bedeković Mladena 39
6. Implementacija regenerativnih praksi i transformacije destinacija u
međunarodnom turizmu
Implementacija regenerativnih praksi i transformacije destinacija u
međunarodnom turizmu
Jasmina Gržinić, Gaia Bogolin, Alessandro Manzin 47
7. Stres, izgaranje, stresori i samoprocjena kompetencija samopomoći
učitelja osnovnih škola u gradu Virovitica
"Stress, burnout, stressors, and self-assessment of self-help
competencies among primary school teachers in the Town of
Virovitica"
Martina Blažević, Marijana Špoljarić, Jasenka Kolarić Barač 57

8. Utjecaj digitalne transformacije na poslovanje hotelskih opskrbnih lanaca: iskustvo jadranske regije The impact of digital transformation on hotel supply chain operations: the experience of the Adriatic region <i>Luka Samaržija</i>	63
9. Utjecaj digitalizacije poslovnih procesa na kontrolu troškova i učinkovitost građevinskih projekata – studija slučajeva The Impact of Business Process Digitalization on Cost Control and the Efficiency of Construction Projects – A Multiple Case Study <i>Petra Musić</i>	73
10. Tehnostres i zadovoljstvo poslom u bankarskom sektoru Technostress and job satisfaction in the banking sector <i>Amina Osmanhodžić, Amela Bešlagić</i>	82
11. Sustav automatskog navodnjavanja temeljen na prediktivnom upravljanju modelom s IoT arhitekturom Automatic Irrigation System Based on Model Predictive Control and IoT Architecture <i>Luka Kićinbaći</i>	88
12. Automatizirano izvještavanje o aktualnim kibernetičkim prijetnjama Latest cyber threats events automated reporting workflow <i>Enes Ciriković, Ivan Benke, Danijel Koprivanac, Matko Zrnić</i>	96
13. Programska implementacija 2AFC eksperimenta u PsychoPy okruženju uz praćenje pokreta miša Programmatic Implementation of a 2AFC Experiment in PsychoPy with Mouse Tracking <i>Marko Maliković</i>	104



Točka promjene kao alternativa točki maksimalnog odstupanja u mjerenju kognitivnog konflikta

A Change Point as an Alternative to the Maximum Deviation in Measuring Cognitive Conflict

Marko Maliković¹

¹Filozofski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Sveučilišna avenija 4, 51000 Rijeka, Hrvatska, marko@uniri.hr

Sažetak

Pokreti računalnog miša ispitanika tijekom sudjelovanja u istraživanju predstavljaju vrstu parapodataka koja je posebno zanimljiva jer pruža dodatne uvide u način razmišljanja i proces odlučivanja ispitanika, a koji se ne mogu dobiti iz samih odgovora ili vremena reakcije. Maksimalno okomito odstupanje od idealne putanje jedna je od najčešće korištenih mjera kao kvantitativni pokazatelj kognitivnog konflikta u zadacima odlučivanja. Zbog relativno nejasne interpretacije te mjere, u ovom radu razmatra se alternativni pristup temeljen na razlici udaljenosti točaka putanje do ponuđenih odgovora u točki promjene određenoj CUSUM algoritmom. Sekundarnom analizom javno dostupnih podataka i primjenom linearnog mješovitog modela pokazuje se da eksperimentalni uvjet koji pokazuje efekt pri primjeni mjere maksimalnog odstupanja pokazuje efekt i pri primjeni tako definirane točke promjene. Rezultati upućuju na to da takva točka promjene može poslužiti kao valjana alternativa ili dopuna maksimalnom odstupanju, uz slične obrasce učinaka i potencijalno jasniju interpretaciju dinamike odlučivanja.

Ključne riječi

CUSUM, kognitivni konflikt, maksimalno odstupanje, pokreti računalnog miša, točka promjene

Abstract

Computer mouse movements of participants during the study represent a type of paradata that is particularly valuable because they offer additional insights into participants' thinking and decision-making processes that cannot be obtained from responses or reaction times alone. Maximum vertical deviation from the ideal trajectory is one of the most commonly used measures and serves as a quantitative indicator of cognitive conflict in decision-making tasks. Due to the relatively ambiguous interpretation of this measure, this paper considers an alternative approach based on the difference in distances between trajectory points and the response options at the change-point identified using the CUSUM algorithm. Using a secondary analysis of publicly available data and a linear mixed model, the analysis shows that an experimental condition that exhibits an effect when using maximum deviation also shows an effect when using the change-point defined in this way. The results suggest that such a change-point may serve as a valid alternative or complement to maximum deviation, exhibiting similar patterns of effects and potentially providing a clearer interpretation of decision-making dynamics.

Keywords

CUSUM, cognitive conflict, maximum deviation, computer mouse movements, change-point

Uvod

Parapodaci su podaci o procesu sudjelovanja u istraživanju, a ne oni koji su predmet istraživanja. Parapodaci nastaju iz interakcije sudionika s instrumentima istraživanja dok odgovara na pitanja ili rješava zadatke. U ovom radu razmatraju se parapodaci nastali tijekom interakcije sudionika s računalnim instrumentima istraživanja. Oni se obično dijele na nekoliko tipova: *parapodatke o pristupu*, poput vremena pristupa, trajanja i vrste uređaja; *parapodatke o odgovaranju*, poput vremena reakcije i promjena u odgovorima; te *parapodatke o procesu odgovaranja*, koji uključuje pokrete računalnog miša, skrolanje i navigaciju među pitanjima (Kroehne i Goldhammer, 2018). Pokreti računalnog miša su posebno zanimljivi jer pružaju dodatne informacije o načinu razmišljanja i procesu odlučivanja ispitanika koje se ne mogu dobiti iz samih odgovora ili vremena reakcije. Danas postoje razvijene platforme i alati za prikupljanje pokreta računalnog miša i njihovu kasniju obradu i analizu kao što su na primjer *JATOS* (Lange i sur., 2015) i *Mousetrap* (Kieslich i Henninger, 2017). Da bi prikupljanje i analiza pokreta miša dala najbolje rezultate, potrebno je pažljivo osmisliti dizajn računalnog testa. Spivey i sur. (2005) su osmislili i primijenili eksperimentalni dizajn testa prisilnog izbora s dvije alternative, koji se i danas široko primjenjuje, a služi za mjerenje kognitivne aktivnosti pri odlučivanju (Schoemann i sur., 2020). U toj vrsti testa se u zadacima od ispitanika traži da od dvije ponuđene opcije odabere jednu i ne postoji mogućnost odgovora "Ne znam", "Nisam siguran" ili da ispitanik uopće ne odgovori (Leontyev i Yamauchi, 2021). U računalnom dizajnu takvog testa se ispitaniku najprije na dnu ekrana prikazuje početni gumb na koji treba kliknuti mišem da bi se pojavio podražaj ili mogući odgovori. Nakon toga ispitanik daje odgovor klikom na jedan od dva ponuđena odgovora u lijevom i desnom gornjem dijelu ekrana. Tijekom procesa odgovaranja, odnosno dok ispitanik dovodi pokazivač miša od početnog položaja do odgovora, bilježe se njegovi pokreti. Svrha polaznog gumba je u tome da sve putanje miša počnu na istom mjestu što kasnije omogućava njihovu zajedničku obradu i međusobno uspoređivanje, bilo da pripadaju istom ili različitim ispitanicima. Na slici je prikazan primjer računalnog testa prisilnog izbora s dvije alternative u kojem ispitanici od dvije prikazane slike na zaslonu biraju

onu koja je za njih emocionalno pozitivnija i zabilježenu putanju računalnog miša (Slika 1.).

U obliku računalnih testova prisilnog izbora s dvije alternative se često dizajniraju i testovi implicitnih asocijacija¹ (Hehman i sur., 2015). Takvi testovi služe za mjerenje veza među pojmovima koje se nalaze izvan naše svjesne kontrole kao što je na primjer test implicitnih asocijacija za mjerenje rasnih predrasuda (Greenwald i sur., 1998).

SLIKA 1. RAČUNALNI DIZAJN TESTA PRISILNOG IZBORA S DVIJE ALTERNATIVE I PUTANJOM MIŠA



Izvor: autor

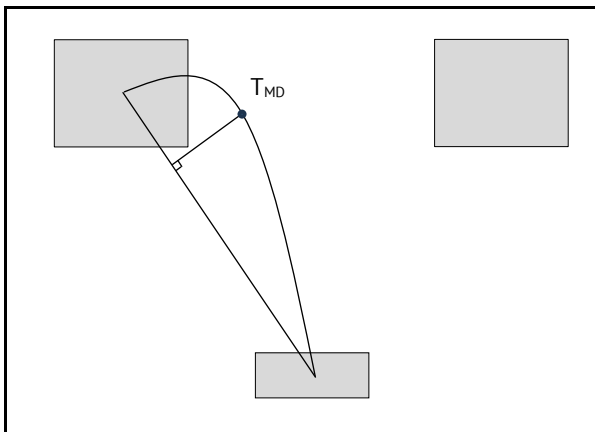
Glavna pretpostavka koja leži u pozadini mjerenja pokreta računalnog miša je da se iz karakteristika pokreta može doći do nekih zaključaka o tijeku mentalnog procesa kod ispitanika tijekom odgovaranja. Mjerenjem pokreta računalnog miša pokušava se preciznije zahvatiti proces donošenja odluke. Zabilježeni pokreti miša omogućavaju da se zatim iz njih izračunaju razne mjere. Jedna od njih je na primjer maksimalno okomito odstupanje od ravne linije prema alternativnom odgovoru, gdje ravna linija spaja početnu i završnu točku putanje (Slika 2.). Veličina tog odstupanja bi trebala biti pokazatelj stupnja kolebanja ispitanika između ponuđenih odgovora.

Maksimalno okomito odstupanje je samo jedna od mjera *zakrivljenosti putanje*. U te mjere još spadaju maksimalno apsolutno odstupanje od ravne linije u bilo kojem smjeru, srednje odstupanje svih okomitih odstupanja i površina ispod putanje (Kieslich i sur., 2019). U mjere *složenosti putanje* koje su povezane s općom nesigurnosti tijekom odgovaranja (Cheng i González-Vallejo, 2017) spadaju X-flipovi odnosno broj sitnijih promjena smjera miša duž osi x, X-reverzije odnosno broj stvarnih promjena preferencije između ponuđenih odgovora koje se manifestiraju kao presijecanja mišem osi y koja

¹ Engl. *Implicit association test* - IAT.

prolazi okomito po sredini ekrana, kao i entropija koja mjeri sveukupni stupanj nepravilnosti i nepredvidljivosti putanje, a računa se složenim matematičkim postupkom opisanim u (Hehman i sur., 2015). U mjere *intenziteta kretanja* računalnog miša spadaju ukupna duljina putanje, maksimalna brzina kretanja i maksimalno ubrzanje. Na kraju su *vremenske mjere* vezane uz pomicanje računalnog miša kao što su vrijeme inicijacije pokreta (vrijeme kada je miš prvi put pomaknut) i vrijeme mirovanja (ukupno vrijeme tijekom kojeg nije bilo nikakvih pokreta miša). Neki autori kao Meyer i sur. (2024) daju i neke dodatne mjere kao što su srednja brzina i srednje ubrzanje miša, a (Dale i sur., 2008) i (Duran i sur., 2010) se bave vremenom latencije² i uz njega vezanom regijom latencije (krugom s određenim polumjerom oko polazne točke). Pokreti miša u regiji latencije se ponekad promatraju odvojeno jer, prema pretpostavci autora, ispitanici u toj regiji tek formiraju svoju preferenciju prema određenom odgovoru.

SLIKA 2. PRIMJER PUTANJE RAČUNALNOG MIŠA S TOČKOM MAKSIMALNOG ODSUPANJA



Izvor: autor

Do sada je provedeno dosta istraživanja s testovima prisilnog izbora s dvije alternative u kojima su se razne od opisanih mjera pokazale značajnim prediktorima veličine kognitivnog konflikta. U ovom radu razmatra se maksimalno odstupanje, koje je ujedno i najčešće analizirana mjera. U (Grundy, 2022) su za mjerenje kognitivnog konflikta prilikom odabira odgovora upotrijebljena dva klasična psihologijska testa: Flankerov test (Eriksen i Eriksen, 1974) i Stroopov test (Stroop, 1935). Testovi su prilagođeni na način da su mogli

pratiti pokrete miša koji su kasnije analizirani umjesto klasičnog vremena reakcije. U Flankerovom testu se ispitanicima prikazuju podražaji u obliku niza od pet strelica koje pokazuju u desnu ili u lijevu stranu. Postoje dva uvjeta zadatka: kongruentni i nekongruentni. U kongruentnom uvjetu su sve strelice usmjerene prema lijevo ili prema desno (<<<<< ili >>>>>) dok je u nekongruentnom uvjetu središnja strelica usmjerena suprotno od strelica koje ju okružuju (<<<<< ili >>>>>). Zadatak ispitanika je odrediti orijentaciju središnje strelice, pritom zanemarujući simbole koji ju okružuju. Nakon što bi ispitanici kliknuli na gumb *Start* na dnu ekrana, pojavio bi se podražaj, a oni su trebali odrediti smjer središnje strelice klikom na gumb *Lijevo* ili gumb *Desno* u gornjem lijevom ili gornjem desnom dijelu ekrana. U Stroopovom testu ispitanici dobivaju podražaje u obliku riječi koje označavaju boje ali su riječi ispisane različitim bojama. Ako se značenje riječi poklapa s bojom kojom je riječ ispisana (na primjer, riječ "crveno" napisana crvenom bojom) tada je to kongruentni uvjet, a ako se ne poklapa (na primjer, riječ "crveno" napisana plavom bojom) tada je to nekongruentni uvjet. Zadatak se sastoji u tome da je potrebno imenovati boju kojom je riječ ispisana, a zanemariti značenje riječi. Mogući odgovori koji su ispitanicima ponuđeni u gornjem lijevom i desnom dijelu ekrana su riječi koje označavaju boje (npr. *Crveno* i *Plavo*). U oba testa je sudjelovao 71 ispitanik i svaki je odgovorio na 96 Flankerovih i na 96 Stroopovih zadataka. Zbog izbjegavanja efekta redoslijeda jedan dio ispitanika je najprije pristupao Flankerovom testu, a zatim Stroopovom, a drugi dio ispitanika obrnuto. Unutar samih testova su pojedini zadaci prikazivani po slučaju. U obzir su uzeti samo pokušaji s točnim odgovorima, a s obzirom na to da su sudionici dobivali povratne informacije u slučaju pogrešaka, isključeni su i pokušaji koji su slijedili odmah nakon pogrešaka. Na takav način se sprječava da reakcije nakon pogrešaka iskrivljuju rezultate. Ukupno je pogrešaka bilo vrlo malo: 1,2% u Flankerovom i 2,6% u Stroopovom testu. Analiza je pokazala ono što se i očekivalo, odnosno značajan efekt uvjeta (kongruentni vs. nekongruentni) na maksimalno odstupanje (varijabla MD). Preciznije rečeno, veća maksimalna odstupanja su bila kod nekongruentnih nego kod kongruentnih zadataka i to u slučaju oba testa: za Flanker: ANOVA, $F(1, 69) = 289.7$, $p < .001$, za Stroop: ANOVA, $F(1, 69) = 116.26$, $p < .001$.

² Vrijeme latencije je vrijeme koje protekne od pojave podražaja do početka reakcije na taj podražaj odnosno početnog pokreta miša.

Drugi primjer značajnosti mjere maksimalnog odstupanja računalnog miša je istraživanje koje su proveli Gatti i sur. (2024). U njemu su analizirani učinci semantičke razlike između riječi kroz dva eksperimenta: korištenjem tipkovnice u prvom koji nam za ovaj rad nije zanimljiv i praćenjem računalnoga miša u drugom. Sudionicima su slučajnim redoslijedom prikazivani parovi riječi i od njih se tražilo da odaberu apstraktniju ili konkretniju riječ. Rezultati su pokazali da je veća semantička povezanost između riječi povezana s većim maksimalnim odstupanjem putanje miša prema alternativnom odgovoru, što opet upućuje na izraženiji kognitivni konflikt tijekom donošenja odluke.

I u nekim drugim istraživanjima kao na primjer u (Kieslich i Hilbig, 2014), (McKinstry i sur., 2008) i (O'Hara i sur., 2016) su analize maksimalnih odstupanja pokazale slične rezultate. I analize mjera u testovima implicitnih asocijacija, kao što je već spomenuti test za mjerenje rasnih predrasuda, su pokazale da što je nesigurnost u odabir između dva ponuđena odgovora bila veća to je maksimalno odstupanje bilo veće (Di Palma i sur., 2022). Osim mjere maksimalnog odstupanja, i druge mjere zakrivljenosti putanje miša najčešće upućuju na stupanj kolebanja odnosno konflikta prilikom odlučivanja. Na primjer, srednje odstupanje putanje od ravne linije se je pokazalo značajno većim u eksperimentima koja su proveli i opisali Cheng i González-Vallejo (2017), a površina ispod putanje se je pokazala značajno većom u istraživanju koje su proveli Stillman i sur. (2018). Svakako je važno istaknuti da, iako se način izračunavanja različitih mjera zakrivljenosti putanje razlikuje, u praksi njihove vrijednosti vrlo često i međusobno jako koreliraju (Kieslich i sur., 2019).

1. Točka maksimalnog odstupanja i točka promjene

Kao što je vidljivo iz većine spomenutih radova, maksimalno odstupanje od ravne linije se često koristi kao kvantitativni pokazatelj veličine kognitivnog konflikta. Takva je praksa razumljiva s obzirom na intuitivnost i jednostavnost izračuna te mjere. Međutim, unatoč širokoj primjeni, teorijska interpretacija maksimalnog odstupanja ostaje djelomično otvorena. Naime, maksimalno odstupanje je definirano u odnosu na idealiziranu ravnu putanju odnosno liniju između početne i ciljne točke, a ne u odnosu na stvarnu prostornu poziciju odabranog i alternativnog odgovora. Zbog toga veza između maksimalnog odstupanja i stupnja aktivacije

konkurentne opcije nije nužno jednoznačna. Drugim riječima, veće odstupanje od idealne ravne linije ne mora uvijek odgovarati većoj blizini alternativnom odgovoru u geometrijskom ili funkcionalnom smislu. Dodatno, dinamika same putanje može upućivati na to da je odluka donesena i prije nego što se postigne točka maksimalnog odstupanja. U takvim slučajevima maksimalno odstupanje može odražavati naknadne motoričke prilagodbe, a ne nužno vrhunac kognitivnog konflikta. Iz tih razloga, maksimalno odstupanje može se promatrati kao jedna od operacionalizacija konflikta, ali njegova interpretacija nije u potpunosti jednoznačna te ostaje otvorena za daljnje teorijsko i empirijsko razjašnjenje, kao i za razmatranje alternativnih mjera.

Kao alternativna mjera maksimalnom odstupanju, u ovom se radu razmatra razlika D između udaljenosti točaka putanje do dvaju ponuđenih odgovora. Za svaku točku (x_i, y_i) na putanji ona se računa prema formuli:

$$D = D_O - D_A \quad (1)$$

gdje su D_O i D_A euklidske udaljenost do odabranog, odnosno alternativnog odgovora. Ako su (x_O, y_O) koordinate odabranog odgovora, tada se koordinate alternativnog odgovora dobivaju refleksijom preko y -osi koja prolazi simetrično između ponuđenih odgovora, tj. $(x_O, y_O) \rightarrow (-x_O, y_O)$. Dakle, udaljenosti se računaju prema formulama:

$$D_O = \sqrt{(x_i - x_K)^2 + (y_i - y_K)^2} \quad (2)$$

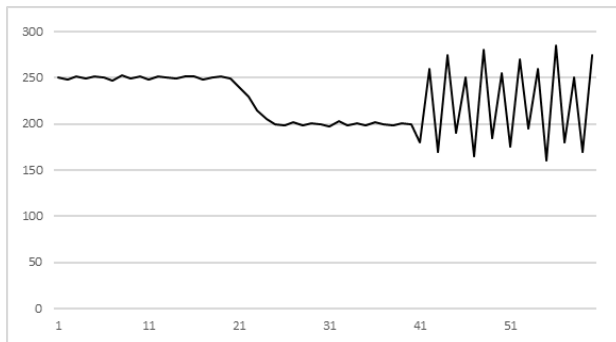
$$D_A = \sqrt{(x_i + x_K)^2 + (y_i - y_K)^2} \quad (3)$$

Za točke na početku putanje, odnosno u blizini početnog gumba, vrijednosti mjere D bliske su nuli. Nadalje, vrijednost D pozitivna je ako je točka putanje bliža alternativnom nego odabranom odgovoru, a negativna ako je bliža odabranom nego alternativnom odgovoru. Na kraju putanje vrijednost D postaje jednaka negativnoj udaljenosti između ponuđenih odgovora.

Za tako definiranu razliku D pretpostavlja se da predstavlja mjeru koja tijekom cijelog procesa odgovaranja kontinuirano odražava kompeticiju između ponuđenih odgovora.

Umjesto točke u kojoj se postiže maksimalno odstupanje prema alternativnom odgovoru, u ovom se radu određuje i koristi takozvana *točka promjene*³, odnosno procijenjena točka u kojoj dolazi do promjene u statističkim svojstvima nekog niza podataka (Page, 1954), u ovom slučaju u statističkim svojstvima razlike D . Točka promjene je procjena prijelaza iz faze neodlučnog kretanja računalnog miša u fazu stabilnog kretanja prema odabranom odgovoru. Postoje razna statistička svojstva niza podataka u kojima može doći do promjene kao što su aritmetička sredina, varijanca, trend u regresiji i tako dalje. Kao primjer, na slici je prikazan graf brzine tipkanja (znakova/min) osobe tijekom jednog sata rada na računalu (Slika 3.). Na apscisi su prikazane minute, a na ordinati broj udaraca. Intuitivno se može zaključiti da su značajne promjene u brzini nastupile oko dvadesete minute (pad srednjeg broja znakova uslijed umora ali je tipkanje još uvijek kontrolirano) i oko četrdesete minute (promjena u varijanci uslijed gubitka fokusa - povremeno se tipka brzo, a povremeno sporo).

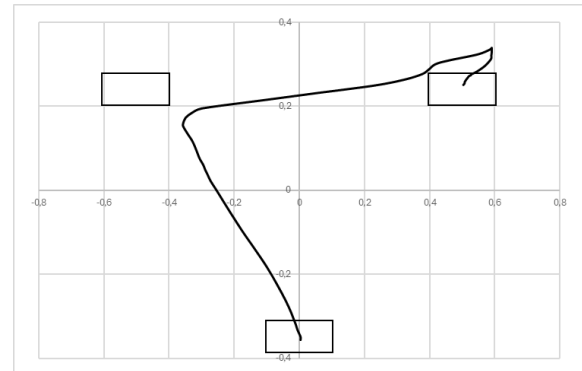
SLIKA 3. BRZINA TIPKANJA (ZNAKOVA/MIN) TIJEKOM JEDNOG SATA



Izvor: autor

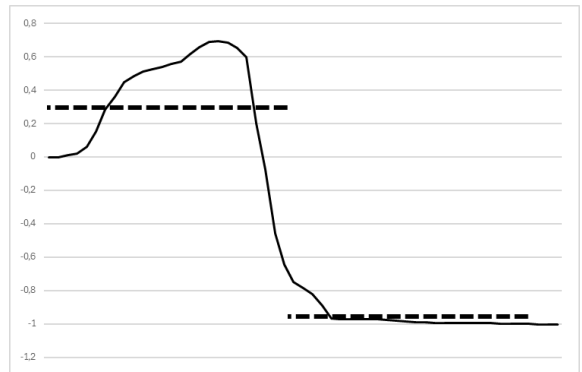
U slučaju podataka o razlikama u udaljenosti točaka putanje miša do ponuđenih odgovora očekuje se da će u jednom trenutku doći do značajne promjene u aritmetičkoj sredini tih razlika. Na slikama je prikazan primjer putanje iz istraživanja (Grundy, 2022) (Slika 4.) i skup pripadnih razlika udaljenosti (Slika 5.). Vidi se da u jednom trenutku dolazi do značajnog pada odnosno do snažne promjene u srednjim vrijednostima razlika udaljenosti.

SLIKA 4. PUTANJA MIŠA TIJEKOM ODGOVARANJA



Izvor: autor

SLIKA 5. RAZLIKE UDALJENOSTI DO PONUĐENIH ODGOVORA ZA PUTANJU NA SLICI 4 I PROMJENA SREDNJIH VRIJEDNOSTI TIH RAZLIKA



Izvor: autor

Za izračunavanje točke promjene u srednjoj vrijednosti niza podataka može se upotrijebiti CUSUM (CUMulative SUM) algoritam (Montgomery, 2012). Općenito, CUSUM algoritmom se računaju kumulativne sume odstupanja pojedinih vrijednosti od prosjeka podataka i promatraju se mjesta gdje kumulativne sume dosežu ekstremne vrijednosti. Formalno se verzija CUSUM algoritma koja odgovara pronalaženju točke promjene u ovom radu može izložiti na sljedeći način:

Neka je $x_1, x_2, \dots, x_n$ niz brojeva.

1. Izračuna se prosjek niza:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4)$$

2. Izračunaju se kumulativne sume:

$$S_t = \sum_{i=1}^t (x_i - \bar{x}) \quad (5)$$

³ Engl. *Change-Point*.

3. Točka promjene definira se kao indeks τ u kojem kumulativna suma S_t postiže svoju maksimalnu vrijednost:

$$\tau = \operatorname{argmax}_{t \in \{1, \dots, n\}} S_t \quad (6)$$

2. Cilj rada

Cilj ovog rada je ispitati može li se veličina kognitivnog konflikta tijekom donošenja odluke u testovima prisilnog izbora s dvije alternative opisati pomoću razlike udaljenosti do ponuđenih odgovora u točki promjene dobivenoj CUSUM algoritmom (opisana mjera bit će označena s RUTP) umjesto/uz uobičajenu mjeru maksimalnog odstupanja putanje od idealne ravne linije.

Kako bi se testirao postavljeni cilj, upotrijebljeni su javno dostupni podaci iz istraživanja koje je proveo Grundy (2022), opisanog u uvodu ovog rada. Sukladno rezultatima iz originalnog istraživanja, očekuje se značajan efekt eksperimentalnog uvjeta (kongruentni vs. nekongruentni) na varijablu RUTP i to u slučaju Flankerovog testa i Stroopovom testa. Preciznije rečeno, za oba testa se očekuju veće vrijednosti RUTP kod nekongruentnih nego kod kongruentnih zadataka.

3. Metoda

3.1. Podaci

Podaci o koordinatama točaka putanja iz istraživanja (Grundy, 2022) koji su preuzeti sa javno dostupnog servisa⁴ su normalizirani na jednak broj točaka (na 101 točku). Normalizacija je uobičajen postupak koji se često provodi da bi putanje bile međusobno usporedive i implementirana je u programima za obradu i analizu pokreta računalnog miša (Wulff i sur., 2025). Iz preuzetih podataka je za svaku putanju izračunat niz razlika udaljenosti do ponuđenih odgovora i zatim primijenjen CUSUM algoritam da bi se odredila točka promjene i pripadna razlika udaljenosti (RUTP) u toj točki. Vrijednosti varijable RUTP su zatim korištene u statističkim analizama. Važno je napomenuti da dobivena točka promjene predstavlja indeks na normaliziranoj osi putanje na 101 točku, a ne stvarno vremensko obilježje kretanja. Slijedom toga, normalizacija omogućuje usporedivost putanja, ali istovremeno dovodi do gubitka izvorne vremenske dinamike kretanja.

Statističke analize opisane u nastavku provedene su u statističkom softveru Jasp, verzija 0.96.

3.2. Analiza

Prije glavne analize dodatno je ispitivan efekt eksperimentalnog uvjeta (kongruentni vs. nekongruentni) uz rezultate koje su autori dobili ANOVA analizom u (Grundy, 2022), najprije u slučaju Flankerovog testa. Cijela analiza je prenesena u linearni mješoviti model (LMM), koji omogućuje analizu na razini pojedinačnih pokušaja i uključivanje varijabilnosti između ispitanika (West i sur., 2014). Eksperimentalni uvjet korišten je kao nezavisna varijabla, dok je zavisna varijabla bila maksimalno odstupanje putanje (MD), pri čemu je u model uključen nasumični presjek za ispitanike kako bi se kontrolirala varijabilnost među njima. Rezultati LMM-a pokazali su gotovo identičan obrazac kao i ANOVA iz originalne analize: $F(1, 69.14) = 291.4$, $p < .001$, što dodatno potvrđuje robusnost dobivenog efekta.

Nakon toga je primjenom analognog linearnog mješovitog modela ali uz varijablu RUTP umjesto MD ispitano kakav je efekt istog uvjeta zadatka na RUTP.

I u slučaju Stroopovog testa je najprije dodatno ispitivan efekt eksperimentalnog uvjeta iz originalnog rada i isto tako prenesena cijela analiza na linearni mješoviti model analognog Flankerovom testu. Rezultati su opet pokazali gotovo identičan obrazac provedenoj ANOVA analizi u originalnom radu: $F(1, 69.27) = 127.8$, $p < .001$.

Kako bi se zatim analognog Flankerovom testu ispitalo kakav je efekt uvjeta zadatka na RUTP u Stroopovom testu, primijenjen je ponovno linearni mješoviti model sa RUTP kao zavisnom varijablom i u model su uključeni nasumični presjeci za ispitanike.

4. Rezultati

Deskriptivni pokazatelji varijable RUTP prikazani su u Tablici 1. U Flankerovom testu prosječna vrijednost varijable RUTP bila je niža u kongruentnom ($M = 0.392$, $SD = 0.151$) nego u nekongruentnom uvjetu ($M = -0.264$, $SD = 0.191$). Slično tome, u Stroopovom testu prosječna vrijednost varijable RUTP bila je niža u kongruentnom ($M = -0.308$, $SD = 0.207$) nego u nekongruentnom uvjetu ($M = -0.225$, $SD = 0.233$).

⁴ Na adresi <https://figshare.com/s/c400f6f726d7e85ff989>

TABLICA 1. Deskriptivna statistika varijable RUTP po eksperimentalnim uvjetima

Test	Uvjet	N	M	SD
Flanker	Kongruentni	3347	-0.392	0.151
Flanker	Nekongruentni	3295	-0.264	0.191
Stroop	Kongruentni	3374	-0.308	0.207
Stroop	Nekongruentni	3263	-0.225	0.233

M = aritmetička sredina; SD = standardna devijacija

Izvor: autor

U slučaju Flankerovog testa su rezultati linearnog mješovitog modela pokazali značajan efekt eksperimentalnog uvjeta, $F(1, 69.32) = 230.1$, $p < .001$, pri čemu su vrijednosti varijable RUTP bile veće za nekongruentne nego za kongruentne zadatke, što je i očekivano u uvjetima većeg kognitivnog konflikta.

I u slučaju Stroopovog testa su rezultati linearnog mješovitog modela također pokazali značajan efekt eksperimentalnog uvjeta, $F(1, 68.68) = 130.6$, $p < .001$, pri čemu su vrijednosti varijable RUTP bile veće za nekongruentne nego za kongruentne zadatke, što je opet očekivano u uvjetima većeg kognitivnog konflikta.

Procijenjene marginalne sredine (EMM) dobivene iz linearnih mješovitih modela pokazale su dosljedan obrazac učinka uvjeta u oba zadatka. U Flankerovom zadatku, procijenjene sredine ukazuju na niže vrijednosti u kongruentnim uvjetima (EMM = -0.392, SE = 0.004, 95% CI [-0.400, -0.384]) u odnosu na nekongruentne uvjete (EMM = -0.264, SE = 0.008, 95% CI [-0.279, -0.248]). Sličan obrazac dobiven je i u Stroopovom zadatku, gdje su vrijednosti također bile niže u kongruentnim uvjetima (EMM = -0.308, SE = 0.007, 95% CI [-0.321, -0.295]) nego u nekongruentnim uvjetima (EMM = -0.224, SE = 0.008, 95% CI [-0.239, -0.208]).

Dodatno je provedena analiza osjetljivosti uklanjanjem rubnih vrijednosti (outliera), definiranih kao pokušaja čija je apsolutna vrijednost z-vrijednosti prelazila 3 ($|z| > 3$). Broj identificiranih rubnih vrijednosti bio je vrlo malen te je iznosio 56 pokušaja (0,84%) u Flankerovom zadatku i 59 pokušaja (0,89%) u Stroopovom zadatku. Nakon njihova uklanjanja rezultati su ostali stabilni. U Flankerovom zadatku i dalje je zabilježen značajan efekt uvjeta, $F(1, 69.25) = 249.8$, $p < .001$, kao i u Stroopovom zadatku, $F(1, 68.27) = 126.8$, $p < .001$. To pokazuje da prisutnost rubnih vrijednosti nije utjecala na zaključke o učinku eksperimentalnog uvjeta.

U promatranom skupu podataka RUTP pokazuje vrlo visoku korelaciju s aritmetičkom sredinom mjere D ($r = 0.95$), te umjerene korelacije s maksimalnim

odstupanjem ($r = 0.60$) i površinom ispod putanje ($r = 0.62$), što ukazuje da je položaj CUSUM maksimuma snažno određen ukupnom (globalnom) razinom niza D, ali i da je djelomično povezan s obrascem promjene kroz putanju.

U svrhu ispitivanja inkrementalne valjanosti provedeni su dodatni linearni mješoviti modeli (LMM) za Flankerov i Stroopov zadatak, pri čemu je maksimalno odstupanje (MD) korišteno kao zavisna varijabla, a eksperimentalni uvjet (kongruentni–nekongruentni) i RUTP kao fiksni prediktori, uz uključene nasumične presjeke za ispitanike. U Flankerovom zadatku utvrđen je značajan efekt uvjeta, $F(1, 66.64) = 238.00$, $p < .001$, kao i značajan efekt RUTP-a, $F(1, 65.92) = 486.00$, dok je u Stroopovom zadatku također dobiven značajan efekt uvjeta, $F(1, 68.79) = 63.69$, $p < .001$, te značajan efekt RUTP-a, $F(1, 68.19) = 1143$, $p < .001$. Ovi rezultati pokazuju da RUTP objašnjava dodatni dio varijance maksimalnog odstupanja (MD) iznad i neovisno o eksperimentalnom uvjetu, što upućuje na njegov jedinstveni doprinos u predikciji MD-a, a dodatno se pokazuje da primjena razlike udaljenosti do ponuđenih odgovora u točki promjene određenoj CUSUM algoritmom konzistentno reproducira obrazac učinka eksperimentalnog uvjeta, dobiven i kod mjere maksimalnog odstupanja od idealne ravne putanje u oba zadatka, odnosno u Flankerovom i Stroopovom testu.

5. Zaključci

Rezultati upućuju na to da razlika udaljenosti od ponuđenih odgovora u točki promjene dobivenoj CUSUM algoritmom (RUTP) može služiti kao alternativa ili dopuna maksimalnom odstupanju u zadacima odlučivanja, uz reprodukciju sličnih obrazaca učinaka i potencijalno jasniju interpretaciju dinamike putanje. Za razliku od maksimalnog odstupanja, koje opisuje samo najveće odstupanje putanje, RUTP opisuje točku u kojoj dolazi do promjene režima kretanja putanje, odnosno promjene dominantnog obrasca kretanja. Zbog toga RUTP može omogućiti intuitivnije tumačenje dinamike odlučivanja te pružiti dodatnu informaciju o trenutku u kojem dolazi do statistički detektirane promjene u putanji, koju se u ovom radu interpretira kao prijelaz prema usmjeravanju k odabranom odgovoru.

Literatura

- [1] Cheng, J., González-Vallejo, C. (2017): *Action Dynamics in Intertemporal Choice Reveal Different Facets of Decision*

- Process. Journal of Behavioral Decision Making* Vol 30 br. 1 (107-122)
- [2] Dale, R., Roche, J., Snyder, K., McCall, R. (2008): *Exploring action dynamics as an index of paired-associate learning. PLoS ONE* Vol 3 br. 3: e1728
 - [3] Di Palma, M., Carioti, D., Arcangeli, E., Rosazza, C., Ambrogini, P., Cuppini, R., Minelli, A., Berlinger, M. (2022): *The biased hand. Mouse-tracking metrics to examine the conflict processing in a race-implicit association test. PLoS ONE* Vol 17 br. 7 (1-21)
 - [4] Duran, N. D., Dale, R., McNamara, D. (2010): *The action dynamics of overcoming the truth. Psychonomic Bulletin & Review* Vol 17 br. 4 (486-491)
 - [5] Eriksen, B. A., Eriksen, C. W. (1974): *Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. Perception & Psychophysics* Vol 16 (143-149)
 - [6] Gatti, D., Marelli, M., Rinaldi, L. (2024): *Predicting Hand Movements With Distributional Semantics: Evidence From Mouse-Tracking. Cognitive Science*, Vol 48 br. 1: e13372
 - [7] Greenwald, A. G., McGhee, D. E., Schwartz, J. L. K. (1998): *Measuring individual differences in implicit cognition: The Implicit Association Test. Journal of Personality and Social Psychology* Vol 74 br. 6 (1464-1480)
 - [8] Grundy, J. G. (2022): *The Specificity and Reliability of Conflict Adaptation: A Mouse-Tracking Study. Frontiers in Psychology* Vol 12
 - [9] Hehman, E., Stoller, R. M., Freeman, J. B. (2015): *Advanced mouse-tracking analytic techniques for enhancing psychological science. Group Processes & Intergroup Relations* Vol 18 br. 3 (384-401)
 - [10] Kieslich, P. J., Henninger, F. (2017): *Mousetrap: An integrated, open-source mouse-tracking package. Behavior Research Methods* Vol 49 (1652-1667)
 - [11] Kieslich, P. J., Henninger, F., Wulff, D. U., Haslbeck, J., Schulte-Mecklenbeck, M. (2019): *Mouse-tracking: A practical guide to implementation and analysis. In: Schulte-Mecklenbeck, M., Kuehberger, A., Johnson, J. G. (eds.) A handbook of process tracing methods. New York: Routledge*
 - [12] Kieslich, P. J., Hilbig, B. E. (2014): *Cognitive conflict in social dilemmas: An analysis of response dynamics. Judgment and Decision Making* Vol 9 br. 6 (510-522)
 - [13] Kroehne, U., Goldhammer, F. (2018): *How to conceptualize, represent, and analyze log data from technology-based assessments? A generic framework and an application to questionnaire items. Behaviormetrika*, Vol 45 br. 2 (527-563)
 - [14] Lange, K., Kühn, S., Filevich, E. (2015): *Just Another Tool for Online Studies (JATOS): An Easy Solution for Setup and Management of Web Servers Supporting Online Studies. PLoS ONE* Vol 10 br. 6 (1-14)
 - [15] Leontyev, A., Yamauchi, T. (2021): *Discerning Mouse Trajectory Features With the Drift Diffusion Model. Cognitive Science* Vol 45 br. 10: e13046
 - [16] McKinstry, C., Dale, R., Spivey, M. J. (2008): *Action Dynamics reveal parallel competition in decision making. Psychological Science* Vol 19 br. 1 (22-24)
 - [17] Meyer, T., Kim, A. D., Spivey, M., Yoshimi, J. (2024): *Mouse tracking performance: A new approach to analyzing continuous mouse tracking data. Behavior Research Methods* Vol 56 (4682-4694)
 - [18] Montgomery, D. C. (2012): *Introduction to Statistical Quality Control*, 7th Edition. Wiley
 - [19] O'Hara, D., Carey, R., Kervick, A., Crowley, D., Dabrowski, M. (2016): *Decisions in Motion: Decision Dynamics during Intertemporal Choice reflect Subjective Evaluation of Delayed Rewards. Scientific Reports* Vol 6
 - [20] Page, E. S. (1954): *Continuous Inspection Schemes. Biometrika* Vol 41 br. 1/2 (100-115)
 - [21] Schoemann, M., O'Hara, D., Dale, R., Scherbaum, S. (2020): *Using mouse cursor tracking to investigate online cognition: Preserving methodological ingenuity while moving toward reproducible science. Psychonomic Bulletin & Review* Vol 28 (766-787)
 - [22] Spivey, M. J., Grosjean, M., Knoblich, G. (2005): *Continuous attraction toward phonological competitors. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 19 July, Vol 102 br. 29: 10393-8
 - [23] Stillman, P. E., Shen, X., Ferguson, M. J. (2018): *How Mouse-tracking Can Advance Social Cognitive Theory. Trends in Cognitive Sciences* Vol 22 br. 6 (531-543)
 - [24] Stroop, J. R. (1935): *Studies of interference in serial verbal reactions. Journal of Experimental Psychology* Vol 18 br. 6 (643-662)
 - [25] West, B. T., Welch, K. B., Galecki, A. T. (2014): *Linear mixed models: A practical guide using statistical software* (2nd ed.). Chapman & Hall/CRC
 - [26] Wulff, D. U., Kieslich, P. J., Henninger, F., Haslbeck, J. M. B., Schulte-Mecklenbeck, M. (2025): *Movement tracking of psychological processes: A tutorial using mousetrap. Behavior Research Methods*, Vol 57



Uloga kružne ekonomije u oblikovanju krizne otpornosti poduzeća u Hrvatskoj

The Role of the Circular Economy in Shaping Corporate Crisis Resilience in Croatia

Kadlec Željka¹

¹Veleučilište u Virovitici, Matije Gupca 78, 33 000 Virovitica, Hrvatska, zeljka.kadlec@vuv.hr

Sažetak

Rad istražuje ulogu kružne ekonomije u oblikovanju krizne otpornosti poduzeća, polazeći od pretpostavke da tradicionalni linearni modeli poslovanja povećavaju ranjivost na poremećaje u opskrbnim lancima i volatilnost resursa. Glavno istraživačko pitanje rada jest doprinosi li kružna ekonomija otpornosti poduzeća na krize, pri čemu se polazi od teze da kružne prakse djeluju kao preventivni mehanizam kriznog menadžmenta. Istraživanje se temelji na empirijskoj analizi uzorka od dvanaest poduzeća u Republici Hrvatskoj. Primijenjen je pristup konstrukcije kompozitnog dataseta temeljenog na sekundarnim izvorima, uključujući godišnja izvješća o održivosti te ESG podatke dostupne na mrežnim stranicama poduzeća. Definirane su ključne varijable koje obuhvaćaju razinu implementacije kružne ekonomije, intenzitet recikliranja, ovisnost o uvozu i kriznu otpornost. Odnos između varijabli ispitan je primjenom multivarijatnog regresijskog modela. Rezultati analize upućuju na postojanje pozitivne povezanosti između razine implementacije kružne ekonomije, intenziteta recikliranja i krizne otpornosti poduzeća, dok je ovisnost o uvozu negativno povezana s kriznom otpornošću. Model objašnjava značajan dio varijance otpornosti, što potvrđuje relevantnost odabranih varijabli. Nalazi ukazuju da poduzeća s razvijenijim kružnim praksama ostvaruju veću stabilnost poslovanja, brži oporavak u kriznim uvjetima i manju izloženost poremećajima. Doprinos rada ogleda se u integraciji koncepta kružne ekonomije s teorijama otpornosti i kriznog menadžmenta te u razvoju konceptualnog i empirijskog modela koji omogućuje kvantifikaciju tog odnosa. Buduća istraživanja trebala bi uključiti veći uzorak poduzeća, longitudinalne podatke i dodatne varijable kako bi se omogućila preciznija analiza uzročnosti i dublje razumijevanje mehanizama otpornosti.

Ključne riječi

krizna otpornost, kružna ekonomija, održivost, opskrbni lanci, upravljanje rizicima

Abstract

This paper examines the role of the circular economy in shaping corporate crisis resilience, based on the assumption that traditional linear business models increase vulnerability to supply chain disruptions and resource price volatility. The main research question is whether the circular economy contributes to corporate resilience in times of crisis, with the central thesis that circular practices act as a preventive mechanism of crisis management. The study is based on an empirical analysis of a sample of twelve companies operating in the Republic of Croatia. A composite dataset was constructed using secondary data sources, including annual reports, sustainability reports, and ESG-related information available on corporate websites. Key variables were defined to capture the level of circular economy implementation, recycling intensity, import dependency, and crisis resilience. The relationships between these variables were examined using a multivariate regression model. The results indicate a significant positive impact of circular economy practices and recycling on corporate crisis resilience, while import dependency shows a negative effect. The model explains a

substantial share of the variance in resilience, confirming the analytical relevance of the selected variables. The findings suggest that companies with more advanced circular practices achieve higher business stability, faster recovery from disruptions, and lower exposure to external shocks. The contribution of this paper lies in integrating the concept of the circular economy with resilience theory and crisis management, as well as in developing a conceptual and empirical model that enables the quantification of this relationship. Future research should include a larger sample, longitudinal data, and additional variables to provide a more robust analysis and a deeper understanding of resilience mechanisms.

Keywords

crisis resilience, circular economy, sustainability, supply chains, risk management

Uvod

U posljednjem desetljeću poduzeća se suočavaju s učestalim poremećajima u opskrbnim lancima, rastom cijena sirovina i povećanom neizvjesnošću na globalnim tržištima, zbog čega otpornost dobavnih lanaca postaje ključna komponenta konkurentnosti poduzeća. Ovakva situacija pokazuje slabosti tradicionalnog, linearnog modela poslovanja koji se oslanja na stalno korištenje novih resursa i teško se prilagođava kad nastupi kriza. Zato otpornost poduzeća postaje sve važnija za njihovu dugoročnu stabilnost i sposobnost da ostanu konkurentna.

U tom kontekstu, koncept kružne ekonomije sve se više prepoznaje kao potencijalni odgovor na ograničenja linearnog modela te kao mehanizam jačanja organizacijske otpornosti u uvjetima tržišne nestabilnosti. Kružna ekonomija podrazumijeva zatvaranje materijalnih tokova, produljenje životnog ciklusa proizvoda, ponovnu uporabu materijala te razvoj novih kružnih poslovnih modela usmjerenih na učinkovitije korištenje resursa. Time se povećava učinkovitost korištenja resursa i smanjuje ranjivost poslovnih sustava. Unatoč rastućem interesu za kružnu ekonomiju, u postojećoj literaturi i dalje postoji relativno ograničen broj empirijskih istraživanja koja sustavno povezuju implementaciju kružnih praksi s kriznom otpornosti poduzeća. Većina dosadašnjih istraživanja fokusirana je na ekološke i ekonomske učinke kružne ekonomije, dok je njezina uloga u kontekstu kriznog menadžmenta i upravljanja rizicima nedovoljno istražena. Polazeći od navedenog istraživačkog jaza, ovaj rad postavlja sljedeće istraživačko pitanje: postoji li povezanost između razine implementacije kružne ekonomije i krizne otpornosti poduzeća? Sukladno postavljenom istraživačkom pitanju formulirana je glavna istraživačka hipoteza (H1): viša razina implementacije kružne ekonomije povezna je s višom razinom krizne otpornosti poduzeća. U skladu s tim, ključna teza rada glasi da kružna ekonomija može se promatrati kao potencijalni preventivni mehanizam kriznog menadžmenta, budući da

smanjuje ovisnost o vanjskim resursima, stabilizira opskrbne lance i povećava sposobnost prilagodbe poduzeća u uvjetima poremećaja. Cilj rada je empirijski ispitati odnos između razine implementacije kružne ekonomije i krizne otpornosti poduzeća, s posebnim fokusom na poduzeća u Republici Hrvatskoj. U tu svrhu konstruiran je skup podataka konstruiran integracijom informacija iz više sekundarnih izvora i analitičkih procjena, te je primijenjena regresijska analiza kako bi se ispitao odnos između ključnih komponenti kružne ekonomije i krizne otpornosti poduzeća.

Doprinos ovog rada ogleda se u integraciji koncepta kružne ekonomije s teorijama otpornosti i kriznog menadžmenta, kao i u razvoju analitičkog okvira koji omogućuje empirijsko povezivanje kružnih praksi s poslovnim ishodima. Time se rad pozicionira na sjecištu održivog razvoja, upravljanja rizicima i strateškog menadžmenta, pružajući osnovu za daljnja istraživanja u ovom području.

1. Teorijska podloga

Teorijska osnova ovoga rada počiva na integraciji triju međusobno povezanih koncepata: kružne ekonomije, kriznog menadžmenta i otpornosti sustava. Kružna ekonomija promatra se kao razvojni model koji kroz zatvaranje materijalnih tokova, ponovnu uporabu resursa i smanjenje ovisnosti o primarnim sirovinama doprinosi smanjenju ranjivosti poslovnih sustava na vanjske poremećaje (Korhonen, Honkasalo, Seppälä, 2018; Geissdoerfer i sur., 2017). Time se ranjivost organizacija ublažava kroz veću resursnu sigurnost, fleksibilnije procese i stabilnije lance opskrbe. Krizni menadžment predstavlja skup aktivnosti usmjerenih na anticipaciju, prevenciju, odgovor i oporavak od poremećaja koji mogu ugroziti poslovanje poduzeća. Njegova je temeljna svrha pravodobno upravljanje rizicima, ograničavanje negativnih posljedica krize te osiguravanje kontinuiteta poslovanja (Bundy i sur., 2017). U suvremenim uvjetima poslovanja krizni menadžment sve se više povezuje s proaktivnim

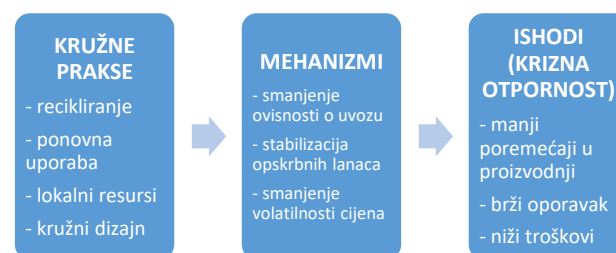
pristupima koji jačaju spremnost organizacije prije nastanka same krize. Otpornost sustava odnosi se na sposobnost organizacije da apsorbira šokove, prilagodi se promijenjenim okolnostima i nastavi funkcionirati uz očuvanje ključnih performansi. U poslovnom kontekstu otpornost uključuje sposobnost brzog odgovora, učenja iz poremećaja i oporavka nakon kriznih događaja (Ponomarov i Holcomb, 2009; Wieland i Durach, 2021). Promatrani zajedno, navedeni koncepti pružaju teorijski okvir za razumijevanje načina na koji kružna ekonomija u literaturi se povezuje s mehanizmima koji mogu pridonijeti jačanju otpornosti poduzeća. Recentna literatura sve snažnije povezuje kružnu ekonomiju s organizacijskom otpornošću poduzeća (Kennedy i Linnenluecke, 2022).

1.1. Konceptualni model kružne ekonomije i krizne otpornosti

U suvremenim uvjetima poslovanja obilježenima geopolitičkim nestabilnostima, poremećajima u opskrbnim lancima, volatilnošću cijena energenata i sirovina te rastućim regulatornim pritiscima, otpornost poduzeća postaje jedno od središnjih pitanja strateškog menadžmenta. Tradicionalni linearni model poslovanja, temeljen na logici „uzmi – proizvedi – odbaci“, pokazuje izražena ograničenja u uvjetima smanjene dostupnosti resursa i povećane neizvjesnosti. Upravo se zbog toga koncept kružne ekonomije sve češće promatra kao alternativni razvojni model koji može doprinijeti smanjenju ranjivosti poslovnih sustava kroz učinkovitije korištenje resursa, zatvaranje materijalnih tokova i povećanje adaptivne sposobnosti organizacija (Korhonen, Honkasalo, Seppälä, 2018; Kirchherr, Reike, Hekkert, 2017; Geissdoerfer i sur., 2017). Kružna ekonomija definira se kao regenerativni gospodarski sustav u kojem se vrijednost proizvoda, materijala i resursa nastoji zadržati što je dulje moguće, uz minimiziranje nastanka otpada i negativnih eksternalija (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Za razliku od linearnog modela, kružni pristup temelji se na ponovnoj uporabi, obnovi, recikliranju, produljenju životnog vijeka proizvoda te razvoju novih poslovnih modela temeljenih na uslugama, dijeljenju i povratu materijala (Murray, Skene, Haynes, 2017). U literaturi se sve češće ističe da kružna ekonomija ne proizvodi samo ekološke i ekonomske koristi, nego može predstavljati i važan mehanizam jačanja otpornosti poduzeća. U kontekstu poduzeća, riječ je o sposobnosti anticipacije rizika, brzog odgovora na krizne događaje i oporavka nakon poremećaja. Polazeći od

navedenih teorijskih pretpostavki, u ovom radu predlaže se CE–Crisis Resilience Model, konceptualni okvir koji povezuje ključne dimenzije kružne ekonomije s mehanizmima krizne otpornosti poduzeća. Model se sastoji od tri međusobno povezane razine: ulaznih varijabli, posrednih mehanizama i izlaznih učinaka. Na razini ulaznih varijabli model uključuje temeljne komponente kružne ekonomije: recikliranje, ponovnu uporabu materijala, korištenje sekundarnih sirovina, lokalno i regionalno nabavljanje resursa te kružni dizajn proizvoda i procesa. Navedene prakse omogućuju smanjenje ovisnosti o primarnim resursima, veću kontrolu nad materijalnim tokovima i produljenje uporabne vrijednosti proizvoda (Bocken i sur., 2016; Prieto-Sandoval, Jara, Ormazabal, 2018). Drugu razinu modela čine mehanizmi putem kojih se kružne prakse teorijski povezuju s otpornošću poduzeća. Prvi mehanizam odnosi se na smanjenje ovisnosti o globalnim dobavnim lancima, budući da veća uporaba recikliranih i lokalno dostupnih resursa ublažava izloženost međunarodnim poremećajima. Drugi mehanizam jest smanjenje troškovne volatilnosti, jer sekundarne sirovine i internim ciklusima vraćeni materijali mogu smanjiti izloženost naglim promjenama cijena na robnim tržištima. Treći mehanizam odnosi se na operativnu fleksibilnost, odnosno sposobnost brže prilagodbe proizvodnih procesa promjenama dostupnosti inputa. Četvrti mehanizam uključuje inovacijski kapacitet, jer kružni modeli često zahtijevaju razvoj novih procesa, partnerstava i organizacijskih rješenja (Geissdoerfer i sur., 2020; Kristoffersen i sur., 2021). Na izlaznoj razini modela manifestiraju se učinci u obliku povećane krizne otpornosti poduzeća. To se može očitovati kroz manji intenzitet poremećaja poslovanja, kraće vrijeme oporavka nakon kriznih događaja, veću stabilnost opskrbe, niže krizne troškove te očuvanje tržišne konkurentnosti u uvjetima nestabilnosti. Time kružna ekonomija postaje relevantan instrument kriznog menadžmenta, a ne isključivo politika ekološke održivosti.

SLIKA 1. CE (eng. CRISIS RESILIENCE MODEL) - MODEL KRIZNE OTPORNOSTI



Izvor: autorski rad

Predloženi model nadopunjuje postojeću literaturu koja povezuje kružnu ekonomiju s održivošću i otpornosti opskrbenih lanaca, ali često parcijalno promatra pojedine dimenzije bez integriranog analitičkog pristupa. Većina dosadašnjih istraživanja usmjerena je na učinke recikliranja, eko-inovacija ili održive nabave, dok je manji broj radova razmatrao kružnu ekonomiju kao cjelovit preventivni mehanizam kriznog menadžmenta (Golan, Jernegan, Linkov, 2020; Kennedy i Linnenluecke, 2022; Santos i Gohr, 2026; Shevchenko, 2025; OECD, 2020).

Stoga CE–Crisis Resilience Model predstavlja doprinos radu jer sustavno operacionalizira odnos između kružnih praksi i krizne otpornosti kroz jasno definirane ulazne varijable, prijenosne mehanizme i mjerljive poslovne ishode. Model ujedno pruža teorijsku osnovu za empirijsko testiranje hipoteze o pozitivnoj povezanosti između razine implementacije kružne ekonomije i krizne otpornosti poduzeća.

2. Empirijska analiza

2.1. Metodologija istraživanja

Empirijska analiza u ovom radu temelji se na konstrukciji kompozitnog skupa podataka (dataset-a) integriranjem informacija iz više sekundarnih izvora u jedinstvenu analitičku cjelinu. Korišteni izvori uključuju godišnja izvješća, izvješća o održivosti te informacije dostupne na službenim mrežnim stranicama poduzeća, osobito u dijelu koji se odnosi na ESG politike i održive poslovne prakse. U slučajevima u kojima kružna ekonomija nije bila eksplicitno navedena, relevantni podaci identificirani su posredno kroz povezane aktivnosti poput recikliranja, upravljanja otpadom, ponovne uporabe resursa i optimizacije materijalnih tokova. Budući da kružna ekonomija i krizna otpornost predstavljaju kompleksne i višedimenzionalne pojave za koje ne postoje jedinstveni standardizirani pokazatelji na razini poduzeća, primijenjen je pristup konstrukcije kompozitnih varijabli. Takav pristup utemeljen je na analizi sekundarnih izvora (AD Plastik d.d., 2023; Vetropack Group, 2024; Valamar Riviera d.d., 2024; Cemex Hrvatska, 2023a, 2023b; Holcim Hrvatska, 2023; Podravka d.d., 2023a, 2023b) te metodološkim smjernicama za izradu kompozitnih indikatora (OECD, 2008) i uobičajenoj praksi u empirijskim istraživanjima menadžmenta i održivosti (Hair i sur., 2019; Schaltegger i Burritt, 2018; Yin, 2018). S obzirom na ograničenu dostupnost

standardiziranih kvantitativnih pokazatelja, operacionalizacija varijabli provedena je primjenom kompozitnih procjena i autorske evaluacije prema unaprijed definiranim kriterijima.

2.2. Opis uzorka i CE praksi

Empirijska analiza temelji se na uzorku od dvanaest poduzeća koja posluju u Republici Hrvatskoj i implementiraju različite elemente kružne ekonomije. Uzorak uključuje industrijska, uslužna i infrastrukturna poduzeća, pri čemu se posebno ističu AD Plastik, Vetropack i Valamar Riviera kao reprezentativni primjeri različitih razina implementacije kružne ekonomije.

TABLICA 1. PRIMJENA KRUŽNE EKONOMIJE NA PRIMJERU HRVATSKIH PODUZEĆA

Poduzeće	Sektor	CE praksa (što rade)	Analitička napomena (za rad)
Podravka d.d.	Prehrambena industrija	Reciklabilna ambalaža, smanjenje otpada hrane	Fokus na ambalažu = "design for recycling" → tipičan CE pristup u FMCG(roba široke potrošnje)
AD Plastik d.d.	Autoindustrija	Reciklirani materijali, upravljanje otpadom, energetska učinkovitost	Jedan od rijetkih primjera gdje je CE dio strategije proizvodnje
Valamar Riviera d.d.	Turizam	Odvajanje otpada, kompostiranje, lokalni sourcing	CE u uslugama → zatvaranje lokalnih resursnih tokova
HEP d.d.	Energetika	Upravljanje otpadom, uporaba materijala, OIE	CE kroz infrastrukturu i energetiku (indirektan, ali ključan učinak)
Cemex Hrvatska	Građevina	Reciklirani materijali, korištenje otpada kao goriva	Klasičan primjer industrijske CE (materijalni tokovi)
Holcim Hrvatska	Građevina	Recikliranje građevinskog otpada, alternativni materijali	Fokus na "circular construction" → važan sektor u EU
Vetropack Straža	Ambalaža (staklo)	Reciklirano staklo (cullet), zatvoreni ciklus	"Idealni CE model" – materijal beskonačno kruži
Jamnica (Fortenova)	Prehrambeno-prerađivački sektor (proizvodnja pića)	100% rPET (recycled PET ambalaža izrađena od recikliranog PET-a)	Direktna zamjena primarne plastike recikliranom
Belje	Poljoprivreda	Ambalaža s biljnim udjelom	Bio-based materijali = alternativa linearnom modelu
KONČAR d.d.	Industrija/energetika	Reciklabilni materijali, energetska učinkovitost	CE kroz dizajn proizvoda i energetiku
Atlantic Grupa	Prehrambena industrija	Optimizacija ambalaže i resursa	Life-cycle pristup proizvodima

Poduzeće	Sektor	CE praksa (što rade)	Analitička napomena (za rad)
DS Smith Belišće	Ambalaža (papir)	100% reciklabilna ambalaža, kruženje vlakana	Primjer zatvorenog ciklusa u papirnoj industriji

Izvor: prilagodba autora prema AD Plastik d.d. (2023); Atlantic Grupa d.d. (2018); Cemex Hrvatska (2023a, 2023b); Fortenova grupa d.d. (2022); HEP d.d. (2021); Holcim Group (2023); Holcim Hrvatska (2023); Končar d.d. (2023); Podravka d.d. (2023a, 2023b); Valamar Riviera d.d. (2024); Vetropack Group (2024); DS Smith (2023).

Nakon prikaza poduzeća i njihovih praksi kružne ekonomije moguće je uočiti određene obrasce u pogledu sektorske distribucije i stupnja implementacije kružnih principa. Viša razina materijalne kružnosti u pravilu je prisutna u resursno intenzivnim djelatnostima, osobito u ambalažnoj, građevinskoj i proizvodnoj industriji, gdje postoji veći potencijal za recikliranje, ponovnu uporabu i zatvaranje materijalnih tokova. Analiza također pokazuje da poduzeća rijetko eksplicitno koriste termin „kružna ekonomija“, već se kružni principi najčešće implementiraju kroz operativne prakse poput recikliranja, upravljanja otpadom, optimizacije resursa i održivog dizajna proizvoda. Na temelju toga moguće je razlikovati izravnu implementaciju kružne ekonomije, kod koje su kružni modeli integrirani u temeljne procese poslovanja, te neizravnu implementaciju, gdje kružnost čini dio šire strategije održivosti. Prema stupnju razvijenosti kružnih modela poduzeća se mogu klasificirati u tri razine: poduzeća sa zatvorenim materijalnim ciklusima, poduzeća s djelomičnom implementacijom kružnih principa te poduzeća s operativnim oblicima kružnosti. Takva klasifikacija upućuje na zaključak da viša razina integracije kružne ekonomije može biti povezana s većom organizacijskom otpornošću, osobito u uvjetima poremećaja opskrbenih lanaca i volatilnosti cijena resursa.

2.3. Konstrukcija modela i varijabli

Za potrebe empirijske analize konstruiran je kompozitni dataset u kojem su varijable operacionalizirane na ordinalnoj skali od 1 do 10, na temelju kvalitativne procjene dostupnih sekundarnih podataka (sadržajna analiza godišnjih izvješća, izvješća o održivosti i ESG objava). Kako bi se osigurala transparentnost i replikabilnost istraživanja, u Tablici 2. prikazana je matrica operacionalizacije varijabli s pripadajućim indikatorima i kriterijima bodovanja. Primjer postupka dodjeljivanja ocjena i agregiranja indikatora u kompozitnu varijablu prikazan je u Tablici 3. na primjeru poduzeća Vetropack Straža d.d. Takav pristup primjeren je istraživanjima u kojima standardizirani kvantitativni pokazatelji nisu u potpunosti dostupni, a analizirani koncepti imaju višedimenzionalan karakter (OECD, 2008; Hair i sur., 2019).

Definirane su četiri ključne varijable:

- CE (Circular Economy Level) – razina implementacije kružne ekonomije

- REC (Recycling Intensity) – intenzitet recikliranja i ponovne uporabe materijala
- IMP (Import Dependency) – ovisnost o uvozu sirovina i vanjskim dobavnim lancima
- RES (Crisis Resilience) – otpornost poduzeća na krizne poremećaje.

TABLICA 2. MATRICA OPERACIONALIZACIJE VARIJABLI

Varijabla	Indikatori	Kriterij bodovanja (1–10)	Izvor podataka
CE (Circular Economy Level)	Korištenje recikliranih materijala, kružni dizajn proizvoda, zatvoreni materijalni tokovi, održiva ambalaža, lokalni sourcing	1–3 = sporadične aktivnosti; 4–6 = djelomična implementacija CE praksi; 7–8 = CE integrirana u više poslovnih procesa; 9–10 = CE dio korporativne strategije i zatvoreni ciklusi	Izvješća o održivosti, ESG izvješća
REC (Recycling Intensity)	Udio recikliranih materijala, sustavi povrata, ponovna uporaba otpada, reciklabilnost proizvoda	1–3 = minimalno recikliranje; 4–6 = razvijeni programi recikliranja; 7–8 = značajna uporaba sekundarnih sirovina; 9–10 = zatvoreni reciklažni ciklus	ESG izvješća, izvješća o održivosti
IMP (Import Dependency)	Ovisnost o uvoznim sirovinama, globalnim dobavljačima i međunarodnim lancima opskrbe	1–3 = niska ovisnost o uvozu; 4–6 = umjerena ovisnost; 7–8 = visoka ovisnost; 9–10 = izrazita ovisnost o globalnim dobavnim lancima	Godišnja izvješća, podaci o opskrbi
RES (Crisis Resilience)	Kontinuitet poslovanja, stabilnost opskrbe, prilagodba poremećajima, brzina oporavka	1–3 = niska otpornost; 4–6 = umjerena otpornost; 7–8 = visoka otpornost; 9–10 = vrlo visoka otpornost i dokazani mehanizmi upravljanja krizama	Godišnja izvješća, ESG izvješća

Izvor: autor rada

TABLICA 3. PRIMJER BODOVANJA KOMPOZITNE VARIJABLE CE – VETROPACK STRAŽA D.D.

Indikator	Opis procjene	Ocjena (1–10)
Korištenje recikliranih materijala	Visok udio recikliranog stakla (cullet) u proizvodnji	10

Indikator	Opis procjene	Ocjena (1–10)
Zatvaranje materijalnih tokova	Staklo se kontinuirano vraća u proizvodni proces	10
Kružni dizajn proizvoda	Ambalaža u potpunosti reciklabilna	9
Integracija CE u poslovnu strategiju	Kružna ekonomija sastavni dio održivog poslovanja	8
Prosječna ocjena CE	$(10+10+9+8)/4$	9,25 ≈ 9

Izvor: autor rada

Kao što je prikazano u Tablici 3, konačna vrijednost kompozitne varijable dobivena je aritmetičkom sredinom ocjena pojedinih indikatora uz jednako ponderiranje svih sastavnica. Isti postupak primijenjen je pri konstrukciji varijabli CE, REC, IMP i RES za sva poduzeća uključena u uzorak. Varijable CE i REC predstavljaju kompozitne pokazatelje izvedene iz više indikatora, poput uporabe recikliranih materijala, kružnog dizajna proizvoda, upravljanja otpadom i zatvaranja materijalnih tokova. Varijabla IMP procijenjena je prema stupnju izloženosti poduzeća uvozu sirovina i globalnim opskrbnim lancima, dok je RES operacionalizirana kroz pokazatelje stabilnosti poslovanja, sposobnosti prilagodbe i kontinuiteta poslovnih procesa u uvjetima poremećaja (Nardo et al., 2005; Ponomarov i Holcomb, 2009; Wieland i Durach, 2021). Polazni podaci preuzeti su iz godišnjih izvješća, izvješća o održivosti, ESG objava te javno dostupnih korporativnih izvora analiziranih poduzeća. Na temelju sadržajne analize identificirani su relevantni indikatori, koji su potom agregirani u kompozitne varijable korištene u regresijskom modelu. Ovakav metodološki pristup omogućuje integraciju kvalitativnih i kvantitativnih elemenata analize te predstavlja prikladan okvir za eksplorativno ispitivanje odnosa između kružne ekonomije i krizne otpornosti poduzeća.

TABLICA 4. PROCJENA POKAZATELJA CE, REC, IMP I RES PREMA JAVNO DOSTUPNIM IZVJEŠĆIMA PODUZEĆA

Poduzeće	Izvor podataka	CE	REC	IMP	RES
AD Plastik d.d.	Integrated Annual Report 2023	7	7	8	7
Vetropack Straža d.d.	Sustainability Report 2024	9	9	3	8
Valamar Riviera d.d.	Godišnji izvještaj 2024	6	4	5	7
Podravka d.d.	Sustainability Strategy 2030 / Sustainability and ESG Practice	7	6	5	8
Cemex Hrvatska d.d.	Integrated Report 2023 / Circular Economy and Sustainability Practices	8	8	4	8

Poduzeće	Izvor podataka	CE	REC	IMP	RES
Holcim Hrvatska d.o.o.	2023 Integrated Annual Report / Circular Economy and Circular Construction	8	8	4	8
HEP d.d.	Business and Sustainability Report 2021	6	3	2	9
KONČAR d.d.	Sustainability Report 2023	7	6	5	8
Atlantic Grupa d.d.	Sustainability Report 2018 (GRI Supplement)	7	5	6	7
Jamnica plus d.o.o.	Fortenova Sustainability Report 2021	7	8	5	7
Belje plus d.o.o.	Fortenova Sustainability Report 2021	5	4	4	7
DS Smith Belišće Croatia d.o.o.	Sustainability Report 2023	9	9	3	8

Legenda:

CE – razina implementacije kružne ekonomije

REC – intenzitet recikliranja i ponovne uporabe

IMP – ovisnost o uvozu sirovina i vanjskim dobavnim lancima

RES – krizna otpornost poduzeća

NAPOMENA: Vrijednosti varijabli predstavljaju autorske procjene na skali od 1 do 10, pri čemu viši rezultat označava višu razinu promatranog konstrukta, osim kod varijable IMP gdje viša vrijednost označava veću ovisnost o uvozu, temeljene na javno dostupnim sekundarnim izvorima i služe isključivo za potrebe eksplorativne analize.

Izvor: prilagodba autora prema javno dostupnim godišnjim izvješćima, izvješćima o održivosti i ESG objavama navedenih poduzeća: AD Plastik d.d. (2023); Atlantic Grupa d.d. (2018); Cemex Hrvatska (2023a, 2023b); Fortenova grupa d.d. (2022); HEP d.d. (2021); Holcim Group (2023); Holcim Hrvatska (2023); KONČAR d.d. (2023); Podravka d.d. (2023a, 2023b); Valamar Riviera d.d. (2024); Vetropack Group (2024); DS Smith (2023).

Vrijednosti predstavljaju autorske procjene temeljene na javno dostupnim sekundarnim izvorima te služe isključivo za potrebe eksplorativne analize. Tablica 4. prikazuje izvore podataka i način operacionalizacije varijabli korištenih u regresijskoj analizi, pri čemu je primijenjen pristup bodovanja uobičajen u eksplorativnim istraživanjima koja koriste sekundarne izvore podataka i kompozitne indikatore, osobito kada standardizirani kvantitativni pokazatelji nisu u potpunosti dostupni (OECD, 2008; Nardo et al., 2005).

2.4. Regresijski model

Na temelju konstruiranog dataseta razvijen je multivarijantni regresijski model kojim se ispituje odnos između kružne ekonomije i krizne otpornosti:

$$RES = \beta_0 + \beta_1 CE + \beta_2 REC - \beta_3 IMP$$

Primjena regresijske analize omogućuje ispitivanje odnosa između pojedinih komponenti kružne ekonomije i krizne otpornosti poduzeća te prelazak s deskriptivne na eksplanatornu razinu analize. Korištenje kompozitnih varijabli u regresijskom modelu dodatno je opravdano činjenicom da se u istraživanjima koja koriste studije slučaja i sekundarne izvore često primjenjuju proxy varijable za operacionalizaciju teorijskih konstrukata (Yin, 2018). Takav pristup omogućuje empirijsko testiranje teorijskih pretpostavki, unatoč ograničenoj dostupnosti standardiziranih kvantitativnih podataka. S obzirom na ograničenu veličinu uzorka ($N = 12$), regresijska analiza u ovom istraživanju koristi se prvenstveno kao eksplorativni analitički alat za ispitivanje mogućih odnosa među varijablama, a ne kao osnova za statističku generalizaciju rezultata na širu populaciju poduzeća. U svrhu provjere pouzdanosti regresijskog modela analizirana je potencijalna multikolinearnost među nezavisnim varijablama primjenom Variance Inflation Factor (VIF) indikatora, definiranog kao $VIF_i = 1 / (1 - R_i^2)$, gdje R_i^2 predstavlja koeficijent determinacije dobiven regresijom pojedine nezavisne varijable na ostale nezavisne varijable u modelu. Vrijednosti VIF veće od 5 (odnosno prema strožim kriterijima 10) upućuju na potencijalni problem multikolinearnosti. S obzirom na konceptualnu povezanost varijabli kružne ekonomije (CE) i recikliranja (REC), očekivana je određena razina njihove međusobne korelacije. Međutim, analiza VIF vrijednosti omogućuje procjenu utjecaja te povezanosti na stabilnost modela i pouzdanost procijenjenih koeficijenata.

TABLICA 5. VIF ANALIZA MULTIKOLINEARNOSTI

Varijabla	VIF vrijednost	Interpretacija
CE	4,19	Umjerena do povišena korelacija
REC	3,88	Umjerena korelacija
IMP	1,16	Niska korelacija

Izvor: prilagodba autora prema AD Plastik d.d. (2023); Atlantic Grupa d.d. (2018); Cemex Hrvatska (2023a, 2023b); Fortenova grupa d.d. (2022); HEP d.d. (2021); Holcim Group (2023); Holcim Hrvatska (2023); KONČAR d.d. (2023); Podravka d.d. (2023a, 2023b); Valamar Riviera d.d. (2024); Vetropack Group (2024); DS Smith (2023).

Dobiveni rezultati pokazuju da su VIF vrijednosti za sve varijable ispod kritičnih pragova (Tablica 5.), što upućuje na to da multikolinearnost ne predstavlja značajan problem u modelu. Iako je prisutna umjerena povezanost između varijabli CE i REC, ona je očekivana s obzirom na njihovu

konceptualnu bliskost. Varijabla IMP pokazuje nisku razinu povezanosti, što potvrđuje njezinu relativnu neovisnost unutar modela.

2.5. Rezultati analize

Rezultati provedene regresijske analize upućuju na postojanje povezanosti između razine implementacije kružne ekonomije i krizne otpornosti poduzeća. Visoka vrijednost koeficijenta determinacije ($R^2 = 0,78$) sugerira da model objašnjava značajan dio varijance zavisne varijable, odnosno krizne otpornosti poduzeća, što potvrđuje analitičku relevantnost uključenih prediktora. Dobiveni koeficijenti pokazuju da varijable CE (Circular Economy Level) i REC (Recycling Intensity) ostvaruju pozitivan odnos s kriznom otpornosti, dok varijabla IMP (Import Dependency) pokazuje negativnu povezanost s kriznom otpornosti. Navedeni rezultati upućuju na to da viša razina implementacije kružnih praksi i intenzivnije korištenje recikliranja mogu biti povezani s većom organizacijskom stabilnošću, dok veća ovisnost o uvozu može povećavati ranjivost poduzeća na vanjske poremećaje. Ovakvi nalazi podudaraju se s recentnim istraživanjima koja kružnu ekonomiju identificiraju kao važan čimbenik jačanja organizacijske otpornosti poduzeća (Kennedy i Linnenluecke, 2022). Takvi nalazi u skladu su s teorijskim pretpostavkama prema kojima kružna ekonomija doprinosi diversifikaciji izvora materijala, smanjenju potrebe za primarnim resursima te većoj fleksibilnosti u upravljanju resursnim tokovima (Geissdoerfer i sur., 2017; Korhonen, Honkasalo, Seppälä, 2018; Kirchherr, Reike, Hekkert, 2017). Rezultati ovog istraživanja indikativno sugeriraju da bi poduzeća s razvijenijim kružnim modelima poslovanja mogla biti bolje pripremljena za suočavanje s poremećajima u opskrbnim lancima, volatilnost cijena sirovina i druge krizne šokove (Ponomarov i Holcomb, 2009; Wieland i Durach, 2021). Negativan predznak varijable IMP dodatno potvrđuje važnost smanjenja ovisnosti o vanjskim dobavnim lancima kao sastavnice krizne otpornosti. Ovaj nalaz osobito je relevantan u kontekstu recentnih globalnih poremećaja, geopolitičkih nestabilnosti i inflatornih pritisaka, koji su povećali izloženost poduzeća rizicima nabave i dostupnosti inputa (OECD, 2020; Golan, Jernegan, Linkov, 2020). Dobiveni rezultati (Tablica 6.) pružaju indikativnu potporu istraživačkoj hipotezi (H1) o postojanju pozitivne povezanosti između razine implementacije kružne ekonomije i krizne otpornosti poduzeća. Zbog malog uzorka i eksplorativnog karaktera istraživanja,

navedene rezultate treba promatrati kao preliminarne pokazatelje mogućih odnosa među promatranim varijablama, a ne kao konačnu potvrdu teorijskih pretpostavki.

TABLICA 6. REZULTATI REGRESIJSKE ANALIZE

Varijabla	β koeficijent	Std. Error	t-vrijednost	p-vrijednost
CE (Circular Economy Level)	0,45	0,14	3,21	0,004
REC (Recycling Intensity)	0,30	0,12	2,45	0,018
IMP (Import Dependency)	-0,40	0,13	-2,98	0,007
Konstanta	1,20	0,35	3,43	0,003

$$R^2 = 0,78$$

$$N = 12$$

Rezultate treba tumačiti oprezno zbog malog uzorka i konstrukcije kompozitnih varijabli.

Izvor: prilagodba autora prema AD Plastik d.d. (2023); Atlantic Grupa d.d. (2018); Cemex Hrvatska (2023a, 2023b); Fortenova grupa d.d. (2022); HEP d.d. (2021); Holcim Group (2023); Holcim Hrvatska (2023); KONČAR d.d. (2023); Podravka d.d. (2023a, 2023b); Valamar Riviera d.d. (2024); Vetropack Group (2024); DS Smith (2023).

Nalaze ipak treba interpretirati kao indikativne, s obzirom na ograničenu veličinu uzorka ($N = 12$) i eksplorativni karakter istraživanja. Dodatno, veličina i smjer utvrđenih odnosa mogu biti osjetljivi na način konstrukcije korištenih kompozitnih pokazatelja. Sukladno tome, rezultati ne predstavljaju konačan dokaz uzročnosti, već empirijsku osnovu za daljnja istraživanja na većem uzorku poduzeća i uz primjenu dodatnih kvantitativnih pokazatelja (OECD, 2008; Hair i sur., 2019).

2.6. Usporedba RH i EU

Usporedba Hrvatske i Europske unije pokazuje značajno zaostajanje Hrvatske u ključnim pokazateljima kružne ekonomije (Tablica 7.).

TABLICA 7. USPOREDBA HRVATSKE I EU PREMA KLJUČNIM POKAZATELJIMA KRUŽNE EKONOMIJE (posljednji dostupni podaci)

Pokazatelj	Hrvatska (RH)	Europska unija (EU)	Godina	Što to znači (analitički)
Kružna uporaba materijala (CMUR)	5,9%	12,2%	2024	RH koristi gotovo upola manje sekundarnih sirovina → veća ovisnost o primarnim resursima
Resursna produktivnost*	1,6 €/kg	3,0 €/kg	2023	EU stvara više vrijednosti iz iste količine materijala → učinkovitije gospodarstvo

Pokazatelj	Hrvatska (RH)	Europska unija (EU)	Godina	Što to znači (analitički)
Komunalni otpad po stanovniku	486 kg	517 kg	2023	RH proizvodi nešto manje otpada, ali to nije nužno rezultat kružnosti
Stopa recikliranja komunalnog otpada	36,7%	48,1%	2022	RH značajno zaostaje → slabiji sustav oporabe
Odlaganje otpada (landfill)	56%	17%	2022	RH se i dalje oslanja na linearni model (odlaganje)
Zaposlenost u CE sektorima	3,1%	2,1%	2021	RH ima solidnu bazu CE aktivnosti, ali s manjim učinkom

*posljednji dostupni podaci

NAPOMENA: Zbog različite dinamike objave statističkih serija, prikazani pokazatelji odnose se na posljednje dostupne referentne godine: kružna uporaba materijala (2024), resursna produktivnost (2023), komunalni otpad po stanovniku (2023), stopa recikliranja komunalnog otpada (2022), odlaganje otpada (2022) te zaposlenost u sektorima kružne ekonomije (2021). Podaci omogućuju relevantnu komparativnu analizu Hrvatske i Europske unije.

Izvor: prilagođeno prema Eurostat (2024); European Environment Agency (2024, 2025a, 2025b)

Usporedba Hrvatske i Europske unije pokazuje da Hrvatska i dalje zaostaje u većini ključnih pokazatelja kružne ekonomije. Najizraženije razlike vidljive su u kružnoj uporabi materijala (CMUR), resursnoj produktivnosti te stopi recikliranja komunalnog otpada, što upućuje na nižu razinu integracije sekundarnih sirovina i slabiju učinkovitost korištenja resursa u odnosu na prosjek Europske unije. Istodobno, visok udio odlaganja otpada potvrđuje da je model gospodarenja otpadom u Hrvatskoj još uvijek pretežito linearan. Unatoč navedenim zaostajanjima, relativno povoljan udio zaposlenosti u sektorima kružne ekonomije ukazuje na postojanje institucionalne i operativne osnove za ubrzanje tranzicije prema kružnom gospodarstvu. Navedeni rezultati sugeriraju da Hrvatska raspolaže određenim razvojnim potencijalom, ali da će za približavanje prosjeku Europske unije biti nužna snažnija ulaganja u recikliranje, kružne poslovne modele i učinkovitije upravljanje resursima.

2.7. Ograničenja i preporuke istraživanja

Istraživanje se temelji na uzorku od dvanaest poduzeća, što ograničava mogućnost generalizacije rezultata. Dodatno, korištenje sekundarnih izvora (godišnja izvješća, izvješća o održivosti te ESG sadržaji) može uključivati određenu razinu pristranosti, budući da poduzeća selektivno prikazuju vlastite prakse. Konstrukcija kompozitnog dataseta temelji se na kvalitativnoj procjeni i skaliranju varijabli, što uključuje subjektivnu

interpretaciju, osobito kod varijabli poput otpornosti i ovisnosti o uvozu. Budući da se kompozitne varijable temelje na autorskoj evaluaciji sekundarnih izvora, postoji mogućnost subjektivnosti u procesu bodovanja. Kako bi se povećala pouzdanost mjerenja, buduća istraživanja trebala bi uključiti više nezavisnih evaluatora te provjeru međuprocjenjivačke pouzdanosti (inter-rater reliability). Također, regresijski model obuhvaća ograničen broj varijabli te ne uključuje sve potencijalne determinante otpornosti, poput financijskih ili organizacijskih čimbenika. Konačno, istraživanje ima presječni karakter, zbog čega nije moguće u potpunosti utvrditi uzročno-posljedične odnose, već se rezultati interpretiraju kao indikativni. Zbog eksplorativnog karaktera istraživanja, malog uzorka i korištenja kompozitnih procjenskih varijabli, dobivene odnose nije moguće interpretirati kao dokaz uzročno-posljedičnih veza. Buduća istraživanja trebala bi uključiti veći i raznovrsniji uzorak poduzeća te koristiti longitudinalne podatke kako bi se omogućila preciznija analiza uzročnosti. Također, preporučuje se proširenje modela dodatnim varijablama (npr. financijski pokazatelji, inovacije, digitalizacija) te primjena kombinacije kvantitativnih i kvalitativnih metoda. Poduzećima se preporučuje integracija kružne ekonomije u temeljne poslovne strategije, osobito kroz korištenje sekundarnih sirovina, razvoj zatvorenih materijalnih ciklusa i smanjenje ovisnosti o globalnim dobavnim lancima. Primjena kružnih principa može djelovati kao preventivni alat kriznog menadžmenta, povećavajući fleksibilnost, stabilnost opskrbe i otpornost na tržišne poremećaje.

3. Zaključak

Provedeno istraživanje pokazuje da kružna ekonomija može predstavljati važan instrument jačanja krizne otpornosti poduzeća. Rezultati analize upućuju na to da poduzeća s višom razinom implementacije kružnih praksi, većim intenzitetom recikliranja i manjom ovisnošću o uvoznim sirovinama iskazuju višu razinu stabilnosti i prilagodljivosti u uvjetima poremećaja. Dobiveni nalazi upućuju na to da se kružna ekonomija može promatrati ne samo kroz prizmu okolišne održivosti, već i kroz njezinu moguću povezanost s organizacijskom otpornošću te praksama upravljanja rizicima i kriznim situacijama. Dobiveni nalazi pružaju preliminarnu empirijsku osnovu za promatranje povezanosti između kružne ekonomije i mehanizama kriznog menadžmenta. U teorijskom smislu, doprinos rada ogleda se u povezivanju koncepta kružne ekonomije s literaturom o

organizacijskoj otpornosti, dok se u praktičnom smislu ističe važnost ulaganja u recikliranje, lokalne dobavne lance, kružni dizajn proizvoda i učinkovitije korištenje resursa. U kontekstu Republike Hrvatske rezultati ukazuju da, unatoč određenim pozitivnim pomacima, i dalje postoji prostor za snažnije približavanje prosjeku Europske unije u većini pokazatelja kružne ekonomije. Posebno su važna ulaganja u infrastrukturu za recikliranje, tehnološke inovacije i poticanje kružnih poslovnih modela u privatnom sektoru. Ograničenja istraživanja proizlaze iz relativno malog uzorka poduzeća te korištenja kompozitnih varijabli temeljenih na sekundarnim izvorima podataka. Stoga rezultate treba interpretirati kao indikativne, a ne konačne. Buduća istraživanja trebala bi uključiti veći broj poduzeća, longitudinalne podatke i naprednije ekonometrijske modele kako bi se dodatno provjerila snaga i smjer utvrđenih odnosa. Unatoč navedenim ograničenjima, rezultati pružaju korisne preliminarne uvide u odnos između kružne ekonomije i krizne otpornosti poduzeća. Zaključno, dobiveni nalazi upućuju na relevantnost promatranja kružne ekonomije kao potencijalno važnog čimbenika organizacijske otpornosti i dugoročne održivosti poduzeća.

Literatura

- [1] AD Plastik d.d. (2023). *Integrated Annual Report 2023*. <https://www.adplastik.hr/wp-content/uploads/2024/04/IGI-2023-EN.pdf>, (9.2.2026.)
- [2] Atlantic Grupa d.d. (2018). *Sustainability Report, Atlantic grupa 2018., GRI supplement*, <https://flare.shape404.agency/atlantic/documents/2056e522404a006af04708656d180afc/GRI-Report-2018-Atlantic.pdf>, (9.2.2026.)
- [3] Bocken, N. M. P., De Pauw, I., Bakker, C., Van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), str. 308–320, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21681015.2016.1172124>, (9.3.2026.)
- [4] Bundy, J., Pfarrer, M. D., Short, C. E., Coombs, W. T. (2017). Crises and crisis management: Integration, interpretation, and research development. *Journal of Management*, 43(6), str. 1661–1692. <https://doi.org/10.1177/0149206316680030>, (28.2.2026.)
- [5] Cemex Hrvatska (2023a). *Integrated Report 2023*. <https://www.cemex.com/d/cemex-2023-integrated-report-en>, (9.2.2026.)
- [6] Cemex Hrvatska (2023b). *Circular economy and sustainability practices*. <https://www.cemex.hr/buducnost-na-djelu/cirkularna-ekonomija>, (9.2.2026.)
- [7] DS Smith (2023). *Sustainability Report*. <https://www.dssmith.com/contentassets/c07f2d3e48d34a70bb8b3aaa60f3cafb/ds-smith-sustainability-report-2023.pdf>, (9.2.2026.)
- [8] Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition* (Vol. 1). Cowes: Ellen MacArthur Foundation., <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/4384c08d>

- a576329c/original/Towards-a-circular-economy-Business-rationale-for-an-accelerated-transition.pdf, (14.3.2026.)
- [9] European Environment Agency (2024). Diversion of waste from landfill in Europe. Copenhagen: European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/diversion-of-waste-from-landfill>, (2.4.2026.)
- [10] European Environment Agency (2025a). Circular material use rate. <https://www.eea.europa.eu/en/europe-environment-2025/countries/croatia/circular-material-use-rate>, (2.4.2026.)
- [11] European Environment Agency (2025b). Croatia municipal waste factsheet. Copenhagen: European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/waste-and-recycling/municipal-and-packaging-waste-management-country-profiles-2025/hr-municipal-waste-factsheet.pdf>, (2.4.2026.)
- [12] Eurostat. (2024). Circular economy indicators database. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/database>, (2.4.2026.)
- [13] Fortenova grupa d.d. (2022). *Sustainability Report 2021*. https://fortenova.hr/en/sustainability/?document_id=2316, (12.2.2026.)
- [14] Geissdoerfer, M., Pieroni, M. P. P., Pigosso, D. C. A., Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production*, 277, str. 123741, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=377382, (22.3.2026.)
- [15] Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, str.757–768, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023?via%3Dihub>, (14.2.2026.)
- [16] Golan, M. S., Jernegan, L. H., Linkov, I. (2020). Trends and applications of resilience analytics in supply chain modeling: systematic literature review in the context of the COVID-19 pandemic, 40(2), str. 222–234, https://www.aiche.org/sites/default/files/webinar/files/golan2020_article_trendsandapplicationsofresilience.pdf, (22.3.2026.)
- [17] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage.
- [18] HEP d.d. (2021). *Izvešće o poslovanju i održivosti*. https://www.hep.hr/UserDocsImages/dokumenti/Izvjescje%20o%20odrzivosti/hep_izvjescje_poslovanje_odrzivost_2021.pdf, (9.2.2026.)
- [19] Holcim Group (2023). *2023 Integrated annual report*. <https://www.holcim.com/sites/holcim/files/2024-03/28022024-finance-holcim-fy-2023-report-en.pdf>, (12.2.2026.)
- [20] Holcim Hrvatska (2023). *Kružna ekonomija i kružna gradnja*. <https://www.holcim.hr/odrzivost/kruzna-ekonomija>, (9.2.2026.)
- [21] Kennedy, S., Linnenluecke, M. K. (2022). Circular economy and resilience: A research agenda. *Business Strategy and the Environment*, 31(6), str. 2753–2765, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=402736, (25.3.2026.)
- [22] Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, str. 221–232, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3037579, (14.3.2026.)
- [23] KONČAR d.d. (2023). *Izvešće o održivom poslovanju*. https://koncar.hr/sites/default/files/dokumenti/izvjescja-o-odrzivom-poslovanju/2024-07/Grupa%20KON%20C4%8CAR%20-%20Izvj%C5%A1%C4%87e%20o%20odrz%C5%BEivom%20poslovanju%20za%202023.%20godinu_1.pdf, (11.2.2026.)
- [24] Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, str. 37–46., <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>, (2.3.2026.)
- [25] Kristoffersen, E., Blomsma, F., Mikalef, P., Li, J. (2021). The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies. *Journal of Business Research*, 120, str. 241–261, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296320304987?via%3Dihub>, (22.3.2026.)
- [26] Murray, A., Skene, K., Haynes, K. (2017). The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), str. 369–380, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10551-015-2693-2>, (14.3.2026.)
- [27] Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S. (2005). Tools for composite indicators building. European Commission Joint Research Centre, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC31473/EUR%2021682%20EN.pdf>, (2.4.2026.)
- [28] OECD. (2008). *Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide*. Paris: OECD Publishing, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2008/08/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-and-user-guide_g1gh9301/9789264043466-en.pdf, (2.4.2026.)
- [29] OECD. (2020). *The circular economy in cities and regions*. Paris: OECD Publishing, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2020/10/the-circular-economy-in-cities-and-regions_dd1348ed/10ac6ae4-en.pdf, (25.3.2026.)
- [30] Podravka d.d. (2023a). *Strategija održivog poslovanja do 2030*. <https://podravkagrupa.com/hr/odrzivost/strategija-odrzivog-poslovanja/>, (11.2.2026.)
- [31] Podravka d.d. (2023b). *Održivost i ESG praksa*. <https://podravkagrupa.com/hr/odrzivost/>, (11.2.2026.)
- [32] Ponomarev, S. Y., Holcomb, M. C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, 20(1), str. 124–143., <https://doi.org/10.1108/09574090910954873>, (9.3.2026.)
- [33] Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 179, str. 605–615, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617332146?via%3Dihub>, (9.3.2026.)
- [34] Santos, J. E. A., Gohr, C. F. (2026). Resilience capability for the circular economy: A conceptual framework. *Environment, Development and Sustainability*, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10669-026-10079-w>, (25.3.2026.)
- [35] Schaltegger, S., Burritt, R. (2018). *Business cases and corporate engagement with sustainability*. Routledge.
- [36] Shevchenko, T. (2025). A dual circular strategies hierarchy as a guiding framework for crisis response and post-disaster recovery. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 254, str. 146478, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146478>, (25.3.2026.)
- [37] Valamar Riviera d.d. (2024). *Godišnji izvještaj 2024. Valamar*. <https://valamar-riviera.com/media/500818/godisnji-izvjestaj-za-2024-konsolidirani-pdf.pdf>, (14.2.2026.)

- [38] Vetropack Group (2024). *Sustainability Report*.
https://report.vetropack.com/2024/app/uploads/Vetropack_Sustainability_2024.pdf, (9.2.2026.)
- [39] Wieland, A., Durach, C. F. (2021). Two perspectives on supply chain resilience. *Journal of Business Logistics*, 42(3), str. 315–322,
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbl.12271>,
(9.3.2026.)
- [40] Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage.

Upravljanje emocijama u visokoškolskom obrazovanju iz perspektive nastavnika i studenata

Emotion management in higher education from the perspective of teachers and students

Ivana Lacković¹, Katarina Dadić²

¹Veleučilište Baltazar Zaprešić, Vladimira Novaka 23, Zaprešić, ivanalackovic.marketing@bak.hr

²Fakultet hrvatskih studija Zagreb, Borongajska cesta 83d, Zagreb, kdadic@fhs.hr

Sažetak

Upravljanje emocijama je stalan proces i razvoj ovih vještina može poboljšati međuljudske odnose, povećati otpornost na stres i poboljšati opće mentalno zdravlje. Visokoškolsko obrazovanje važan je dio života svakog pojedinca, ali utječe i na društvo u cjelini (obrazovanje pomaže pojedincima da razviju svoje potencijale, znanja i vještine) te je stoga važno razumjeti upravljanje emocijama u kontekstu visokog obrazovanja. Cilj ovog rada bio je istražiti upravljanje emocijama u visokoškolskom obrazovanju iz perspektive nastavnika i studenata kako bi se razumjelo kako upravljanje emocijama utječe na akademski uspjeh, motivaciju i međuljudske odnose u obrazovnom okruženju. Za potrebe ovog istraživanja provedeno je kvalitativno istraživanje: 4 online fokus grupe (2 nastavnika i 2 studenata) o njihovoj percepciji ove teme (u smislu izazova koje imaju te o samosvijesti, empatiji, komunikaciji, samokontroli, motivaciji, rješavanju problema te brige o sebi). Rezultati istraživanja pokazuju važnost upravljanja emocijama u visokom obrazovanju. Nastavnici ističu kako njihova sposobnost upravljanja vlastitim emocijama pozitivno utječe na angažman i uspjeh učenika te prepoznaju izazove poput stresa, emocionalnog izgaranja i upravljanja vremenom. Studenti naglašavaju važnost nastavničke podrške i razumijevanja te kako im tehnike emocionalne regulacije pomažu nositi se s akademskim stresom, pritiskom i upravljanjem vremenom. Rezultati istraživanja upućuju na potrebu većeg fokusa na emocionalnu komponentu obrazovanja i potporu za obje strane, što bi moglo poboljšati cjelokupno obrazovno iskustvo i akademske rezultate. Prijedlog budućih istraživanja je provođenje kvantitativnog istraživanja putem anketnog upitnika kako bi se utvrdilo mišljenje šire populacije o ovoj temi.

Ključne riječi

upravljanje emocijama, visokoškolsko obrazovanje, nastavnici, studenti, uspješno obrazovanje

Abstract

Managing emotions is an ongoing process and developing these skills can improve interpersonal relationships, increase resilience to stress and improve general mental health. Higher education is an important part of the life of each individual, but it also affects society as a whole (education helps individuals develop their potential, knowledge and skills) and is therefore important to understand emotion management in the context of higher education. The aim of this paper was to explore the emotion management in higher education from the perspective of teachers and student in order to understand how emotion management affects academic performance, motivation, and interpersonal relationships in an educational environment. For the purpose of this research, qualitative study was conducted: 4 online

focus groups (2 teachers and 2 students) about their perception of the topic (in terms of the challenges they have and on self-awareness, empathy, communication, self-control, motivation, problem-solving, and self-care). The research results show the importance of emotion management in higher education. Teachers emphasize that their ability to manage their own emotions has a positive effect on student engagement and success, and recognize challenges such as stress, emotional burnout and time management. Students emphasize the importance of teacher's support and understanding and how emotional regulation techniques help them to cope with academic stress, pressure and time-management. The research results indicate the need for greater focus on the emotional component of education and support for both sides, which could improve the overall educational experience and academic outcomes. A proposal for future research is to conduct quantitative research through a survey questionnaire in order to determine the opinions of the wider population on this topic.

Keywords

emotion management, higher education, teachers, students, successful education

Uvod

Čovjek je društveno biće koje se oblikuje i mijenja tijekom života pod utjecajem različitih faktora koji na njega utječu, pri čemu na njega snažno utječu interakcije s drugim ljudima i iskustva koja pritom stječe (Lacković, Pavičić Rešetar i Jurač, 2023).

Kao rezultat iskustava javljaju se različite emocije koje utječu na čovjekovo ponašanje te je izuzetno važno da u svakom smislu (i privatnom i poslovnom) čovjek može upravljati svojim emocijama – kako one ne bi upravljale njime. Naime, „u životu u raznim situacijama djelujemo sasvim neočekivano i nenadano, a da nismo ni svjesni što nas je potaknulo da postupimo na ovaj ili onaj način.“ (Hercigonja, 2018:7). Iz tog razloga, važno je nastojati razumjeti razlog određenih reakcija te pokušati osvijestiti svoje ponašanja i tako utjecati na emocionalni dio našeg bića. Navedeno je važno jer omogućuje kvalitetniju samosvijest pojedincu te mogućnost za osobni razvoj, a posebno u dijelu profesionalnog razvoja i cjeloživotnog učenja te kontinuiranog usavršavanja pojedinca, što je svakako zahtjev suvremenog dinamičnog društva.

Naime, suvremen tempo života uz društvene promjene, napredak tehnologije i nova znanja i vještine koje se traže, složeni međuljudski odnosi te izazovi usklađivanja privatnog života i zahtjeva poslovnog života čine pojedince izloženijima stresu koji im donosi ovakav okvir za njihov rad i djelovanje. Kako je čovjek društveno biće koje u sebi nosi više dimenzija, važno je promatrati ga i kroz dimenziju emocija koje u sebi nosi i kojima treba upravljati.

Visokoškolsko obrazovanje u društvenom kontekstu predstavlja složeno i dinamično okruženje u kojem se savladavaju osobni ciljevi i očekivanja (učenjem i savladavanjem studentskih obaveza) te društvene, odnosno socijalne interakcije – sve isprepleteno razumom i emocijama. Iz tog razloga je i u nastavnom procesu važno upravljanje emocijama, kako kod samih nastavnika – tako i kod studenata, iz razloga što upravljanje emocijama sve više postaje faktor koji utječe na kvalitetu obrazovnog procesa, osobnu motivaciju, uspjeh i opću dobrobit i zadovoljstvo svih sudionika nastavnog procesa. Navedeno je bilo ujedno i polazišna točka ovog rada.

1. Visokoškolsko obrazovanje

Visokoškolsko obrazovanje jedna je od važnih ljudskih aktivnosti od društvenog značaja jer je riječ o

potencijalima stvaranja i usavršavanja znanja, vještina i kompetencija pojedinaca u najrazličitijim područjima, u cilju stvaranja kvalitetnijih pojedinaca koji svojim znanjima i vještinama mogu dati potreban doprinos društvu i oblikovati vlastiti život i postignuća.

Visokoškolsko obrazovanje u Hrvatskoj (Lacković, 2023:77) se, prema Agenciji za znanost i visoko obrazovanje (ili kraće AZVO), „provodi se kroz sveučilišne i stručne studije. Sveučilišni studij osposobljava studente za obavljanje poslova u znanosti i visokom obrazovanju, u poslovnom svijetu, javnom sektoru i društvu općenito te ih osposobljava za razvoj i primjenu znanstvenih i stručnih dostignuća. Stručni studij pruža studentima primjerenu razinu znanja i vještina koje omogućavaju obavljanje stručnih zanimanja i osposobljava ih za neposredno uključivanje u radni proces.“ (izvorno AZVO – Vrste studija u Republici Hrvatskoj, 2021). „Visokoškolskim institucijama kao sudionicima na specifičnom tržištu obrazovanja važno je i potrebno razumjeti klijente (studente) kako bi s njima mogli kvalitetnije i bolje surađivati – kako bi mogli pružati obrazovnu uslugu kojom će klijenti (studenti) biti zadovoljni“ (Lacković, 2023), a aspekt emocija svakako može doprinijeti boljem razumijevanju spomenutih aktera i kvalitetnija introspekcija svakog od aktera.

„Problematika obrazovanja je kompleksna, povezana je sa znanjem koje nam služi kao vodič kroz život, za razumijevanje svijeta i njegovih fenomena te lakše snalaženje u njemu. Samim time, nalaže se, postoji temelj za napredak, rast i stvaranje novih vrijednosti.“ (Lacković, 2023:69).

Visokoškolsko obrazovanje važan je dio života svakog pojedinca, ali utječe i na društvo u cjelini (obrazovanje pomaže pojedincima da razviju svoje potencijale, znanja i vještine) te je stoga važno razumjeti upravljanje emocijama u kontekstu visokog obrazovanja jer će shodno tome i sam tijek i kvaliteta nastavnog procesa te njegovi produkti biti kvalitetniji, što je ujedno poveznica s održivim razvojem kao konceptom u kojem se stvara temelj za bolje sutra.

Prema Lacković (2023:68), učenjem se čovjekov život neminovno mijenja, što stvara prilike za razvoj, napredak, evoluciju, a rezultat učenja i napretka može se ogledati u brojnim područjima čovjekova života. U osobnom razvoju ogledaju se mogućnosti pojedinca za stvaranjem bolje verzije sebe.

Obrazovanje odraslih ((Lacković, 2023:74-75) ima za cilj bolju zapošljivost te osobni razvoj pojedinca te je preduvjet uspješnog društva. Koncept osobnog razvoja

pojedina (Lacković, Pavičić Rešetar i Jurač, 2023) promatra iz više različitih dimenzija u kojima pojedinac postoji: kreira određene vrijednosti, izvršava svoje obveze i zadatke, doprinosi svojoj organizaciji (radnom kolektivu) i svojoj obitelji te nastoji napredovati i ostvariti svoje potencijale, a sastoji se od privatne i poslovne ili profesionalne dimenzije, pri čemu se teži razvijanju obje dimenzije osobnog razvoja.

Profesionalni razvoj je (Prstec, 2023:1) "kontinuirana aktivnost koja uključuje različite procese poput edukacija, praksa, primanja i davanja povratnih informacija pri čemu se preuzima odgovornost za vlastito učenje i cjeloživotni razvoj kompetencija."

Obrazovanje, u svim njegovim oblicima (formalno, neformalno, informalno) stvara priliku za pojedinca i njegov profesionalni razvoj (izvorno Pastuović, 2008, Lacković, 2023:72): kroz strukturirano i standardizirano učenje u formalnom obrazovanju koje rezultira diplomom (ili certifikatom) obrazovne institucije provoditelja programa; neformalno obrazovanje (npr. seminar, tečaj, konferencija, radionica...) koje završava potvrdom o uspješno završenom obliku obrazovanja te informalno obrazovanje ili samoobrazovanje, odnosno učenje osobe bez potpore druge osobe ili institucije.

Prema Lacković, Pavičić Rešetar i Jurač (2023), u poslovnom smislu pojedinac nužno treba posjedovati:

- niz tvrdih vještina:
 - formalnih znanja i stručnih kompetencija,
 - digitalne, tehničke vještine) te
- niz mekih vještina koje pojedincu omogućavaju bolju komunikaciju, kvalitetnije izvršavanje zadataka te rješavanje problema:
 - kreativnost i snalaženje u novim situacijama,
 - timski rad,
 - kvalitetni međuljudski odnosi,
 - samokontrola,
 - upravljanje osobnim vremenom,
 - *storytelling*,
 - razumijevanje konteksta,
 - moralno rasuđivanje,
 - sposobnost prepoznavanja emocija i djelovanje u skladu sa situacijom.

„Kontinuirano ulaganje u obrazovanje mladih i sposobnih ljudi, uz istovremeno otvaranje prostora za

njihov rad osobni i karijerni razvoj, stvara društvo znanja i bitno utječe na razvoj kvalitetne, obrazovane i budućnosti usmjerene zajednice“ – što mora biti imperativ današnjice (Vlahov, 2013:117).

Iz navedenog proizlazi cilj ovog rada: istražiti upravljanje emocijama u visokoškolskom obrazovanju iz perspektive nastavnika i studenata kako bi se razumjelo kako upravljanje emocijama utječe na akademski uspjeh, motivaciju i međuljudske odnose u obrazovnom okruženju.

2. Upravljanje emocijama

Emocije su biološki, sociološki, subjektivni i svrhoviti fenomen (Reeve, 2010:301).

Prema Hercigonja (2018:11), emocije se mogu definirati kao „doživljaj našeg vrednovanja i subjektivnog odnosa prema stvarima, ljudima, događajima i prema vlastitim postupcima“, one su reagiranje bića na neko zbivanje koje se opaža. „Ono što su refleksi za tijelo, to su emocije za psihi“ (izvorno Milivojević, 1993). Emocije se sastoje od (Puškarić, 2020:9):

- osjećaja (subjektivni doživljaj, fenomenološka svjesnost, kognicija),
- biološke pobuđenosti (fiziološka aktivacija, tjelesna priprema za djelovanje i reakcija),
- svrhe (usmjerenost prema cilju, funkcionalni aspekt) i
- socijalno-ekspresivne komponente (komunikacija emocijama, odnosno prepoznavanje tuđih emocija i reagiranje na njih).

Emocije se ispoljavaju na fiziološkom, doživljajnom i ponašajnom planu (Hercigonja, 2018:11). Emocije su složene i subjektivne, no vrlo snažno objektivno mogu utjecati na tijelo, odnosno ljudski organizam i njegove reakcije, naime, tijelo reagira prema pozitivnoj ili negativnoj emociji na različite načine (Puškarić, 2020:9).

Emocionalna inteligencija (izvorno Goleman, 2004) je „skup emocionalnih potreba, poriva i istinskih vrijednosti osobe i ona upravlja svim oblicima vanjskih ponašanja“, ona se odnosi na čovjekovu sposobnost prepoznavanja značenja emocija i njihovih veza, korištenja emocija kao temelja razumijevanja i rješavanja problema (Hercigonja, 2018:13-18), razvija se kroz život, odnosno kroz interakcije, učeći. Emocije su povezane s motivacijom koja je iznimno važna u usmjeravanju čovjekove energije i aktivnosti (Puškarić, 2020:9).

Pureta (2014) ističe da je menadžment kao način razmišljanja potreban i u poslu i u privatnom životu

pojedince, na svim razinama i svim sferama života: u osobnom životu, obiteljskom životu i djelovanju u zajednici...

Upravljanje emocijama smatra se izuzetno važnim, no izazovnim osobnim menadžmentom koji zahtijeva visoku razinu svijesti i samoprocjene te analize koja može pojedincu omogućiti razumijevanje vlastitog konteksta i onoga kako doživljava vlastitu okolinu, a u cilju kvalitetnijih i učinkovitijih interakcija.

Emocije igraju važnu ulogu u nastavnom procesu, a nedavna istraživanja naglašavaju njihov ključni utjecaj na dobrobit nastavnika i učinkovitost u nastavnom procesu (Wang i sur., 2023.).

Prema Wang, Zai i Zhou, (2025), nedavna istraživanja upozoravaju na porast stope od 25% takozvanog *burnouta* među nastavnicima tijekom proteklog desetljeća, potaknute raznim izazovima (učenje na daljinu, problemi s mentalnim zdravljem studenata...) Emocionalni izazovi traže upravljanje emocijama jer se time utječe i na dobrobit nastavnika i na kvalitetu nastave, a u konačnici i na postignuća studenata (Wang i sur. (2023), Burić i sur., 2017., 2018.; Frenzel i sur., 2009., 2021.).

Prema Wang, Zai i Zhou, (2025), određena istraživanja ukazuju kako nastavnici prepoznaju važnost emocionalne regulacije (upravljanja emocijama) jer smatraju da se time poboljšava njihova učinkovitost poučavanja, upravljanje nastavnim procesom i odnosima (Sutton, 2004.; Sutton i sur., 2009.).

Prema Wang, Zai i Zhou, (2025), određena istraživanja dodatno ističu prednosti upravljanja emocijama u nastavi, pri čemu navedeno povezuju s povećanom predanošću poslu i poboljšanom psihološkom dobrobiti (Walle i sur., 2020.; Benesch, 2018.).

3. Istraživanje

Za potrebe ovog preliminarnog istraživanja provedeno je kvalitativno istraživanje u mjesecu svibnju 2024. godine, s ukupno 40 ispitanika kroz 4 fokus grupe (2 grupe nastavnika i 2 grupe studenata).

U fokus grupi nastavnika sudjelovalo je 10 veleučilišnih nastavnika koji rade na studijskim programima stručnih studija te 10 nastavnika koji rade na studijskim programima sveučilišnih studija.

U fokus grupi studenata sudjelovalo je 10 studenata stručnih prijediplomskih i diplomskih studija te 10 studenata sveučilišnih prijediplomskih i diplomskih studija.

Fokus grupe vođene su prema tematskim područjima, o njihovoj percepciji ove teme u smislu izazova koje imaju te

- samosvijesti,
- empatiji,
- komunikaciji,
- samokontroli,
- motivaciji,
- rješavanju problema te
- brige o sebi).

Podaci dobiveni u fokus grupama su obrađeni i prikazani zbirno prema tematskim područjima.

Nastavnici ukazuju na sljedeće prema kategorijama kako slijedi:

- **samosvijest:** ističu kako su svjesni važnosti analize i promišljanja vlastitog postojanja i vlastite odgovornosti u kontekstu reagiranja na okolinu i događaje; smatraju da imaju visoku razinu samosvijesti;
- **empatija:** ističu važnost razumijevanja studenata i njihove priče, odnosno konteksta u kojem se studenti nalaze, empatijom grade puno kvalitetnije odnose te smanjuju konflikte i stres općenito;
- **komunikacija:** ističu da je kvalitetna komunikacija presudna za kvalitetno upravljanje emocijama; ističu određene izazove u komunikaciji u nastavnom procesu jer se dinamika nastave kontinuirano mijenja, posebno pod utjecajem eksternih čimbenika (neizvjesnost, ratovi, prošla pandemija, ekonomski čimbenici, online komunikacija i važnost dostupnosti...);
- **samokontrola:** ističu kako je samokontrola faktor koji direktno utječe na osobnu percepciju učinkovitosti, što su uspješniji u osvještavanju i upravljanju vlastitim emocijama u nekoj situaciji, to je bolji ishod situacije koju promatraju i bolje se nose s problemskim situacijama koje procjenjuju ili na koje trebaju reagirati, glavni izazov je nedostatak alata i znanja koji im pomažu u samokontroli, ističu važnost edukacije i obrazovanja na ovu temu;
- **motivacija:** izuzetno važan faktor postizanja željenih rezultata koja je direktno povezana s emocijama koje nose, ističu važnost samomotivacije i stvaranja načina da se motiviraju manjim zadacima i uspjesima, kako bi se smanjio stres i stvorio osjećaj da je neka zadaća ostvariva;

- **rješavanje problema:** sastavni dio posla koji stvara osjećaj uspjeha, vrijednosti u poslu, motivira za daljnji rad i razvoj; potreba koja se kroz nastavu i rad sa studentima može ispuniti;
- **briga o sebi (self-care):** ističu važnost brige o sebi, nedostaje im slobodnog vremena za posvetiti se aktivnostima koje im čine dobro, ističu važnost planiranja i donošenja odluka kojih će se držati u cilju postizanja bolje brige o sebi, briga o sebi treba postati rutina.

Studenti ukazuju na slijedeće prema kategorijama kako slijedi:

- **samosvijest:** ističu kako su svjesni važnosti analize i promišljanja vlastitog postojanja, smatraju da su samo djelomično odgovorni za to kako reagiraju na okolinu i događaje;
- **empatija:** ističu važnost empatije, naglašavaju potrebu razumijevanja različitih konteksta u kojem se nalaze;
- **komunikacija:** prepoznaju da je kvalitetna komunikacija presudna za kvalitetno upravljanje emocijama; naglašavaju uvjete studiranja koji su se mijenjali kroz vrijeme (prošla pandemija, rad od kuće i online komunikacija, ekonomski čimbenici...);
- **samokontrola:** ističu kako je samokontrola faktor koji direktno utječe na osobnu percepciju učinkovitosti, pod utjecajem stresora kao što su umor (fizički i psihički) te iscrpljenost zbog ritma studiranja, poslovnih obaveza te obiteljskog života spominju teže postizanje samokontrole, odnosno, češće postizanje *burnout*-a, nedostaju im alati i znanja za bolju samokontrolu, također ističu važnost edukacije na ovu temu; naglašavaju važnost nastavnikove podrške i razumijevanja te kako im tehnike emocionalne regulacije pomažu nositi se s akademskim stresom i upravljanjem vremenom;
- **motivacija:** izuzetno važan faktor postizanja željenih rezultata; ističu važnost unutarnje osobne motivacije koja je direktno povezana s emocijama koje nose; ističu važnost samomotivacije; nedostatak slobodnog vremena ističu kao važan motiv kojim se jasnije fokusiraju na obavljanje obveza i zadataka;
- **rješavanje problema:** ističu kao je studij sam po sebi jedna vrsta snažne edukacije o različitim strategijama rješavanja problema,

zbog različitih ljudi, rasporeda, dinamike rada, a važnosti međusobne suradnje (na primjer zajedničke studentske obveze, rad u timovima i slično...;

- **briga o sebi (self-care):** ističu kako im briga o sebi nije trenutni focus, nedostaje im slobodnog vremena za posvetiti se aktivnostima koje su njihov način brige o sebi, smatraju da su pojednostavljene svakodnevne aktivnosti ono što im pomaže imati manji pritisak, što je bliže brizi o sebi na sve moguće načine (prehrana, tjelovježba, meditacija ili mentalno zdravlje, hobiji i osobni interesi i talenti).

Rezultati preliminarog istraživanja provedenih na dvjema institucijama ukazuju na važnost upravljanja emocijama u visokom obrazovanju:

- nastavnici ističu kako njihova sposobnost upravljanja vlastitim emocijama pozitivno utječe na angažman i uspjeh studenata te prepoznaju izazove poput stresa, emocionalnog izgaranja i upravljanja vremenom, a
- studenti naglašavaju važnost nastavnikove podrške i razumijevanja te kako im tehnike emocionalne regulacije pomažu nositi se s akademskim stresom, pritiskom i upravljanjem vremenom.

4. Zaključak

Upravljanje emocijama proces je kojim pojedinac treba pokušati ovladavati svjesno i kontinuirano tijekom života jer je to proces koji traje, sa sobom nosi nove izazove sa svakom interakcijom u kojoj se nalazi.

U kontekstu profesionalnog dijela osobnog razvoja - u obrazovanju, a posebno na visokoškolskoj razini, važno je nastojati upravljati emocijama u cilju povećanja vlastite učinkovitosti i cjelokupnog iskustva studiranja (iz perspektive studenata) te nastojati upravljati emocijama u cilju kvalitetnijeg usklađivanja dvojake uloge (znanstvenika i pedagoga-nastavnika) nastavnika te osobnih očekivanja i vlastite učinkovitosti.

Iako je preliminarno istraživanje provedeno na samo dvije institucije, što je ujedno ograničenje rezultata ovog rada, može se zaključiti kako je važno ukazati na ovu temu jer se time podiže razina svijesti o njoj, a posebno s ciljem poticanja na promišljanje o vlastitoj odgovornosti za vlastite emocije – i to kod glavnih

aktera u visokoškolskom obrazovanju – i nastavnika i studenata.

Kvalitetnije upravljati emocijama znači promatrati sebe u odnosu na druge i na događaje oko sebe te promatrati značenje koje ono u nama stvara, kako bi se navedeno razumijevanje iskoristilo u cilju svjesnog upravljanja emocijama, u cilju kvalitetnijeg i zdravijeg pojedinca i njegovog osobnog rasta.

Rezultati ovog preliminarnog istraživanja upućuju na potrebu većeg fokusa na emocionalnu komponentu obrazovanja i potporu za obje strane, što bi moglo poboljšati cjelokupno obrazovno iskustvo i akademske rezultate, odnosno studiranje i stjecanje akademske titule.

Prijedlozi budućih istraživanja su ponavljanje istraživanja putem fokus grupa s većim brojem uključenih institucija te provođenje kvantitativnog istraživanja putem anketnog upitnika o ovoj temi, a na temelju čega bi se mogle dati konkretne preporuke i izvesti strategije za poboljšanje upravljanja emocija spomenutih aktera.

Literatura

- [1] Bahtijarević Šiber, F. (1999): Menadžment ljudskih potencijala, Golden Marketing, Zagreb
- [2] Burić I., Slišković A., Macuka I. (2017): *A mixed-method approach to the assessment of teachers' emotions: Development and validation of the Teacher Emotion Questionnaire. Educational Psychology.* 2017;38(3):325–349. doi: 10.1080/01443410.2017.1382682.
- [3] Burić I., Slišković A., Penezić Z. (2018): A two-wave panel study on teachers' emotions and emotional-labour strategies. *Stress and Health.* 2018;27:27–38. doi: 10.1002/smi.2836.
- [4] Bovee, C. L., Thill, J. V. (2012): *Suvremena poslovna komunikacija.* Zagreb: MATE
- [5] Buble, M. (2006): Menadžment. Split: Ekonomski fakultet
- [6] Clegg, S., Bradley, S. (2006): Models of Personal Development Planning: practice and processes. *British Educational Research Journal.* Vol 32, 1 (57-76)
- [7] Deželić, S. (2020): Utjecaj motiva i percepcije kvalitete na ostvarenje studentskog angažmana u visokoškolskom obrazovanju. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku
- [8] Frenzel A. C., Daniels L., Burić I. (2021): *Teacher emotions in the classroom and their implications for students. Educational Psychologist.* 2021;56(4):250–264. doi: 10.1080/00461520.2021.1985501.
- [9] Frenzel A. C., Goetz T., Lüdtke O., Pekrun R., Sutton R. E. (2009): *Emotional transmission in the classroom: Exploring the relationship between teacher and student enjoyment. Journal of Educational Psychology.* 2009;101(3):705–716. doi: 10.1037/a0014695.
- [10] Gallo, C. (2013): *Steve Jobs - Tajne njegovih prezentacija: kako biti suludo dobar pred svakom publikom.* Zagreb: Školska knjiga
- [11] Hercigonja, Z. (2018): *Emocionalna inteligencija u odgoju i obrazovanju.* Varaždin: Fronta Impress
- [12] Lacković, I. (2023): *Uloga komunikacije u kreiranju zadovoljstva klijenata u stručnom visokoškolskom obrazovanju.* Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku
- [13] Marinac, A. M. (2021): Odnos i razvoj pojma o sebi i samopoštovanja kod učenika osnovne škole. *Časopis za odgojne i obrazovne znanosti Foo2rama.* Vol 5, broj 5 (87-99) <https://hrcak.srce.hr/273503> (11.07.2023.)
- [14] Mihaljević, A., Rafajac, O. i Poljac, K. (2016): Upravljanje emocijama u uslužnim djelatnostima. *Zbornik Veleučilišta u Rijeci,* 4 (1), 59-78. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/160234>
- [15] Prgommet, E. (2023): Uloga akademskih emocionalnih reakcija u školskom postignuću srednjoškolaca. Zagreb: Fakultet humanističkih i društvenih znanosti.
- [16] Prstec, J. (2023): Profesionalni razvoj u ulozi cjeloživotnog učenja. *Varaždinski učitelj.* Vol 6, br. 11 (549-557) <https://hrcak.srce.hr/290629> (07.07.2023.)
- [17] Pureta, I. (2014): Osobni razvoj utječe na raspoloživo vrijeme, <https://www.ramiro.hr/baza-znanja/osobni-razvoj-utjece-na-raspolozivo-vrijeme> (08.12.2014.)
- [18] Puškarić, T. (2020): Emocionalna kompetentnost učenika. Zadar: Sveučilište u Zadru, Odjel za nastavničke studije u Gospiću
- [19] Reeve, J. (2010): *Razumijevanje motivacije i emocija.* Jastrebarsko: Naklada Slap
- [20] Tomašević Lišanin, M. (2010): *Profesionalna prodaja i pregovaranje.* Zagreb: HUPUP.
- [21] Vujić, V. (2008): *Menadžment ljudskog kapitala.* Opatija: Fakultet za turistički i hotelski menadžment
- [22] Walle E. A., Reschke P. J., Main A., Shannon R. M. (2020): *The effect of emotional communication on infant' distinct prosocial behaviors. Social Development.* 2020;29(4):1092–1114. doi: 10.1111/sode.12449.
- [23] Wang H., Burić I., Chang M.-L., Gross J. J. (2023): Teachers' emotion regulation and related environmental, personal, instructional, and well-being factors: A meta-analysis. *Social Psychology of Education.* 2023;26:1651–1696. doi: 10.1007/s11218-023-09810-1.
- [24] Wang Y., Zai F. & Zhou X. (2025): *The Impact of Emotion Regulation Strategies on Teachers' Well-Being and Positive Emotions: A Meta-Analysis.* *Behav Sci (Basel).* 2025 Mar 11;15(3):342. doi: 10.3390/bs15030342.
- [25] Wellmind centar (2023): *Osobni razvoj,* <https://www.wellmindcentar.com/osobni-razvoj.html> (07.07.2023.)
- [26] Žagar, K. J. (2022): *Timski rad i upravljanje emocijama izazovi supervizije u školskoj učionici.* 20. hrvatska konferencija o kvaliteti.



Digitalna transformacija i diversifikacija usluga računovodstvenih servisa u Republici Hrvatskoj

Digital transformation and diversification of accounting services in the Republic of Croatia

Antal Balog¹, Ivana Dasović² *

¹ Veleučilište s pravom javnosti Baltazar Zaprešić (Vladimira Novaka 23, 10290 Zaprešić), abalog@bak.hr

² Razvojni ured – ID Consult, Računovodstvo, priprema i provedba EU projekata (Kolodvorska 59, HR-32272 Cerna), ivana.idconsult@gmail.com

Sažetak

Digitalna transformacija poslovanja u Republici Hrvatskoj, posebno kroz uvođenje eRačuna, sustava ePorezna i tekuće Fiskalizacije 2.0, fundamentalno mijenja računovodstvenu profesiju. Automatizacija rutinskih računovodstvenih poslova oslobađa resurse, ali istovremeno dovodi u pitanje tradicionalni poslovni model računovodstvenih servisa koji se oslanja isključivo na tehničko vođenje poslovnih knjiga. Ovaj rad istražuje kako računovodstveni servisi reagiraju na izazove digitalizacije kroz diversifikaciju ponude i razvoj dodatnih usluga poput poslovnog savjetovanja, izrade investicijskih studija, pripreme EU projekata, GDPR usklađivanja i poreznog savjetovanja. Istraživanje je provedeno metodom online anketnog upitnika distribuiranog računovodstvenim servisima u Hrvatskoj tijekom rujna 2025. godine. Prikupljeno je 484 potpuno ispunjena upitnika od vlasnika i voditelja računovodstvenih servisa, što predstavlja reprezentativan uzorak od 8,8% svih registriranih subjekata s pretežitom djelatnošću računovodstva i knjigovodstva. Analiza je obuhvatila strukturu računovodstvenih servisa, trenutnu ponudu dodatnih usluga, stavove o potrebama klijenata, prepreke razvoju te utjecaj dodatnih usluga na poslovanje. Rezultati pokazuju da 67,4% računovodstvenih servisa već nudi dodatne usluge, pri čemu 94,6% prepoznaje potrebu mikro i malih poduzetnika za proširenom ponudom. Najčešće dodatne usluge su poslovno i porezno savjetovanje (55,8%), izrada poslovnih planova (31,4%) i upravljanje ljudskim potencijalima (11,4%). Ipak, samo 7,9% računovodstvenih servisa procjenjuje da su klijenti spremni dodatno platiti takve usluge, a kod 64% računovodstvenih servisa dodatne usluge čine manje od 10% ukupnih prihoda. Glavni izazovi su nedostatak vremena (78,5%), stručnog kadra (30,5%) i preopterećenost regulatornim zahtjevima. Dodatne usluge najviše doprinose jačanju odnosa s klijentima (45% ispitanika), dok je njihov utjecaj na povećanje prihoda i broja zaposlenih ograničen. Istraživanje potvrđuje da digitalna transformacija zahtijeva preobrazbu računovodstvenih servisa u savjetodavne partnere poduzetnika.

Ključne riječi

digitalna transformacija, diversifikacija usluga, računovodstveni servisi, mikro i mala poduzeća, poslovno savjetovanje.

Abstract

* Ovaj članak priređen je na temelju stručnog rada suautorice Ivane Dasović pod naslovom „Digitalna transformacija i diversifikacija usluga knjigovodstvenih servisa u Republici Hrvatskoj“, obranjenog 5. prosinca 2025. godine pod mentorstvom dr. sc. Antala Baloga, prof. stru. stud. na Veleučilištu s pravom javnosti Baltazar Zaprešić.

The digital transformation of business operations in the Republic of Croatia, particularly through the introduction of the e-Invoice (eRačun), the e-Tax (ePorezna) system, and the ongoing Fiscalization 2.0, is fundamentally altering the accounting profession. The automation of routine accounting tasks frees up resources but simultaneously challenges the traditional business model of accounting firms, which relies exclusively on conventional bookkeeping. This paper investigates how accounting firms are responding to the challenges of digitalization through service diversification and the development of value-added services such as business consulting, investment study preparation, EU project preparation, GDPR compliance, and tax advisory. The research was conducted using an online questionnaire distributed to accounting firms in Croatia during September 2025. A total of 484 fully completed questionnaires were collected from the owners and managers of accounting firms, providing a representative sample of 8.8% of all registered entities whose primary business activity is accounting and bookkeeping. The analysis encompassed the structure of accounting firms, the current portfolio of additional services, perspectives on client needs, barriers to development, and the impact of value-added services on business operations. The results indicate that 67.4% of accounting firms already offer additional services, with 94.6% recognizing the need among micro and small enterprises for an expanded service offering. The most common value-added services are business and tax advisory (55.8%), business plan development (31.4%), and human resources management (11.4%). However, only 7.9% of accounting firms estimate that clients are willing to pay extra for such services, and for 64% of the surveyed firms, additional services account for less than 10% of their total revenue. The primary challenges include a lack of time (78.5%), a shortage of qualified professionals (30.5%), and an overload of regulatory requirements. Value-added services predominantly contribute to strengthening client relationships (45% of respondents), whereas their impact on revenue growth and employment generation remains limited. The research confirms that digital transformation requires accounting firms to transition into advisory partners for entrepreneurs.

Keywords

digital transformation, service diversification, accounting services, micro and small enterprises, business consulting.

Uvod

Digitalna transformacija poslovanja u Republici Hrvatskoj posljednjih godina doživljava ubrzani razvoj, osobito kroz implementaciju obveznog elektroničkog poslovanja s državnim institucijama. Uvođenje sustava ePorezna, obvezne fiskalizacije, elektroničkih računa (eRačuni) te najavljeni projekt Fiskalizacija 2.0 predstavljaju temeljne korake prema gotovo potpunoj automatizaciji razmjene podataka između gospodarskih subjekata i Porezne uprave (Porezna uprava, 2024). Usporedno s tim procesima, razvoj umjetne inteligencije i naprednih računovodstvenih i knjigovodstvenih softvera omogućuje automatsko prepoznavanje dokumenata, knjiženje transakcija i generiranje financijskih izvještaja, što drastično skraćuje vrijeme potrebno za obavljanje rutinskih računovodstvenih i knjigovodstvenih zadataka (Moll & Yigitbasioglu, 2019)².

Tradicionalni poslovni model računovodstvenih servisa u Hrvatskoj oslanja se uglavnom na operativne zadatke poput vođenja poslovnih knjiga, obračuna plaća i poreznog izvještavanja, ali sad mu prijeti ozbiljan izazov zbog Big Data (Bhimani & Willcocks, 2014). Kada tehnologija preuzima većinu administrativnih procesa, postavlja se važno pitanje: može li klasična uloga računovođe uopće opstati ako se profesija ne transformira u nešto više od tehničkog izvršitelja u strateškog partnera? Sektor računovodstvenih servisa karakterizira visoka fragmentiranost obzirom da u Hrvatskoj posluje preko 5.500 subjekata, od čega su 76% mikro poduzeća s minimalnim brojem zaposlenih (Sudski registar, 2025). Istovremeno, mikro i mali poduzetnici, kao dominantna klijentska baza, sve češće zahtijevaju proaktivnu analitičku i savjetodavnu potporu, čime puka tehnička obrada podataka prestaje biti dostatna konkurentna prednost (Blackburn i sur., 2018).

Svrha ovog istraživanja je analizirati utjecaj digitalne transformacije na poslovanje računovodstvenih servisa u Republici Hrvatskoj te ispitati u kojoj mjeri automatizacija rutinskih procesa potiče diversifikaciju njihove poslovne ponude. Cilj istraživanja jest utvrditi spremnost računovodstvenih servisa na transformaciju poslovnog modela kroz razvoj savjetodavnih usluga poput poslovnog savjetovanja, izrade investicijskih studija, pripreme EU projekata i usklađivanje s GDPR regulativom. Specifični ciljevi

rada obuhvaćaju: (1) utvrđivanje trenutnog stanja ponude dodatnih usluga na tržištu, (2) identifikaciju ključnih barijera koje usporavaju razvoj novih usluga, (3) analizu izravnog utjecaja diversifikacije na poslovne rezultate računovodstvenih servisa te (4) istraživanje percepcije i potreba mikro i malih poduzetnika kao primarnih korisnika.

Na temelju teorijskog okvira i posebnosti hrvatskog tržišta, definirane su dvije temeljne istraživačke hipoteze:

H1: Mikro i mali poduzetnici iskazuju potrebu za dodatnim uslugama (savjetovanje, EU projekti, investicijske studije) te su spremni platiti dodatnu naknadu za navedenu vrijednost.

H2: Računovodstveni servisi koji provode diversifikaciju ponude ostvaruju bolje financijske rezultate (profitabilnost i rast prihoda) u usporedbi sa servisima fokusiranim isključivo na tradicionalne usluge.

Rad je strukturiran u šest poglavlja. Nakon uvodnog teorijskog okvira i analize tržišta u Hrvatskoj, treće poglavlje detaljno opisuje metodologiju, dok su u četvrtom prezentirani rezultati empirijskog istraživanja provedenog na uzorku od 484 računovodstvenih servisa. Rad završava raspravom o dobivenim nalazima, praktičnim implikacijama i zaključnim razmatranjima.

1. Teorijski okvir računovodstvene djelatnosti

Digitalizacija računovodstvene djelatnosti. Digitalna transformacija u suvremenom kontekstu ne predstavlja tek tehnološku nadogradnju alata, već temeljnu rekonfiguraciju poslovne paradigme koja radikalno mijenja ontologiju računovodstvenog rada. Republika Hrvatska u tom procesu intenzivno prati europske trendove digitalizacije financijskog izvještavanja, stvarajući ekosustav u kojem transparentnost, integritet podataka i brzina postaju temeljni imperativi poslovanja. Ove promjene nadilaze puku administrativnu automatizaciju; one redefiniraju ulogu knjigovođe i računovođe, od pasivnog procesora povijesnih podataka prema proaktivnom strateškom partneru koji upravlja informacijama u realnom vremenu.

Evolucija domaćeg digitalnog okvira započela je 2013. godine sustavom ePorezna i uvođenjem obvezne fiskalizacije, čime je uspostavljena infrastruktura

² Iako se često koriste kao sinonimi, knjigovodstvo i računovodstvo nisu identični pojmovi. Knjigovodstvo je užji, tehnički dio koji obuhvaća sustavno kronološko bilježenje i klasifikaciju poslovnih događaja, dok je računovodstvo širi informacijski sustav koji uz knjigovodstvo uključuje analizu, interpretaciju, planiranje

i sastavljanje financijskih izvještaja radi donošenja strateških poslovnih odluka.

za besprijeckornu razmjenu informacija s regulatornim tijelima. Taj je proces sazio uvođenjem e-Računa u B2G segmentu, što je standardiziralo digitalni jezik komunikacije u gospodarstvu. Međutim, prava disrupcija nastupa s projektom Fiskalizacija 2.0, predviđenim za 1. siječnja 2026. godine. Ovaj projekt ne uvodi samo e-Računovodstvo u B2B segment, već stvara kognitivni sustav koji integrira porezne obveze, PDV i financijsko izvještavanje u jedinstvenu, automatiziranu platformu.

Korištenjem algoritama strojnog učenja i umjetne inteligencije (AI) za automatsko knjiženje i prediktivnu analitiku, sustav preuzima kognitivni teret rutinskih operacija. Za računovodstvene servise to implicira neizbježnu „komoditizaciju“ tehničkog rada; preciznost unosa podataka prestaje biti konkurentska prednost jer postaje standardizirana funkcija softvera. U takvom okruženju, ekonomska vrijednost računovodstvenih servisa seli se s operativnog izvršenja na intelektualnu interpretaciju podataka. Knjigovođa i računovođa više nisu čuvari knjiga, već „arhitekti“ poslovnih odluka koji moraju navigirati kroz kompleksnost digitalnog nadzora, pružajući klijentima uvid koji algoritmi, unatoč svojoj efikasnosti, još uvijek ne mogu u potpunosti zamijeniti.

Automatizacija rutinskih zadataka dovodi do značajnog oslobađanja vremenskih resursa. Suvremeni računovodstveni softver koristi optičko prepoznavanje znakova (OCR) za automatsko učitavanje računa i algoritamsko knjiženje prema unaprijed definiranim pravilima. Procjenjuje se da automatizacija može reducirati vrijeme potrebno za rutinske poslove za 40 – 60 %, čime se otvara prostor za aktivnosti veće dodane vrijednosti (IBM, 2020).

Uz to, računarstvo u oblaku (engl. *cloud computing*) transformira odnos između računovođe i klijenta omogućujući pristup financijskim podacima u stvarnom vremenu s bilo koje lokacije (Akoh i sur., 2024). Klijenti mogu samostalno pratiti svoje financijsko stanje, dok robotska automatizacija procesa (RPA) preuzima repetitivne zadatke poput izvlačenja podataka, kopiranja informacija između sustava i slanja rutinskih izvještaja (Cooper i sur., 2019). Ova tehnološka transformacija predstavlja egzistencijalnu prijetnju tradicionalnom poslovnom modelu računovodstvenih servisa koji se oslanjaju isključivo na naplatu transakcijskog rada. Umjetna inteligencija (AI) dodatno ubrzava ovu transformaciju. Strojno učenje omogućuje prediktivnu analitiku financijskih tokova, detekciju anomalija i automatsko kategoriziranje transakcija s rastućom preciznošću (Munoko i sur., 2020.). Tehnologije obrade prirodnog jezika (NLP) omogućuju automatsku analizu ugovora, izvlačenje

ključnih informacija i klasifikaciju dokumenata (Zhang i sur., 2020).

Generativna AI, poput GPT modela, već se primjenjuje u izradi nacrtu financijskih izvještaja, interpretaciji poreznih propisa i osnovnom poslovnim savjetovanju (Yi i sur., 2023). ChatGPT i slični modeli mogu odgovarati na rutinska pitanja klijenata pa čak i davati preliminarna tumačenja novih propisa. Međutim, kritičari upozoravaju na ograničenja AI sustava, osobito kada je riječ o profesionalnom prosuđivanju, etičkim dilemama i kompleksnim poslovnim odlukama koje zahtijevaju duboko razumijevanje konteksta (Sutton i sur., 2016.).

Ova tehnološka evolucija postavlja ključno pitanje: što ostaje kao jedinstvena vrijednost ljudskog računovođe u svijetu gdje strojevi preuzimaju tehničke zadatke? Odgovor se sve češće nalazi u transformaciji prema savjetodavnoj, analitičkoj i strateškoj ulozi (Lohmer i sur., 2022). Dok tehnologija obrađuje podatke, ljudski stručnjak dodaje kontekst, profesionalno prosuđivanje i personalizirani pristup.

Diversifikacija usluga kao odgovor na tržišne promjene. Diversifikacija usluga strateški je odgovor računovodstvenih servisa na tehnološke pritiske i rastuća očekivanja klijenata. Koncept obuhvaća sve aktivnosti izvan temeljnog knjigovodstva i računovodstva, poput financijskog planiranja, pripreme EU projekata, usklađivanja s GDPR-om i strateškog savjetovanja (Gooderham i sur., 2004.; Blackburn i sur., 2018). Ovakav pristup stvara obostranu korist: klijenti dobivaju cjelovitu podršku na jednom mjestu, dok servisi ostvaruju veću dodanu vrijednost i otpornost na tržišne poremećaje.

Teorijsko uporište diversifikacije pruža resursna teorija poduzeća (*Resource-Based View*), koja naglašava specifična znanja i kompetencije kao izvor konkurentске prednosti (D’Oria i sur., 2021.). Budući da računovodstveni servisi dubinski poznaju financije klijenata, agencijska teorija sugerira da su upravo oni u poziciji da smanje informacijsku asimetriju kod malih poduzetnika koji nemaju interne analitičke kapacitete (Jensen & Meckling, 1976). Međunarodna literatura potvrđuje transformaciju profesije od „brojača zrna“ (*bean counters*) prema poslovnim partnerima. Istraživanja pokazuju da servisi usmjereni na poslovno savjetovanje ostvaruju viši rast i profitabilnost. Ipak, prisutan je jaz između ponude i potražnje; dok neki klijenti primarno vrednuju strateške savjete, upravljanje novčanim tokom i porezno planiranje, servisi se i dalje pretežito fokusiraju na tehničku usklađenost (Meier i sur., 2019).

Sustavni pregled literature dodatno potvrđuje ove nalaze, ističući kako digitalizacija ne mijenja

samo alate koje računovođe koriste, već fundamentalno redefinira potrebne kompetencije, pomičući fokus s transakcijskih na analitičke aktivnosti (Pargmann i sur., 2023).

Zaključno, budućnost struke leži u hibridnom modelu koji koristi tehnologiju za automatizaciju, a ljudski kapital za interpretaciju podataka. Uspješni računovodstveni servisi su oni koji tehnologiju prihvaćaju kao alat za fokusiranje na aktivnosti visoke dodane vrijednosti, odnosno strateško savjetovanje i poslovno partnerstvo s klijentima.

2. Računovodstveni servisi u Hrvatskoj

Računovodstveni servisi u Republici Hrvatskoj čine brojčano snažan, no strukturno fragmentiran sektor uslužnog gospodarstva. Prema službenim podacima Sudskog i Obrtnog registra, tijekom 2024. godine aktivno je poslovalo ukupno 5.537 subjekata kojima su računovodstvo i knjigovodstvo primarna djelatnost (NKD 69.20). Od tog broja, 4.192 čine trgovačka društva (76%), dok je 1.345 obrtnika (24%) (Sudski registar, 2025; Obrtni registar, 2024). Sektor zapošljava između 12.000 i 15.000 osoba, što ga pozicionira kao važan segment tercijarne ekonomije (Državni zavod za statistiku, 2024).

Za razliku od strogo reguliranih profesija, poput odvjetništva, javnog bilježništva ili revizije, knjigovodstvena i računovodstvena djelatnost u Hrvatskoj nije uvjetovana strogim zakonskim minimumima u pogledu stručne spreme ili certificiranja. Za obavljanje djelatnosti putem obrta dovoljna je četverogodišnja stručna sprema financijsko-računovodstvenog smjera, upravni referent, ekonomist, dok za osnivanje trgovačkog društva za pružanje ovih usluga ne postoje posebni strukovni preduvjeti (Pravilnik o vezanim i povlaštenim obrtima NN 148/2024). Takva niska ulazna barijera potiče fragmentaciju tržišta i intenzivnu konkurenciju, ali istovremeno otvara pitanja o standardizaciji razine kvalitete usluga.

Pravni okvir djelatnosti primarno je definiran Zakonom o računovodstvu, koji propisuje računovodstvene poslove i omogućuje poduzetnicima da ih povjere vanjskim pravnim ili fizičkim osobama. S druge strane, područje poreznog savjetovanja zasebno je regulirano Zakonom o poreznom savjetništvu (NN 127/00, 76/13, 115/16, 114/23). Te usluge ovlašten je pružati isključivo porezni savjetnik upisan u registar Hrvatske komore poreznih savjetnika, što čini jasnu distinkciju u odnosu na standardne knjigovodstvene i računovodstvene usluge.

Profil tipičnog računovodstvenog servisa u Hrvatskoj obilježavaju mala veličina i obiteljska struktura.

Empirijski podaci ukazuju na to da 87,4% servisa zapošljava pet ili manje djelatnika, pri čemu čak 35,7% subjekata ima samo jednog zaposlenika, najčešće samog vlasnika (Perkušić, 2016). Ovakva mikro struktura ograničava kapacitete za širenje ponude te investicije u tehnologiju i ljudske potencijale. Ipak, podatak da više od 40% računovodstvenih servisa posluje duže od 20 godina ukazuje na iznimnu stabilnost sektora, ali i na potencijalnu generacijsku barijeru u prihvaćanju inovacija. Regionalna distribucija prati ekonomsku aktivnost: 42,6% računovodstvenih servisa koncentrirano je u središnjoj Hrvatskoj (Zagreb i okolica), 19,4% u Dalmaciji, 16,5% u Istri i Primorju, te 21,5% na području sjeverne Hrvatske i Slavonije (Dasović, 2025).

Dodatne usluge računovodstvenih servisa nadilaze temeljno evidentiranje poslovnih događaja i mogu se klasificirati u nekoliko ključnih kategorija. Najzastupljenije su usluge poslovnog i poreznog savjetovanja, koje uključuju stratešku podršku odlučivanju, poreznu optimizaciju, tumačenje propisa te savjetovanje pri odabiru pravnog oblika poslovanja. Istraživanja pokazuju da 55,8% računovodstvenih servisa u Hrvatskoj navodi ovu kategoriju u svojoj ponudi, no klijenti je često percipiraju kao sastavni dio standardnog paketa, a ne kao zasebnu naplatnu stavku (Dasović, 2025).

Izrada poslovnih planova i investicijskih studija druga je značajna kategorija koju nudi 31,4% računovodstvenih servisa. Dok poslovni plan opisuje strategije pokretanja pothvata (Hisrich i sur., 2011), investicijska studija zahtijeva složeniju financijsku analizu, uključujući izračune neto sadašnje vrijednosti (NPV), interne stope rentabilnosti (IRR) i analizu osjetljivosti. Ove su usluge ključne poduzetnicima prilikom apliciranja za bankarske kredite, leasing ili bespovratne potpore.

Treća kategorija obuhvaća specijalizirane usluge uvjetovane regulatornim okvirom: pripremu i provedbu EU projekata (8,7% servisa), podršku u javnoj nabavi (4,3%), usklađivanje s Općom uredbom o zaštiti podataka – GDPR (8,5%), te provedbu Zakona o sprječavanju pranja novca i financiranja terorizma – ZSPNFT (Dasović, 2025).

S obzirom na to da Hrvatska u razdoblju 2021. – 2027. raspolaže s oko 25 milijardi eura iz EU fondova, pri čemu je znatan dio namijenjen mikro i malim poduzećima za digitalizaciju i zelenu tranziciju (Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova EU, 2023), specifična znanja o pravilima izvještavanja postaju ključna. Računovodstveni servisi s razvijenim kompetencijama u ovom segmentu pozicioniraju se kao strateški partneri svojim klijentima.

Nadalje, usklađivanje s GDPR-om (Uredba EU 2016/679) zahtijeva uspostavu politika zaštite i evidencija obrade podataka. Budući da servisi djeluju kao izvršitelji obrade podataka, posjeduju uvid u zahtjeve Uredbe te mogu ponuditi izradu dokumentacije i savjetovanje (Agencija za zaštitu osobnih podataka, 2023). Zaključno, obveze prema Zakonu o sprječavanju pranja novca i financiranju terorizma (Zakon o sprječavanju pranja novca i financiranja terorizma, 2017) posebno su relevantne jer su računovođe eksplicitno navedeni kao obveznici (članak 9.), što podrazumijeva provođenje dubinske analize stranaka, identifikaciju stvarnih vlasnika i prijavu sumnjivih transakcija.

3. Metodologija istraživanja

Istraživanje je koncipirano kao kvantitativno empirijsko istraživanje provedeno metodom online anketnog upitnika. Odabir online metodologije opravdan je specifičnostima ciljne populacije; Računovodstveni servisi posjeduju inherentnu digitalnu pismenost i oslanjaju se na elektroničku komunikaciju, što osigurava visoku stopu odaziva i validnost prikupljenih podataka. Dodatne prednosti ovog pristupa očituju se u ekonomičnosti provedbe, brzini prikupljanja podataka te eliminaciji pogrešaka pri unosu zahvaljujući automatskoj digitalizaciji odgovora.

Istraživanje je provedeno u razdoblju od 10. do 22. rujna 2025. godine. Navedeni termin predstavlja optimalan vremenski okvir s obzirom na poslovne cikluse u računovodstvu, budući da se nalazi izvan razdoblja vršnih opterećenja (poput godišnjih prijava poreza na dobit ili mjesečnih PDV obrazaca), čime je ispitanicima omogućeno kvalitetnije sudjelovanje. Kao platforma za provedbu korišten je *Google Forms*, koji je osigurao jednostavnu distribuciju, pristupačnost putem različitih uređaja te automatiziranu pohranu podataka.

Etički integritet istraživanja osiguran je nizom mehanizama. U uvodnom dijelu ispitanici su upoznati sa svrhom istraživanja, uz naglasak na dragovoljnost sudjelovanja i mogućnost odustajanja. Zamjenjena je potpuna anonimnost jer se nisu prikupljali identifikacijski podaci (poput imena vlasnika ili naziva subjekta), već isključivo agregirane varijable (pravni oblik, veličina, regija). Sukladno Općoj uredbi o zaštiti podataka (GDPR – Uredba EU 2016/679), podaci su obrađeni isključivo u znanstvene svrhe, o nemogućući identifikaciju pojedinaca.

Ciljna populacija obuhvatila je sve poslovne subjekte u Republici Hrvatskoj registrirane za djelatnost računovodstva i knjigovodstva (NKD 69.20). Prema

službenim registrima, populacija je brojila 5.537 subjekata, od čega 4.192 trgovačka društva i 1.345 obrtnika (Digitalna komora; Obrtni registar, 2025). Poziv za sudjelovanje distribuiran je elektroničkom poštom na više od 4.500 adresa prikupljenih iz javnih izvora odnosno iz Sudskog registra, mrežnih stranice, Hrvatske obrtničke komore, a dodatnu diseminaciju osigurale su regionalne podružnice Hrvatske obrtničke komore.

Konačni uzorak sastoji se od 484 valjano ispunjena upitnika, što rezultira stopom odaziva od 8,8% u odnosu na ukupnu populaciju. Ovaj postotak nadilazi standardne stope za B2B online ankete, koje se kreću između 5% i 10%, te osigurava zadovoljavajuću reprezentativnost. Struktura uzorka prema ključnim obilježjima (pravni oblik, veličina, regija) zrcali strukturu osnovnog skupa (Dasović, 2025).

Mjerni instrument (anketni upitnik) strukturiran je kroz zatvorena i poluotvorena pitanja unutar triju tematskih cjelina: (1) opća obilježja računovodstvenih servisa, (2) postojeća ponuda usluga i stavovi o tržišnim potrebama, te (3) planovi budućeg razvoja. Upitnik je sadržavao ukupno 20 čestica: 16 zatvorenog tipa (nominalne/ordinarne skale), 2 poluzatvorena pitanja te 2 pitanja otvorenog tipa za kvalitativne uvide.

Obrada podataka provedena je metodama deskriptivne statistike (frekvencije, postotci, križne tablice) uz pomoć alata *Google Sheets* i *Microsoft Excel*. Za testiranje hipoteza korištena je komparativna analiza odgovora među različitim skupinama (Pallant, 2020), dok su kvalitativni podaci iz otvorenih pitanja obrađeni metodom tematske analize sadržaja radi identifikacije dominantnih obrazaca.

4. Rezultati istraživanja

Profil ispitanika. Analiza demografskih obilježja uzorka (N=484) ukazuje na strukturu koja reprezentativno odražava populaciju računovodstvenih servisa u Republici Hrvatskoj. Promatrano prema pravnom obliku organizacije, prevladavaju trgovačka društva s ograničenom odgovornošću, 65,9% ispitanika registrirano je kao d.o.o., dodatnih 13,4% kao j.d.o.o., dok obrti čine 20,2% uzorka. Ovakva distribucija konzistentna je s podacima Sudskog i Obrtnog registra, prema kojima trgovačka društva čine približno 76% svih subjekata u ovoj djelatnosti (Sudski registar, 2025). Preferencija prema pravnom obliku d.o.o. može se objasniti potrebom za većom pravnom sigurnošću, ograničenjem odgovornosti na uloženi kapital te percepcijom profesionalnijeg imidža u očima klijenata i financijskih institucija (Tipurić, 2008).

Struktura prema broju zaposlenih potvrđuje izrazito mikro karakter sektora. Čak 35,7% računovodstvenih servisa zapošljava samo jednu osobu, najčešće samog vlasnika koji objedinjuje sve funkcije, dok 51,7% zapošljava između dva i pet djelatnika. Kumulativno, 87,4% svih računovodstvenih servisa ima pet ili manje zaposlenika, što ih nedvojbeno svrstava u kategoriju mikro poduzeća prema klasifikaciji Europske unije (Europska komisija, 2023). Samo 8,5% računovodstvenih servisa zapošljava od 6 do 10 osoba, a tek 4,1% više od deset zaposlenika. Navedena fragmentiranost očekivano ima značajne implikacije na kapacitet pružanja dodatnih usluga, s obzirom na to da mali timovi često ne raspolažu resursima potrebnim za specijalizaciju i diversifikaciju ponude.

Značajan je i podatak o dugovječnosti poslovanja. Više od 40,5% ispitanika posluje duže od 20 godina, dodatnih 24,4% između 11 i 20 godina, dok svega 14% čine servisi osnovani unazad tri godine. Takva distribucija sugerira stabilnost sektora, ali upućuje i na potencijalnu generacijsku barijeru u implementaciji digitalnih inovacija. Stariji vlasnici, čija je karijera građena u analognom okruženju, mogu pokazivati manju sklonost transformaciji poslovnog modela prema digitaliziranim savjetodavnim uslugama, što je fenomen koji Venter i Boshoff (2006) opisuju kao značajan utjecaj osnivača na evoluciju i sukcesiju poduzeća.

Regionalna distribucija ispitanika prati ekonomsku geografiju Hrvatske: 42,6% posluje u središnjoj Hrvatskoj (dominantno Zagreb i okolica), 19,4% u Dalmaciji, 16,5% u Istri i Primorju, 11,4% u sjevernoj Hrvatskoj te 10,1% u Slavoniji, čime je osigurana mogućnost generalizacije nalaza na nacionalnoj razini.

Trenutna ponuda dodatnih usluga. Rezultati istraživanja pokazuju da je 67,4%, odnosno 326 od 484 računovodstvenih servisa proširilo svoju ponudu uslugama koje nadilaze zakonski propisano vođenje poslovnih knjiga, obračun plaća i porezno izvještavanje. Iako ovaj relativno visok postotak sugerira da je većina servisa prepoznala važnost diversifikacije, dubinska analiza otkriva varijacije u opsegu te ponude.

U pogledu vrsta dodatnih usluga, dominantnu poziciju zauzima poslovno i porezno savjetovanje, koje nudi 55,8% (270) računovodstvenih servisa. Ova kategorija obuhvaća tumačenje i primjenu poreznih propisa, savjetovanje pri odabiru pravnog oblika, optimizaciju poreznog opterećenja te financijsku analizu. Važno je istaknuti da mnogi računovođe ovu aktivnost ne tretiraju kao zasebnu uslugu, već kao integralni dio odnosa s klijentom, što generira izazove u adekvatnoj naplati. Druga najzastupljenija usluga je izrada poslovnih planova i investicijskih

studija (31,4%), često vezana uz kreditne zahtjeve ili povlačenje sredstava iz EU fondova. Slijede usluge upravljanja ljudskim potencijalima (11,4%), priprema i vođenje EU projekata (8,7%), usklađivanje s GDPR-om (8,5%) te podrška u javnoj nabavi (4,3%).

Ključni indikator komercijalne zrelosti dodatnih usluga jest njihov udio u ukupnim prihodima. Podaci istraživanja otkrivaju skroman financijski učinak: kod čak 64% računovodstvenih servisa dodatne usluge generiraju manje od 10% ukupnih prihoda, kod 28% taj udio iznosi između 10% i 25%, dok samo 3% servisa ostvaruje više od polovice prihoda iz ovih izvora. Diskrepancija između visoke prisutnosti usluga u ponudi (67,4%) i niskog financijskog doprinosa ukazuje na to da se one pružaju sporadično, reaktivno i često bez jasne cjenovne politike (Gooderham i sur., 2004).

U kontekstu budućih planova, 44% računovodstvenih servisa razmatra uvođenje novih usluga, ali bez konkretiziranih koraka, 15,1% ima definiran plan širenja ponude u naredne dvije godine, dok 40,9% ne planira promjene. Kao područja budućeg razvoja najčešće se ističu: napredno porezno savjetovanje, digitalizacija (*cloud* računovodstvo), edukacija poduzetnika, te administrativne usluge vezane uz projekt "Fiskalizacija 2.0" i implementaciju eRačuna. Ovi trendovi korespondiraju s globalnim pomakom prema modelu gdje Računovodstveni servis postaje *one-stop-shop* partner za male poduzetnike.

Percepcija potreba tržišta. Istraživanje je identificiralo značajan paradoks između percepcije potreba i procjene platežne moći klijenata. Na pitanje imaju li mikro i mali poduzetnici (MSP) stvarnu potrebu za dodatnim uslugama, 43,4% ispitanika odgovorilo je "u velikoj mjeri", dok 51,2% smatra da potreba postoji djelomično. Kumulativno, čak 94,6% računovodstvenih servisa prepoznaje tržišnu potrebu za proširenom ponudom, što predstavlja gotovo konsenzus unutar struke. Ovi nalazi potvrđuju teze da mali poduzetnici od računovođe očekuju ne samo tehničku provedbu, već i stratešku podršku.

Međutim, perspektiva se znatno mijenja pri procjeni spremnosti klijenata na plaćanje. Čak 57% ispitanika smatra da klijenti nisu spremni dodatno platiti te usluge, očekujući ih besplatno unutar paušala. Dodatnih 35,1% procjenjuje djelomičnu spremnost, dok samo 7,9% vidi visoku spremnost na plaćanje. Jaz između prepoznate potrebe (94,6%) i procijenjene spremnosti na plaćanje (7,9% visoke spremnosti) ključna je barijera komercijalizaciji. Ovaj fenomen objašnjava se s nekoliko faktora: dugogodišnjom praksom nenaplaćivanja savjeta koja je oblikovala očekivanja, nedostatkom vještina u artikuliranju vrijednosti savjetovanja, strahom od gubitka klijenata u slijed konkurencije, te percepcijom računovodstva

kao troška, a ne investicije, od strane samih poduzetnika. Gooderham i sur. (2004) u svom istraživanju posebno naglašavaju asimetriju informacija. Klijenti (mali poduzetnici) često ne znaju što im je uopće potrebno dok im se to ne pokaže, a računovođe najčešće podrazumijevaju da je njihova usluga vrijedna, ali je ne znaju uvijek prodati kao investiciju.

Ovaj se paradoks može objasniti međudjelovanjem nekoliko ključnih faktora. Prvenstveno, dugogodišnja praksa pružanja *ad-hoc* savjeta bez posebne naknade oblikovala je čvrsta očekivanja klijenata da je savjetodavna podrška implicitno uključena u osnovnu cijenu mjesečnog paušala. Nadalje, primjetan je nedostatak vještina kod dijela knjigovođa i računovođa u jasnom artikuliranju vrijednosti svojih savjeta te u postavljanju čvrstih granica između temeljnih ugovorenih usluga i dodatnog savjetovanja. Treći faktor proizlazi iz intenzivne tržišne konkurencije; strah od odlaska klijenta često prisiljava servise na pružanje besplatnih dodatnih usluga kao instrumenta za osiguranje lojalnosti. Konačno, mikro i mali poduzetnici, posebice u ranim fazama životnog ciklusa poduzeća, posluju s ograničenim resursima te troškove računovodstva primarno percipiraju kao regulatorni teret "nužno zlo", a ne kao stratešku investiciju koja generira dodanu vrijednost (Gooderham i sur., 2004).

Prepreke razvoju dodatnih usluga. Analiza prepreka otkriva višedimenzionalne izazove. Dominantna prepreka je nedostatak vremena, koju navodi 78,5% ispitanika. Servisi su opterećeni učestalim zakonodavnim izmjenama (Zakon o PDV-u, Zakon o porezu na dobit) koje zahtijevaju kontinuiranu edukaciju i prilagodbu. Uz to, strogi rokovi poreznog izvještavanja ostavljaju minimalan prostor za strateške aktivnosti. Druga značajna prepreka je nedostatak stručnog kadra (30,5%). Mikro struktura računovodstvenih servisa otežava specijalizaciju nužnu za kvalitetno pružanje usluga poput EU projekata ili GDPR usklađivanja. Tržište rada dodatno potencira problem zbog manjka mladih stručnjaka u računovodstvu. Financijska ograničenja navodi 17,3% ispitanika, referirajući se na visoke troškove edukacija, certifikacija (npr. DPO certifikat) i specijaliziranog softvera. Približno 17% ispitanika kao razlog navodi nedovoljnu potražnju ili stratešku odluku o fokusu isključivo na temeljno knjigovodstvo i računovodstvo radi održavanja efikasnosti. Ovakav pristup, usmjeren na efikasnost i standardizaciju procesa, odgovara strategiji koju Porter (1985) definira kao postizanje konkurentске prednosti kroz troškovnu efikasnost unutar uskog tržišnog segmenta.

Financijska ograničenja kao ključnu prepreku ističe 17,3% ispitanika. Troškovi kontinuirane edukacije, procesa certifikacije te nabave specijaliziranih softverskih rješenja mogu biti prohibitivni, osobito za mikro servise s ograničenim novčanim tokovima. Primjerice, certifikacija za službenika za zaštitu podataka (DPO) iziskuje znatna financijska sredstva, implementacija naprednih ERP sustava podrazumijeva kapitalna ulaganja, dok redovito sudjelovanje na stručnim konferencijama i seminarima generira kontinuirane operativne troškove. Ovakva resursna ograničenja, kako navode Blackburn i sur. (2018), izravno utječu na sposobnost računovodstvenih servisa da razviju dublje savjetodavne odnose s klijentima, svodeći interakciju na transakcijsku razinu.

Približno jednak udio ispitanika (oko 17%) kao razloge za neširenje ponude navodi nedovoljnu tržišnu potražnju ili svjesnu odluku o specijalizaciji isključivo za temeljno računovodstvo. Određeni servisi strateški biraju fokusiranje na svoju temeljnu djelatnost kako bi maksimizirali kvalitetu i efikasnost osnovnih usluga, što predstavlja legitiman strateški izbor usmjeren na tržišnu nišu (Porter, 1985). Konačno, snažan regulatorni pritisak i kompleksnost s učestalim izmjenama propisa rezultiraju visokim alternativnim troškovima, što djeluje kao barijera diversifikacije i strateškom iskoraku prema savjetodavnim uslugama.

Utjecaj dodatnih usluga na poslovanje. Evaluacija učinaka dodatnih usluga na poslovanje računovodstvenih servisa ukazuje na ambivalentne rezultate. Promatraju li se financijski pokazatelji, konkretno utjecaj na povećanje prihoda, dominantnih 60,1% ispitanika taj utjecaj ocjenjuje niskim (ocjene 1 i 2 na skali 1–5), 22,5% umjerenim (ocjena 3), dok svega 17,4% smatra da dodatne usluge značajno doprinose rastu prihoda (ocjene 4 i 5). Navedeni nalaz u potpunosti korelira s prethodno utvrđenim podatkom da kod 64% servisa dodatne usluge generiraju manje od 10% ukupnih prihoda, što jasno indicira da proces komercijalizacije ovih usluga još nije dosegno fazu zrelosti.

Utjecaj na povećanje broja klijenata, također je ocijenjen relativno nisko: 51,7% ispitanika smatra ga niskim, 27,1% umjerenim, a 21,2% značajnim. Ovi podaci sugeriraju zaključak da dodatne usluge u trenutnom tržišnom kontekstu primarno funkcioniraju kao instrument retencije postojećih klijenata, a manje kao mehanizam za privlačenje novih (Gooderham i sur., 2004). U uvjetima visoke tržišne saturacije, strategija zadržavanja lojalnih klijenata često se pokazuje vrijednijom od agresivne akvizicije novih, budući da su troškovi zadržavanja postojećih klijenata

znatno niži od troškova stjecanja novih (Reichheld i Sasser, 1990).

Najmanji učinak dodatne usluge ostvaruju u domeni ljudskih potencijala. Čak 63,7% računovodstvenih servisa smatra da uvođenje novih usluga nema značajniji utjecaj na povećanje broja zaposlenih, dok samo 17,2% prepoznaje izravnu korelaciju između dodatnih usluga i novog zapošljavanja. Ovakav rezultat je očekivan s obzirom na mikro strukturu većine računovodstvenih servisa te praksu da se dodatne usluge realiziraju preraspodjelom postojećeg radnog vremena, a ne angažmanom novih stručnjaka.

Nasuprot financijskim i organizacijskim pokazateljima, analiza četvrtog kriterija, jačanja odnosa s klijentima, otkriva znatno pozitivniju sliku. Visokih 45,3% ispitanika smatra da dodatne usluge značajno doprinose kvaliteti odnosa, povećanju lojalnosti i izgradnji dugoročnog povjerenja (ocjene 4 i 5), dok samo 13,5% ne vidi takav utjecaj. Ovaj nalaz potvrđuje literaturu koja naglašava presudnu ulogu povjerenja i relacijskog kapitala u sektoru profesionalnih usluga (Blackburn i sur., 2018). Pružanjem savjetodavnih usluga, računovođa se transformira iz administrativnog izvršitelja u poslovnog partnera, čime se efektivno povećavaju troškovi prelaska (*switching costs*) i smanjuje vjerojatnost fluktuacije klijenata (Berry, 1995).

5. Rasprava

Rezultati provedenog empirijskog istraživanja pružaju djelomičnu potvrdu postavljenih hipoteza, otvarajući prostor za slojevit interpretaciju uočenih tržišnih paradoksa. Rezultati istraživanja u potpunosti potvrđuju hipotezu H2 o visokoj svjesnosti vlasnika računovodstvenih servisa o nužnosti digitalne transformacije i diversifikacije, dok pružaju samo djelomičnu potporu hipotezi H1 koja se odnosi na spremnost klijenata na plaćanje dodatnih usluga. Prva hipoteza (H1), koja postulira da mikro i mali poduzetnici imaju potrebu za dodatnim uslugama te su ih spremni dodatno platiti, potvrđena je samo u aspektu postojanja potrebe. Čak 94,6% računovodstvenih servisa detektira postojanje tržišne potražnje za dodatnim uslugama, što predstavlja gotovo apsolutni konsenzus struke i korelira s nalazima međunarodnih studija (Blackburn i sur., 2018).

Nasuprot tome, procjena spremnosti klijenata na plaćanje ukazuje na značajan raskorak, odnosno svega 7,9% računovodstvenih servisa smatra da su klijenti vrlo spremni platiti te usluge, dok ih 57% procjenjuje potpuno nespremnima. Ovaj disparitet zahtijeva eksplikaciju koja nadilazi bazičnu tržišnu logiku ponude i potražnje. Teorijski okvir agencijske

teorije (*agency theory*) nudi uvjerljivo objašnjenje ovog fenomena. Jensen i Meckling (1976) argumentiraju da informacijska asimetrija između principala (klijenta) i agenta (računovođe) stvara prostor za divergentne percepcije vrijednosti.

Budući da klijenti često ne posjeduju specifične kognitivne alate za razumijevanje kompleksnosti poreznog savjetovanja ili dubinske financijske analize, te aktivnosti nerijetko percipiraju kao inherentne, a time i besplatne sastavnice osnovne usluge. Dodatno, u kontekstu teorije signaliziranja (Spence, 1973), servisi koji kontinuirano pružaju besplatne savjete nehotice šalju tržišni signal da te usluge nemaju zasebnu ekonomsku vrijednost. Time se, paradoksalno, perpetuiraju niska očekivanja klijenata i otežava buduća monetizacija intelektualnog kapitala.

Druga hipoteza, prema kojoj servisi s diversificiranom ponudom ostvaruju superiorne financijske rezultate, potvrđena je tek parcijalno otkrivajući subtilnu dinamiku stvaranja vrijednosti. Iako 67,4% računovodstvenih servisa nudi dodatne usluge, 64,0% njih ostvaruje manje od 10% ukupnih prihoda iz tih izvora, što upućuje na skroman neposredni financijski učinak. Ipak, podatak da 45,3% servisa izvještava o značajnom pozitivnom utjecaju na jačanje odnosa s klijentima sugerira da se primarna vrijednost ostvaruje putem neizravnih strateških mehanizama. Oni uključuju povećanu lojalnost, smanjene fluktuacije te dugoročni potencijal za rast prihoda kroz unakrsnu prodaju (*cross-selling*) i prodaju složenijih usluga (*up-selling*) (Reichheld i Sasser, 1990). U sektoru profesionalnih usluga, relacijski kapital prestaje biti apstraktan pojam i postaje ključna konkurentska prednost, pri čemu povjerenje služi kao fundamentalna valuta suradnje (Granovetter, 1985).

Identificirani jaz između prepoznate potrebe i platežne spremnosti proizlazi iz četiri ključna mehanizma. Prvo, prisutna je snažna ovisnost o prijednom putu (*path dependency*); povijesna praksa besplatnog savjetovanja formira institucionalizirane norme koje je teško revidirati (North, 1990). Drugo, problem ekonomske valorizacije inherentan je nematerijalnim uslugama; iznimno je teško kvantificirati vrijednost preventivnog savjeta koji je klijenta spriječio poreznu penalizaciju (Baker, 2016). Treće, tržišna struktura s niskim barijerama ulaska generira agresivnu cjenovnu konkurenciju, što otežava pozicioniranje premium usluga. Četvrto, demografska slika sektora, u kojem 40,5% računovodstvenih servisa posluje duže od 20 godina, indicira generacijsku rigidnost i otpor prema redefiniranju modela naplate kod etabliranih vlasnika (Venter i Boshoff, 2006).

Implikacije ovih nalaza upućuju na konkretne strateške smjernice za digitalnu transformaciju računovodstvenih servisa. Primarni imperativ je repozicioniranje na tržištu, odnosno tranzicija od operativnog izvršitelja prema strateškom savjetniku. Gooderham i suradnici (2004) dokazuju da servisi koji uspješno artikuliraju svoju savjetodavnu vrijednost bilježe značajno više stope rasta i profitabilnosti. To pretpostavlja aktivnu komunikaciju dodane vrijednosti kroz transformaciju mjesečnih izvještaja: umjesto samo suhoparnih tablica klijentima treba isporučivati strateške dokumente koji sadrže *benchmarking* analizu, preporuke za optimizaciju te indikatore ranog upozorenja.

Time se tehnologija koristi kao alat za oslobađanje vremena za intelektualne usluge visoke vrijednosti. Implementacija strategije određivanja cijena temeljenih na vrijednosti nudi održivo rješenje problema monetizacije. Umjesto anakronog obračuna po satu, uvođenje fiksnih mjesečnih paketa koji integriraju savjetodavne usluge usklađuje interese klijenta i servisa te eliminira psihološki pritisak 'mjerenja vremena' (Baker, 2016). Primjerice, paket naziva 'Potpuna podrška' može obuhvaćati kontinuirane mjesečne konzultacije, kvartalne dubinske analize i *ad-hoc* savjetovanje za unaprijed definiranu, transparentnu naknadu.

U takvom okruženju, cjeloživotno obrazovanje prestaje biti opcija i postaje egzistencijalni imperativ. Digitalizacija, integracija umjetne inteligencije, kompleksna regulativa (GDPR, ZSPNFT) te specifičnosti EU fondova zahtijevaju razvoj hibridnih kompetencija koje nadilaze tradicionalne okvire knjigovodstva i računovodstva. Servisi stoga moraju strateški investirati u certifikacije, primjerice, DPO (*Data Protection Officer*) za zaštitu podataka ili IPMA za projektni menadžment, te poticati interdisciplinarnu suradnju. Kako ističu Munoko i suradnici (2020), prodor tehnologije zahtijeva redefiniranje profesionalne prosudbe, gdje ljudska ekspertiza postaje ključni korektiv automatiziranim sustavima. Institucije poput Hrvatske komore poreznih savjetnika i HGK nude programe koji mogu značajno olakšati ovu tranziciju ka 'računovodstvu 4.0'.

Tehnološka adaptacija predstavlja ključnu polugu za prevladavanje najznačajnije barijere razvoju sektora – kroničnog nedostatka vremena (78,5%). Implementacija *cloud* rješenja, alata pogonjenih umjetnom inteligencijom za automatiziranu kategorizaciju transakcija te sustava za automatsko usklađivanje izvoda, može reducirati opterećenje repetitivnim procesima za 40 do 60% (Kokina i Davenport, 2017). Ovako oslobođeni resursi prestaju biti trošak admi-

nistracije i postaju strateški kapital koji se može re-investirati u savjetodavne aktivnosti visoke dodane vrijednosti. Time se zatvara krug transformacije: tehnologija rješava problem vremena, a oslobođeno vrijeme omogućuje monetizaciju intelektualnih usluga.

Perspektive novih generacija u struci daju naslutiti duboku transformaciju poslovne paradigme. Generacijska smjena, s obzirom na to da je trenutno tek 14% servisa mlađe od tri godine, otvara prostor digitalno pismenim poduzetnicima koji prirodno integriraju tehničku stručnost s tehnološkom sofisticiranošću. Za razliku od tradicionalnih modela, mlađi računovođe ne percipiraju digitalnu transformaciju kao egzistencijalnu prijetnju, već kao platformu za profesionalni napredak (Sutton i sur., 2016). Njihova se uloga redefinira: od tehničke obrade podataka, koju u potpunosti preuzimaju sustavi umjetne inteligencije, prema interpretaciji, kontekstualizaciji i strateškom usmjeravanju. Ovi kognitivni procesi zahtijevaju visoku razinu ljudske prosudbe i etičke odgovornosti, pretvarajući računovođu u nezamjenjivog strateškog arhitekta modernog poslovanja.

Sukladno navedenom, specijalizacija se nameće kao imperativ tržišne diferencijacije. Umjesto održavanja iscrpljujućeg modela opće računovodstvene prakse, strateško usmjeravanje na specifične djelatnosti (primjerice, IT, turizam, NVO itd), domene (EU projekti, usklađenost poslovanja) ili tržišne segmente (poput brzorastućih start-upova) omogućuje akumulaciju specifičnog znanja, postizanje premium cijena i snažno brendiranje računovodstvenih servisa (Porter, 1985).

6. Zaključak

Provedeno istraživanje nedvojbeno potvrđuje polaznu tezu da se računovodstveni servisi u Republici Hrvatskoj nalaze ne samo na tehnološkoj, već i na razvojnoj prekretnici. Tradicionalni poslovni model, desetljećima utemeljen na transakcijskoj obradi povijesnih podataka, ručnom unosu dokumentacije i reaktivnom zakonskom usklađivanju, suočava se s ireverzibilnim procesom komercijalizacije. U eri u kojoj algoritmi preuzimaju repetitivne radnje, sama administrativna usluga gubi svoju tržišnu vrijednost, postajući tek higijenski faktor poslovanja, a ne izvor konkurentске prednosti.

Rezultati ovog rada upućuju na postojanje tzv. *digitalnog paradoksa*. Iako digitalizacija sama po sebi nije cilj, njezina neadekvatna implementacija može imati nepovoljne ekonomske učinke. Primjena digitalnih tehnologija usmjerena isključivo na ubrzanje

postojećih procesa, bez istodobne prilagodbe poslovnog modela, povezana je s rizikom pritiska na cijene i smanjenja prihoda računovodstvenih servisa, osobito u modelima naplate po satu. Automatizacija značajno smanjuje vrijeme potrebno za obradu, što u kontekstu satne naplate ili fiksnih paušala može paradoksalno rezultirati padom prihoda, uz istodoban porast troškova tehnološke prilagodbe i stručne edukacije.

Analiza je identificirala da ključna barijera digitalnoj transformaciji nije tehnološke, već kognitivne i percepcijske prirode. Postoji značajna informacijska asimetrija između vrijednosti koju servisi mogu isporučiti i vrijednosti koju klijenti prepoznaju. Dok računovodstveni servisi sebe vide kao potencijalne financijske arhitekture, većina klijenata ih i dalje promatra kroz prizmu "nužnog zla" i administrativnog troška nametnutog od strane države. Prevladavanje ovog jaza zahtijeva radikalni zaokret: servisi moraju prestati prodavati "vrijeme i papire" te početi prodavati poslovnu sigurnost, predvidljivost i profitabilnost. To podrazumijeva tranziciju iz uloge pasivnog evidentičara prošlosti u ulogu proaktivnog navigatora budućnosti.

Praktični doprinosi ovog rada očituje se u jasnom mapiranju puta prema održivosti, koji vodi kroz redefiniranje modela monetizacije. Rezultati sugeriraju da je napuštanje satnice i paušala u korist cijena temeljenih na vrijednosti ekonomski imperativ. Takav pristup usklađuje interese obje strana: nagrađuje efikasnost i stručnost računovođe, a klijentu transparentno komunicira konkretnu korist koju dobiva kroz porezne uštede ili optimizaciju novčanog toka.

Iako ovo istraživanje pruža sveobuhvatan uvid u stratešku perspektivu vlasnika računovodstvenih servisa, glavno ograničenje rada proizlazi iz činjenice da je fokusirano isključivo na stranu pružatelja usluga. Iako dobiveni rezultati ukazuju na izazove s kojima se struka suočava, procjena spremnosti klijenata na plaćanje dodatnih usluga i dalje se temelji na percepciji računovođa, a ne na izravnom ispitivanju samih korisnika. Kako bi se dobila objektivna i cjelovita slika o tržišnom potencijalu diversifikacije, buduća istraživanja trebala bi obuhvatiti perspektivu mikro i malih poduzetnika kao klijenata.

Tek bi se izravnim ispitivanjem poduzetnika moglo vrednovati jesu li oni doista nespremni platiti dodatne usluge ili korijen problema leži u načinu na koji računovodstveni servisi te usluge komuniciraju i vrednuju. Razumijevanje uzroka njihova otpora prema plaćanju savjetodavnih usluga ključno je za fino podešavanje budućih tržišnih strategija. U tom smislu, primjena dvojne perspektive omogućila bi preciznije određivanje informacijskih asimetrija na

tržištu računovodstvenih usluga u Republici Hrvatskoj te pružila dublji uvid u transformaciju odnosa između računovođe i poduzetnika.

Zaključno, budućnost pripada onim računovodstvenim servisima koji će tehnologiju iskoristiti kao polugu za oslobađanje ljudskog potencijala. Umjetna inteligencija može obraditi podatke, ali (za sada) samo čovjek može razumjeti kontekst, osjetiti nijanse u poslovanju klijenta i izgraditi povjerenje. Simbioza napredne analitike i razvijenih mekih vještina stvara novu paradigmatu u kojoj računovodstveni servis prestaje biti vanjski izvođač radova i postaje nezamjenjiv strateški partner, integriran u sam poslovni sustav poslovanja klijenta.

Literatura

- [1] Agencija za zaštitu osobnih podataka. (2023). Smjernice za primjenu GDPR-a u praksi. <https://azop.hr/wp-content/uploads/2023/09/DPO-prirucnik.pdf> (01.02.2026.)
- [2] Akoh, A., Umoga, U. J., Lottu, O. A., i Sodiya, E. O. (2024). Evaluating the impact of cloud computing on accounting firms: A review of efficiency, scalability, and data security. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 18(2), 65–74. <https://gjeta.com/sites/default/files/GJETA-2024-0027.pdf> (01.02.2026.)
- [3] Baker, R. (2016). Implementing value pricing: A radical business model for professional firms. Wiley.
- [4] Berry, L. L. (1995). Relationship marketing of services: Growing interest, emerging perspectives. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 23(4), 236–245. <https://doi.org/10.1177/009207039502300402> (01.02.2026.)
- [5] Bhimani, A., i Willcocks, L. (2014). Digitisation, 'Big Data' and the transformation of accounting information. *Accounting and Business Research*, 44(4), 469–490. <https://doi.org/10.1080/00014788.2014.910051> (23.01.2026.)
- [6] Blackburn, R. A., Carey, P., & Tanewski, G. A. (2018). Business advice by accountants to SMEs: Relationships and trust. *Qualitative Research in Accounting & Management*, 15(3), 358–384. <https://doi.org/10.1108/QRAM-04-2017-0022> (01.02.2026.)
- [7] Cooper, L. A., Holderness, D. K., Sorensen, T. L., & Wood, D. A. (2019). Robotic process automation in public accounting. *Accounting Horizons*, 33(4), 15–35. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3193222> (01.02.2026.)
- [8] D'Oria, L., Crook, T. R., Ketchen, D. J., Sirmon, D. G., & Wright, M. (2021). The evolution of resource-based inquiry: A review and meta-analytic integration of the strategic resources–actions–performance pathway. *Journal of Management*, 20(10) 1–47. <https://doi.org/10.1177/0149206321994182> (01.02.2026.)
- [9] Dasović, I. (2025). Razvoj dodatnih usluga knjigovodstvenih servisa kroz kreativno poduzetništvo [Završni rad]. Veleučilište Baltazar Zaprešić.
- [10] Digitalna komora. (2025). Pretraga poslovnih subjekata: Napredna pretraga. <https://digitalnakomora.hr/pretraga/poslovni-subjekti/napredna> (01.02.2026.)
- [11] Državni zavod za statistiku. (2024). Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2024. <https://podaci.dzs.hr/hr/publikacije/> (01.02.2026.)

- [12] Europska komisija. (2014). Direktiva 2014/55/EU Europskog Parlamenta i Vijeća od 16. travnja 2014. o elektroničkom izdavanju računa u javnoj nabavi. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32014L0055> (01.02.2026.)
- [13] Europska komisija. (2023). User guide to the SME definition. https://single-market-economy.ec.europa.eu/smes/sme-fundamentals/sme-definition_en (01.02.2026.)
- [14] Gooderham, P. N., Tobiassen, A., Døving, E., i Nordhaug, O. (2004). Accountants as sources of business advice for small firms. *International Small Business Journal*, 22(1), 5–22. <https://doi.org/10.1177/0266242604039478> i https://www.researchgate.net/publication/247738780_Accountants_as_Sources_of_Business_Advice_for_Small_Firms (01.02.2026.)
- [15] Granovetter, M. (1985). Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *American Journal of Sociology*, 91(3), 481–510. <https://doi.org/10.1086/228311> i <https://faculty.washington.edu/matsueda/courses/590/Readings/Granovetter%20Embeddedness%20AIS.pdf> (01.02.2026.)
- [16] Hisrich, R. D., Peters, M. P., & Shepherd, D. A. (2011). Poduzetništvo. Mate.
- [17] Pargmann, J., Riebenbauer, E., Flick-Holtsch, D., & Berding, F. (2023). Digitalisation in accounting: a systematic literature review of activities and implications for competences. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s40461-023-00141-1> (01.02.2026.)
- [18] Pravilnik o vezanim i povlaštenim obrtima. Narodne novine br. 148/2024. (01.02.2026.)
- [19] IBM. (2020., 21. listopada). What is robotic process automation (RPA)? IBM. <https://www.ibm.com/topics/rpa> (01.02.2026.)
- [20] Jensen, M. C., i Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305–360. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X) (01.02.2026.)
- [21] Kokina, J., i Davenport, T. H. (2017). The emergence of artificial intelligence: How automation is changing auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 115–122. <https://doi.org/10.2308/jeta-51730> (01.02.2026.)
- [22] Lohmer, J., Ribeiro da Silva, E., i Lasch, R. (2022). Blockchain Technology in Operations & Supply Chain Management: A Content Analysis. *Sustainability*, 14(10), 6192. <https://doi.org/10.3390/su14106192> (01.02.2026.)
- [23] Meier, J.-H., Esmatyar, W., & Sarpong, C. (2019). Business partner vs. bean counter. Do the personality traits of accounting students meet contemporary business requirements?. *Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości*, 104(160), 103–128. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.4358> (01.02.2026.)
- [24] Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova EU. (2023). Programsko razdoblje 2021–2027: EU fondovi 2021–2027. <https://razvoj.gov.hr/eu-fondovi-2021-2027/4851> (01.02.2026.)
- [25] Moll, J., i Yigitbasioglu, O. (2019). The role of internet-related technologies in shaping the work of accountants: New directions for accounting research. *The British Accounting Review*, 51(6), 100833. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2019.04.002> (01.02.2026.)
- [26] Munoko, I., Brown-Liburd, H. L., i Vasarhelyi, M. (2020). The ethical implications of using artificial intelligence in auditing. *Journal of Business Ethics*, 167(2), 209–234. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04407-1> i <https://scispace.com/pdf/the-ethical-implications-of-using-artificial-intelligence-in-qpvdpwjix.pdf> (01.02.2026.)
- [27] North, D. C. (1990). Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge University Press.
- [28] Obrtni registar. (2024). Pretraživač obrta Republike Hrvatske. <https://pretrazivac-obrta.gov.hr/pretraga> (01.02.2026.)
- [29] Pallant, J. (2020). SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS (7th ed.). Routledge.
- [30] Perkušić, D. (2016). Osnove računovodstva. Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za stručne studije.
- [31] Porezna uprava. (2024). eFiskalizacija i digitalna transformacija. https://www.porezna-uprava.hr/HR_Fiskalizacija/Stranice/Naslovna.aspx (01.02.2026.)
- [32] Porter, M. E. (1985). Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. Free Press.
- [33] Reichheld, F. F., i Sasser, W. E. (1990). Zero defections: Quality comes to services. *Harvard Business Review*, 68(5), 105–111. <https://hbr.org/1990/09/zero-defections-quality-comes-to-services>
- [34] Spence, M. (1973). Job market signaling. *The Quarterly Journal of Economics*, 87(3), 355–374. <https://doi.org/10.2307/1882010> (01.02.2026.)
- [35] Sudski registar. (2025). Registar poslovnih subjekata Republike Hrvatske. <https://sudreg.pravosudje.hr> (01.02.2026.)
- [36] Sutton, S. G., Holt, M., i Arnold, V. (2016). "The reports of my death are greatly exaggerated" – Artificial intelligence research in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 22, 60–73. <https://doi.org/10.1016/j.jacinf.2016.07.005> (01.02.2026.)
- [37] Tipurić, D. (2008). Korporativno upravljanje. Sinergija.
- [38] Uredba (EU) 2016/679 Europskog parlamenta i Vijeća od 27. travnja 2016. o zaštiti pojedinaca u vezi s obradom osobnih podataka i o slobodnom kretanju takvih podataka te o stavljanju izvan snage Direktive 95/46/EZ (Opća uredba o zaštiti podataka) <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj> (01.02.2026.)
- [39] Venter, E., i Boshoff, C. (2006). The influence of family-related factors on the succession process in small and medium-sized family businesses. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 9(1), 17–32. <https://doi.org/10.4102/sajems.v9i1.1154> i <https://sajems.org/index.php/sajems/article/view/1154/397> (01.02.2026.)
- [40] Yi, Z., Cao, X., Chen, Z., i Li, S. (2023). Artificial Intelligence in Accounting and Finance: Challenges and Opportunities. *IEEE Access*, 11, 129100–129124. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3333389> (01.02.2026.)
- [41] Zakon o poreznom savjetništvu. Narodne novine, br. 127/00, 76/13, 115/16, 114/23.
- [42] Zakon o računovodstvu. Narodne novine, br. 84/24, 145/24.
- [43] Zakon o sprječavanju pranja novca i financiranja terorizma. Narodne novine, br. 108/17, 39/19, 68/19.
- [44] Zhang, Y., Xiong, F., Xie, Y., Fan, X., i Gu, H. (2020). The impact of artificial intelligence and blockchain on the accounting profession. *IEEE Access*, 8, 110461–110477. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3000505>



Fiskalni izazovi digitalnih nomada u kontekstu međunarodne mobilnosti rada i turizma

Fiscal challenges of digital nomads in the context of international labor mobility and tourism

Bedeković Mladena¹

¹Veleučilište u Virovitici, Ulica Matije Gupca 78, Virovitica, Republika Hrvatska, mladena.bedekovic@vuv.hr

Sažetak

Digitalni nomadi u novije vrijeme predstavljaju ključni izazov za kreatore poreznih politika. Radi se o mobilnim radnicima koji koristeći turističku infrastrukturu predstavljaju svojevrsan potencijal za diverzificiranje turističkih prihoda. U radu su analizirani fiskalni učinci rastućeg digitalnog nomadstva u turizmu s naglaskom na regulatorne okvire, pojmovno određenje i porezni tretman. Cilj rada je identificirati postojeće fiskalne mjere za privlačenje digitalnih nomada te analizirati postojeći fiskalni tretman i administrativne prepreke vodeći računa o poreznoj pravednosti. Deskriptivnom i komparativnom analizom napravljena je usporedba poreznih režima među izabranim zemljama kao i normativna analiza postojećeg zakonskog okvira. Temeljem analiziranih sekundarnih podataka o potrošnji i doprinosu digitalnih nomada turizmu izvedeni su zaključci. Prema ključnim znanstvenim nalazima digitalno nomadstvo pridonosi stabilizaciji potrošnje i produženju turističke sezone. Kompleksnost utjecaja na javne financije dodatno utječe na međunarodnu konkurentnost, a dugoročna održivost se može osigurati konkretnim, planski definiranim mjerama kako bi se izbjegli porezni gubici i rizici fiskalnih neusklađenosti između država.

Ključne riječi

digitalni nomadi, međunarodna mobilnost rada, porezna rezidentnost, turistička potrošnja, viza za digitalne nomade

Abstract

Digital nomads have recently become a key challenge for tax policy makers. These are mobile workers who, by utilizing tourism infrastructure, represent a kind of potential for diversifying tourism revenues. The paper analyzes the fiscal effects of growing phenomenon of digital nomadism in tourism, with an emphasis on regulatory frameworks, conceptual definitions, and tax treatment. The aim of the paper is to identify existing fiscal measures to attract digital nomads and to analyze the existing fiscal treatment and administrative obstacles, taking into account tax fairness. A descriptive and comparative analysis was used to compare tax regimes among selected countries, as well as a normative analysis of the existing legal framework. Based on the analyzed secondary data on consumption and the contribution of digital nomads to tourism, conclusions are drawn. According to key scientific findings, digital nomadism contributes to the stabilization of consumption and the extension of the tourist season. The complexity of the impact on public finances additionally affects international competitiveness, while long-term sustainability can be ensured through concrete, strategically defined measures in order to avoid tax losses and risks of fiscal mismatches between countries.

Keywords

digital nomads, digital nomad visas, international labor mobility, tax residency, tourist consumption

Uvod

Jedan od brojnih izazova hrvatskih poreznih politika je zasigurno regulatorni okvir digitalnih nomada. U današnje vrijeme se već dosta govori o mobilnim radnicima koji su u Hrvatskoj pronašli dobar izvor financijskih primanja, i to ne samo u sektoru IT-a već sve više i u turističkom sektoru. Postojeće fiskalne mjere kao i administrativne prepreke koje se odnose na takve mobilne skupine često su predmet analiza.

Digitalne tehnologije izravno utječu na tržište rada u smislu fleksibilnosti zapošljavanja i obavljanju poslova. Rad digitalnih nomada i platformskih radnika mogu se djelomično preklapati. Platformski rad predstavlja način rada posredstvom digitalne platforme, dok digitalne nomade karakterizira rad na daljinu i mobilnost. Pojava digitalnih platformi omogućava rad u brojnim sektorima gospodarstva što iziskuje regulaciju zakonodavstva. Republika Hrvatska je među prvim članicama Europske Unije normirala digitalni rad zakonskim okvirom.

Pregledom i analizom objavljene znanstvene literature sumirani su odgovori na ključna istraživačka pitanja:

1. Koliko je hrvatski porezni sustav atraktivan za digitalne nomade?

2. Koji su ključni čimbenici pri odabiru Hrvatske kao destinacije za digitalno nomadstvo?

Novi oblici rada kakve nudi zakonski regulirano digitalno nomadstvo pridonose brendiranju Hrvatske kao poželjne destinacije za takve pojedince, a složenost poreznost terećenja proizlazi iz migracija ljudi različitih nacionalnosti na različita odredišta s različitim prebivalištima.

1. Teorijski i normativni okvir digitalnog nomadstva

Digitalni nomadizam predstavlja fenomen koji je u posljednja dva destljeća privukao pozornost zbog povećane mogućnosti rada na daljinu, digitalnih tehnologija i mogućnosti zapošljavanja, a to je pridonijelo razvoju strukturiranih politika poput međunarodnog oporezivanja (Başaran, 2025). Hannonen (2020) digitalni nomadizam promatra kao fenomen načina života. U suvremenom kontekstu digitalni nomadizam se promatra kao pristup poslovnog života i pristup životnog stila. Bonneau i Aroles (2020) navode da je digitalni nomadizam sociokulturni fenomen jer se stavovi i ponašanja mijenjaju tijekom vremena. Devčić i Tonković Pražić (2022) fenomenu digitalnog nomadstva u svojem istraživanju pristupaju sa aspekta motiviranosti takvog načina života i uvjeta rada. Bonneau i Aroles (2020) ističu da se digitalni nomadizam odnosi na

mobilni način života gdje pojedinci kombiniraju posao sa putovanjima.

Digitalni nomadi prema Avci i Dirican (2025) su pojedinci koji napredno koriste raspoložive tehnološke alate poput umjetne inteligencije i informacijske tehnologije u oblaku te ostvaruju dohodak. Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske prepoznaje digitalne nomade kao državljane trećih zemalja (državljeni izvan EU/EGP/Švicarske) koji obavljaju posao ili su zaposleni za poduzeće ili vlastitu tvrtku koja nije registrirana u RH te posao ne obavljaju ili ne pružaju usluge poslodavcima u RH, sa privremenim boravkom do maksimalno 18 mjeseci (MUP, 2026). Pojam digitalni nomadi podrazumijeva mlade profesionalce, pojedince koji svoj posao obavljaju online neovisno o lokaciji, a prvi put se kao pojam spominju u djelu Digital Nomad iz 1997. godine (Avci i Dirican, 2025 prema Makimoto & Manners, 1997 i Reichenberger, 2018.) Prema definiciji OECD-a digitalni nomadi su ljudi koji žive životima u skladu s tehnologijom, neovisno o geografskoj lokaciji. Sve više freelancera i samozaposlenih poduzetnika bira rad na daljinu kako bi kombinirali globalna putovanja i online karijere i poslovanje (OECD, 2022:2). Hannonen, (2020) definira digitalne nomade kao novi oblik mobilnih profesionalaca.

U novije vrijeme digitalno nomadstvo u kontekstu turističke ponude i potražnje istraživali su brojni autori (Arbutina i sur., 2023; Balaž Piri i Krajinović, 2024; Krishn, 2024; Lonardi, i sur., 2024; Roziqin i sur., 2023; Vizjak i Perić Kaselj, 2024).

Istraživanje koje su proveli Balaž Piri i Krajinović (2024) s ciljem utvrđivanja utjecaja digitalnih nomada na transformaciju turističke ponude destinacija u Republici Hrvatskoj pokazalo je da se trendovi i prednosti za segment turističke potražnje očituju u dužem boravku, većoj prosječnoj potrošnji, promociji destinacije, dijeljenju iskustva putem digitalnih kanala, jednostavnosti u dobivanju vize te razvijanju novih prilika umrežavanja. Istraživanje je pokazalo da unatoč svim prednostima digitalnog nomadstva u Hrvatskoj ono nema povećati utjecaj na kreiranje turističke ponude.

Kvantificiranje potrošnje digitalnih nomada još uvijek nije u značajnijoj mjeri zastupljeno. U empirijskim istraživanjima se potrošnja digitalnih nomada najčešće analizira kroz promatranje turističkog ponašanja, izbora destinacija ili se digitalne nomade promatra kao ambasadore brenda, a ne potrošače destinacija (Pongwat i sur., 2026; Simeli i sur., 2025).

Istraživanje koje je proveo Başaran (2025) pokazalo je da se istraživanja na temu digitalnog

nomadizma počinju povećavati od 2016. godine. Porastom svijesti o toj temi kao posljedica digitalizacije i rada na daljinu potaknuti su istraživači da istraže temu digitalnih nomada osobito nakon 2020. godine kada dolazi do povećanja broja objavljenih publikacija.

Roziqin i sur. (2023) su također istražili da trend publikacija o digitalnom turizmu nastavlja rasti, a na temelju broja publikacija autori ističu da Benyon i Miao najviše pridonose istraživanju digitalnog turizma. Najproduktivnija zemlja je Kina, a koncept komunikacijske tehnologije u turizmu je najdominantnija tema digitalnog turizma. Arbutina i sur. (2023) navode da je danas digitalni nomadizam značajan ekonomski i kulturni pokret, koji redefinira način na koji ljudi razmišljaju o putovanjima i radu.

Prema Krishn (2024) među digitalnim nomadima postoje različite preferencije pa je i izbor destinacija koje nude, kombinacija načina života, infrastruktura i pristupačne ponude sa prihvatljivim cijenama različit. Autor ističe da su različite destinacije od urbanih do ruralnih područja jednako zanimljive. Dostupnost coworking prostora jedna je od ključnih atrakcija urbanih središta jer digitalni nomadi traže odredišta u kojima mogu kombinirati istraživanje novih kultura sa produktivnošću rada. S druge strane prirodne ljepote ruralnih i urbanih područja te potrebe za sporijem tempom idealne su za digitalne nomade koji teže opuštenijem radnom okruženju. Trendovi koji se pojavljuju, a utjecat će na budućnost digitalnog nomadizma uključuju razvoj novih ekosustava te jačanje uloge vlade i turističkih zajednica. Na razvoj turizma digitalni nomadi imaju veliki utjecaj jer mjesecima ostaju na odredištima i destinacijama koje posjećuju za razliku od tradicionalnih turista. Provodeći više vremena na jednom mjestu njihov doprinos lokalnoj zajednici je značajan budući da svoj novac troše na smještaj i hranu kao što i koriste usluge lokalnih restorana, prijevoznika, ugostiteljskih objekata i kulturnih ustanova i na taj način se integriraju u lokalnu zajednicu.

Lonardi i sur. (2024). navode u svome istraživanju da svi oni koji upravljaju destinacijama moraju voditi računa o jačanju potreba i uključenosti javnih i privatnih dionika jer digitalni nomadi su turisti koji se integriraju i postaju dio lokalne zajednice. Ciljanje pojedinih destinacija na segment digitalnog nomadstva uključuje dostupnu pouzdanu i brzu internetsku vezu, dostupnost coworking prostora, a problem sezonalnosti se rješava prilagodbom učinkovitoj komunikaciji i cjelogodišnjoj promociji destinacija. Prisutnost digitalnih nomada pruža koristi za različita područja na različite načine. Benefiti digitalnih nomada vide se u doprinosu lokalnom gospodarstvu, stvarajući veće prihode i nudeći nove mogućnosti zapošljavanja, a turističke destinacije dobivaju mogućnost za održivim turizmom i revitalizacijom postojećih proizvoda i usluga.

Praćenje i proučavanje promjena u razvoju destinacija s naglaskom na digitalne nomade može pokrenuti stagnirajuće destinacije da kroz repozicioniranje ponovno zažive (Butler, 1980).

Hrvatska kao turistička zemlja je prepoznala digitalni nomadizam kao jednu od orijentacija u budućnosti s ciljem privlačenja pojedinaca koji su spremni pod okriljem digitalnog nomadizma povećati potrošnju i tako neizravno pridonijeti proračunu (Vizjak i Perić Kaselj, 2024). Potrošnja digitalnih nomada analizira se kroz turističku potrošnju poput smještaja, prijevoza, coworkinga, korištenja ugostiteljskih usluga. Zatim kroz lokalnu ekonomiju destinacija što podrazumijeva veću potrošnju uz duže boravke.

Provedenom kvantitativnom analizom te prema rezultatima istraživanja, Ivanković i Fijolić (2022) ističu da je Hrvatska poželjna destinacija za digitalne nomade u vidu privremenog boravka, i to osobito gradovi Zagreb, Dubrovnik, Split i Šibenik, a ključni benefit koji je prepoznat uključuje vize za boravak u Hrvatskoj.

U Hrvatskoj djeluje neprofitna organizacija Digital Nomad Association Croatia koja ima za cilj promovirati Republiku Hrvatsku kao destinaciju pogodnu za digitalni nomadizam pružajući savjete i pomoć pri ishođenju digitalnih viza, povezuje ih sa lokalnim stanovništvom, olakšava snalaženje u coworking sektoru kroz povezivanje javnog i privatnog sektora, te pomaže kreatorima politika. Prednosti Hrvatske u privlačenju digitalnih nomada uključuju: sigurnost, pristupačnost, gostoljubivost, odličnu povezanost sa Europom i svijetom, povijesno nasljeđe, pristupačnu zdravstvena skrb te cjelogodišnje aktivnosti na otvorenom (zimi planinarenje, ljeti kupanje i plivanje) (Digital Nomad Association Croatia, 2026). Ako se gleda statistički tada 92% hrvatskih poduzeća ima širokopojasni internet. U RH digitalni nomadi moraju dokazati da rade na daljinu za tvrtku koja je registrirana u inozemstvu te mogu zatražiti jednogodišnju boravišnu dozvolu (moraju imati osigurani smještaj, zdravstveno osiguranje te zarađivati najmanje 2.870 eura neto mjesečno kako bi imali status digitalnog nomada i kako bi bili izuzeti od plaćanja poreza na dohodak (Regent, 2026; Vizjak i Perić Kaselj, 2024).

Prema istraživanju Devčić i Tonković Pražić (2022) detektirana su istraživačkom faktorskom analizom četiri faktora digitalnog nomadizma: promjene u standardnim uvjetima rada, želja za promjenom života, društveno-politički razlozi, želja za putovanjem. Bozzi (2024) ističe negativne aspekte nomadske mobilnosti koji su trenutno slabo istraženi u znanstvenoj i stručnoj literaturi, a to je povećan ugljični otisak i gentrifikacija. Prema Hrvatskoj enciklopediji (2026) gentrifikacija je proces revitaliziranja i obnavljanja siromašnih ruralnih dijelova gradskih četvrti što ima za posljedicu rast njihove vrijednosti te iseljavanje domicilarnog stanovništvo iz takvih središta jer troškovi života postaju previsoki. Doreen i sur. (2025) navode da se

u destinacijama poput Estonije, Portugala i Tajlanda ukazuju novi problemi digitalnog nomadizma poput kulturnog raseljavanja, jačanja socio-ekonomske nejednakosti te ograničene lokalne integracije.

Digitalni nomadi svakako predstavljaju privlačan segment turističke potražnje pa bi u Republici Hrvatskoj mogli utjecati na smanjenje sezonalnosti u turističkom sektoru. Povećanje potrošnje kao posljedica boravka takvih turista te njihova asimilacija s lokalnim stanovništvom pridonosi većoj atraktivnosti privlačenja digitalnih nomada (Balaž Piri i Krajinović, 2024).

Bitno je razlikovati platformski rad u odnosu na rad digitalnih nomada. Direktivom EU o poboljšanju radnih uvjeta platformskih radnika (*eng. Directive on improving working conditions in platform work*) nastoje se poboljšati uvjeti rada u platformskom radu i podržati održivi rast digitalnih platformi za rad u Europskoj uniji. Temeljem toga definirane su mjere za lakše utvrđivanje radnog statusa osoba koje se bave platformskim radom, potiče se transparentnost, sigurnost, pravednost i nadzor nad takvim poslovima (European Parliament, 2024). Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o radu (NN 151/22, čl.221.a) uređuje materiju vezanu za rad putem digitalnih platformi, definiraju se pojmovi, prava i obveze koje nastaju između poslodavaca i radnika pri obavljanju platformskog rada, definira se minimalna razina zaštite prava i radnih uvjeta kada takav rad obavljaju druge fizičke osobe te prava i odgovornosti digitalnih radnih platformi radi osiguranja transparentnosti. U hrvatskom zakonodavstvu platformski rad je definiran kao naplatni rad koji na temelju ugovornog odnosa fizička osoba obavlja za digitalnu radnu platformu ili za agregatora¹ korištenjem digitalne tehnologije, odnosno na daljinu, pomoću elektroničkog sredstva (internetska stranica, mobilna aplikacija i sl.) ili izravno na određenoj lokaciji između sudionika određenog posla (Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o radu, čl. 221.b). Člankom 221.n. istog zakona reguliran je rad putem digitalnih radnih platformi ovisno o opsegu ostvarenih primitaka. Bjelinski Radić (2023) u svome istraživanju kritički analizira manjkavosti proizašle iz postojećeg zakonskog određenja Zakona o radu u odredbama koje se odnose na digitalne radne platforme. Ističe da je sporna stvarna uloga posrednika (agregatora) na digitalnim platformama jer se isti mogu pojaviti kao

fiktivni poslodavci. I dalje ostaju problematični procesnopravni aspekti zakonske odredbe unatoč solidarnoj odgovornosti digitalne platforme (jer je poslovni nastan digitalnih platformi koje posluju kod nas izvan teritorija RH). Problematika fiktivnosti u praksi može dovesti do kršenja prava radnika odnosno do neprijavlivanja rada u potpunosti. Bjelinski Radić (2025) navodi da iako platformski rad omogućuje fleksibilnost, zarada od takvog rada može biti nepredvidiva i niska. Do nestabilnosti prihoda dolazi zbog promjenjivosti u potražnji za poslovima pa i zarada tada ovisi o broju dostupnih poslova, algoritama za određivanje cijena te dostupnih online radnika.

S druge strane pravni temelj digitalnog nomadizma u Republici Hrvatskoj počiva na Zakonu o strancima (NN 133/20, 40/25) koji u čl.3.st.49. koji definira digitalnog nomada kao državljanina treće zemlje koji je zaposlen ili obavlja poslove putem komunikacijske tehnologije za tvrtku ili vlastitu tvrtku koja nije registrirana u Republici Hrvatskoj i ne obavlja poslove ili pruža usluge poslodavcima na području Republike Hrvatske.

Digitalni nomadi su u pravilu porezni rezidenti u zemlji domaćinu nakon 183 dana. Međutim, kao dodatni faktor privlačnosti za digitalne nomade, nekoliko zemalja koje nisu članice OECD-a osiguralo je oslobođenje od poreza na dohodak do jedne ili dvije godine (Hrvatska, Barbados, Dubai, Mauricijus). Grčka nudi sedmogodišnje porezno oslobođenje od 50% svakom novopridošlom ili privremenom stanovniku koji ima digitalnu nomadsku vizu ili bilo koju drugu dozvolu boravka u zemlji. Viza za digitalne nomade je legalni status boravka koji omogućuje nositelju obavljanje plaćene aktivnosti na daljinu tijekom boravka u zemlji (OECD, 2022:4).

2. Komparativna analiza poreznih režima digitalnih nomada

Pojava rada digitalnih nomada pokrenula je brojna pitanja povezana sa međunarodnim oporezivanjem. Naime kod digitalnih nomada nema fizičke prisutnosti koja u međunarodnom oporezivanju predstavlja preduvjet za oporezivanje dohodka odnosno za određivanje porezne rezidentnosti. Oporezivanje osoba koje migriraju kao nomadi polazi od dužine trajanja njezinog boravka u toj zemlji, a to je najmanje 183 dana ili 6 mjeseci. Tu

¹ Prema Zakonu o o izmjenama i dopunama Zakona o radu (151/22, čl.221c) agregator je fizička ili pravna osoba koja obavlja djelatnost zastupanja ili posredovanja za jednu ili više digitalnih radnih platformi

se može javiti problem dvostrukog oporezivanja, a da bi se izbjegli takvi porezni rizici digitalni nomadi trebaju pažljivo analizirati ugovore o izbjegavanju dvostrukog oporezivanja. Dugoročno gledano doprinos digitalnih nomada tehnološkom napretku i digitalizaciji u svakoj pojedinoj zemlji generirat će veće koristi. Digitalni nomadi ubrzavaju tehnološki napredak, a budući da zarađuju, oporezivanje takvog rada postaje itekako značajno. Propisi kojima se potiče digitalni način života uključuju i vize za digitalne nomade što je ujedno i najznačajnija prednost. Takva viza prvi put je uvedena u Estoniji 2020. godine. Zemlje odobravajući takve vize nude i porezne olakšice kako bi privukle digitalne nomade. Odobranje viza digitalnim nomadima podupire tri strateška cilja razvoja. Prvi je promicanje i diverzificiranje turizma, drugi je usmjeren na povećanje stranih ulagača, a treći je privlačenje tehnoloških stručnjaka (Avci i Dirican, 2025.) Većina zemalja zahtijeva da ako se ostane u nekoj zemlji dulje od 183 dana, postane se porezni rezident (Vizjak i Perić Kaselj (2024).

Moguće probleme u vidu poreznih zakona sumira Lipniewicz (2024) navodeći kako postoji dilema između prebivališta i zemlje izvora prihoda jer načela međunarodnog oporezivanja uzimaju u obzir zemlju prebivališta (boravišta) i zemlju izvora u kojoj se ostvaruje prihod pa se javlja jaz između ta dva načela jer digitalni nomadi rade na daljinu. Zatim se javlja dilema vrste prihoda u smislu same prirode dohotka i njegove klasifikacije (plaća, nadnica, dohodak od samozapošljavanja). Dilema porezne konkurencije odnosi se na situacije kada se digitalni nomadi svjesno sklanjaju u zemlje s nižim poreznim stopama kako bi bili minimalno porezno opterećeni. Porezna pravednost je također jedna od dilema jer dolazi u pitanje kada se uvode porezna oslobođenja ili smanjenja za digitalne nomade dok s druge strane građani zemlje koji ostvaruju isti dohodak podliježu plaćanju poreznih obveza bez mogućih izuzeća.

Porezni status digitalnih nomada nije uređen posebnim zakonom već zakonom o porezu na dohodak. „Porezno prebivalište pojedinaca više se ne može koristiti kao nepristran kriterij za utvrđivanje veze s određenom jurisdikcijom“ (Kostić, 2019 :224).

Jasno je da je kreatorima poreznih politika cilj povećanje poreznih prihoda, ali porezne stope povezane su i sa privlačenjem stranih ulaganja stoga porezna konkurentnost utječe na zadržavanja postojećih vlastitih investitora (Sultanova i sur. 2021).

Prepoznavanje potencijalnih ekonomskih koristi privlačenja digitalnih nomada prisiljava vladajuće da uvode politike kako bi se osigurao dugoročni boravak digitalnih nomada, a to uključuje porezne olakšice i vize za digitalne nomade. Ove inicijative dio su šireg trenda u kojem vlade preusmjeravaju fokus s kratkoročnog turizma na dugoročne posjetitelje koji dosljednije doprinose lokalnom gospodarstvu (Krishn, 2024:171).

Sa poreznog aspekta svaki nomad prije nego krene u radnu avanturu trebao bi biti informiran o ključnim kriterijima oporezivanja takvog načina rada,

a ono uključuje: zemlju prebivališta, državljanstvo, učestalost putovanja, visinu zarade, radni status. Digitalni nomadi mogu u određenom trenutku izbjegavati plaćanje poreza budući da nemaju porezno prebivalište te nije jasno u kojoj zemlji podnose poreznu prijavu i plaćaju porez, a o tome odlučuje zakonodavna vlast zemlje državljanstva digitalnog nomada. Primjerice u Velikoj Britaniji uzima se u obzir trajanje boravka u matičnoj zemlji, gdje posjeduje nekretninu, gdje zarađuje i gdje ima bankovne račune. U SAD-u se oporezuju prema državljanstvu pa nije ni važno u kojoj zemlji se nalazite jer će vas oporezivati SAD kao američkog državljanina. U slučaju da niste kao digitalni nomad nigdje registrirani tada ćete biti oporezivani ili u matičnoj zemlji ili u zemlji gdje ste imali zadnje prebivalište u skladu s posebnim poreznim propisima. Gibraltar, Malezija, Costa Rica i Hong Kong imaju način naplate poreza prema teritorijalnosti i oporezuju samo novac zarađen u tim zemljama. S druge strane postoje zemlje koje nemaju porezna terećenja digitalnih nomada poput Bahama, Bermuda, Ujedinjenih Arapskih Emirata (Vizjak, Perić Kaselj, 2024, Digital Nomad FAQ, 2021).

Hrvatska je uvela vizu za digitalne nomade 1. siječnja 2021. godine. Procedura izdavanja vize za digitalne nomade je poprilično jednostavna. Podnositelj zahtjeva za digitalnom vizom treba dostaviti dokaz o prihodima koji iznosi 2,5 prosječne nacionalne plaće te dodatnih 10% za svakog dodanog člana kojeg digitalni nomad dovede u Hrvatsku (Koskela i Beckers, 2024; Digital Nomad Tax, 2026). Fizička osoba koja ostvari primitak od nesamostalnog rada ili djelatnosti za poslodavca koji nije registriran u RH, a ima status digitalnog nomada, sukladno posebnom propisu je primitak na koje se ne plaća porez na dohodak u skladu sa Zakonom o porezu na dohodak čl. 9. st.26. (NN 115/16, 121/19, 32/20, 138/20,151/22,114/23). Izabравši takav model oporezivanja Hrvatska je jedna od rijetkih zemalja koja takav mobilni rad privlači odricanjem od poreznih prihoda. U Španjolskoj nositelji digitalne nomadske vize postaju porezni rezidenti prvo po povlaštenoj poreznoj stopi, a nakon toga unutar trajanja vize u potpunosti. Specifičnost je i što je dopušteno imateljima vize da do 20% oporezivog dohotka dolazi od lokalnih poslodavaca ili klijenata (Koskela i Beckers, 2024). U Portugalu se provodi program poticajnog poreznog statusa koji je zamijenio program za nestalne rezidente. Prema novom programu nude se umanjene porezne stope za stručnjake u tehnologiji, znanosti i inovacijama. (Rodríguez Ruiz, 2026). U portugalskom poreznom pravu pojam „digitalni nomad“ nema formalno značenje, a ugovori o izbjegavanju dvostrukog oporezivanja ne sprječavaju Portugal da oporezuje dohodak (Portutax, 2026).

Prema grčkom zakonu o porezu na dohodak porezni obveznici koji imaju porezno prebivalište u Grčkoj podliježu porezu u Grčkoj na svoj oporezivi dohodak koji nastaje i u Grčkoj i u inozemstvu (Bosinaki, 2021). Negativne strane digitalnih

nomada u Grčkoj očituju se u birokratskim preprekama i nemogućnosti stjecanja prebivališta što utječe na porezni aspekt. Estonija privlači digitalne nomade institucionalnom i digitalnom infrastrukturom, a ne poreznim pogodnostima za digitalne nomade (Rodríguez Ruiz, 2026). U Tablici 1. prikazano je porezno opterećenje digitalnih nomada na izabranim zemljama koje izdaju digitalne vize za digitalne nomade.

TABLICA 1. KOMPARATIVNA ANALIZA POREZNIH REŽIMA

Zemlja	Porezni režim
Hrvatska	2021.-nema plaćanja poreza na dohodak i pripadajućih doprinosa (ako je boravak manji od 183 dana godišnje; inače je porez na dohodak od 20–30%)
Španjolska	2022.-plaćanje poreza i doprinosa (osim ako nije drugačije definirano u zemlji poslodavca). Porezno prebivalište nakon 183 dana/godišnje; dohodak iz cijelog svijeta oporezuje se s 24% do 600.000 €, a 47% iznad toga.
Portugal	2007-porezno prebivalište primjenjuje se ako boravite >183 dana/godišnje, podvrgavajući dohodak iz cijelog svijeta progresivnim oporezivanjima (13,25–48%).
Grčka	2021-porezno prebivalište nakon 183 dana; primjena progresivne stope od 9–44%.
Estonija	2020-porezno prebivalište nakon 183 dana; fiksna stopa od 20%.

Izvor: prilagođeno prema: Koskela i Beckers, 2024; MUP, 2026; Croatian National Tourism Board, 2026; Rodríguez Ruiz, 2026; OECD, 2022.

Osim poreznih pogodnosti prednosti digitalnog nomadstva u Republici Hrvatskoj uključuju do 12 mjeseci života i rada, umjerenu klimu, raj za ljubitelje prirode, prijateljski nastrojene stanovnike i izvrsno gostoprimstvo, dobru povezanost s drugim europskim središtima, rasprostranjenost engleskog jezika, dostupnu visokokvalitetnu zdravstvenu skrb te izvrsnu internetsku vezu (Croatian National Tourism Board, 2026). Strateška prednost digitalnog nomadizma spram klasičnog turizma je u ključnim pretpostavkama: održivost naspram masovnog turizma, potencijali privlačenja visoko obrazovnih stručnjaka iz inozemstva te Hrvatska kao cjelogodišnja destinacija (Regent, 2026), a digitalizacija financija kao i održivo financiranje zasigurno su budućnost (Bedeković i sur., 2023).

3. Zaključak

Republika Hrvatska je normirala radnim zakonodavstvom obavljanje rada digitalnih nomada. I dalje ostaje ključno pitanje postoji li optimalan model poreznog tretmana digitalnih nomada?

S jedne strane želja za ostvarivanjem poreznih prihoda oporezivanjem digitalnih nomada kosi se sa poreznim olakšicama koje propisuju zemlje kako bi privukle upravo tu skupinu poreznih obveznika. Kako bi svaka zemlja izvušla najbolje i najviše od

digitalnih nomada treba svoje porezne propise regulirati. Pravedniji i usklađeniji porezni okvir između zemalja koje potiču digitalno nomadstvo posljedično će dovesti do transparentnijih i učinkovitijih rješenja poreznih politika koje se kontinuirano trebaju ažurirati s obzirom na ubrzani razvoj digitalnih tehnologija i gospodarskog razvitka. U prilog digitalnim nomadima u Hrvatskoj ide činjenica da je zemlja prilagodila svoj zakonski okvir digitalnim nomadima uključujući jednogodišnju dozvolu boravka bez poreznog opterećenja.

Edukacije turističkih menadžera o tome kako odgovoriti na novo ponašanje turista u digitalnom dobu zasigurno bi donijelo konkurentsku prednost. Izgradnja digitalne infrastrukture u ruralnim područjima pridonijela bi umrežavanju. Kreatori politika i dalje trebaju raditi na poreznim rasterećenjima i strategijama za poticanje digitalnog turizma.

Novi oblici rada kakve nudi digitalno nomadstvo koje je regulirano zakonodavnim okvirom pridonosi brendiranju Hrvatske kao poželjne destinacije za takve pojedince. Iako je duljina boravka propisana vizom, prilagodbe zakonodavnog okvira idu u korist digitalnih nomada. Digitalni nomadi trebaju upoznati porezni sustav i zemlje državljanstva i zemlje odredišta (prebivališta) što nije nimalo jednostavno.

Zaključno, za digitalne nomade nije prepoznat jedinstveni porezni model. Ključni problem leži u ostvarenom dohotku i njegovom izvoru te o poreznoj rezidentnosti. U Hrvatskoj digitalni nomadi imaju maksimalnu poreznu efikasnost te je time Hrvatska zemlja sa najpovoljijim poreznim teretom za takve radnike. Digitalni nomadi bit će predmet istraživanja i u budućnosti kroz identificiranje trendova digitalizacije i predviđanje budućih promjena.

Literatura

- [1] Arbutina, H., Šinković, Z., Pribisalić, L. (2023): *The legal status of digital nomads*. 46th mipro ICT and electronics convention (MIPRO) IEEE. (1422–1427).
- [2] Avci, O., Dirican, H. (2025). *A new paradigm of the digital age: Digital nomads and their taxation*. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi, 15(3), 1393-1411. <https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1770478>. (20.4.2026)
- [3] Balaž Piri, N. i Krajinović, V. (2024): *Digitalni nomadi: novi segment potražnje na turističkom tržištu*. Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, 22 (1), (37-51). <https://doi.org/10.22598/zefzg.2024.1.37>
- [4] Başaran, A. (2025): *Digital Nomads, the New Frontier of Work in the Digital Age: A Bibliometric Analysis*. Sustainability 17(5) <https://doi.org/10.3390/su17051906>. (24.4.2026.)

- [5] Bedeković, M., Vakanjac, D., Prelas Kovačević, A. (2023): *Razina financijske pismenosti studenata na Veleučilištu u Virovitici // Zbornik radova Kontinentalna Hrvatska: povijesni kontekst, aktualnosti i perspektive u budućnosti* (1) / Bratulić, Josip; Dabo, Krešimir (ur.). Zagreb: Znanstveni kontekst, (249-262)
- [6] Bjelinski Radić, I. (2023): *Zakonsko uređenje rada putem digitalnih radnih platformi u Republici Hrvatskoj*. Zagrebačka pravna revija, 12 (1), (41-58). <https://hrcak.srce.hr/309985>
- [7] Bjelinski Radić, I. (2025): *Remuneration in the Platform Economy: Assessing the Situation in Croatia*. Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu, 75 (6), (921-944). <https://doi.org/10.3935/zpfz.75.6.3>
- [8] Bonneau, C., Aroles, J. (2020): *Digital nomads: A new form of leisure class?, Experiencing the new world of work*, Cambridge University Press, (157-177) DOI: <https://doi.org/10.1017/9781108865814.011>
- [9] Bosinaki E. (2021): *Greece: Digital nomad visa – a tax perspective*, *International Tax Review* <https://www.internationaltaxreview.com/article/2a68rfy5bw2ycq1zyextk/greece-digital-nomad-visa-a-tax-perspective>
- [10] Bozzi, A.(2024): *Digital nomadism from the perspective of places and mobilities: a literature review*, *European Transport Research Review* <https://doi.org/10.1186/s12544-024-00663-z>
- [11] Butler, R. W. (1980): *The concept of a tourist area cycle of evolution: implications for management of resources*, *Canadian Geographer*, 24, (5-12) doi:10.1111/j.1541-0064.1980.tb00970.x
- [12] Croatian National Tourism Board, (2026): <https://croatia.hr/en-gb/useful-information/digital-nomads>, (12.4.2026.)
- [13] Devčić, K., Tonković Pražić, I. (2023): *The Digital Nomad Motivation in the Republic of Croatia*, 8th International Scientific-Business Conference LIMEN 2022 Vol 8. Selected papers / Bevanda, Vuk (ur.). Beograd: Association of Economists and Managers of the Balkans, Belgrade, Serbia, 2023. (87-93), DOI: <https://doi.org/10.31410/LIMEN.S.P.2022.87>
- [14] Digital Nomad Association Croatia (2026): <https://dnacroatia.com/about-us/> (13.4.2026.)
- [15] Digital Nomad FAQ (2021): *Do digital nomads pay taxes*. Insights Journey <https://andysto.com/do-digital-nomads-pay-taxes/> (13.4.2026.)
- [16] Digital Nomad Tax (2026): *Croatia Digital Nomad Visa: 2026 Guide* <https://digitalnomadtax.eu/croatia-digital-nomad-visa/> (25.4.2026.)
- [17] Doreen, K., Muhaise, H., Christine, A. (2025): *Digital Nomads as a Viable Market Segment: A Systematic Literature Review*. *African Journal of Tourism and Hospitality Management*, 4(1), (379-389). <https://doi.org/10.37284/ajthm.4.1.3575>
- [18] European Parliament (2024): *Directive (EU) 2024/2831 on improving working conditions in platform work*, Council of the European Union, <https://www.europeansources.info/record/proposal-for-a-directive-on-improving-working-conditions-in-platform-work/> (7.4.2026.)
- [19] Hannonen, O. (2020): *In search of a digital nomad: defining the Technology phenomenon*. *Information & Tourism*, Vol.22 (335-353) <https://doi.org/10.1007/s40558-020-00177-z> (24.4.2026.)
- [20] Hrvatska enciklopedija (2026): mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2026. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/gentrifikacija> (15.4.2026.)
- [21] Ivanković, I. i Fijolić, M. (2022): *Digitalni nomadi u Hrvatskoj i njihov prikaz u novim medijima*. Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu, 13 (1), 37-47. <https://hrcak.srce.hr/286695>
- [22] Koskela, K., Beckers, P. (2024): *Typologizing Digital Nomad Visas: Comparing Policy Rationales from Tourism to Wealth Accumulation to Immigration* *Journal of Comparative Policy Analysis*, Vol. 26, No. 5, (407–425), <https://doi.org/10.1080/13876988.2024.2343696>
- [23] Kostić, S.V.(2019): *In Search of the Digital Nomad – Rethinking the Taxation of Employment Income under Tax Treaties* - *World Tax Journal* https://ius.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2021/01/wtj_2019_02_int_4.pdf DOI:10.59403/1g8jv1y
- [24] Krishn, R. (2024): *The Digital Nomad Revolution: Redefining Tourism in the Era of Remote Work*. *Smart Internet of Things*, 1(2) (161-175). <https://doi.org/10.22105/siot.v1i2.53>
- [25] Lipniewicz, R. (2024): *Digital nomads and international taxation of income from employment*. *Krytyka Prawa*, 16(2), (268-285). <https://doi.org/10.7206/kp.2080-1084.690> (10.4.2026.)
- [26] Lonardi, S., Buffa, F., Martini, U. (2024): *Digital nomadism and tourism development: Stakeholders' perceptions of an inner area*, *Sinergie IJM's Essays*, Vol. 42 No. 2: <https://ojs.sijm.it/index.php/sinergie/article/view/1771>
- [27] MUP (Croatian Ministry of the Interior) (2026): *Temporary stay of digital nomads*. <https://mup.gov.hr/aliens-281621/stay-and-work/temporary-stay-of-digital-nomads/286833> (20.4.2026.)
- [28] OECD (2022): *Should OECD countries develop new Digital Nomad Visas?* *Migration Policy Debates*. https://www.oecd.org/en/publications/should-oecd-countries-develop-new-digital-nomad-visas_4d425e15-en.html (8.4.2026.)
- [29] Pongwat, A., Law, R., Piuchan, M. (2026). *Connectivity vs. Community: Re-Evaluating Destination Quality for the Digital Nomad and Workationer Market*. *Sustainability*, 18(5), 2181. <https://doi.org/10.3390/su18052181>
- [30] Portutax (2026): *Digital Nomad taxes in Portugal What Remote Workers Need to Know* <https://www.portutax.com/news/digital-nomad-taxes-in-portugal-what-remote-workers-need-to-know-15> (16.4.2026.)
- [31] Regent (2026): *Digitalni nomadi u Hrvatskoj: Vodič kroz najam, rezidenciju i poreze*, <https://regent.hr/blog/digitalni-nomadi-u-hrvatskoj-vodic-kroz-najam-rezidenciju-i-poreze-XTutYlu> (28.4.2026.)
- [32] Rodríguez Ruiz, P. (2026): *Comparing Portugal's D8 Visa to Other Digital Nomad Visas: Which Is Right for You?* https://www.jobbatical.com/blog/portugal-d8-visa-vs-spain-croatia-greece-estonia-digital-nomad?utm_source=chatgpt.com#tax-implications (12.4.2026.)
- [33] Roziqin A, Kurniawan AS, Hijri YS, Kismartini K (2023): *Research trends of digital tourism: a bibliometric analysis*. *Tourism Critiques*, Vol. 4 No. 1-2, (28–47), doi: <https://doi.org/10.1108/TRC-11-2022-0028>
- [34] Simeli, I., Christou, E., Chatzigeorgiou, C. (2025): *Digital Nomads as Unintentional Influencers in Destination Branding: A Multi-Method Study of Ambient Influence*. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 20(4), 340. <https://doi.org/10.3390/jtaer20040340>
- [35] Sultanova, B., Alimbekova, G., Espaeva, D. (2021): *Taxation in the digital economy*. *Journal of Economic Research & Business Administration*, 135(1), 79–87. <https://doi.org/10.26577/be.2021.v135.i1.08>
- [36] Vizjak, M., Peric Kaselj, M. (2024): *- Digital nomads: The whole world as a global office* *Journal of Process Management and New Technologies* DOI:10.5937/jpmnt12-49306
- [37] Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o radu, NN 151/22

- [38] Zakon o porezu na dohodak, NN 115/16, 121/19, 32/20, 138/20, 151/22, 114/23
- [39] Zakon o strancima, NN 133/20, 40/25



Implementacija regenerativnih praksi i transformacije destinacija u međunarodnom turizmu

Implementacija regenerativnih praksi i transformacije destinacija u međunarodnom turizmu

Jasmina Gržinić, Gaia Bogolin, Alessandro Manzin

¹prof.dr.sc. Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Zagrebačka 30, Pula, Hrvatska, jasmina.grzinic@unipu.hr

²studentica diplomskog studija, Juraj Dobrila University of Pula, gbogolin@student.unipu.hr

³doktorand, Sveučilište u Rijeci, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, sandro.manzin@gmail.com

Sažetak

Transformacije u području turizma odražavaju promjene dinamičnog okruženja u kojem se nalaze dionici destinacija. Cilj istraživanja je kroz pregled dosadašnjih znanja o regeneracijama i transformacijama u turizmu, s aspekta pojma i spektra utjecaja, ukazati na povezanost transformacija i upravljanja promjenama u međunarodnom turizmu. Analiza poznatih i opisanih znanstvenih spoznaja u pred i post-Covid vremenu ukazuje na promjenu pozicioniranja destinacija s aspekta doživljajnih iskustava, uključenosti i održivosti. Svrha je pomoći dionicima u bržim tržišnim prilagodbama, populariziranjem znanja o promjene u destinacijama. Transformacije kao posljedice regeneracija osiguravaju trajni opstanak destinacija u uvjetima kriza. Primjeri upućuju na potrebu analize i povezivanja ne samo ekonomskih, ekoloških i socio-kulturnih utjecaja u destinacijama, već i političkih, legislativnih i etičkih. U završnom dijelu rada dane su preporuke za potrebe razvoja transformativnog obrazovanja, u skladu sa UNWTO ciljevima održivosti. Rad pridonosi razvoju specijaliziranih znanja u turizmu. Nalazi su značajni s aspekta zadržavanja konkurentnosti destinacije aktivnostima dionika. Posebno se to odnosi na hrvatski turizam zbog rizika povezanih sa prekomjernim turizmom i saturacijom destinacije, te rizika od narušavanja prostorne ambijentalnosti. Budući istraživači trebali bi analizirati transformativne procese u turizmu s aspekta ostvarivanja dubljih veza ne samo sa gospodarstvom, već i lokalnim zajednicama.

Ključne riječi

Destinacije, regeneracije, transformacije, međunarodni turizam, edukacija.

Abstract

Transformations in the field of tourism reflect changes in the dynamic environment in which destination stakeholders find themselves. The aim of this research is to highlight the connection between transformations and change management in international tourism through a review of current knowledge about regeneration and transformation in tourism, from the perspective of the concept and its spectrum of influence, and to underscore the connection between transformations and change management in international tourism. An analysis of known and described scientific knowledge in the pre- and post-Covid period indicates a change in the positioning of destinations from the aspect of experiential experiences, inclusiveness, and sustainability. The purpose is to help stakeholders in faster market adaptations, by popularizing knowledge about changes in destinations. Transformations resulting from regeneration ensure the long-term survival of destinations in times of crisis. Examples point to the need to analyze and connect not only economic, ecological, and socio-cultural influences in destinations, but also political, legislative, and ethical ones. The final part of the paper provides recommendations for the development of transformative education, in accordance

with the UNWTO sustainability goals. The paper contributes to the development of specialized knowledge in tourism. The findings are significant from the aspect of maintaining the competitiveness of destinations and the activities of stakeholders. This is particularly true for Croatian tourism due to the risks associated with overtourism and destination saturation, as well as the risk of disrupting the spatial ambience. Future researchers should analyze transformative processes in tourism from the perspective of achieving deeper connections not only with the economy, but also with local communities.

Keywords

Destinations, regeneration, transformation, international tourism, education.

Uvod

U suvremenom turističkom planiranju i razvoju, pojmovi destinacijske regeneracije i transformacije često se koriste kako bi se opisali procesi promjena i načini prilagodbe. Dionici turističkih destinacija upravljaju promjenama s aspekta održivosti, tržišta i društveno-ekonomskih uvjeta. Iako se pojmovi regeneracija i transformacija odnose na oblikovanje budućnosti destinacija, postoji temeljna razlika u pristupu, intenzitetu promjena i ciljevima koji se nastoje postići.

Cilj ove studije je predstaviti različite utjecaje transformacija na minimiziranje utjecaja prekomjernog turizma u destinacijama. Svrha je predložiti model transformativnog učenja temeljem definiranja ishoda koji stavljaju u vezu različite vrste transformacija, partnerstvo dionika i inkluzivne ponude.

Dionici turizma još uvijek nemaju dovoljno znanja o tome kako transformacije mogu utjecati na njihovo pozicioniranje u međunarodnom turizmu. Implementacija regenerativnih praksi i transformacije destinacija poboljšavaju turističke prakse i doživljajna iskustva u međunarodnom turizmu. Ova studija na strukturirani način unaprjeđuje teorijsko razumijevanje suvremenih trendova u turizmu.

1. Regeneracije i transformacije u turizmu – pojmovno određenje

Oba pojma, i regeneracije i transformacije imaju učinak na destinacije no njihovo pojmovno raščlanjene daje drukčiji kontekst za tumačenje pojava. Destinacijska regeneracija podrazumijeva proces revitalizacije turističke destinacije, često uz zadržavanje njezine osnovne strukture i identiteta. Regeneracija djeluje u okviru postojećeg sustava i najčešće je reaktivna – odgovara na uočeni pad konkurentnosti destinacije ili na fizičko i društveno propadanje (Smith, 2016). Nadalje, uključuje obnovu fizičkih, društvenih i ekonomskih elemenata destinacije, često kroz projekte urbane regeneracije, restauraciju kulturne baštine ili poboljšanje turističke infrastrukture (Roberts i Hall, 2001). Dinamični procesi regeneracije osiguravaju dugoročni opstanak destinacije kao sustava (Bellato, Nygaard i Frantzeskaki, 2022; Dredge, 2022). Cilj je obnoviti postojeće resurse, unaprijediti infrastrukturu i povećati privlačnost destinacije bez radikalnih promjena vrijednosti destinacije, uz

stvaranju uvjeta za njezino ponovno uspješno funkcioniranje. Mala i srednja poduzeća osim agencija (DMC) i turističkih zajednica (DMO) mogu, kao važni dionici turizma doprinijeti razvoju okvira regeneracija u destinaciji (Ridanpää 2025).

Nasuprot tome, destinacijska transformacija označava dubinsku, sustavnu i često ireverzibilnu promjenu turističke destinacije (Duxbury, 2021). Lo (2022) ističe važnost razvoja obrazovanja kroz učenja o održivosti za potrebe socijalnih transformacija i prilagodbe turizma u uvjetima kriza. Transformacije u turizmu posljedice su dubinske transformacije društva (Bratić, et.al. 2025).

Transformacija uključuje promjenu paradigme. Ne radi se samo o obnovi postojećeg, već o stvaranju novog modela funkcioniranja destinacije često uz diversifikaciju ciljne tržišne skupine, vrste ponude i strategije brendiranja (Butler, 2006). Zahtijeva viziju, strateško vodstvo i sustavno uključivanje dionika (Pritchard, Morgan i Ateljević, 2011). Transformacija implicira strateško preusmjeravanje – od masovnog turizma prema održivom, kulturnom ili pametnom turizmu – koje zahtijeva inovacije, nove modele upravljanja i uključivanje dionika na svim razinama (Hall i Williams, 2019).

Pung, Gnoth i Chiappa (2020) predlažu model transformacije turista. Budući transformativni turizam ne ovisi isključivo o jednoj vrsti turizma, već o kombinaciji različitih čimbenika. Stoga je korisno ponuditi koncept razumijevanja i razvoja transformacije turista (Balsas, 2024). Turist, krećući se u potragu za novim doživljajima i putovanje prakticira radi odmora, razonode, zabave, kulturnih i sličnih potreba (Vlahović, 2015). Istraživanja pokazuju da interakcije s lokalnim stanovništvom, duži boravci i izazovi tijekom putovanja pozitivno utječu na stjecanje novih vještina i vrijednosti (Kovačić i Barkidžija Sotošek, 2025). Shodno tome, kratki boravci, rutinska ponašanja i izostanak kontakta s lokalnom zajednicom smanjuju šansu za osobnu transformaciju. Osobito se naglašava važnost autentičnih iskustava radi dublje osobne refleksije. Takva iskustva uključuju duhovna putovanja, volontiranje, studiranje u inozemstvu, hodočašća ili razne terapijske prakse (Ross, 2010). Suvremena istraživanja (Pung, Gnoth i Del Chiappa, 2020; Wang, Kirillova i Lehto, 2024) naglašavaju važnost pripreme za putovanje kao dijela transformativnog procesa, gdje očekivanja i osobna motivacija imaju značajnu ulogu. Samopouzdanje koje dolazi iz mogućnosti biranja vlastite rute, povezanost s prirodom, osjećaj intime i fleksibilnosti značajni su motivatori za transformacije (Zhou i Huang, 2016).

Mezirow (2000) i Lean (2012), kognitivnu obradu iskustava i njihovu integraciju u svakodnevni život nazivaju posljedicom retrospektivne refleksije. Digitalne tehnologije pri tome pomažu jer predstavljaju ne samo veći personalizirani pristup turistima i ciljnim skupinama, već i utječu na njihovo ukupno zadovoljstvo doživljajem (Kushwaha, 2020 i Anđelić, 2024).

Održivost podrazumijeva zadržavanje destinacije nepromijenjenom. Regeneracija znači ostaviti je u boljem stanju (Radyahadi i Nurfara, 2024). U post-Covid vremenu izučavanje transformacija u međunarodnom turizmu podrazumijeva promjenu temeljnih vrijednosti, identiteta, funkcije i načina na koji destinacija sudjeluje u globalnim turističkim tokovima (Paddiso i Hall, 2024; Tomej i Bilynets, 2024). Prema izvješću o održivom razvoju iz 2023. godine, održive transformacije zahtijevaju sistematski pristup koji omogućava promjene u sektorima i u različitim sferama upravljanja do 2030. godine (*Global Sustainable Development Report*, UNWTO, 2023). Također štiti i proširuje buduće prilike ispunjavajući potrebe kako današnjih turista, tako i regija domaćina (Ay, et al. 2025).

Temeljem analize teorijskih doprinosa o predmetu istraživanja uočeno je da međunarodne studije intenziviraju istraživanja promjena turističke ponude nakon razdoblja globalne krize. Zaključuje se da su procesi regeneracije često srednjoročni i povezani s prostornim planiranjem. Transformacija je pak proaktivna i strateška, te često povezana s tehnološkim, društvenim i globalnim promjenama koje destinacije prepoznaju i anticipiraju. S aspekta turističke potražnje posebno su značajne analize transformativnih faza turista tijekom i nakon putovanja, koje imaju dubok utjecaj na proces njihove osobne promjene.

2. Metodologija istraživanja

Studija koristi dizajn mješovite metodologije pregleda istraživačkog problema kroz kombinaciju postojeće literature i praćenje razvojnih promjena u destinacijama. Istraživačko pitanje koje se postavlja u radu je: Kako su različiti aspekti utjecaja u turizmu integrirani u transformativne destinacijske modele?

Utvrdjuju se održive razvojne paradigme, barijere vezano za upravljanje u turizmu i razine provedbe digitalne transformacije. Analizom se identificiraju prednosti razvojnih inicijativa ponude kroz poboljšano donošenje odluka i povećanje

konkurentnosti. Ujedno, daje se pregled refleksija nacionalnih politika zemalja na doživljajno iskustvo posjetitelja.

Dosadašnji autori su se problematikom transformacija i regeneracija bavili izolirano. Doprinos istraživanja je u holističkom promatranju utjecaja u turizmu i prijedloga ishoda učenja za potrebe regeneracija i transformacija destinacija. Rad pruža strukturiran okvir koji unapređuje razumijevanje trendova i utjecaja u turizmu, a koji je istovremeno primjenjiv od strane dionika destinacije.

Za potrebe istraživanja izvršena je analiza internih i eksternih čimbenika utjecaja na razvoj destinacije. Kriterij odabira destinacija zasnivao se na mapiranju i procjeni međusobnih veza dionika i odnosa unutar sustava sa svrhom rješavanja problema i donošenja odluka (Cabrera i Cabrera, 2019). Analiza primjera zasnivala se na načelima strateškog „STEEPLE“ modela utjecaja (More, Probert i Phall, 2015). Isti osim tri ključna elementa (ekonomski, ekološki, socio-kulturni), obuhvaća i širi međunarodni kontekst utjecaja u turizmu (etički, tehnološki, politički i legislativni).

3. Primjeri utjecaja transformacija na destinacije

3.1. Ekološki utjecaji

Održivi turizam zahtijeva očuvanje atraktivnosti i osiguravanje povrata za investitore. On mora biti ekološki otporan na duge staze, ekonomski isplativ te društveno i etički pravedan za lokalno stanovništvo. Održive transformacije se odnose na promjene koje unapređuju održivost u različitim okruženjima, a u kontekstu odgovora na izazove globalne razine. Interpretacija u turizmu postaje sredstvo oblikovanja ne samo znanja, već i vrijednosti i stavova. Na primjer, vodič koji govori o klimatskim promjenama kroz priču o životu lokalnog ribara često ostavlja jači dojam nego puko navođenje statističkih podataka. Edukacija i interpretacija imaju ključnu ulogu u promicanju održivosti. Informirani turisti vjerojatnije će poštovati okolišna pravila, izbjegavati štetne aktivnosti te podržavati lokalne proizvode i inicijative. U Britanskoj Kolumbiji (*Creston Valley*, Kanada, 2025) turisti borave na lokalnim rančevima, sudjeluju u eko turama koje vode starosjedioci. U tom smislu, destinacije koje strateški integriraju edukaciju u svoju ponudu ne samo da stvaraju

kvalitetnija iskustva, već doprinose i dugoročnoj otpornosti zajednice. Edukacija informira i oblikuje svijest, stavove i ponašanje turista, čineći ih osjetljivijima i odgovornijima prema svijetu koji otkrivaju.

3.2. Utjecaji na lokalne zajednice

U procesima regeneracije dominantnu ulogu imaju javni sektor i lokalne vlasti koje iniciraju ili koordiniraju projekte obnove. Dok tradicionalni modeli razvoja turizma često zanemaruju lokalne potrebe, suvremeni se pristupi temelje na participativnim modelima i zajedničkom upravljanju. Transformacije zajednicama otvaraju mogućnost aktivnog sudjelovanja u kreiranju i upravljanju turističkom ponudom. Društvene transformacije u turizmu uključuju promjene u ulozi i percepciji lokalnih zajednica, kao i u mehanizmima sudjelovanja. Revitalizacija povijesnih centara u mediteranskim gradovima privlači turiste viših tržišnih segmenata, uz očuvanje lokalnog identiteta. Transformacija zapuštenih i degradiranih industrijskih područja u kulturne distrikte ili inovativne turističke četvrti, uključuje civilno društvo ili privatni sektor. Primjer je izgradnja hotelskog kompleksa u području Austro-ugarske vojarne u Puli.

3.3. Ekonomska dimenzija transformacija

Turizam ima snažan utjecaj na lokalne, regionalne i nacionalne ekonomije. Transformacije u turizmu rezultiraju transformacijom ekonomskog tkiva destinacija. One uključuju prelazak iz sezonskih i niskoprofitnih modela prema cjelogodišnjoj ponudi, diverzifikaciji usluga i uključivanju lokalnog poduzetništva u lance vrijednosti.

S obzirom na sve izraženiju digitalizaciju i internacionalizaciju turističkih tokova, destinacije koje ne prepoznaju važnost ekonomske otpornosti na krize često postaju ranjive na vanjske šokove (pandemije, ratovi, klimatski utjecaji).

TABLICA 1. TURISTIČKE TRANSFORMACIJE I UTJECAJI

Ekonomske aspekte utjecaja
Smanjenja asinkronosti gospodarskog ciklusa
Ublažavanje utjecaja kriza na destinacije i minoriziranje rizika od stagnacije
Jačanje otpornosti na šokove u turizmu
Balansiranje utjecaja na relaciji turizam zajednice – ekonomija

Izvor: Autori

Dionici destinacija razvijaju partnerstva, potiču inovacije, podržavaju lokalne proizvođače, razvijaju komplementarne djelatnosti poput kulturne produkcije, agro-turizma ili kreativne industrije. Time se povećava dodana vrijednost turizma i smanjuje rizik neuspjeha zbog ovisnosti o pojedinom emitivnom tržištu. Primjer takve ekonomske transformacije je regija *Alto Adige* u Italiji, gdje su lokalne zajednice uspješno spojile poljoprivredu, gastronomiju i turizam u održiv ekonomski sustav. Sličan proces je prisutan i u Istarskoj županiji s obzirom na uključivanje lokalne zajednice u proizvodnju maslinovog ulja, berbu tartufa i lavande sa posjetiteljima, te gastronomsko predstavljanje istih u paketima ponuda.

3.4. Utjecaji digitalizacije na transformacije u turizmu

Uvođenje novih tehnologija, promjene u organizacijskim strukturama te sve veći naglasak na održivost i društvenu odgovornost oblikuju suvremenu ekonomiju. Digitalizacija je uzela maha u svim poljima uključujući turizam (Xholo, et al. 2025). Digitalna transformacija postala je ključni pokretač promjena u turističkoj industriji, od načina na koji se usluge pružaju do očekivanja i ponašanja potrošača.

Herceg (2022;7) temeljem istražene znanstvene literature ističe važnost digitalizacije kulturnih sadržaja u funkciji razvoja turizma, naglašavajući da "digitalizacija kulturnih sadržaja ima utjecaj na atraktivnost određenog prostora." Jedan od glavnih aspekata digitalne transformacije u turizmu je integracija naprednih tehnologija poput umjetne inteligencije (AI), mreža poput Internet stvari (IoT), virtualne i proširene stvarnosti (VR/AR) te *blockchaina*. Navedene tehnologije omogućuju personalizaciju usluga, optimizaciju operacija i stvaranje novih poslovnih modela. Tvrtke, potaknute digitalnom transformacijom, mijenjaju način na koji turističke usluge funkcioniraju. Pojava platformi za kratkoročni najam smještaja, poput *Airbnb*-a, ilustrira kako digitalna transformacija i promjena potrošačevih preferenci utječu na razvoj alternativnih modela poslovanja.

Prilagodbe turističkih poduzeća novim trendovima kroz digitalne transformacije prikazane su u nastavku (Tablica 2).

TABLICA 2. DIGITALNE TRANSFORMACIJE HOTELIJERA I TURISTIČKIH POSREDNIKA

Transformativno pozicioniranje (digitalni alati)	Koristi
--	---------

Razvoj personaliziranih i specijaliziranih ponuda, online rezervacije.	Poboljšanje korisničkog iskustva gosta
Napredni alati, bolja analiza podataka i prilagodba tržištu Ubrzavanje poslovanja, Infrastrukturna prilagodba.	Razvoj konkurentnosti
Unaprjeđenje ponude i usluge automatizacijom procesa, zeleni certifikati, energetska učinkovitost	Održivi brend i tržišna prepoznatljivost

Izvor: Autori

U edukacijama posjetitelja posebno se ističu muzeji, interpretacijski centri, nacionalni parkovi i kulturne rute, gdje se koriste suvremene tehnologije – poput interaktivnih zaslona, proširene stvarnosti ili gamifikacije – kako bi se posjetitelji aktivno uključili u proces učenja o resursima destinacije. Hotelijeri uključuju održive prakse očekivane od strane posjetitelja kroz mjerenja i usporedbu održivosti s konkurencijom, a zatim korištenju prikupljenih informacija u marketinškim naporima tvrtke (Kruesi i Remy, 2024). Takve transformacije trebaju biti podržane digitalnim procesima. Primjerice AI je omogućio turističkim agencijama formiranje preporučiteljskih sadržaja što je znatno olakšalo razumijevanje procesa, ubrzalo upoznavanje prostora i kulture, i omogućilo da turistički doživljaj prelazi granice pasivne konzumacije (Vivek i Nabil, 2024).

3.5. Institucionalni i politički utjecaji

Političke odluke, zakonodavni okvir i institucionalne uredbe imaju dominantnu ulogu u pokretanju i usmjeravanju turističkih transformacija. Uspješna transformacija destinacije često počinje na razini lokalnih i nacionalnih politika koje definiraju prioritete razvoja, postavljaju standarde održivosti i reguliraju tržište. Transparentna i participativna politika upravljanja omogućava uključivanje svih dionika, čime se smanjuju sukobi i povećava društvena kohezija. Na primjeru *Novog Zelanda* vidljivo je kako politička volja i sustavno planiranje mogu rezultirati strateškim upravljanjem prirodnim resursima, promocijom odgovornog turizma i povećanjem kvalitete života lokalnog stanovništva. U Hrvatskoj, pak, destinacije poput Lošinja pokazuju kako lokalna samouprava može inicirati prijelaz na *wellness* i zdravstveni turizma putem javno-privatnih partnerstava i strateškog brendiranja.

4. Primjeri transformacija destinacija u međunarodnom turizmu

4.1. Island i održive transformacije

Destinacija *Island* se posljednjih godina profilirala kao jedna od vodećih s aspekta održivog turizma (*Greening The Islands foundation*, 2025). Nakon ekonomskog kolapsa 2008. godine, zemlja je značajno investirala u razvoj turizma. Uz promociju prirodnih atrakcija poput geotermalnih izvora, ledenjaka i vulkana, implementirane su strategije koje kontroliraju broj posjetitelja i promiču ekološku odgovornost. Nacionalna turistička organizacija postavila je okvir za održivost uključujući turističku atrakcijsku osnovu, upravljanje destinacijom i posjetima. Saarinen (2013), navodi da je upravljanje posjetiteljima kroz zoniranje i informacijske kampanje značajno doprinijelo očuvanju okoliša i povećanju kvalitete iskustva posjetitelja u destinaciji. Ovakav pristup primjer je uspješne destinacijske transformacije koja uvažava lokalni kapacitet i dugoročnu održivost.

4.1. Grad Dubrovnik i transformacije

Grad *Dubrovnik* je globalno prepoznat kao „*Must see*“ destinacija koja se suočava s izazovima prekomjernog turizma. Velik broj krucera, jednodnevnih posjeta i sezonalnost istaknuli su problem nedostatka infrastrukturne podrške turizmu. Također, rizike od narušavanja kulturne baštine i gubitka kvalitete života lokalnog stanovništva. Nakon UNESCO-ve prijetnje o mogućem ukidanju statusa svjetske baštine, grad je uveo mjere ograničavanja broja posjetitelja i video-nadzor pristupa staroj gradskoj jezgri. Dionici i dalje vode raspravu o balansu između očuvanja resursa i turističke komercijalizacije. Grad pokušava izbjeći negativne eksternalije nastale zbog pretjerane eksploatacije turističkog potencijala. U 2026. godini Dubrovnik je proglašen Europskim zelenim pionirskim odredištem pametnog turizma temeljeno na napretku s aspekta pristupačnosti, održivosti, digitalnih inovacija i kulturne baštine (EC, 2026).

4.2. Kostarika – primjer integracije zajednice u turizam

Kostarika je već desetljećima prepoznata kao pionir u razvoju ekoturizma. Ono što je izdvaja kao destinaciju je uspješna integracija lokalnih zajednica u turističke procese. Kroz programe koji potiču održivo korištenje prirodnih resursa,

stanovništvu se omogućuje aktivno sudjelovanje u kreiranju ponude čime se ostvaruje ekonomska dobit uz očuvanje biološke raznolikosti. Honey (2008) ukazuje na zajedničke napore države, privatnog sektora i lokalnog stanovništva koji su omogućili transformaciju zemlje iz agrarno orijentirane ekonomije u globalno priznatu ekoturističku destinaciju.

4.3. Škotska visoravan i brendiranje kroz valorizaciju "divljine"

Škotska posljednjih desetljeća prolazi kroz duboku transformaciju. Ruralne i gospodarski osiromašene destinacije formiraju atraktivnu turističku ponudu s fokusom na prirodne krajolike, kulturnu baštinu i održive prakse. Turistički razvoj temelji se na konceptu rebrendiranja regije kroz valorizaciju koncepta „divljine“ (*wildness*) i tradicionalnog načina života, što privlači posjetitelje. Nudi se širok spektar doživljaja za one koji traže autentična i mirna iskustva daleko od masovnog turizma. Lokalne vlasti i organizacije poput *Scottish Natural Heritage* (2025) aktivno promiču projekte koji balansiraju zaštitu okoliša i razvoj turizma, uključujući sustave certificiranja za ekološki odgovorne objekte i edukaciju posjetitelja. Bivši farmeri i članovi zajednice uključeni su u ponudi smještaja, vođenju tura ili upravljanje centrima za interpretaciju baštine. Ovakva transformacija regije primjer je kako marginalizirana ruralna područja mogu revitalizirati svoju ekonomiju kroz pažljivo planiran i održiv turizam.

4.4. Butan – turizam visokih vrijednosti i niskog volumena

Kraljevina Butan primjenjuje jedinstvenu strategiju turističkog razvoja temeljenu na konceptu „visoka vrijednost, niski volumen“ čime se nastoji ograničiti negativan utjecaj turizma na okoliš, kulturu i društvo. Umjesto masovnog pristupa, zemlja uvodi dnevne takse za posjetitelje, zahtijeva unaprijed organizirane ture i potiče autentične kulturne kontakte. Prema izvješću Butanskog vijeća za turizam (*Bhutan Tourism Monitor*, 2022), ovakva politika omogućuje kontroliran rast turizma uz ostvarivanje prihoda koji se reinvestiraju u zajednice i zaštitu okoliša. Strategija je usklađena s nacionalnom filozofijom „Bruto nacionalne sreće“ (*Gross National Happiness*), gdje su očuvanje prirodnog i kulturnog identiteta razvojni prioriteti. Butan tako predstavlja destinaciju koja je unaprijed

definirala smjer transformacije turizma i dosljedno ga provodi u skladu s održivim razvojem i lokalnim vrijednostima.

4.5. Farski otoci – eksperiment s „zatvaranjem“ destinacije

Farski otoci, arhipelag između Islanda i Norveške, nedavno su pokrenuli inovativnu kampanju „Zatvoreno za održavanje, otvoreno za volontere“ kojom se destinacija svake godine privremeno zatvara za masovne turističke posjete. Namjera je dolazak omogućiti volonterima koji pomažu u održavanju staza, prirodnih lokaliteta i infrastrukture. Time se smanjuje pritisak na okoliš, a istovremeno potiče svijest o odgovornom turizmu. Kampanja je naišla na globalnu medijsku pažnju i predstavlja pionirski pristup u implementaciji održivosti. Prema izvješću *Visit Faroe Islands* (2021), ovaj model rezultirao je poboljšanjem ekološke infrastrukture, većom uključenosti lokalnih zajednica i stvaranjem pozitivnog imidža otoka kao odgovorne destinacije. Također, taj model ukazuje na moguću budućnost turizma u osjetljivim regijama gdje je kapacitet okoliša ograničen, ali gdje postoji snažna volja za njegovim očuvanjem.

4.6. Regenerativni turizam Indonezije

Regenerativni turizam Indonezije tumači se dionicima kao nastavak održivog turizma gdje koncepti imaju različite ciljeve. Razvoj regenerativnog turizma u Indoneziji provodi se kroz: a) planiranje budućih akcija regeneracija, b) analizu razvojne prilagodbe turističke destinacije, c) definiranje vrste destinacija, d) elaboriranje i analizu primarnih podataka. U zemlji se na taj način promiče koncept regenerativnog turizma na način da se osvijesti stanovnike ili lokalne zajednice. Ujedno se turistima ukazuje na osjetljivost resursa u destinaciji i uz ekspertize tumače turističke aktivnosti temeljene na regenerativnom razvoju (Radyahadi i Nurfar, 2024). Time se postižu UNWTO (2025) transformativni ciljevi; osnažiti radnu snagu i poticati održivost i promjene u industriji. Boravak međunarodnih grupa putem paket aranžmana u toj je zemlji rezultirao promjenama životne filozofije i većim osjećajem samostalnosti. Slično tome, iskustva sportskih i pustolovnih aktivnosti potiču osobnu obnovu i osjećaj povezanosti s prirodom i zajednicom. Transformacija klijenta se pritom najčešće manifestira tek nakon povratka kući, u fazi refleksije.

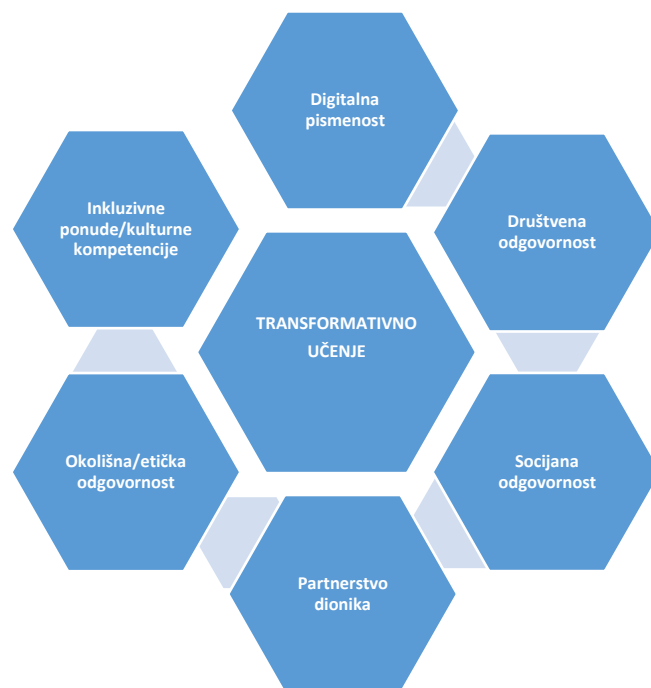
5. Diskusija

Turističke prakse analizirane kroz rad potvrdile su reakciju destinacija (regeneracije) prilikom uočenog pada konkurentnosti ili propadanja. Regeneracija je djelovala u okviru postojećeg sustava i bila reaktivna. Obnova se najviše odnosila na projekte urbanog, kulturnog, infrastrukturnog. Proveden je proces revitalizacije s ciljem zadržavanja identiteta i autentičnosti. Odabrane destinacije nisu samo obnovile postojeće resurse već ih unaprijedile te zadržavanjem vrijednosti destinacije akcijama dionike iste osposobile za daljnje uspješno funkcioniranje.

Transformacije su se dogodile na više razina; od individualnih promjena u ponašanju i vrijednostima turista, do strukturnih promjena u načinu upravljanja i funkcioniranja turističkih destinacija. Kroz primjere Islanda, Dubrovnika i Kostarike uočava se koliko pravilno ili pogrešno upravljanje može odrediti smjer transformacije, prema promjeni strukture na bolje ili degradaciji. U tom smislu, globalizacija, edukacija, uključivanje zajednica i promišljeno planiranje nisu samo bili poželjni, već nužni elementi turizma. S obzirom na rastuće izazove globalnog turizma od klimatskih promjena do društvene polarizacije transformativni turizam postao je i zadržao se kao važan alat u kreiranju održivijeg i pravednijeg stanja u turizmu.

Kvalitetna edukacija i interpretacija ključni su alati za formiranje transformativnih proizvoda i zadržavanje postignutog stanja. Isto je moguće postići modelom učenja zasnovanog na ishodima transformativnog učenja. Cilj je savjetovanje dionika oko refleksije „SEE“ utjecaja turizma u destinaciji. Rezultat takvih partnerstava dionika destinacijskog menadžmenta je balansirani odnos socio-kulturnih, ekoloških i ekonomskih utjecaja u turizmu. Postupci standardizacije i certifikacije rezultirat će unaprijeđenju poslovnih procesa. Transformativno učenje podrazumijeva primjenu SLM-a (*Sustainable learning method*, Yildirim, Aytan, 2025) sa ciljem prilagodbe pedagoških kompetencija očekivanim vještinama na tržištu (shema 1.).

SHEMA 1. ISHODI TRANSFORMATIVNOG UČENJA



Izvor: Autori

Putnici koji sudjeluju u destinacijskim aktivnostima imaju šire mogućnosti razumjeti lokalne običaje, povijest i svakodnevicu, što može rezultirati povećanim poštovanjem i promjenom ponašanja. Turistički vodiči koji u interpretaciji koriste naraciju i interaktivni pristup pomažu posjetiteljima da bolje razumiju značenje predstavljenog, što vodi ka dubljoj osobnoj refleksiji i inkluziji.

Ulogu sveučilišnih i stručnih programa u oblikovanju o transformacijama turizma treba sagledati kroz:

- module o upravljanim, odgovornim i participativnim razvojnim modelima.
- doprinos razumijevanja kompleksnih izazova i potencijala u međunarodnom turizmu.
- neformalne oblike učenja u lokalnoj zajednici, radionice i interaktivno učenje.
- alternativne razvojne modele u destinacijama radi povećanja otpornosti destinacija i stjecanja znanja o upravljanju krizama.
- razvoj iskustvenog pristupa unutar uslužnog sektora radi primijene politika obrazovanja za održivi razvoj (ESD) do 2030. godine.
- jačanje veza znanosti i upravljanja kroz turizam refleksijama znanja u praksu, u skladu sa UNWTO izvješćem o globalnom održivom razvoju (GSDR, UNWTO, 2023).

- razvoj digitalnih alata kroz prijedoge novih operativnih sustava, povezivanje ekosustava, razvoj hibridne ponude i doprinos razvoju digitalizacije tvrtki.

Identifikacija i sistematizacija znanja za potrebe transformativnog učenja u turizmu može ukloniti ograničeno razumijevanje trendova, potaknuti partnerstva i smanjiti razvojne barijere kod implementacije regeneracija i transformacija za potrebe turizma.

Zaključak

Transformacije u turizmu treba izučavati zbog razvoja otpornosti na krize koje su sve češće u međunarodnom turizmu i na koje se dionici moraju *at hoc* prilagođavati. Kod transformacija, ključno je partnersko upravljanje koje uključuje sve dionike od lokalne zajednice do međunarodnih investitora, inovatora, poduzetnika i znanstvene zajednice. Ovaj pristup omogućuje sukreiranje novih turističkih proizvoda i iskustava, uz veći stupanj fleksibilnosti i inovativnosti.

Regeneracije turizma promiču usklađivanje unutarnjih vrijednosti putnika s vanjskim iskustvima destinacije, čime se omogućuje dublja introspektivna i osobna promjena (holističko putovanje/turizam). Pri tome usklađenost aktivnosti dionika u transformacijama postaje sve važnija.

Doprinos ovog istraživanja je stvaranje okvira za prepoznavanje regeneracija i upravljanje transformacijama u turizmu kako bi se postigli ciljevi održivog razvoja, ukazalo na kulturnu osjetljivost i transformaciju putnika. Moguće ograničenje istraživanja je u nedostatku stavljanja u vezu dostignutog razvoja transformacije ponude sa stavovima dionika destinacija. Stoga bi se buduća istraživanja trebala usredotočiti na nedovoljno istražene utjecaje transformacija, poput etičkih i interdisciplinarnih. Korištenje *bottom-up* pristupa planiranju pokazalo se nedovoljnim, te je kombinacija pristupa zajedno sa *top-bottom* nužna. Istraživači mogu koristiti ovo istraživanje kao osnovu za praćenje utjecaja na transformacije destinacije kao i prilagodbe putem ishoda transformativnog učenja. Time će unaprijediti mozaik atrakcija destinacije, portfolio održivih proizvoda i razviti otpornost na krize.

Napomena

„Ovo istraživanje financirano je sredstvima Fakulteta ekonomije i turizma „Dr. Mijo Mirković“, Sveučilišta

Jurja Dobrile u Puli u okviru projektne linije dodjele financijskih potpora nastavnicima Fakulteta ekonomije i turizma „Dr. Mijo Mirković“, projekt: „Turizam i destinacije – alternativni razvojni modeli.“

Literatura

- [1] Anđelić, N. (2024): *Analiza digitalne transformacije u hrvatskom turizmu*, diplomski rad, Sveučilište u Rijeci.
- [2] Ay, I., Bekler, S., Bekler, B., Dal, M. (2025): Sustainability and ecology focused tourism research: A bibliometric evaluation with VOSviewer. *Journal of Near architecture*, DOI: 10.32955/neujna202591909
- [3] Balsas, C.J.L. (2024): Coastal Waterfront Transformations, Fishing Structures, and Sustainable Tourism. *Sustainability*, 16(15). DOI: 10.3390/su16156313
- [4] Bellato L., Nygaard C.A.B., Frantzeskaki N., (2022): Regenerative tourism: a conceptual framework leveraging theory and practice, *Tourism Geographies*, 25(1): 1-21. DOI: 10.1080/14616688.2022.2044376
- [5] Bratić, M., Marić Stanković, A., Pavlović, D., Pivac, T., Kovačić, S., Surla, T., Čerović, S., Zlatanov, S. (2025): New Era of Tourism: Innovative Transformations Through Industry 4.0 and Sustainability. *Sustainability*, 17(9). DOI: 10.3390/su17093841
- [6] Butler, R. W. (ed.) (2006): *The Tourism Area Life Cycle: Applications and Modifications*. Channel View Publications.
- [7] Cabrera, D., Cabrera, L. (2019): What Is Systems Thinking?. In: Spector, M., Lockee, B., Childress, M. (eds) *Learning, Design, and Technology*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17727-4_100-1
- [8] Dredge, D. (2022): Regenerative tourism: transforming mindsets, systems and practices, *Journal of Tourism Futures*, 8(3): 269-281, DOI: 10.1108/JTF-01-2022-0015.
- [9] Duxbury, N., Bakas, F.E., Vinagre de Castro, T., Silva, S. (2021): Creative Tourism Development Models towards Sustainable and Regenerative Tourism, *Sustainability*, 13(1), 2-17. DOI: 10.3390/su13010002
- [10] EU, Dubrovnik - 2026 European Green Pioneer of Smart Tourism, (2026), https://smart-tourism-capital.ec.europa.eu/winners-and-finalists/cities-2026/dubrovnik-2026-european-green-pioneer-smart-tourism_en
- [11] Greening The Islands foundation (2025), *Transforming Island Tourism into Sustainable, Resilient, and Inclusive Models*, <https://greeningtheislands.org>
- [12] Hall, C. M., Williams, A. M. (2019): *Tourism and innovation*. Routledge. DOI: 10.4324/9781315162836
- [13] Herceg, T. (2022). *Digitalizacija kulturnih sadržaja u funkciji razvoja turizma*. Završni rad. Sveučilište Jurja Dobrile u Puli.
- [14] Honey, M. (2008): *Ecotourism and sustainable development: Who owns paradise?* Washington, DC: Island Press.
- [15] Kruesi, M.A., Remy, D. (2024): Green is the New Black in the Hotel Industry: Optimizing Revenue Through Promoting Sustainability, *Journal of Hospitality & Tourism Cases: An International Case Journal*, 13(3): 134-141. <https://doi.org/10.1177/21649987241270463>
- [16] Lean, G.L. (2012): Transformative travel: A mobilities perspective, *Tourist Studies*, 12(2), 151-172. DOI: 10.1177/1468797612454624
- [17] Lo, W-S. (2022): Photographic Evidence from Psychology for Responsible Behaviour for Societal Transformation during the COVID-19 Pandemic: Experiential Learning Applied to the Tourism and Hospitality Industry for Education for Sustainable

- Development (ESD) for 2030, *Behavioural Sciences*, 12(9), 307; DOI: 10.3390/bs12090307
- [18] Kovačić, N., Barkidija Sotošek, M. (2025): Local residents' attitudes and perceptions of the impacts of tourism, *Zbornik veleučilišta u Rijeci*, 13(1): 19-37, DOI: 10.31784/zvr.13.19
- [19] Kushwaha, B.P. (2020): Personalised Digital Marketing Perspectives and Practices in Tourism Industry, *PalArch Journal of Archaeology of Egypt*, 17(6):2029-2041.
- [20] Mezirow, J. (2000): Learning to think like an adult. Core concepts of transformation theory. In J. Mezirow and Associates (Eds.), *Learning as transformation. Critical perspectives on a theory in progress* (pp. 3–33). San Francisco
- [21] More, E., Probert, D. Phall, R. (2015): Improving long-term strategic planning: An analysis of STEEPLE factors identified in environmental scanning brainstorm, in 2015 *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)* pp. 381-394. 10.1109/PICMET.2015.7273126
- [22] Paddison, B., Hall, J. (2024): Regenerative tourism development as a response to crisis: harnessing practise-led approaches, *Tourism geographies*, DOI: 10.1080/14616688.2024.2381071
- [23] Pritchard, A., Morgan, N.J., Ateljevic, I. (2011): *Tourism and the Power of Otherness: Seductions of Difference*. Bristol: Channel View Publications.
- [24] Pung, J. M., Gnoth, J., Del Chiappa, G. (2020): Tourist transformation: Towards a conceptual model. *Annals of Tourism Research*, 81, 102885. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.102885>
- [25] Radyahadi, F., Nurfara, N.A. (2024): Implementation of Regenerative Tourism in the Development of Tourism Destinations in Indonesia, *International Journal of Sustainable Competitiveness on Tourism*, 3(01):1-10, DOI: 10.34013/ijscot.v3i01.1413
- [26] Ridanpää, R. (2025): Framework for regenerative entrepreneurship in tourism: fostering reciprocal relationships within place, *Tourism geographies*, DOI: 10.1080/14616688.2025.2535690
- [27] Roberts, L., Hall, D. (2001): *Rural Tourism and Recreation: Principles to Practice*. CABI Publishing.
- [28] Ross, S.L. (2010): Transformative travel: An enjoyable way to foster radical change, *ReVision, A Journal of Consciousness and Transformation*, 32 (1), 54-61. DOI: 10.4298/REVN.32.1.54-62
- [29] Smith, M.K. (2016): *Issues in Cultural Tourism Studies*. London: Routledge.
- [30] Saarinen, J. (2013): "Nordic Tourism Geographies". In Wilson, J and Anton, S (editors), *Geographies of tourism: European Research Perspectives*, (pp.35-53). Tourism Social Science Series, 19. DOI: 10.1108/S1571-5043(2013)0000019003
- [31] Tomej, K., Bilynets, I. (2024): Large-scale tourism transformations through regeneration: A living systems perspective on tourism developments in Ukraine during the war, *Annals of Tourism Research* 109(3):103856, DOI: 10.1016/j.annals.2024.103856
- [32] Vlahović, D. (2015): *Hrvatska strana Jadrana: turizam i transformacije*. Zagreb: Netgen d.o.o.
- [33] Wang, S., Kirillova, K., Lehto, X.(2024): Aesthetic and Restorative Qualities of Vacation Destinations: How are They Related? *Tourism Analysis*, 21(5):513-528 DOI: 10.3727/108354216X14653218477651
- [34] Zhou, Y., Huang, X. (2016): "Aspects of lifestyle change in China: Motivations for self-drive travel – A Chinese domesticmarket perspective", *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 33 (6), DOI: 10.1080/10548408.2015.1075933
- [35] Tourism Council of Bhutan. (2022). Bhutan Tourism Monitor 2020.chrome-extension://efaidnbmnmbpcajpcglclefindmkaj/<https://a.storybl.com/f/171618/x/a4e0b8abe7/bhutan-tourism-monitor-2020.pdf>
- [36] Turistička zajednica grada Dubrovnika (2026): Dubrovnik - 2026 European Green Pioneer of Smart Tourism, https://tzdubrovnik.hr/get/vijesti/87749/dubrovnik_2026_europe_an_green_pioneer_of_smart_tourism.html
- [37] UNWTO, Global Sustainable Development Report (GSDR), (2023). <https://sdgs.un.org/gedr>
- [38] UNWTO, Leading the Transformation of Tourism, (2025), <https://www.untourism.int/un-tourism-news-tourism-leaders-accelerate-the-sector-s-growth-united>
- [39] Scottish Natural Heritage (2025): Nature.scot
- [40] Visit Faroe Islands (2021): <https://seatravel.fo/tours>
- [41] Visit Creston Valley, British Columbia, <https://www.explorecrestonvalley.com>
- [42] Vivek, M., Nabil, K. (2024): *Capitalizing on the AI revolution in tourism, Strategy*, <https://www.strategyand.pwc.com/m1/en/industries/travel-and-tourism/ai-revolution-in-tourism.html>
- [43] Xholo, N. et. al. (2025): „Promoting economic Development Through Digitalisation: Impacts on Human Development, Economic Complexity, and Gross National Income“, *Administrative Sciences*, 15(2); 50. DOI: 10.3390/admsci15020050
- [44] Yildirim, M., Aytan, T. (2025), Greening Language Learning Pathways: Three Sustainable Practices Using the STAR Framework, *Sustainability*, 17(5), 2046. DOI: 10.3390/su17052046.



Stres, izgaranje, stresori i samoprocjena kompetencija samopomoći učitelja osnovnih škola u gradu Virovitica

"Stress, burnout, stressors, and self-assessment of self-help competencies among primary school teachers in the Town of Virovitica"

Martina Blažević¹, Marijana Špoljarić², Jasenka Kolarić Barač¹

¹Osnovna škola Vladimir Nazor, Ul. Tomaša Masaryka 21, Virovitica, Hrvatska, martina.tomljanovic1@skole.hr; jasenka.kolaric@skole.hr

²Veleučilište u Virovitici, Matije Gupca 78, Virovitica, Hrvatska, marijana.spoljaric@vuv.hr

Sažetak

Sagorijevanje učitelja pojava je koja više nije fenomen u hrvatskom društvu. Kao i u svim drugim profesijama, stres i stresori postali su svakodnevica učitelja koji rade u osnovnim školama. Spoznavanje, prevencija i smanjenje te pojave može olakšati rad učitelja te pridonijeti kvaliteti njihova psihičkog i fizičkog zdravlja, ali i kvaliteti njihova profesionalnog uspjeha. Anketom provedenom na uzorku od 43 učitelja u osnovnim školama kojima je osnivač grad Virovitica prikazana je učestalost tog „modernog fenomena“ te uzroci zbog kojih se on pojavljuje. Anketa je analizirana uz pomoć Microsoft Excel programa, a pitanja otvorenog tipa uz pomoć CHAT GPT-a. Rad je pokazao kako je više od polovice ispitanika tijekom svog radnog staža doživjelo sagorijevanje (engl. Burnout) te da su najčešći okidači za pojavu stresa, takozvani „stresori“, vezani za odnose s roditeljima učenika, preopterećenost poslom i neprimjereno ponašanje učenika.

Ključne riječi

dobrobit, sagorijevanje, stres, stresor

Abstract

Teacher burnout is an occurrence that is no longer merely a phenomenon in Croatian society. As in all other professions, stress and stressors have become a daily reality for primary school teachers. Identifying, preventing, and reducing this occurrence can facilitate the work of teachers and contribute to the quality of their mental and physical health, as well as the quality of their professional success. A survey conducted on a sample of 43 teachers in primary schools founded by the Town of Virovitica illustrates the frequency of this 'modern phenomenon' and the causes of its appearance. The survey was analyzed using Microsoft Excel, while open-ended questions were analyzed with the help of ChatGPT. The study showed that more than half of the respondents experienced burnout during their career and that the most common triggers for stress, so-called 'stressors,' are related to relationships with students' parents, excessive workload, and inappropriate student behavior."

Keywords

burnout, stress, stressor, well-being

Uvod

Prosperitet svake države temelji se na obrazovanju mladih generacija koji će inovacijama i znanjem poboljšati život svih. Kako bi se obrazovale generacije uspješnih učenika važno je da su njihovi učitelji mentalno zdravi jer je mentalno zdravlje učitelja važan faktor uspjeha učenika (Morris i sur., 2025). Učiteljsko zvanje zbog svoje zahtjevnosti i odgovornosti (Geving, 2007; Howard i Johnson, 2004; Kyriacou, 1987, 2001; Montgomery i Rupp, 2005; Pillay i sur., 2005) pripada u djelatnosti s povećanom razinom stresa (Pavičić Dokaza i sur., 2020) koja utječe na sagorijevanje na poslu i zdravstveno stanje učitelja (Ozoemena i sur., 2021).

Stres i izgaranje na poslu (engl. Burnout) bolesti su 21. stoljeća koje značajno utječu na psihičko i fizičko zdravlje čovjeka. Stres je tjelesna i psihološka reakcija na vanjske i unutrašnje stresore, odnosno reakcija na situaciju u kojoj se pojedinac našao (Matulović, 2012). Stresori ili stresni podražaji su okidači stresa. Oni mogu biti tjelesni, psihički ili socijalni poticaji, a svaki dovodi pojedinca u stanje stresa (Sindik, 2012). S obzirom da učiteljsko zanimanje zahtijeva iznimno velik emocionalni napor u obavljanju svakodnevnih radnih zadataka (Slavić i Rijavec, 2014) utvrđeni su najveći stresori, socijalni i psihološki. Prema tome promjene u društvenim odnosima, međuljudski sukobi na poslu, neuspjesi i frustracije negativno utječu na mentalnu dobrobit učitelja. Ovdje se dobrobit (engl. Well-being) odnosi na optimalno psihološko iskustvo i funkcioniranje (Deci i Ryan, 2008).

Bez obzira na to, mnogi se učitelji i dalje osjećaju zadovoljno i sretno na poslu (Hakanen, i sur., 2006; Bakker i sur., 2007; Timms, i sur., 2007), a s obzirom na situacije u kojim su se našli, svaki učitelj nastojat će svladati, podnijeti ili smanjiti zahtjeve kako bi djelovao na stresor dok će emocionalnom samoregulacijom lakše podnijeti emotivni dio stresne situacije (Matulović i sur., 2012). Najčešći oblici, odnosno reakcije povodom stresnog događaja su toleriranje ili podnošenje djelovanja stresora, kontroliranje te rezignacija ili odustajanje (Ajduković i Ajduković, 1996.).

Kako bi se osiguralo očuvanje zdravlja i dobrobit učitelja, a time i poboljšala kvaliteta obrazovanja i uspjeha učenika (Marinac, 2024), nužno je saznati na koji način se učitelji suočavaju sa stresnim situacijama, koji su najveći stresori u njihovom radu te poznaju li tehnike koje im mogu pomoći u takvim situacijama. S obzirom na navedeno u ovom radu prikazat će se rezultati provedenog istraživanja kojemu je cilj odgovoriti na pitanja:

IP1: Doživljavaju li učitelji iskustvo izgaranja na poslu i napad panike?

IP2: Kakva je distribucija odgovora o iskustvu izgaranja na poslu i napada panike s obzirom na školu zaposlenja?

IP3: Smatraju li učitelji da su sposobni samopomoći si u stresnim situacijama i poznaju li tehnike samopomoći?

IP4: Koji su najčešći stresori vezani uz posao koje navode učitelji?

IP5: Smatraju li se učitelji kompetentnima da pomognu učenicima koji se nose s nekim psihološkim ili psihičkim izazovima?

1. Metodologija

Istraživanje je provedeno u gradskim školama grada Virovitice koje su podjednake veličine. Anonimnu anketu je popunilo 43 učitelja od toga 23 iz 1. osnovne škole i 20 učitelja iz 2. osnovne škole. Za potrebe istraživanja osmišljen je anonimni anketni upitnik koji se sastojao od šest pitanja. Četiri pitanja bila su zatvorenog tipa s ponuđenim odgovorima da, ne, ne znam i dva otvorena pitanja. Upitnik je obuhvaćao pitanja o: iskustvu burnout (izgaranja) na poslu, napada panike na poslu ili zbog posla, samoprocjeni sposobnosti samopomoći u stresnim situacijama, poznavanje tehnika samopomoći, te dva otvorena pitanja vezana za najčešće stresore vezane za posao i samoprocjene kompetentnosti za pomoć učenicima s psihološkim i psihičkim izazovima.

Istraživanje je provedeno 2024. godine pomoću Google Forms, a distribuirano je putem elektroničke pošte učitelja obaju škola. Podatci su obrađeni pomoću Microsoft Excela i ChatGPT-a. Deskriptivna statistika izračunata pomoću Microsoft Excela obuhvatila je izračun apsolutne i relativne frekvencije zatvorenih pitanja, dok su otvorena pitanja obrađena pomoću ChatGPT-a. Na temelju odgovora ispitanika ChatGPT je identificirao devet tematskih kategorija vezanih za stresore i pet tematskih kategorija vezanih za samoprocjenu kompetentnosti za pomoć učenicima sa psihološkim i psihičkim izazovima. Nakon toga izračunate su njihove apsolutne i relativne frekvencije.

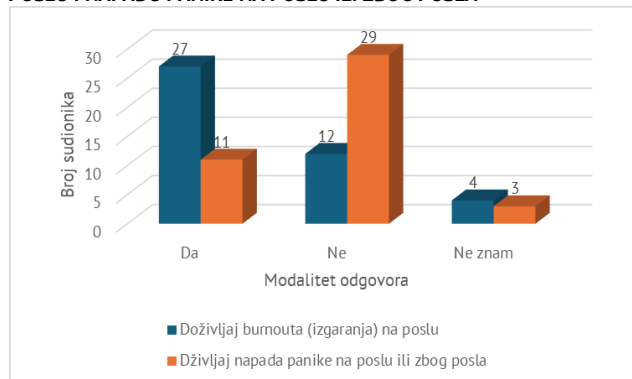
Tijekom izvođenja anketnog upitnika, analize i tumačenja dobivenih podataka posebno se vodilo računa o anonimnosti učitelja koji su joj dobrovoljno pristupili. Kako bi se anonimnost očuvala, ne navode se imena škola u kojima je istraživanje provedeno. Jedan od razloga nenavođenja naziva škola je i očuvanje reputacija istih.

2. Rezultati

Učitelji češće doživljavaju iskustvo sagorijevanja na poslu nego napad panike. Usporedba distribucija odgovora učitelja o iskustvu burnout (izgaranja) na poslu i napada panike na poslu ili zbog posla vidljiva je na slici 1. Za obje varijable uočene su različite zastupljenosti u kategoriji odgovora da i ne dok se za kategoriju „ne znam“ uočava kako približan broj učitelja ne zna procijeniti je li doživjelo burnout (izgaranje) na poslu (četiri učitelja, 9,30 %), odnosno napad panike na poslu ili zbog posla (tri učitelja, 6,98 %). Iskustvo doživljaja burnouta (izgaranja) na poslu smatra da je imalo 27 (62,79 %) učitelja koji su sudjelovali u istraživanju, njih 11 (25,58 %) smatra kako je doživjelo napad panike na poslu ili zbog

posla. Doživljaj burnouta (izgaranja) na poslu smatra da nije iskusilo 12 (27,91 %) učitelja, dok njih 29 (67,44 %) nije imalo napad panike na poslu ili zbog posla.

SLIKA 1. DISTRIBUCIJA ODGOVORA UČITELJA O IZGARANJU NA POSLU I NAPADU PANIKE NA POSLU ILI ZBOG POSLA

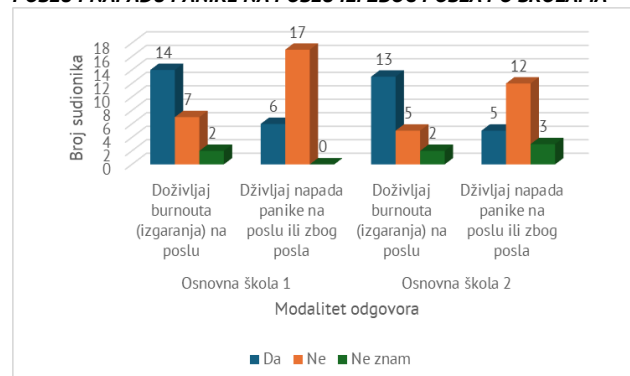


Izvor: Autori

U istraživanju je sudjelovalo 23 učitelja iz osnovne škole 1 od kojih 14 (60,87 %) smatra da su doživjeli burnout (izgaranje) na poslu, sedam učitelja (30,43 %) smatra da nisu doživjeli burnout na poslu, dok ih dvoje (8,70 %) ne zna jesu li ga doživjeli. Različita zastupljenost odgovora za istu školu vidljiva je za doživljaj napada panike zbog posla. Prema slici 2. vidljivo je kako šest (26,09 %) učitelja ocjenjuje kako su doživjeli napad panike na poslu ili zbog posla, a 17 (73,91 %) učitelja negira ovaj doživljaj, nitko se nije izjasnio da ne zna.

Kao i u 1. osnovnoj školi u 2. osnovnoj školi najveći broj učitelja se izjašnjava da je doživjelo burnout (izgaranje na poslu), njih 13 (65,00 %), petero (25,00 %) učitelja prema njihovoj procjeni nije doživjelo burnout (izgaranje) na poslu, dok ih se dvoje (10,00 %) izjašnjava po ovoj stavci da ne zna. U istraživanju je sudjelovalo 20 učitelja iz osnovne škole 2 od kojih petero (25,00 %) smatra da su imali napad panike na poslu ili zbog posla, njih 12 (60,00 %) smatra da nije doživjelo ovu vrst doživljaja, dok ih se troje (15,00 %) izjašnjava da ne znaju jesu li doživjeli napad panike na poslu ili zbog posla (slika 2).

SLIKA 2. DISTRIBUCIJA ODGOVORA UČITELJA O IZGARANJU NA POSLU I NAPADU PANIKE NA POSLU ILI ZBOG POSLA PO ŠKOLAMA

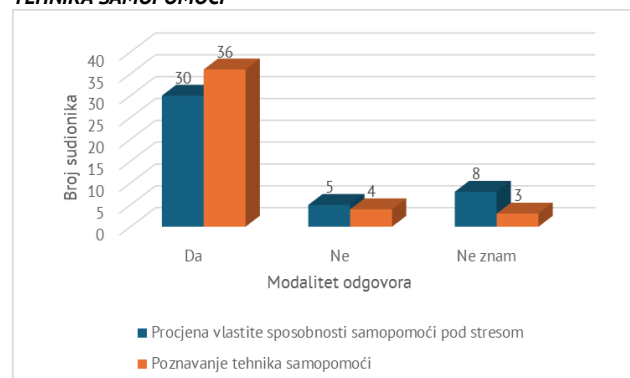


Izvor: Autori

Učitelji smatraju kako su sposobni samopomoći si u stresnim situacijama i poznaju tehnike samopomoći.

Usporedba distribucija odgovora učitelja o procjeni vlastite sposobnosti samopomoći pod stresom i poznavanja tehnika samopomoći vidljiva je na slici 3. Obje varijable imaju sličnu zastupljenost u sve tri kategorije odgovora da, ne i ne znam. Najveći broj učitelja procjenjuje kako si zna pomoći kada se osjećaju pod stresom 30 (69,77 %) isto tako najveći broj, 36 (83,72 %) učitelja, ih navodi kako poznaju neke tehnike samopomoći u stresnim situacijama. Petero (11,63 %) učitelja procjenjuje kako si ne zna pomoći kada se osjećaju pod stresom, a četvero (9,30 %) ih navodi kako ne poznaju nikakve tehnike samopomoći u stresnim situacijama. Osmero (18,60 %) učitelja ne može procijeniti zna li ili ne pomoći si kada se osjećaju pod stresom, a troje (6,98 %) ih ne može procijeniti znaju li tehnike samopomoći (slika 3).

SLIKA 3. DISTRIBUCIJA ODGOVORA UČITELJA O PROCJENI VLASTITE SPOSOBNOSTI SAMOPOMOĆI POD STRESOM I POZNAVANJA TEHNIKA SAMOPOMOĆI



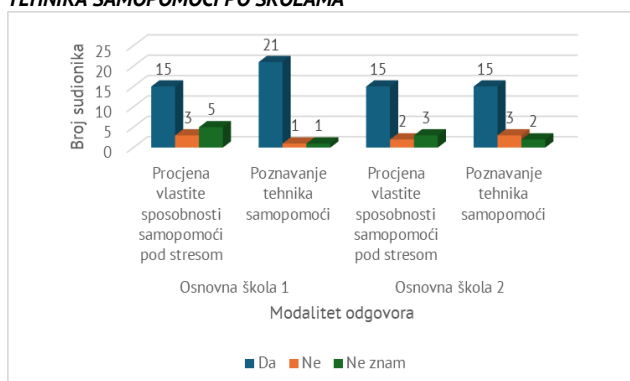
Izvor: Autori

Da imaju sposobnost samopomoći pod stresom smatra 15 (65,22 %) učitelja 1. osnovne škole. Njih 3 (13,04 %) smatra da nemaju sposobnost samopomoći pod stresom, petero učitelja (21,74 %) ne zna jesu li sposobni pomoći si pod stresom. Najveći broj učitelja

21 (91,30 %) smatra da poznaje neke od tehnika samopomoći, dok po jedan (4,35 %) učitelj smatra da ne zna tehnike samopomoći odnosno nisu svjesni znaju li ili ne.

U 2. osnovnoj školi jednak broj učitelja 15, odnosno najveći broj učitelja, (65,22 %) se izjašnjava da su sposobni pružiti si pomoć i znaju tehnike samopomoći koje treba koristiti pod stresom. Njih dvoje (8,70 %) smatraju kako si ne znaju pomoći pod stresom, a troje (13,04 %) smatra da ne zna ni tehnike samopomoći. Modalitetom „ne znam“ za vlastitu sposobnost samopomoći pod stresom izjašnjava se troje (8,70 %) učitelja, dok se njih dvoje (13,04 %) izjasnilo istim modalitetom o poznavanju tehnika samopomoći (slika 3).

SLIKA 4. DISTRIBUCIJA ODGOVORA UČITELJA O PROCJENI VLASTITE SPOSOBNOSTI SAMOPOMOĆI POD STRESOM I POZNAVANJA TEHNIKA SAMOPOMOĆI PO ŠKOLAMA



Izvor: Autori

U tablici 1. Prikazani su rezultati na otvoreno pitanje "Koji su najčešći okidači za pojavu stresa (stresori) vezani uz posao?". Najveći broj sudionika, njih 20 (46,50 %) navodi kako je odnos s roditeljima najveći uzrok stresa, slijedi 18 sudionika (41,90 %) koji navode preopterećenost poslom i organizaciju rada kao okidače stresa, slijedi ponašanje učenika i rad u razredu za 17 sudionika (39,50 %), nadalje njih 16 (37,20 %) kao stresore ističu administrativno-birokratske zahtjeve, 10 sudionika (23,30 %) spominju međuljudske odnose u kolektivu, zatim sedmero (16,30 %) navode institucionalne vanjske pritiske poput kontrole rada, inspekcija i javnih nastupa, njih šestoro kao stresore navode psihičke i osobne čimbenike, slijede neodređeni odgovori poput: "Pritisak", "Obveze. Ne znam." za petoro sudionika (11,60 %), te tehnološki i organizacijski izazovi za četvero sudionika (9,30 %).

TABLICA 1. TEMATSKE KATEGORIJE STRESORA VEZANIH UZ POSAO I NJIHOVA UČESTALOST

Kategorija	Frekvencija (f)	Postotak (%)	Primjer odgovora
Odnosi s roditeljima učenika	20	46,50 %	„Prijetnje roditelja učenika“
Ponašanje učenika i rad u razredu	17	39,50 %	„Neposluš djece, agresivnost učenika, ometanje nastave.“
Administrativno-birokratski zahtjevi	16	37,20 %	„Opsežna administracija, besmisleni birokratski poslovi.“
Preopterećenost poslom i organizacija rada	18	41,90 %	„Previše obveza, više rokova u isto vrijeme, nikada slobodni vikendi.“
Međuljudski odnosi u kolektivu	10	23,30 %	„Loši odnosi između kolega, omalovažavanje, nepravda.“
Institucionalni i vanjski pritisci	7	16,30 %	„Kontrola rada, inspekcije, inspeksijski nadzori, zahtjevi pravobranitelja, javni nastupi.“
Tehnološki i organizacijski izazovi	4	9,30 %	„Brzi tempo i rad s IT tehnologijom.“
Psihofizički i osobni čimbenici (burnout)	6	14,00 %	„Opći burnout koji dolazi polagano, nesanica, razdražljivost.“
Opći / neodređeni odgovori	5	11,60 %	„Pritisak“, „Obveze“, „Ne znam“.

Izvor: Autori

Podjednak broj učitelja smatra se kompetentnim, odnosno ne kompetentnim da pomogne učenicima koji se nose s nekim psihološkim ili prishičkim izazovima. U tablici 2. razvidno je da najveći broj sudionika, njih 13 (30,20 %) se izjasnio da se osjeća potpuno kompetentno, dok se njih 12 (27,90 %) osjeća nekompetentno ili navodi da su zahtjevi za kompetencijama sve veći, slijedi devet sudionika (20,90 %) koji ne znaju ili nisu sigurni u svoju kompetentnost da pomognu učenicima u nekim psihičkim ili psihološkim izazovima. Šest sudionika (14,00 %) navodi da ima djelomičnu ili uvjetnu kompetentnost ovisno o situacijama, a najmanji broj sudionika, njih troje (7,00 %) smatra da posjeduje povremenu kompetentnost, ovisno o sličnim iskustvima.

TABLICA 2. DISTRIBUCIJA ODGOVORA O SAMOPROCJENI KOMPETENTNOSTI ZA PRUŽANJE POMOĆI UČENICIMA S PSIHOLOŠKIM IZAZOVIMA

Kategorija	Frekvencija (f)	Postotak (%)	Primjer odgovora
Osjećaj potpune kompetentnosti	13	30,20 %	„Da.“ / „Definitivno.“
Djelomična / uvjetna kompetentnost	6	14,00 %	„U nekim situacijama da, u nekim ne.“
Osjećaj nekompetentnosti	12	27,90 %	„Ne.“ / „Nedovoljno jer su zahtjevi za kompetencijam a sve veći.“
Nesigurnost / neodlučnost	9	20,90 %	„Ne znam.“ / „Nisam sigurna.“
Kompetentnost uz potrebu dodatne edukacije ili iskustva	3	7,00 %	„Povremeno, ako sam već imala slično iskustvo.“

Izvor: Autori

3. Diskusija

Više od 60 % učitelja koji su sudjelovali u istraživanju doživjelo je burnout (izgaranje) na poslu dok je njih više od 25 % doživjelo napad panike na poslu ili zbog posla. Premda je riječ o malom uzorku, rezultati su konzistentni s Vargas Rubilar i Oros (2021) koji su proveli istraživanje u Argentini u kojemu se 60 % učitelja izjasnilo kako je pod visokom ili umjereno visokom razinom stresa. Međutim, u Nigeriji među učiteljima osnovnih školi uočeno je kako njih oko 70 % učestalo osjeća psihološku uznemirenost, a 36 % ih doživljava burnout (izgaranje) (Ozoemena i sur., 2021).

S obzirom da većina studija o stresu proučava faktore radnog okruženja kao prediktore stresa, a manje osobne karakteristike učitelja (Vazi i sur. 2011) i u ovom radu naglasak je stavljen na faktore. U Nigeriji autori ističu kako najveći utjecaj na psihološku uznemirenost imala je emocionalna iscrpljenost i smanjeno osobno postignuće (Ozoemena i sur., 2021). Dok u Argentini dominantni stresori su preopterećenost poslom i neadekvatno radno okruženje (Vargas Rubilar i Oros, 2021). Loši odnosi s roditeljima učenika, preopterećenost poslom i organizacija rada inspeksijski nadzori i zahtjevi pravobranitelja, ponašanje učenika i rad u razredu te administrativno-birokratski zahtjevi, međuljudski odnosi u kolektivu faktori su koji značajno utječu na pojavu stresa. Slične rezultate dobio je i Friedman (1991) u istraživanju koje je dokazalo da je nedostatak povjerenja u profesionalnost učitelja, ograničavanje i neugodno fizičko okruženje povezano s većim stresom i sagorijevanjem učitelja na poslu. U Hrvatskoj autorice Slavić i Rijevec (2015) nakon provedenog istraživanja zaključuju kako dobra suradnja s roditeljima i učenicima uzrokuje nižu razinu stresa

prema tome uistinu odnos s roditeljima i učenicima značajno utječu na pojavu stresa što potvrđuju dobiveni rezultati ovog istraživanja koje je pokazalo ovaj stresor kao najzastupljenijeg. Kronični stres na radnom mjestu koji se ne liječi ili ne ublažava može dovesti do sagorijevanja na poslu (Kyriacou, 2001; Kokkinos, 2007) zbog čega je važno poznavati tehnike samopomoći. Ovo istraživanje ukazalo je na to da si 69,77 % učitelja zna pomoći kada je pod stresom, a 83,72 % njih zna tehnike samopomoći. U isto vrijeme samo trećina anketiranih učitelja smatra se kompetentnima u pomaganju učenicima koji se nose s nekim psihološkim ili psihičkim izazovima, a gotovo jednak postotak je onih koji se osjećaju nekompetentnima. Učitelji, uz stručne suradnike, obitelj i okruženje, imaju ključnu ulogu u prepoznavanju i prevenciji psiholoških /psihičkih izazova učenika (Opić i Jurčević-Lozančić, 2008). Razloge za to možemo sažeti u sljedećem: najbolje poznaju svoje učenike, njihove navike, potrebe, želje, strahove; dnevno provode najviše vremena s učenicima (za razliku od stručnih suradnika); svojim obrazovanjem i kompetencijama nezaobilazan su čimbenik (uključujući i učenike) u odgojno-obrazovnom procesu; imaju veliku ulogu u izgradnji etičkih temelja učenika i moralne odgovornosti; imaju dominantnu ulogu u pristupu učeniku. Učenici učitelju, zbog izgrađenog odnosa s njim, pokazuju najvišu razinu povjerenja.

4. Zaključak

Iako je većina učitelja obje osnovne škole u gradu Virovitica doživjela burnout (izgaranje), učitelji smatraju kako si znaju pomoći u trenucima stresa čemu pridonosi i poznavanje tehnika samopomoći. Najveći stresori učitelja u osnovnim školama na području grada Virovitice je odnos roditelja prema njima, preopterećenost i neorganiziranost, ponašanje učenika i njihov odnos prema radu te međuljudski odnosi unutar kolektiva.

S obzirom na ove podatke svakako je vrijedno organizirati radionice u kojima će svi učitelji naučiti koristiti tehnike samopomoći i komunikacije s roditeljima na kojima bi trebali sudjelovati učitelji i roditelji. Ove radionice prije svega služile bi jačanju suradničkog odnosa u kojemu će se sklopiti partnerstvo između roditelja i učitelja koji zajedničkim snagama rade s ciljem najboljeg odgoja i obrazovanja djeteta. U ovom odnosu učitelj je taj koji treba zadržati objektivan pristup kako prema učeniku tako i prema njegovim roditeljima, a s razvojem komunikacijskih strategija omogućit će se konstruktivni dijalog čime će se umanjiti utjecaj, prema ovom istraživanju, najvećeg stresora koji je realno povezan i s inspeksijskim nadzorom, zahtjevima pravobranitelja te ponašanju učenika i odnosom prema radu u razredu.

Literatura

- [1] Ajduković M, Ajduković D. Pomoć i samopomoć u skrbi za mentalno zdravlje pomagačima. Zagreb: Društvo za psihološku pomoć; 1996;str. 21-39.
- [2] Bakker, A. B., Hakanen, J. J., Demerouti, E. i Xanthopoulou, D. (2007.). Job resources boost work engagement, particularly when job demands are high. *Journal of Educational Psychology*, 99(2), 274–284.
- [3] Deci, E. L. i Ryan R. M. (2008.). Hedonia, eudaimonia, and well-being: an introduction. *Journal of Happiness Studies*, 9, 1–11
- [4] Geving, A. M. (2007.). Identifying the types of student and teacher behaviour associated with teacher stress. *Teaching and Teacher Education*, 23, 624-640.
- [5] Graham, S. M. (2012.). An Exploration of the Relationship Between Teachers, Subjective Well-being and Professional Learning Communities. University of Calgary. http://www.rockyview.ab.ca/home/professional-learning/research/research/_Summary_TeacherSubjectWellbeing_PLCS_June2012.pdf (2. 2. 2013).
- [6] Grant, A. (2007.). Relational job design and the motivation to make a prosocial difference. *Academy of Management Review*, 32, 393- 17
- [7] Howard, S. i Johnson, B. (2004.). Resilient teachers: resisting stress and burnout. *Social Psychology of Education*, 7, 399-420.
- [8] Jagarinec, A. (2019.). Metode i tehnike savladavanja stresa kod učitelja
- [9] Kokkinos, C. M. (2007.). Job stress, personality and burnout in primary school teachers. *British Journal of Educational Psychology*, 77(1), 229-243
- [10] Kyriacou, C. (1987.). Teacher stress and burnout: An international review. *Educational Research*, 29(2), 146–152.
- [11] Marinac, A.M. (2024). OSOBNOSTI RIZIČNI ČIMBENICI ZA PROFESIONALNO SAGORIJEVANJE UČITELJA. *Marsonia: časopis za društvena i humanistička istraživanja*, 3 (2), 55-69. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/330719>
- [12] Matulović, I., Rončević T., Sindik, J., Stres i suočavanje sa stresom-primjer zdravstvenog osoblja
- [13] Montgomery, C. i Rupp, A. A. (2005.). A Meta - analysis for Exploring the Diverse Causes and Effects of Stress in Teachers. *Canadian Journal of Education*, 28(3), 458-486.
- [14] Morris, R. W., Kim, L. E., Milton, A., & Glozier, N. (2025). The growing effect of job demands on teacher mental health: Results from a longitudinal national household panel survey. *BMC Public Health*, 25, 1810. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22372-5>
- [15] Opić, S i Jurčević-Lozančić, A., (2008.). Kompetencije učitelja za provedbu pedagoške prevencije poremećaja u ponašanju. *Odgojne znanosti*, Vol. 10, br. 1, 2008, str. 181-194
- [16] Ozoemena, E. L., Agbaje, O. S., Ogundu, L., Ononuju, A. H., Umoke, P. C. I., Iweama, C. N., Kato, G. U., Isabu, A. C., & Obute, A. J. (2021). Psychological distress, burnout, and coping strategies among Nigerian primary school teachers: A school-based cross-sectional study. *BMC Public Health*, 21(1), 2327. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12397-x>
- [17] Pavičić Dokoza, K., Burušić Čilić, L., Bakota, K. (2020): Prilog istraživanju nastavnčkog stresa, Napredak: Časopis za interdisciplinarna istraživanja u odgoju i obrazovanju, Vol. 161 No. 3 - 4, 269-290.
- [18] Pillay, H. K., Goddard, R. i Wilss, L. A. (2005.). Well-being, burnout and competence: Implications for teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 30(2), 22-33.
- [19] Slavić, A. i Rijevec, M.: Školska kultura, stres i dobrobit napredak 156 (1-2) 93-113 (2015)
- [20] Vargas Rubilar, N., & Oros, L. B. (2021). Stress and Burnout in Teachers During Times of Pandemic. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.756007>
- [21] Vazi, M. L. M., Ruiter, R. A. C., Borne, van den B., Dumont, K., Martin, G. M. i Reddy, P. (2011.). Indicators of subjective and psychological wellbeing as correlates of teacher burnout in the Eastern Cape public schools, South Africa. *International Journal of Educational Administration and Policy Studies*, 3(10), 160-169.



Utjecaj digitalne transformacije na poslovanje hotelskih opskrbnih lanaca: iskustvo jadranske regije

The impact of digital transformation on hotel supply chain operations: the experience of the Adriatic region

Luka Samaržija¹

¹Ekonomski fakultet Rijeka, Ivana Filipovića 4, 51000 Rijeka, Hrvatska, luka.samarzija@efri.uniri.hr

Sažetak

Rad analizira utjecaj digitalne transformacije na opskrbe lance velikih hotela u jadranskoj regiji, s fokusom na operativnu učinkovitost, transparentnost i korisničko iskustvo. Cilj istraživanja je ispitati percepciju zaposlenika o učincima primjene umjetne inteligencije, internetskih platformi za online rezervacije i Interneta stvari (IoT) na ključne pokazatelje hotelskog poslovanja između 2022. i 2024. godine. Empirijsko istraživanje provedeno je kvantitativnim pristupom, putem online anketnog upitnika na uzorku velikih hotela (više od 50 soba) u jadranskoj Hrvatskoj, pri čemu su stavovi ispitanika mjereni Likertovom ljestvicom za dvije vremenske točke. Rezultati pokazuju skraćivanje vremena rezerviranja smještaja, značajno unaprijeđeno predviđanje potražnje, smanjenje broja reklamacija i otkazivanja rezervacija, rast vidljivosti opskrbnog lanca i udjela gostiju povratnika, uz istodobno smanjenje troškova i porast reaktivnosti hotela na tržišne promjene. Digitalne platforme su gotovo univerzalno prihvaćene, dok se umjetna inteligencija sve češće primjenjuje, a IoT rješenja i dalje sporije implementiraju, osobito u manjim i srednjim objektima zbog ograničenih resursa i fragmentacije sektora. Zaključno, digitalna transformacija opskrbnih lanaca pokazuje se ključnom za dugoročnu konkurentnost i održivost hotelske industrije u jadranskoj regiji, uz naglašenu potrebu za kontinuiranom edukacijom zaposlenika, standardizacijom procesa i razvojem strateških partnerstava.

Ključne riječi

digitalna transformacija, menadžment opskrbnog lanca, turistička djelatnost, veliki hoteli

Abstract

The paper analyzes the impact of digital transformation on the supply chains of large hotels in the Adriatic region, with a focus on operational efficiency, transparency, and customer experience. The aim of the research is to examine employees' perceptions of the effects of implementing artificial intelligence, online booking platforms, and the Internet of Things (IoT) on key indicators of hotel performance between 2022 and 2024. The empirical research was conducted using a quantitative approach, via an online questionnaire survey on a sample of large hotels (more than 50 rooms) in the Adriatic part of Croatia, with respondents' attitudes measured on a Likert scale for two points in time. The results show a reduction in booking process time, significantly improved demand forecasting, a decrease in the number of complaints and reservation cancellations, an increase in supply chain visibility and the share of repeat guests, along with a simultaneous reduction in costs and an increase in hotels' responsiveness to market changes. Digital platforms are almost universally adopted, while artificial intelligence is being used with growing frequency, and IoT solutions are still implemented more slowly, especially in small and medium-sized properties due to limited resources and sector fragmentation. In conclusion, the digital transformation of supply chains proves to be crucial for the long-term

competitiveness and sustainability of the hotel industry in the Adriatic region, highlighting the need for continuous employee training, process standardization, and the development of strategic partnerships.

Keywords

digital transformation, supply chain management, tourism industry, large hotels

Uvod

Upravljanje lancem opskrbe u turizmu podrazumijeva promjenu paradigme u načinu na koji se turistička djelatnost zamišlja i isporučuje finalni proizvod, a to je doživljaj posjetitelja. Za razliku od tradicionalnih lanaca opskrbe u proizvodnji, koji se fokusiraju na materijalna dobra, lanci opskrbe u turizmu koordiniraju mrežu usluga, protoka financija, informacija i materijalnih resursa među brojnim sudionicima u različitim fazama opskrbnog lanca. Turistička usluga proizlazi iz integracije organizacije prijevoza, smještaja, ugostiteljskih usluga, ponude lokalnih izleta i atrakcija, aktivnosti i raznih popratnih usluga, pri čemu svaki dio stvaranja dodatne vrijednosti pružaju različiti sudionici opskrbnog lanca (dobavljači, ponuđači smještaja, posredničke agencije, serviseri opreme te drugi intermedijalni posrednici).

U svojoj srži, turistički opskrbeni lanac uključuje stratešku koordinaciju ovih uslužnih subjekata i njihovih procesa kako bi se upravljalo potražnjom, optimizirala kvaliteta, kontrolirali troškovi i stvorila konkurentna prednost pojedinačnih poduzeća, ali u konačnici i cijelog opskrbnog lanca. Ova koordinacija proteže se dalje od jednostavnih transakcijskih odnosa i obuhvaća suradničko planiranje, dijeljenje informacija, zajedničko rješavanje problema i uspostavljanje zajedničke metrike učinka. Njihova složenost je pojačana prolaznom prirodom turističkih usluga, visokim stupnjem uključenosti kupaca u pružanje usluga i geografskom disperzijom partnera u lancu opskrbe po destinacijama. U posljednjem desetljeću digitalna tehnologija je značajno utjecala na izgled i funkcionalnost opskrbenih lanaca, te su oni kao posljedica postali značajno efikasniji i učinkovitiji.

Digitalizacija opskrbnog lanca predstavlja jedan od najvažnijih trendova u posljednjem desetljeću u suvremenom upravljanju turizmom te je ključan faktor za podizanje konkurentnosti i održivosti turističkih destinacija. Tradicionalni turistički lanci opskrbe karakterizirani su brojnim poslovnim subjektima, višestrukim razinama posredovanja i fragmentiranim tokovima informacija, što često rezultira neučinkovitostima, povećanim troškovima i ograničenom fleksibilnošću u odgovoru na tržišne promjene (Font i sur., 2008; Song, 2014). Uvođenje digitalnih tehnologija, poput umjetne inteligencije, Interneta stvari (IoT) i naprednih analitičkih platformi, omogućuje proaktivno upravljanje resursima, transparentnost procesa i optimizaciju interakcija između svih sudionika lanaca opskrbe (Klimova i sur., 2020; Xu i Deng, 2014).

Recentne studije potvrđuju da digitalizacija u turizmu rezultira bržim donošenjem odluka, boljim predviđanjem potražnje, smanjenjem operativnih

troškova i unapređenjem korisničkog iskustva (Abou Kamar, 2021). U okviru ovog istraživanja analiziraju se učinci digitalizacije opskrbnog lanca hotela kao subjekta koji u značajnoj mjeri utječe na efektivnost cjelokupnog opskrbnog turističkog lanca neke destinacije.

Prethodna istraživanja o digitalizaciji opskrbnog lanca hotela ukazuju da implementacija digitalnih alata, automatizacije procesa i umjetne inteligencije značajno doprinosi operativnoj učinkovitosti, smanjenju troškova te povećanju kvalitete korisničkog iskustva. Najveći napredak je postignut kroz ubrzanje rezervacijskih procedura, optimizaciju komunikacije s gostima i bolje segmentiranje tržišta (Rajak, 2024). U praksi je dokazano da digitalne platforme i aplikacije omogućuju personaliziranu uslugu, a digitalizacija računovodstva i financija podiže razinu kontrole poslovanja i transparentnost (Harčević, 2021). Velike hotelske grupacije i brendovi, poput Hilton Hotels, navode digitalizaciju kao ključni preduvjet za rast konkurentnosti i brzinu prilagodbe tržišnim promjenama (Applegate i sur., 2023). Ključni izazovi poslovanja u globalnom okruženju ostaju prilagodba strategije poslovanja, kontinuirana edukacija zaposlenika i buduće ulaganje u infrastrukturu, s posebnim naglaskom na integraciju tehnoloških i organizacijskih inovacija. Zaključno, dosadašnji rezultati empirijskih i stručnih radova potvrđuju da je digitalizacija neophodna za održivu dugoročnu konkurentnost hotelijerskog sektora (Maier i sur., 2015, Pereira i sur., 2018).

Unatoč snažnoj teorijskoj podlozi, literatura i dalje pokazuje jasan jaz između konceptualnih modela i empirijske validacije u velikim hotelima, osobito kada je riječ o konkretnim operativnim procesima i dugoročnim učincima digitalne transformacije. Ključan nedostatak je izostanak detaljnih ekonomskih analiza implementacije digitalnih alata u velikim hotelskim sustavima. Većina studija ne nudi sustavne prikaze uštede troškova i drugih neizravnih koristi premda autori poput Alhammadija (2025), Anwara i sur. (2024) i Chena i sur. (2022) ističu visoke početne troškove infrastrukture kao glavnu prepreku implementacije digitalizacije. Istodobno, istraživanja uglavnom promatraju pojedinačne tehnologije, IoT (Chen i sur., 2022), AI (Al-Hyari et al., 2023) ili *online* platforme (Susilo i sur., 2023) umjesto njihove sinergijske integracije, dok Buhalis i sur. (2022) ukazuju na izostanak konsenzusa o definiciji „pametnog hotela“ i potrebu za dubljim analizama koristi i nedostataka.

Uz to, nedostatak longitudinalnih studija znači da su dugoročni učinci digitalne transformacije na performanse i kompetencije zaposlenika još uvijek slabo poznati; Alhammadij (2025) i Buhalis i sur. (2022) eksplicitno pozivaju na kombinaciju kvantitativnih i kvalitativnih, vremenski proširenih istraživanja koja bi pratila evoluciju implementacije

digitalnih alata i njihov utjecaj na konkurentnost hotelskih lanaca. U tom kontekstu, ovaj rad se fokusira na velike hotele koji se nalaze na Hrvatskoj strani jadranske regije, kvantitativnim praćenjem percepcija zaposlenika u dvije vremenske točke (2022. i 2024.) te analizom integriranog učinka *online* platformi, umjetne inteligencije (koristi se akronim AI) i interneta stvari (koristi se akronim IoT) na operativne pokazatelje opskrbnog lanca.

Cilj istraživanja je ispitati kako digitalna transformacija, kroz primjenu internetskih platformi za *online* rezervacije, umjetne inteligencije i Interneta stvari (IoT) utječe na ključne pokazatelje poslovanja opskrbnog lanca velikih hotela u jadranskoj regiji u periodu između 2022. i 2024. godine. Analizom su obuhvaćeni sljedeći pokazatelji: percipirano trajanje procesa rezervacije, predviđanje potražnje, troškovi, reaktivnost opskrbnog lanca, broj i procjena broja otkaza rezervacija, vidljivosti opskrbnog lanca i procjena gostiju povratnika. Polazeći od tih ciljeva, u radu se nastoji odgovoriti na istraživačka pitanja kako su se, prema percepciji zaposlenika, promijenili rezervacijski procesi i predviđanje potražnje, u kojoj mjeri digitalna transformacija utječe na troškove, reaktivnost, reklamacije i otkazivanja rezervacija te kako zaposlenici ocjenjuju promjene u transparentnosti opskrbnog lanca i lojalnosti gostiju u promatranom razdoblju.

1. Analiza digitalnog opskrbnog lanca

Digitalne tehnologije predstavljaju možda najtransformativniju silu koja trenutno mijenja upravljanje lancem opskrbe u turizmu. Tri tehnološka klastera, umjetna inteligencija, Internet stvari (IoT) i internetske platforme za rezerviranje smještaja, stvaraju nove mogućnosti za koordinaciju, transparentnost i optimizaciju turističkog opskrbnog lanca. U nastavku će se detaljnije analizirati svaki od navedenih klastera.

1.1. Umjetna inteligencija (AI)

Primjena umjetne inteligencije u turističkom opskrbnom lancu, s posebnim naglaskom na hotelsko poslovanje, prvenstveno se fokusira na predviđanje potražnje u realnom vremenu kao i buduće potražnje, optimizaciju resursa i poboljšanje korisničkog iskustva. Intelligentni sustavi za podršku odlučivanju (IDSS) omogućuju iznajmljivačima smještaja da bolje usklade svoju ponudu s budućim obrascima potražnje, optimiziraju razinu zaliha i osoblja te personaliziraju pružanje usluga na temelju predviđenih preferencija kupaca (Abou Kamar, 2021).

Učinkovitost umjetne inteligencije kritično ovisi o kvaliteti podataka i analitičkim mogućnostima njihove obrade. Smještajni objekti koji su uspješno implementirali umjetnu inteligenciju u svoje poslovanje izvještavaju o poboljšanim rezultatima zadovoljstva kupaca i mjerljivim smanjenjima troškova lanca opskrbe (Klimova i sur., 2020). Međutim, šira primjena je i dalje sporija od očekivanog, a mnoge organizacije navode neadekvatnu podatkovnu infrastrukturu i ograničenu analitičku stručnost osoblja kao primarne prepreke (Song, 2014). Navedena ograničenja su osobito izražena u tipovima smještaja sa manjim brojem jedinica, budući da u takvim tipovima smještaja nedostaju ljudski i financijski resursi kako bi se mogli prilagoditi rastućim tržišnim zahtjevima.

1.2. Internet stvari (IoT)

Senzori i povezani uređaji Interneta stvari (IoT) omogućuju praćenje razine zaliha, stanja opreme, potrošnje energije i pokazatelja kvalitete usluge u stvarnom vremenu i čvorovima unutar opskrbnog lanca (Tadić i sur., 2012). U kontekstu digitalnog poslovanja u hoteljerstvu, integracija IoT-a podržava dinamičku alokaciju resursa, prediktivno održavanje opreme i brzi odgovor na poremećaje unutar lanca.

Konceptualni okvir za digitalizaciju opskrbnog lanca pozicionira IoT kao temeljni omogućivač inteligentne koordinacije lanca opskrbe, posebno u kombinaciji s analitikom koji generira umjetna inteligencija i infrastrukturom računalstva u oblaku. Praktična implementacija u hotelskom poslovanju pokazuje i potencijal smanjenja različitih vrsta otpada (zalihe, informacije, potrošni materijali...) kroz bolju vidljivost obrazaca potrošnje resursa i rano otkrivanje neučinkovitosti u redovitom poslovanju.

1.3. Internetske platforme za online rezervacije

Internetske platforme za *online* rezervacije, temeljito su restrukturirale informacijske i financijske tokove kao i dinamiku moći u turističkim opskrbnim lancima. Ove platforme smanjuju asimetriju informacija između pružatelja smještaja i kupaca, omogućavajući učinkovitije usklađivanje ponude i potražnje te olakšavajući koordinaciju između više razina usluga (Xu, 2014). Istraživanja (Boukherouk i sur., 2020, Valsamidis i sur., 2019) opskrbnih lanaca u turizmu dokumentiraju kako integracija internetskih platformi za *online* rezerviranje potiče modernizaciju, optimizaciju i digitalizaciju tokova turističkih usluga. Međutim, dominacija velikih platformi (booking.com, Airbnb...)

stvara nove ovisnosti i neravnotežu moći, posebno za male iznajmljivače s ograničenom pregovaračkom moći u odnosu na velike hotelske lance.

2. Metodologija istraživanja

Za potrebe istraživanja digitalizacije opskrbnih lanaca u turizmu, za uzorak su uzeti veliki hoteli, na Hrvatskoj strani jadranske regije, a podaci o populaciji dobiveni su putem službene evidencije Ministarstva turizma i sporta Republike Hrvatske (Popis kategoriziranih ugostiteljskih i turističkih objekata u RH, 2024). Podaci su prikupljeni metodom anketnog upitnika, a istraživanje je provedeno na uzorku velikih hotela (imaju više od 50 soba).

Metodološki okvir ovog istraživanja temelji se na kvantitativnom pristupu, odnosno istraživanje se temelji na anketnom upitniku koji je strukturiran oko tvrdnji mjerljivih Likertovom ljestvicom, što omogućuje statističku analizu stavova i njihovu usporedbu između dvije vremenske točke (2022. i 2024. godina). Odabrani dizajn upitnika omogućuje procjenu percipiranih promjena u poslovnim procesima nakon uvođenja ili intenziviranja različitih digitalnih rješenja.

Primarni izvor podataka čini uzorak zaposlenika i menadžera hotelskih objekata uključenih u proces rezervacije ili upravljanja odnosom sa kupcima (npr. recepcija, odjel rezervacija, odjel prodaje). Anketni upitnik je ispunjavala jedna osoba iz organizacije. Podaci su prikupljeni jednokratno, retrospektivnim ispitivanjem, pri čemu ispitanici u trenutku anketiranja procjenjuju svoje slaganje s istim skupom tvrdnji za dvije referentne godine. Takav pristup omogućuje dobivanje usporedivih numeričkih pokazatelja koje je moguće agregirati na razini organizacije te grafički prikazati kao promjenu u percepciji između 2022. i 2024. godine.

Upitnik se sastoji od uvodnog dijela (socio-demografske varijable i obilježja radnog mjesta) te centralnog dijela u kojem se za svaku dimenziju mjerenja (istraživani učinci digitalne transformacije) formulira po jedna jasna tvrdnja. Na svaku tvrdnju ispitanici odgovaraju na petstupanskoj Likertovoj ljestvici slaganja (1 – uopće se ne slažem, 5 – u potpunosti se slažem), i to odvojeno za 2022. i za 2024. godinu. Dobiveni rezultati za pojedine tvrdnje agregiraju se izračunom aritmetičke sredine, koja se transformira u postotak maksimalno mogućeg rezultata radi lakšeg vizualnog prikaza u grafu.

Istraživanje je provedeno *online* putem specijalizirane anketne platforme (SurveyMonkey), uz osiguranje anonimnosti i dobrovoljnosti sudjelovanja. Od ukupno 244 poslana upitnika prikupljeno je 46 ispravnih anketa što predstavlja uzorak od 18.85%.

3. Rezultati Istraživanja

U tablici 1 dan je prikaz sociodemografskih katarakteristika sudionika uključenih u istraživanje.

TABLICA 1: DESKRIPTIVNA STATISTIKA

Varijable	Kategorije	N	%
Spol	Muško	40	86,96
	Žensko	6	13,04
Dob	18–24	2	4,35
	25–34	14	30,43
	35–44	19	41,30
	45–54	11	23,91
Stupanj obrazovanja	Doktorski /Magistar znanosti	9	19,56
	Srednja škola	9	19,56
	Diplomirani (VSS)	22	47,83
	Prvostupnik	6	13,04
Staž u trenutnom objektu	11–20 godina	10	21,74
	5–10 godina	29	63,04
	Manje od 5 godina	6	13,04
Koja je vaša pozicija u objektu	Administracija/knjigovodstvo	3	6,52
	Visoki menadžment	10	21,74
	Niži menadžment	21	45,65
	Srednji menadžment	12	26,09
Koliko ste često puta Digitalizirali svoje poslovanje u posljednje 3 godine	Nikada	0	0,00
	Povremeno (jednom u 3 god)	4	8,70
	Rijetko (jednom u dvije god)	22	47,83
	Često (svake godine)	10	21,74
	Uvijek (više puta u godini)	10	21,74

Varijable	Kategorije	N	%
Primjenjujete li umjetnu inteligenciju svome poslovanju?	Nikada	3	6,52
	Povremeno	6	13,04
	Rijetko	5	10,87
	Često	18	39,13
	Uvijek	14	30,43
Primjenjujete li Internet stvari (IoT)	Nikada	21	45,65
	Povremeno	15	32,61
	Rijetko	2	4,35
	Često	2	4,35
	Uvijek	6	13,04
Nudite li svoje usluge putem digitalnih platformi (Airbnb, booking.com...)	Nikada	0	0,00
	Povremeno	0	0,00
	Rijetko	0	0,00
	Često	5	10,87
	Uvijek	41	89,13

Izvor: Autor

Istraživanje o digitalizaciji opskrbnog lanca hotelijerskog sektora jadranske Hrvatske pokazuje da većinu uzorka čine muškarci, najčešće dobi između 35 i 44 godine, zaposlenici s visokom (VSS) ili srednjom stručnom spremom, te uglavnom članovi nižeg i srednjeg menadžmenta. Dominantni udio ispitanika ima 5 do 10 godina radnog iskustva. Digitalna rješenja, osobito digitalne platforme (poput Airbnb, Homeaway i Booking.com-a) su široko prihvaćene i koriste se gotovo u svim objektima. Umjetna inteligencija nalazi se u sve većoj primjeni (više od dvije trećine sudionika koristi AI često ili uvijek), dok se IoT još relativno sporije implementira, gotovo pola ispitanika navodi da ga ne koristi. Digitalizacija procesa najčešće se provodi povremeno ili rijetko, iako oko 44% ispitanika navodi vrlo čestu ili stalnu primjenu. Rezultati sugeriraju napredak u digitalnoj transformaciji hotelskog poslovanja, ali i varijabilnost među pojedinim digitalnim alatima, što ukazuje na prostor za daljnju implementaciju umjetne inteligencije kao i kontinuiranu edukaciju zaposlenika. U nastavku rada su prikazani rezultati istraživanja vezani uz učinke digitalizacije na ključne pokazatelje poslovanja hotela.

Mjerni instrument je konstruiran na temelju relevantne znanstvene i stručne literature o digitalizaciji opskrbnih lanaca u hotelijerstvu te konzultacija sa stručnjacima iz prakse (zaposlenici u hotelima), čime je osigurana sadržajna valjanost

obuhvaćenih tvrdnji. Konstruktna valjanost poduprta je time što uočene razlike između 2022. i 2024. slijede teorijski očekivane smjerove (digitalizacija je povezana s kraćim vremenom rezervacije, boljim predviđanjem potražnje, nižim troškovima i većim udjelom gostiju povratnika).

Pouzdanost mjernog instrumenta procijenjena je izračunom Cronbachovog alfa koeficijenta za skale koje se sastoje od više tvrdnji po dimenziji, pri čemu su dobivene vrijednosti iznad preporučene granice od 0,70, što upućuje na zadovoljavajuću internu konzistenciju i reprezentativnost instrumenta. Dodatno, jedinstveni način administriranja upitnika i jasno definirane upute ispitanicima doprinose stabilnosti mjerenja i smanjenju slučajnih pogrešaka. Vrijednosti prikazane u grafikonima predstavljaju aritmetičke sredine Likertovih ocjena za pojedine pokazatelje (npr. vrijeme rezervacije, troškovi, vidljivost) koje su zatim transformirane u postotak maksimalno mogućeg rezultata (5 bodova) radi lakšeg vizualnog prikaza. Tako dobivene prosječne ocjene izražene u postocima omogućuju izravnu usporedbu između 2022. i 2024. godine. U nastavku su u Tablicama 2 i 3 prezentirani rezultati nakon statističke obrade podataka.

TABLICA 2: PROSJEČNE VRIJEDNOSTI ZA 2022. GODINU

Pokazatelj	Prosjeak 2022 (Likert)	2022 (% max)	Indeks 2022 (2022=100)
Proces rezervacije smještaja	3,6	72	100
Troškovi	3,2	64	100
Predviđanje potražnje	3,4	68	100
Reklamacije	3	60	100
Otkazivanje rezervacije	3,1	62	100
Vidljivost opskrbnog lanca	3,5	70	100
Gosti povratnici	3,3	66	100
Reaktivnost	3,4	68	100

Izvor: Autor

TABLICA 3: PROSJEČNE VRIJEDNOSTI ZA 2024. GODINU

Pokazatelj	Prosje k 2024 (Likert)	2024 (% max)	Indeks 2024
Proces rezervacije smještaja	2,9	58	80,56
Troškovi	2,8	56	87,50
Predviđanje potražnje	4	80	117,65
Reklamacije	2,7	54	90,00
Otkazivanje rezervacije	2,8	56	90,32
Vidljivost opskrbnog lanca	4,2	84	120,00
Gosti povratnici	3,9	78	118,18
Reaktivnost	4,1	82	120,59

Izvor: Autor

Tablica 2 i 3 prikazuju aritmetičke sredine Likertovih ocjena i njihove indeksne vrijednosti (2022 = 100), iz čega proizlazi da su u razdoblju 2022.–2024. smanjeni troškovi, broj reklamacija i broj otkaza rezervacija, dok su predviđanje *potražnje*, *vidljivost opskrbnog lanca*, *udio gostiju povratnika* i *reaktivnost hotela* zabilježili porast. Nakon prikaza prosječnih vrijednosti u tablici 2 i 3, tablica 4 dodatno prikazuje standardne devijacije za svaki pokazatelj i referentnu godinu, čime se osigurava uvid u raspršenost odgovora ispitanika oko aritmetičke sredine.

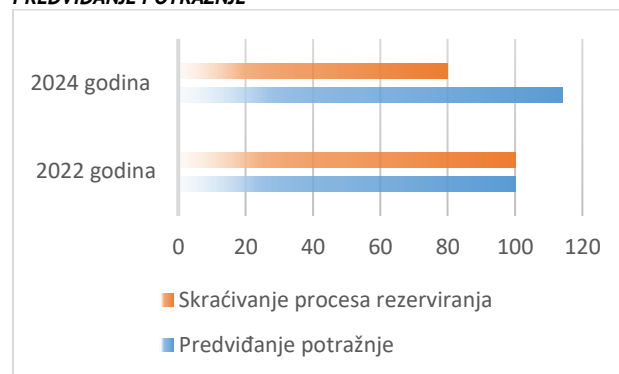
TABLICA 4: STANDARDNE DEVIJACIJE POKAZATELJA

Pokazatelj	Prosje ek 2022	SD 2022	Prosje k 2024	SD 2024
Proces rezervacije smještaja	3,6	0,7	2,9	0,8
Troškovi	3,2	0,8	2,8	0,9
Predviđanje potražnje	3,4	0,9	4	0,6
Reklamacije	3	1,1	2,7	0,9
Otkazivanje rezervacije	3,1	1	2,8	0,8
Vidljivost opskrbnog lanca	3,5	0,7	4,2	0,8
Gosti povratnici	3,3	1	3,9	1,1
Reaktivnost	3,4	0,8	4,1	0,6

Izvor: Autor

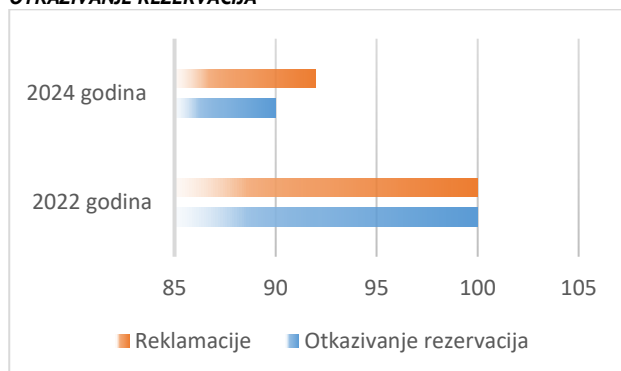
Uz aritmetičke sredine izračunate su i standardne devijacije, koje ukazuju na umjerenu razinu raspršenosti odgovora ispitanika oko prosječnih

vrijednosti; u većini dimenzija uočava se da porast prosječnih ocjena u 2024. prati i blago smanjenje standardne devijacije, što upućuje na veću homogenost pozitivnih stavova o učincima digitalizacije. U nastavku rada prezentirani su grafikoni koji vizualno prikazuju učinke digitalne transformacije na poslovne pokazatelje.

GRAFIKON 1. UČINAK DIGITALIZACIJE NA REZERVACIJE I PREDVIĐANJE POTRAŽNJE

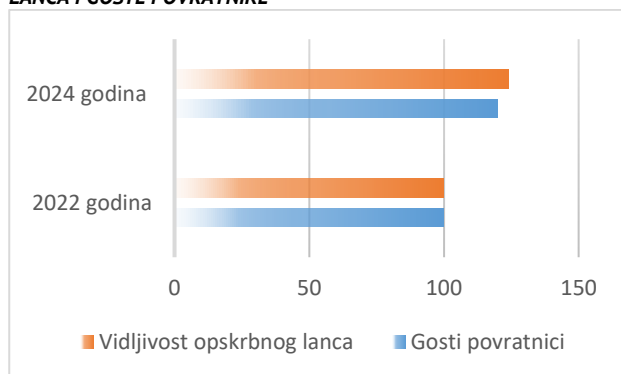
Izvor: Autor

Rezultati t-testa za zavisne uzorke pokazuju da je prosječna procjena skraćivanja vremena rezervacije u 2024. godini statistički značajno viša u odnosu na 2022., kao i da je poboljšanje u predviđanju potražnje statistički značajno, što potvrđuje da implementirana digitalna rješenja imaju mjerljiv pozitivan učinak na rezervacijske procese i planiranje potražnje. Pomak u predviđanju potražnje upućuje na uspješniju primjenu analitičkih i digitalnih alata za planiranje budućeg poslovanja, dok skraćivanje procesa rezerviranja smještaja sugerira da su implementirani alati ubrzali proces rezervacije smještaja što je rezultiralo skraćivanjem procesa. Provedene mjere digitalizacije najviše su doprinijele unapređenju strateškog planiranja kapaciteta, dok operativni aspekti skraćivanja poslovnih procesa ukazuju na poboljšanu efikasnost i efektivnost poslovnih subjekata.

GRAFIKON 2. UČINCI DIGITALIZACIJE NA REKLAMACIJE I OTKAZIVANJE REZERVACIJA

Izvor: Autor

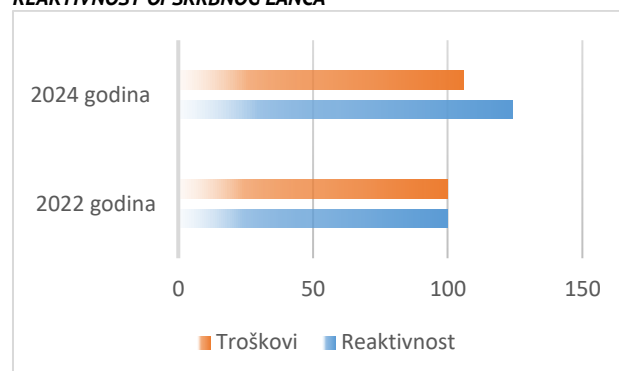
T-test za zavisne uzorke potvrđuje da je u promatranom razdoblju došlo do statistički značajnog smanjenja prosječnih ocjena za broj reklamacija i otkazivanja rezervacija, čime se uočeni pad od približno 10% reklamacija i oko 12% otkazivanja može smatrati i statistički potvrđenim učinkom digitalne transformacije na kvalitetu usluge i stabilnost rezervacijskog sustava. Ovi rezultati sugeriraju uspješnu implementaciju digitalnih rješenja i optimizaciju poslovanja, što je dovelo do većeg zadovoljstva gostiju i stabilnijeg rezervacijskog sustava. Rezultati naglašavaju važnost inovacija i digitalizacije za očuvanje konkurentnosti hotela, ali općenito i hotelske industrije te održivo upravljanje korisničkim iskustvom.

GRAFIKON 3. UČINCI DIGITALIZACIJE NA VIDLJIVOST OPSKRBNOG LANCA I GOSTE POVRATNIKE

Izvor: autor

Rezultati t-testa pokazuju da su razlike u procjenama vidljivosti opskrbnog lanca i udjela gostiju povratnika između 2022. i 2024. godine statistički značajne, što upućuje na to da digitalna rješenja doprinose većoj transparentnosti procesa i jačanju lojalnosti gostiju u hotelima jadranske regije. Ukupno, podaci potvrđuju pozitivan trend rasta

operativne transparentnosti i lojalnosti gostiju u navedenom periodu.

GRAFIKON 4. UČINCI DIGITALIZACIJE NA TROŠKOVE I REAKTIVNOST OPSKRBNOG LANCA

Izvor: Autor

T-test za zavisne uzorke pokazao je statistički značajno smanjenje prosječnih procjena troškova opskrbnog lanca te statistički značajan porast procjena reaktivnosti u 2024. u odnosu na 2022. godinu, čime se potvrđuje da digitalna transformacija rezultira učinkovitijim upravljanjem troškovima i bržom prilagodljivošću hotelskih poduzeća na tržišne promjene. Niži troškovi ukazuju na veću učinkovitost i bolje optimizirane procese, dok povećana reaktivnost upućuje na brži i prilagodljiviji odgovor poslovanja na promjene i potrebe tržišta. Ovi rezultati ukazuju na pozitivan utjecaj implementacije novih tehnologija i digitalizacije poslovanja unutar promatranog razdoblja.

4. Diskusija

Rezultati provedenog istraživanja potvrđuju da digitalizacija opskrbnog lanca u hotelima jadranske regije ima mjerljivo pozitivan utjecaj na operativnu učinkovitost, transparentnost i zadovoljstvo gostiju. Najveći napredak ostvaren je u segmentima predviđanja potražnje, vidljivosti opskrbnog lanca i povećanja broja gostiju povratnika, dok su troškovi i reklamacije gostiju značajno smanjeni kroz analizirani period. Reaktivnost hotelskih poduzeća također je znatno porasla, što upućuje na bolju sposobnost brze prilagodbe tržišnim promjenama i potrebama klijenata. Upotreba digitalnih platformi i analitičkih alata već je standardizirana, dok su IoT rješenja još uvijek u procesu šire implementacije. Pozitivni pomaci vidljivi su i u smanjenju reklamacija te otkazivanja rezervacija, što ukazuje na stabilniju uslugu i veću lojalnost gostiju. Sveukupno, rezultati t-testova za zavisne uzorke pokazuju da su razlike u percepcijama zaposlenika između 2022. i 2024. godine u većini promatranih pokazatelja statistički značajne, a ne samo deskriptivno uočljive.

4.1. Preporuke za znanstvenike

Na temelju provedenog istraživanja i prezentacije rezultata budućim istraživačima se preporučuje:

- provoditi longitudinalna empirijska istraživanja radi praćenja dugoročnih učinaka digitalizacije i identificiranja čimbenika otpornosti hotelskog lanca opskrbe,
- integrirati interdisciplinarna istraživanja, posebno kombinaciju kvalitativnih i kvantitativnih metoda za bolje razumijevanje procesa digitalne transformacije,
- dodatno razvijati modele za evaluaciju utjecaja digitalnih alata (IoT, umjetne inteligencije, *online* platformi) na troškove, operativnu izvrsnost, personalizaciju usluge i korisničko iskustvo i
- fokusirati se na male i srednje hotelske subjekte radi raščlambe ograničenja i mogućnosti digitalne integracije, prvenstveno zbog razlike u implementaciji između velikih i malih poduzeća.

4.2. Preporuke za praktičare

Rezultati provedenog istraživanja mogu koristiti i praktičarima (menadžerima hotela), stoga se njima preporučuje sljedeće:

- ulagati u edukaciju zaposlenika, osobito u rad s digitalnim platformama, AI analitikom i IoT rješenjima, s ciljem maksimizacije koristi od digitalizacije,
- provesti standardizaciju procesa kako bi se osigurala konzistentna primjena digitalnih rješenja kroz različite sektore lanca opskrbe,
- pojačati transparentnost i razmjenu informacija s vanjskim partnerima i dobavljačima, što je preduvjet za uspješnu digitalnu koordinaciju i
- fokusirati se na strateški razvoj poslovanja te na segmentaciju lojalnih gostiju uz praksu brzog odgovora kako bi se održala konkurentnost i pružila dodana vrijednost usluge.

4.3. Ograničenja istraživanja

Ovo istraživanje ima nekoliko ograničenja:

- veličina uzorka je relativno mala, što umanjuje statističku snagu i općenitost rezultata na cijelu regiju,
- prikupljeni podaci oslanjaju se na samo-procenu ispitanika, što može uvjetovati subjektivnost i pristranost odgovora,
- kvantitativni pristup indeksne skale ne pruža širu narativnu i kontekstualnu analizu promjena, pa bi veći udio otvorenih pitanja/dubinskih intervjua dodatno obogatilo interpretaciju rezultata,
- razina digitalizacije može se značajno razlikovati ovisno o veličini objekta,

dostupnosti IT podrške i razini menadžerske vizije i

- nedostatak longitudinalnih podataka onemogućuje procjenu dugoročnih utjecaja digitalne transformacije na poslovne performanse.

Buduća istraživanja trebala bi stoga kombinirati veće uzorke, širi regionalni obuhvat i integrirati višegodišnje praćenje s ciljem preciznijeg vrednovanja utjecaja digitalizacije na hotelske opskrbe lance.

5. Zaključak

Istraživanje je pokazalo da digitalizacija opskrbenih lanaca u hotelskoj industriji jadranske regije donosi značajne prednosti kroz povećanje operativne učinkovitosti, transparentnosti i kvalitete korisničkog iskustva. Najveći napredak ostvaruje se u segmentima predviđanja potražnje, vidljivosti procesa i jačanju lojalnosti gostiju povratnika, dok su operativni troškovi i broj reklamacija smanjeni. Reaktivnost hotelskih poduzeća i sposobnost brze prilagodbe tržišnim promjenama vidno su porasle u 2024. godini. Unatoč tim pozitivnim trendovima, implementacija digitalnih tehnologija još uvijek nailazi na izazove u velikim hotelima zbog ograničenih resursa, nedostatka stručnosti i fragmentacije procesa. Minorna primjena IoT-a također ukazuje na prostor za daljnje unaprjeđenje digitalne infrastrukture. Da bi sektor u potpunosti iskoristio potencijal digitalizacije, nužna je kontinuirana edukacija zaposlenika, standardizacija procesa i razvoj partnerstava za razmjenu stručnih znanja te pristup inovativnim rješenjima. Napredak digitalne transformacije opskrbenih lanaca ključan je za dugoročnu održivost i konkurentnost hotelske industrije u uvjetima sve većih tržišnih zahtjeva i promjenjivih navika gostiju

Literatura

- [1] Abou Kamar, M. (2021). Transforming hotel supply chain using intelligent decision support system: Prospects and challenges. *Journal of the Association of Arab Universities for Tourism and Hospitality*, 20(3), 97-114. <https://doi.org/10.21608/JAAUTH.2021.63136.1136>
- [2] Alhammadi, Y. (2025) 'The Integration of Industry 4.0 Technologies in the Hospitality Sector', *International Journal of Technology and Systems*. doi: 10.47604/ijts.3478.
- [3] Al-Hyari, K. i sur., (2023) 'The impact of artificial intelligence (AI) on guest satisfaction in hotel management: An empirical study of luxury hotels', *Geojournal of Tourism and Geosites*, 48(2spl), pp. 1081-1090. doi: 10.30892/gtg.482spl15-1081.
- [4] Anwar, M. i sur., (2024) 'Digital Transformation in the Hospitality Industry: Improving Efficiency and Guest Experience', *International Journal of Management Science*

- and Information Technology, 4(2). doi: 10.35870/ijmsit.v4i2.3201.
- [5] Applegate, Lynda M., i sur.. (2008) Hilton Hotels: Brand Differentiation through Customer Relationship Management." Harvard Business School Case 809-029.
- [6] Bai, H., i Ran, W. (2022). Analysis of the vulnerability and resilience of the tourism supply chain under the uncertain environment of COVID-19: Case study based on Lijiang. Sustainability, 14(5), 2571. <https://doi.org/10.3390/su14052571>
- [7] Boukherouk, M., Ed-dali, R., Dbibirha, Y. (2020). Sharing Tourism and Its Impact on Hospitality Management in Essaouira: Analysis of the Evolution of Booking.com and Airbnb. In: Katsoni, V., Spyriadis, T. (eds) Cultural and Tourism Innovation in the Digital Era. Springer Proceedings in Business and Economics. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-36342-0_12
- [8] Buhalis, D. i sur. (2022) 'Smart hospitality: from smart cities and smart tourism towards agile business ecosystems in networked destinations', International Journal of Contemporary Hospitality Management, 34(11), pp. 4037-4073. doi: 10.1108/ijchm-04-2022-0497.
- [9] Chen, W. i sur., (2022) 'Overviews of Internet of Things Applications in China's Hospitality Industry', Processes, 10(7), 1256. doi: 10.3390/pr10071256.
- [10] Font, X., Tapper, R., Schwartz, K., i Kornilaki, M. (2008). Sustainable supply chain management in tourism. Business Strategy and the Environment, 17(4), 260-271. <https://doi.org/10.1002/BSE.527>
- [11] Gruchmann, T., Topp, M., & Seeler, S. (2022). Sustainable supply chain management in tourism: A systematic literature review. Supply Chain Forum: An International Journal, 23(4). <https://doi.org/10.1080/16258312.2022.2085504>
- [12] Harčević, D. (2025) Digitalizacija računovodstva u hoteljerstvu – Protel PMS Software case study, Završni rad, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Zabok
- [13] Klimova, T. B., i sur., (2020). Digital supply chain management in the tourism and hospitality industry: Trends and prospects. International Journal of Supply Chain Management, 9(3), 763-769.
- [14] Maier, M.A., i sur., (2015): Innovation in supply chains – solving the agency dilemma in supply networks by using industry 4.0 technologies. International Journal of Communication Networks and Distributed Systems, Vol. 15, No. 2-3.p. 235-247.
- [15] Nguyen, L. Q., Khanh, G. H. N., i Hång, T. T. M. (2025). Research overview of supply chain management of tourism enterprises. Rochester, Social Science Research Network.
- [16] Pereira, A., i sur., (2018): How connectivity and search for producers impact production in Industry 4.0 networks. Brazilian Journal of Operations i Production Management, Vol. 15, No. 4,
- [17] Rajak, A. (2024). Primjena umjetne inteligencije u optimizaciji procesa u hotelijerstvu. Doktorski rad. Fakultet za turizam i menadžment, Opatija.
- [18] Sawon, M. M. H., Hossain, M. A., i Talukder, M. B. (2025). Revolutionizing hospitality through smart logistics. In Advances in Hospitality, Tourism, and the Services Industry (pp. 73-95). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-2145-5.ch004>
- [19] Sheng, C. (2024). Collaborative models in the smart tourism supply chain: Analysis and implications. Advances in Economics, Management and Political Sciences, 86, 238-244. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/86/20240997>
- [20] Song, H. (2014). Tourism supply chain management. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203804391>
- [21] Susilo, D. i sur., (2023) 'Digital marketing communication sustainable hotel practice of accor group in social media', International Journal of Economic, Business, Accounting, Agriculture Management and Sharia Administration, 3(3), pp. 910-920. doi: 10.54443/ijeabas.v3i3.910.
- [22] Tadić, S., Zecevic, S., i Krstić, M. (2012). Logistics and supply chain management in tourism: Present state and limitations. Tehnika, 67(6), 1073-1082.
- [23] Valsamidis, S., Maditinios, D. I., i Mandilas, A. (2019). Innovative Business Models in Tourism Industry. 279–290. <https://doi.org/10.4995/INN2019.2019.10146>
- [24] Xu, L., i Deng, Y. (2014). Sustainable development-oriented supply chain management for tourism e-commerce. In Information and Business Intelligence (pp. 722-729). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40081-0_77



Utjecaj digitalizacije poslovnih procesa na kontrolu troškova i učinkovitost građevinskih projekata – studija slučajeva

The Impact of Business Process Digitalization on Cost Control and the Efficiency of Construction Projects – A Multiple Case Study

Petra Musić¹

¹Veleučilište u Virovitici, Matije Gupca 78, Virovitica, Hrvatska, petra.libric@vuv.hr

Sažetak

Mnoge male i srednje građevinske tvrtke i dalje vode poslovanje putem Excel tablica, osobito kada je riječ o praćenju radnih sati, troškova i budžeta po gradilištima. Takav način rada često otežava pregled poslovanja, smanjuje točnost podataka i usporava donošenje odluka.

Cilj rada je ispitati kako uvođenje integriranog digitalnog sustava za upravljanje uredskim poslovanjem i gradilištima utječe na kontrolu troškova i učinkovitost poslovnih procesa. Istraživanje se temelji na studiji slučaja poduzeća koja su prešla s vođenja poslovanja u Excel tablicama na centralizirani softverski sustav. U radu se uspoređuju odabrani pokazatelji prije i nakon implementacije sustava, s posebnim naglaskom na praćenje budžeta, evidenciju radnih sati i dostupnost podataka.

Ključne riječi

digitalizacija, građevinska poduzeća, integrirani softverski sustav, kontrola troškova, poslovni procesi, učinkovitost

Abstract

Many small and medium-sized construction companies still manage their operations using Excel spreadsheets, particularly when it comes to tracking working hours, costs, and budgets across construction sites. Such a way of working often makes business oversight more difficult, reduces data accuracy, and slows down decision-making processes.

The aim of this paper is to examine how the implementation of an integrated digital system for office and construction site management affects cost control and the efficiency of business processes. The research is based on a case study of companies that transitioned from managing their operations in Excel spreadsheets to a centralized software system. The paper compares selected indicators before and after the system implementation, with a particular focus on budget monitoring, working hours tracking, and data availability.

Keywords

digitalization, construction companies, integrated software system, cost control, business processes, efficiency

Uvod

Posljednje desetljeće obilježeno je sve intenzivnijom digitalizacijom poslovnih procesa. S obzirom na to da omogućuje bržu obradu podataka, veću transparentnost poslovanja i učinkovitiju raspodjelu resursa, digitalizacija postaje jedan od ključnih čimbenika konkurentnosti na tržištu. Ipak, unatoč sve široj primjeni tehnologije u mnogim sektorima, građevinski sektor i dalje se ubraja među najmanje digitalizirane, uz relativno sporo prihvaćanje novih tehnologija.

U praksi, velik broj malih i srednjih građevinskih poduzeća i dalje koristi jednostavne alate poput Excel tablica za praćenje radnih sati, troškova i budžeta po projektima. Takav način vođenja poslovanja često rezultira nepreglednošću podataka, povećanom mogućnošću pogrešaka te otežanim donošenjem pravovremenih poslovnih odluka. Kao odgovor na navedene izazove nameće se implementacija integriranih digitalnih sustava za upravljanje poslovanjem i gradilištima, koji omogućuju centralizirano upravljanje podacima i bolju kontrolu poslovnih procesa.

Cilj ovog rada je ispitati utjecaj digitalizacije poslovnih procesa na kontrolu troškova i učinkovitost građevinskih projekata. Istraživanje se temelji na studiji slučaja i anketnom istraživanju provedenom među poduzećima koja su implementirala digitalne sustave u svoje poslovanje. Poseban naglasak stavljen je na usporedbu poslovanja prije i nakon digitalizacije, s ciljem utvrđivanja ključnih koristi i izazova takve transformacije.

1. Teorijski okvir digitalizacije poslovanja

Sve brži razvoj informacijskih tehnologija omogućio je brojnim poduzećima modernizaciju poslovanja, osobito u kontekstu učinkovitijeg korištenja resursa nužnih za svakodnevno funkcioniranje. Digitalizacija tako doprinosi boljoj raspodjeli vremena, novca, energije i drugih ključnih resursa, čime se povećava ukupna učinkovitost poslovnih procesa. Upravo iz tog razloga sve se više poduzeća uključuje u trend tzv. „poslovanja bez papira“, odnosno prelaska s tradicionalnih na digitalne oblike upravljanja dokumentima i

informacijama. Prema Hrvatskoj enciklopediji, digitalizacija u najširem smislu označava prevođenje analognoga signala u digitalni oblik, a u užem smislu pretvorbu teksta, slike, zvuka ili drugoga sadržaja u digitalni oblik, u pravilu binarni kôd zapisan kao računalna datoteka koju računalni sustavi mogu obrađivati, pohranjivati i prenositi.¹

Radi nedvosmislenog tumačenja, u nastavku se razgraničuju temeljni pojmovi koji se u radu koriste. U literaturi se razlikuju tri uzastopne razine primjene digitalne tehnologije u poslovanju (Verhoef i sur., 2021; Gobble, 2018). Digitizacija (engl. *digitization*) označava puko prevođenje analognih sadržaja u digitalni zapis, primjerice skeniranje papirnato dokumenta u PDF ili upis podataka s papirnato obrasca u Excel tablicu. Digitalizacija (engl. *digitalization*) podrazumijeva korištenje digitalnih podataka i tehnologija za promjenu i unaprjeđenje samih poslovnih procesa, a ne tek pojedinačnih dokumenata; primjer je povezivanje evidencije radnih sati, troškova i nabave u jedinstveni informacijski tok koji omogućuje uvid u stvarnom vremenu.² Digitalna transformacija najširi je pojam te označava sveobuhvatnu stratešku, organizacijsku i kulturološku promjenu poduzeća koja nastaje kao posljedica primjene digitalnih tehnologija, uključujući promjenu poslovnog modela, načina rada i vrijednosti koja se isporučuje korisnicima (Verhoef i sur., 2021). Konačno, pojam informatizacija, koji se u praksi često poistovjećuje s digitalizacijom, odnosi se uže na uvođenje i primjenu informacijske tehnologije i softvera u poslovanje, no sam po sebi ne podrazumijeva preoblikovanje poslovnih procesa koje je u središtu digitalizacije.

Iz navedenoga proizlazi da Excel tablica jest digitalni dokument i rezultat digitizacije, ali njezino korištenje samo po sebi ne predstavlja digitalizaciju poslovanja. Ključna razlika nije u tome je li zapis analogan ili digitalan, već u tome jesu li poslovni procesi povezani, automatizirani i utemeljeni na zajedničkoj bazi podataka. Upravo zato se u ovom radu pod digitalizacijom poslovnih procesa razumijeva prijelaz s nepovezanih, ručno vođenih digitalnih i papirnatih evidencija (poput zasebnih Excel datoteka po gradilištima) na integrirani softverski sustav – programsko rješenje koje različite poslovne funkcije (evidenciju radnih sati, troškove, nabavu, skladište i upravljanje projektima) objedinjuje na zajedničkoj bazi podataka, čime se isti

¹ Digitalizacija. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013.–2026. Pristupljeno 8. 6. 2026.

² BIM predstavlja skup tehnologija, postupaka i pravila (metoda) koji omogućuje da više sudionika surađuje u projektiranju,

građenju i upravljanju građevinom u virtualnom prostoru. (Izvor: <https://bim-hrvatska.hr/bim-building-information-modeling/>)

podatak unosi jednom i postaje dostupan svim ovlaštenim sudionicima u stvarnom vremenu. Pojam „integrirani“ ovdje upućuje na povezanost modula i jedinstvenost podatkovne osnove, za razliku od skupa međusobno nepovezanih alata.³

S obzirom na sve češću primjenu digitalnih rješenja u suvremenom poslovanju, može se zaključiti kako digitalizacija više nije pitanje izbora, već nužnost za opstanak i konkurentnost na tržištu. Međutim, sama implementacija digitalnih alata nije dovoljna za postizanje željenih rezultata. Ključan čimbenik uspješne digitalne transformacije jest prilagodba organizacije, što uključuje edukaciju zaposlenika, promjenu poslovnih navika te prihvaćanje novih načina rada.

Upravo nedostatak sustavnog pristupa digitalizaciji i nedovoljna educiranost zaposlenika često predstavljaju glavne prepreke u njezinoj uspješnoj provedbi, osobito u tradicionalnijim sektorima poput građevinarstva. Stoga je, uz tehnološka ulaganja, nužno osigurati i organizacijsku spremnost kako bi se u potpunosti iskoristile prednosti koje digitalizacija donosi.

1.1. Stanje digitalizacije u građevinskom sektoru

Unatoč sve većoj primjeni digitalnih tehnologija u poslovanju, u određenim tradicionalnim zanimanjima, razina digitalizacije relativno je niska. U ovu skupinu spada građevinski sektor koji je u zaostatku s digitalizacijom u odnosu na ostale industrije. „Građevinski sektor ubraja se među najmanje digitalizirane industrije“ (Prebanić i Vukomanović, 2021:1). Razlog ovog sporog prelaska u e-poslovanje leži u tradicionalnom načinu rada, složenosti projekata i velikom broju dionika koji često usporavaju prihvaćanje novih tehnologija i usporavaju proces digitalizacije. „Organizacijski čimbenici i zastarjeli poslovni procesi predstavljaju glavne prepreke digitalizaciji u građevinskim poduzećima.“ (Prebanić i Vukomanović, 2021:10).

Jedan od ključnih razloga sporije digitalizacije jest oslanjanje na zastarjele metode upravljanja projektima, poput korištenja Excel tablica i papirnate dokumentacije, što otežava razmjenu informacija i smanjuje učinkovitost poslovnih procesa. Nedostatak ovog načina rada je definitivno manjak pravovremeno danih informacija koji rezultira manje

kvalitetnom kontrolom troškova, probijanjem zadanih rokova te lošom kvalitetom donošenja odluka.

Ipak, u posljednjih nekoliko godina primjećuje se rast primjene digitalnih tehnologija u građevinarstvu te sve veći broj poduzeća primjećuje benefite digitalizacije. Tehnologije poput integriranih softverskih sustava, BIM-a (Building Information Modeling)⁴ te različitih specijaliziranih web-aplikacija za upravljanje građevinskim projektima, poput rješenja PlanRadar, Procore i Autodesk Construction Cloud, omogućuju centralizirano upravljanje podacima i pristup informacijama u stvarnom vremenu. Takve aplikacije, dostupne i putem mobilnih uređaja, povezuju ured i gradilište te objedinjuju nacрте, zadatke, troškove i dokumentaciju na jednom mjestu (PlanRadar, 2023; CAD/CAM Group, 2024).

Unatoč navedenim pomacima, razina digitalne zrelosti građevinskog sektora i dalje je relativno niska, osobito kod malih i srednjih poduzeća. Glavni izazovi uključuju visoke početne troškove implementacije, nedostatak stručnog znanja, otpor zaposlenika prema promjenama te nedovoljnu informiranost o prednostima digitalnih rješenja. Prema Prebaniću i Vukomanoviću (2021), unatoč rastućem značaju digitalnih tehnologija, njihova primjena u upravljanju dionicima i poslovnim procesima ostaje ograničena, ponajviše zbog nedostatne integracije informacijskih sustava. U tom kontekstu, ističe se potreba za sveobuhvatnom digitalnom transformacijom i reorganizacijom poslovnih procesa kako bi se omogućila učinkovitija primjena digitalnih rješenja.

1.2. Digitalni sustavi koji zamjenjuju excel evidencije

Postoji nekoliko opcija koje građevinske tvrtke odabiru kod prelaska na digitalni softver, a jedna od njih je BIM sustav.

BIM sustavi u potpunosti mijenjaju Excel jer povezuju 3D nacрте s količinama, vremenom i troškovima pa tako stvaraju jedinstvenu bazu podataka za cijeli projekt. Prednost pri ovakvom načinu rada je to što se pri promjeni jednog detalja u nacrtu automatski ažuriraju troškovnik, plan

³Izvor: Verhoef, P. C. i sur. (2021): Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901.

⁴Gobble, M. M. (2018): Digitalization, Digitization, and Innovation. *Research-Technology Management*, 61(4), 56–59. Autorica razlikuje digitizaciju kao pretvorbu analognoga zapisa u digitalni od digitalizacije kao korištenja digitalnih tehnologija za promjenu poslovnih procesa.

nabave i vremenski raspored.⁵ Ova funkcionalnost velik je napredak u odnosu na Excel tablice koje zahtijevaju sate ručnog rada za isti rezultat te nose puno veći rizik od pogreške.

Osim BIM-a, kao zamjena Excel evidencijama u građevinskim poduzećima sve se češće koriste i integrirani softverski sustavi za upravljanje poslovanjem i gradilištima (primjerice PlanRadar, Procore ili Autodesk Construction Cloud). Za razliku od BIM-a, koji je primarno usmjeren na projektantsku i tehničku dimenziju građevine (3D model povezan s količinama, vremenom i troškovima), ovakvi sustavi pokrivaju operativnu i administrativnu stranu poslovanja te u jedinstvenoj bazi podataka objedinjuju evidenciju radnih sati, praćenje troškova i budžeta po gradilištima, nabavu i stanje materijala, upravljanje dokumentacijom te izvještavanje. Time se postiže da se podatak unese samo jednom i odmah postane dostupan svim ovlaštenim sudionicima, za razliku od niza zasebnih Excel datoteka koje se ručno popunjavaju i razmjenjuju te se međusobno ne ažuriraju. U nastavku se prikazuje usporedba vođenja poslovanja u Excel tablicama i u integriranom (uključujući BIM) sustavu prema ključnim obilježjima poslovnih procesa.

TABLICA 1. USPOREDBA EXCEL EVIDENCIJA I INTEGRIRANOG SOFTVERSKOG SUSTAVA

Obilježje	Excel evidencije	Integrirani softverski sustav (uklj. BIM)
Pohrana podataka	Razdvojene datoteke na pojedinačnim računalima, bez jedinstvene baze	Jedinstvena, centralizirana baza podataka u oblaku
Ažuriranje podataka	Ručno, uz opasnost od više neusklađenih verzija iste tablice	Automatsko i istovremeno za sve korisnike; promjena jednog podatka ažurira povezane stavke
Dostupnost informacija	Ograničena; često nužno traženje „po registratorima“ i upiti drugim osobama	U stvarnom vremenu, dostupna s gradilišta i iz ureda putem mobilnih uređaja
Kontrola troškova	Naknadna i otežana;	Kontinuirana; praćenje budžeta

⁵ Primjeri takvih rješenja na tržištu jesu PlanRadar, Procore i Autodesk Construction Cloud, koji povezuju ured i gradilište te

	odstupanja se uočavaju sa zakašnjenjem	po gradilištima i pravovremeno reagiranje na odstupanja
Mogućnost pogreške	Visoka zbog ručnog unosa i kopiranja formula	Smanjena automatizacijom izračuna i kontrolom unosa
Početni trošak i uvođenje	Nizak; alat je široko dostupan i poznat	Viši; zahtijeva licence, konfiguraciju i edukaciju zaposlenika

Izvor: izrada autora prema PlanRadar (2023), CAD/CAM Group (2024) i rezultatima provedenog istraživanja

Iz usporedbe je vidljivo na koji način integrirani sustav doprinosi digitalizaciji poslovanja: za razliku od Excela, koji ostaje na razini pojedinačnih digitalnih dokumenata, sustav povezuje poslovne procese u jedinstvenu cjelinu i podatke čini dostupnima u stvarnom vremenu. Glavne prednosti takvog rješenja u odnosu na Excel jesu centralizacija i jedinstvenost podataka, automatsko ažuriranje povezanih stavki, smanjenje mogućnosti pogreške, bolja preglednost i kontrola troškova te dostupnost informacija neovisno o lokaciji. S druge strane, postoje i određene mane odnosno ograničenja: viši početni trošak nabave i licenciranja, potreba za konfiguracijom sustava i prilagodbom postojećih procesa, ovisnost o internetskoj vezi i pružatelju usluge u oblaku te početni otpor i nužnost edukacije zaposlenika. Excel, nasuprot tome, ostaje jednostavan, jeftin i fleksibilan alat pogodan za manje opsege podataka i jednokratne izračune, no upravo zbog nepovezanosti i ručnog održavanja postaje neprikladan za sustavno upravljanje poslovanjem rastućeg poduzeća. Stoga izbor između zadržavanja Excel evidencija i uvođenja integriranog sustava nije pitanje „digitalno ili analogno“, nego pitanje razine povezanosti i automatizacije poslovnih procesa koju poduzeće želi postići.

2. Metodologija rada

U cilju detaljne analize utjecaja digitalizacije na poslovne procese u građevinskim poduzećima, u ovom radu primijenjena je metoda studije slučaja. Istraživanje je usmjereno na poduzeća iz građevinskog sektora koja su u određenom razdoblju

objedinjuju nacрте, troškove i dokumentaciju u zajedničkoj bazi podataka.

prešla s tradicionalnog načina vođenja poslovanja, temeljenog na Excel tablicama i sličnim alatima, na korištenje integriranog digitalnog sustava za upravljanje poslovanjem i gradilištima. U istraživanju su sudjelovale četiri građevinske tvrtke koje su u posljednjih godinu dana implementirale digitalni sustav za praćenje poslovanja, veličine od 50 do 250 zaposlenika.

Analiza obuhvaća usporedbu poslovnih procesa prije i nakon implementacije digitalnog sustava, pri čemu se nastoji prikazati i realna slika izazova i promjena s kojima su se poduzeća susrela tijekom same implementacije. Cilj istraživanja je utvrditi doprinos digitalizacije poboljšanju učinkovitosti poslovanja i kontroli troškova u projektnom okruženju, kao i ispitati stavove korisnika o procesu digitalne transformacije.

Podaci korišteni u istraživanju temelje se na internim informacijama poduzeća, kao i na opažanjima i iskustvu stečenom kroz rad s korisnicima digitalnog sustava. Dodatno, provedeno je anketno istraživanje među poduzećima koja su implementirala digitalna rješenja, kako bi se prikupili stavovi korisnika o učincima digitalizacije na njihovo poslovanje.

Anketom su obuhvaćena četiri građevinska poduzeća, a u svakom je poduzeću upitnik ispunila po jedna ključna osoba uključena u operativno vođenje poslovanja – voditelj gradilišta odnosno voditelj projekta (engl. *project manager*). Ukupan uzorak činila su, dakle, četiri ispitanika, po jedan iz svakog poduzeća, čime je pokriveno cjelokupno promatrano područje od četiri tvrtke koje su prešle s Excel evidencija na integrirani digitalni sustav. Anketni upitnik bio je strukturiran te je kombinirao pitanja zatvorenog tipa (s ponuđenim odgovorima i mogućnošću višestrukog odabira) i pitanja s ocjenskom ljestvicom od 1 do 5, pri čemu ocjena 1 označava „uopće se ne slažem“, a ocjena 5 „u potpunosti se slažem“. Pitanja su bila grupirana u tri tematske cjeline:

- stanje prije digitalizacije – na koji se način vodilo poslovanje (Excel tablice, papirnata dokumentacija ili kombinacija) te koji su bili najveći problemi takvog načina rada (nepreglednost podataka, otežano praćenje troškova, spor protok informacija, otežano upravljanje udaljenim gradilištima i dr.);
- proces i učinci digitalizacije – koji su poslovni procesi digitalizirani (evidencija radnih sati, praćenje troškova, upravljanje gradilištima/projektima, upravljanje budžetom, upravljanje skladištem) te ocjena slaganja s tvrdnjama o poboljšanju pregleda

nad troškovima, smanjenju pogrešaka pri donošenju odluka, praćenju radnih sati, brzini donošenja odluka, dostupnosti podataka u stvarnom vremenu i ukupnoj učinkovitosti poslovanja;

- izazovi implementacije i isplativost – najveći izazovi pri uvođenju sustava (otpor zaposlenika, trošak implementacije, tehnički problemi, edukacija), trajanje implementacije te procjena dugoročne isplativosti uvođenja sustava.

Uz strukturirani upitnik, s istim su ispitanicima – voditeljima gradilišta i voditeljima projekata, a dodatno i s pojedinim direktorima i voditeljima računovodstva – provedeni i polustrukturirani razgovori (slobodna konverzacija) radi prikupljanja kvalitativnih uvida koje zatvorena pitanja ne obuhvaćaju. U razgovorima su postavljana otvorena pitanja, među kojima: kako doživljavaju promjenu poslovanja nakon uvođenja digitalnog softvera; koja su poboljšanja u svakodnevnom radu najizraženija; s kojim su se poteškoćama i otporom susreli tijekom implementacije i kako su ih prevladali; na koji je način digitalizacija utjecala na kontrolu troškova i praćenje budžeta; te bi li uvođenje sustava preporučili drugim poduzećima i smatraju li ga dugoročno isplativim. Na taj su način prikupljeni odgovori bili kvantitativne naravi (udjeli odgovora i prosječne ocjene iz upitnika) i kvalitativne naravi (iskustva i zapažanja iznesena u razgovorima), što je omogućilo njihovo međusobno povezivanje pri analizi rezultata.

Kombinacijom kvalitativnog pristupa (studija slučaja) i kvantitativnih podataka prikupljenih anketom omogućena je sveobuhvatnija analiza promatranog problema te donošenje relevantnih zaključaka o utjecaju digitalizacije na poslovanje građevinskih poduzeća.

3. Rezultati istraživanja i analiza rezultata

U ovom poglavlju prikazani su rezultati provedenog istraživanja te njihova analiza s ciljem utvrđivanja utjecaja digitalizacije na poslovne procese u građevinskim poduzećima. Rezultati se temelje na studiji slučaja i anketnom istraživanju provedenom među poduzećima koja su implementirala digitalne sustave u svoje poslovanje.

Analiza obuhvaća usporedbu stanja prije i nakon digitalizacije, s posebnim naglaskom na promjene u kontroli troškova, organizaciji poslovnih procesa i dostupnosti informacija. Također, razmatraju se izazovi s kojima su se poduzeća susrela tijekom

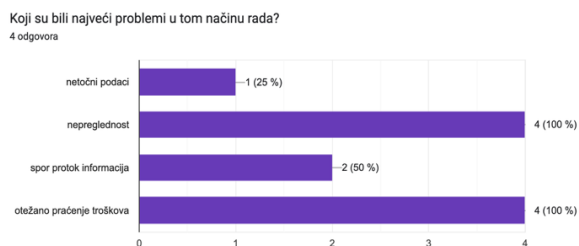
implementacije digitalnih rješenja, kao i percepcija korisnika o njihovoj učinkovitosti.

3.1. Stanje prije digitalizacije

Nikmehr, B., Hosseini, M. R., Martek, I., Zavadskas, E. K. i Arashpour, M. (2021) ističu da je nedostatak digitalnih alata u upravljanju projektima povezan s nižom razinom učinkovitosti i slabijom kontrolom resursa, što su potvrdili i rezultati provedenog istraživanja. Pitanja koja su se odnosila na stanje prije digitalizacije bila su usmjerena na način vođenja poslovanja te na identifikaciju ključnih problema koje je takav način rada uzrokovao.

Iz dobivenih rezultata ankete, jasno je vidljivo da su sve tvrtke koje su sudjelovale u istraživanju svoje poslovanje vodile putem Excel tablica i papirnatih dokumentacije ili kombinacijom toga.

GRAF 1. PROBLEMI U NAČINU RADA „NA PAPIRU“



Izvor: Anketno istraživanje „Digitalizacija poslovanja u građevinskim poduzećima“, Autor: Petra Musić

Na pitanje koji su bili najveći problem u navedenom načinu rada, 100% ispitanika odgovorilo je da su to prvenstveno bili nepreglednost nad informacijama te otežano praćenje troškova. Od ostalih komponenata problema s kojima su se susreli, ispitanici navode nepreglednost podataka (‘kopanje po registratorima’), nemogućnost dobrog praćenja stanja materijala te otežano upravljanje na udaljenim gradilištima.

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da je najveći nedostatak takvog poslovanja ograničena dostupnost informacija, a posljedično tome i otežana razmjena informacija te povećana mogućnost pogrešaka prilikom unosa i obrade podataka. Na temelju navedenih rezultata može se zaključiti da je takav način rada često dovodio do slabije kontrole troškova, odstupanja od planiranih budžeta te smanjene ukupne učinkovitosti poslovnih procesa.

3.2. Proces digitalizacije

Građevinske tvrtke koje su sudjelovale u istraživanju u potpunosti su implementirale sustav

za digitalno praćenje poslovanja te navode da im je bilo potrebno najmanje tri, a najviše preko šest mjeseci za cjelokupnu implementaciju istog. U taj period uključuje se i edukacija zaposlenika koju je svaka od ispitanih tvrtki bila u nužnosti provesti kako bi se što više smanjio otpor i povećala učinkovitost korištenja sustava.

GRAF 2. DIGITALIZIRANI PROCESI NAKON IMPLEMENTACIJE INTEGRIRANOG DIGITALNOG SUSTAVA ZA PRAĆENJE POSLOVANJA



Izvor: Anketno istraživanje „Digitalizacija poslovanja u građevinskim poduzećima“, Autor: Petra Musić

Od digitaliziranih procesa, ispitanici najviše spominju evidenciju radnih sati, praćenje troškova te upravljanje nad gradilištima/projektima. Iz danih odgovora može se naslutiti da su upravo ti procesi stvarali najveći problem prije digitalizacije.

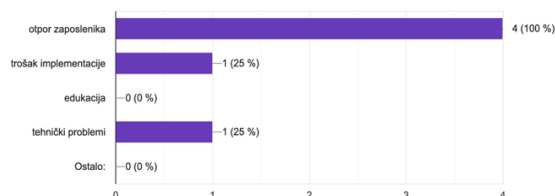
U narednom setu pitanja u kojem su ispitanici sa ocjenom od 1 do 5, pri čemu jedinica označava ‘nikako se ne slažem’, a petica ‘u potpunosti se slažem’, trebali ocijeniti poslovne procese nakon digitalizacije sustava. Svi ispitanici su s ocjenama 4 i 5 ocijenili sljedeće poslovne procese:

- Poboljšanje pregleda nad troškovima
- Smanjenje pogrešaka pri donošenju poslovnih odluka
- Poboljšanje u praćenju radnih sati
- Brže donošenje odluka
- Dostupnost podataka u stvarnom vremenu
- Poboljšanje sveukupne učinkovitosti poslovanja

Također, uz navedeno, 100% ispitanika označilo je kako je implementacija digitalnog sustava značajno utjecala na poboljšanje u kontroli budžeta te implementaciju smatraju dugoročno isplativom.

GRAF 3. NAJVEĆI IZAZOVI PRILIKOM IMPLEMENTACIJE DIGITALNOG SUSTAVA ZA PRAĆENJE POSLOVANJA

Koji su bili najveći izazovi pri uvođenju sustava?
4 odgovora



Izvor: Anketno istraživanje „Digitalizacija poslovanja u građevinskim poduzećima“, Autor: Petra Musić

Kao najveći izazov prilikom implementacije digitalnog sustava za praćenje poslovanja, ispitanici prvenstveno ističu otpor zaposlenika, a tek manjim dijelom trošak implementacije i tehničke probleme. Ipak, nastavno na problem otpora zaposlenika, ispitanici se slažu da je on samo prvotan.

SLIKA 1. REAKCIJA ZAPOSLENIKA NA DIGITALIZIRANO POSLOVANJE

Kako biste opisali snalaženje zaposlenika u procesu digitalizacije?
3 odgovora

U POČETKU VELIKI OTPOR I NESNALAŽANJE, SADA S ODMAKOM NAPOKON PRIHVAĆAJU PROMJENE I SHVAĆAJU I ONI BENEFITE

Isprva ne najbolje prihvaćanje, nakon edukacije puno bolje

Prvotni otpor

Izvor: Anketno istraživanje „Digitalizacija poslovanja u građevinskim poduzećima“, Autor: Petra Musić

Daljnjom komunikacijom s nekim od vodećih osoba ispitanih poduzeća, izvodi se da do navedenog otpora dolazi iz razloga slabije digitalne edukacije i ulaska u nepoznat teren te straha od pogreške. Radnici su bili uvjereni kako će ovakvom digitalizacijom biti podvrgnuti većoj i strožjoj kontroli te da će se svaka greška vidjeti i strože kažnjavati. U stvarnosti, sustav nije implementiran zbog strože kontrole, već zbog bolje preglednosti i realnijih i bržih podataka za poslodavca. Nadalje, greške su svedene na minimum zbog dostupnosti podataka u realnom vremenu te mogućnosti ispravka istih prije nego pogreška postane prevelika. Iz ovih razloga se i navodi da je otpor zaposlenika tek prvotan jer daljnjim korištenjem sustava ipak uviđaju benefite takvog načina poslovanja.

Iz dobivenih podataka vezanih uz proces digitalizacije poslovanja, može se zaključiti da je spomenuti proces dugoročno gledano vrlo povoljan za daljnje poslovanje. Pri tome treba uzeti u obzir da je implementacija sustava također duži proces koji traje više mjeseci te je uz nju potrebno provesti i

edukaciju radnika vezanu uz korištenje sustava. Ipak, nakon perioda integracije sustava u poslovanje, poduzeća ističu kako bi preporučila digitalizaciju drugima te da smatraju da je trošak implementacije dugoročno opravdan.

3.3. Različita gledišta o digitalizaciji poslovnih procesa

Uvid u stanje u poduzećima nakon provedene digitalizacije, kao i percepcija njezinih učinaka, ispitan je kroz razgovore s više osoba na ključnim pozicijama, uključujući voditelje gradilišta, voditelje računovodstva i direktore poduzeća. Svi sudionici istraživanja, koji su za potrebe ovog rada željeli ostati anonimni, pružili su vrijedne uvide iz različitih perspektiva poslovanja.

Iz perspektive direktora, koji su ujedno i vlasnici analiziranih poduzeća, najvažniji aspekt digitalizacije odnosi se na financijsko upravljanje i kontrolu poslovanja. Odluka o uvođenju digitalnih sustava proizašla je iz potrebe za boljom organizacijom poslovanja, s obzirom na preopterećenost svakodnevnim obvezama i nemogućnost detaljnog praćenja svih segmenata poslovanja. Kao jedan od ključnih benefita digitalizacije istaknuta je mogućnost kontinuiranog praćenja poslovnih aktivnosti u stvarnom vremenu, bez potrebe za oslanjanjem na informacije dobivene od više različitih osoba. Implementacijom sustava omogućeno je centralizirano praćenje ključnih pokazatelja, poput budžeta na gradilištima, stanja materijala te ulaznih i izlaznih računa, čime je značajno unaprijeđena kontrola i transparentnost poslovanja.

Uloga voditelja računovodstva, iako se na prvi pogled ne povezuje izravno s operativnim aspektima građevinskog sektora, pokazala se iznimno važnom u kontekstu digitalne transformacije. Ispitanici na ovoj poziciji ističu kako je digitalizacija značajno pojednostavila svakodnevne zadatke, posebice u pogledu pristupa dokumentaciji i obrade podataka. Umjesto dugotrajnog pretraživanja papirnate dokumentacije, svi potrebni podaci postali su brzo dostupni unutar digitalnog sustava. Time je ubrzana interna logistika, ali i komunikacija sa zaposlenicima, koji sada samostalno mogu pristupiti relevantnim informacijama bez potrebe za dodatnim upitima prema računovodstvu. Ovakav način rada doprinosi većoj učinkovitosti i smanjenju administrativnog opterećenja.

Na razini gradilišta, ključnu ulogu imaju voditelji gradilišta, čiji je rad izravno povezan s operativnim

procesima. Prema njihovim navodima, digitalizacija je značajno unaprijedila organizaciju rada, posebice u segmentu praćenja radnih sati zaposlenika. U prethodnom sustavu, evidencija radnog vremena bila je nepouzdana i podložna pogreškama, dok digitalni sustavi omogućuju automatsko bilježenje dolazaka, odlazaka i pauza zaposlenika. Time su dobiveni podaci precizniji i pružaju realniji uvid u utrošeno radno vrijeme na gradilištima. Osim toga, voditelji gradilišta ističu kako im je digitalizacija omogućila da se više fokusiraju na rješavanje stvarnih problema na terenu, a manje na administrativne zadatke koji su prethodno oduzimali značajan dio radnog vremena. Kao primjer navode problem evidencije i praćenja alata, gdje je u tradicionalnom sustavu bilo potrebno uložiti značajno vrijeme kako bi se utvrdilo tko je zadužen za određeni alat. Digitalni sustavi omogućuju brzu dostupnost takvih informacija, čime se značajno ubrzava proces donošenja odluka i smanjuje gubitak vremena.

Na temelju prikupljenih podataka može se zaključiti da digitalizacija poslovanja ima značajan pozitivan utjecaj na različite razine upravljanja unutar građevinskih poduzeća. Bez obzira na funkciju, svi ispitanici ističu poboljšanja u dostupnosti informacija, učinkovitosti poslovnih procesa i kvaliteti donošenja odluka. Digitalni sustavi omogućuju veću transparentnost, bolju kontrolu resursa i smanjenje administrativnog opterećenja, što u konačnici doprinosi ukupnoj konkurentnosti poduzeća. Iako proces digitalizacije zahtijeva određena ulaganja i prilagodbu zaposlenika, dugoročne koristi jasno nadmašuju početne izazove.

4. Rasprava – je li digitalizacija financijski isplativa

Rezultati provedenog istraživanja potvrđuju nalaze iz postojeće literature o utjecaju digitalizacije na poslovanje građevinskih poduzeća. Kao što ističu Prebanić i Vukomanović (2021), građevinski sektor i dalje zaostaje u digitalizaciji, no uvođenje digitalnih rješenja ima značajan potencijal za unapređenje poslovnih procesa. Dobiveni rezultati pokazuju da digitalizacija doprinosi boljoj dostupnosti informacija, učinkovitijoj organizaciji rada te kvalitetnijem donošenju poslovnih odluka, što je u skladu s navodima autora Nikmehr i suradnika (2021), koji naglašavaju povezanost digitalnih alata s povećanjem učinkovitosti i boljom kontrolom resursa.

Literatura pruža uvid u opće prednosti i teorijske aspekte digitalne transformacije, no rezultati provedenog istraživanja jasno ukazuju na konkretan utjecaj digitalizacije na poslovanje u praksi. Dobivene promjene očituju se u svakodnevnim poslovnim aktivnostima – od lakšeg praćenja poslovanja na razini uprave, preko pojednostavljenja administrativnih procesa u računovodstvu, pa sve do preciznijeg praćenja radnih sati i učinkovitijeg upravljanja resursima na gradilištu. Ovi rezultati potvrđuju da digitalizacija ima značajan utjecaj ne samo na stratešku razinu poslovanja, već i na operativne procese.

Ipak, uz sve navedene prednosti, nameće se ključno pitanje – je li digitalizacija dugoročno financijski isplativa? Rezultati istraživanja upućuju na jasan i potvrđan odgovor. Iako početna ulaganja u digitalne sustave, edukaciju zaposlenika i prilagodbu poslovnih procesa mogu biti značajna, dugoročne koristi nadmašuju inicijalne troškove. Uštede se ostvaruju kroz smanjenje administrativnih pogrešaka, učinkovitije upravljanje vremenom, bolju kontrolu troškova te optimizaciju korištenja resursa. Time digitalizacija ne predstavlja samo tehnološko unaprjeđenje, već i važan alat za financijsku stabilnost i održivost poslovanja.

Promatrajući utjecaj digitalizacije na financijsko stanje poduzeća, može se zaključiti da ona doprinosi povećanju transparentnosti i kontroli troškova. Dostupnost podataka u stvarnom vremenu omogućuje pravovremeno reagiranje na odstupanja od planiranog budžeta, čime se smanjuje rizik od financijskih gubitaka. Osim toga, digitalni sustavi omogućuju detaljnije praćenje troškova po projektima i gradilištima, što doprinosi preciznijem planiranju i donošenju informiranih poslovnih odluka.

Dodatno, digitalizacija utječe i na povećanje ukupne učinkovitosti poslovanja, što se posredno odražava na financijske rezultate poduzeća. Smanjenjem vremena potrebnog za administrativne zadatke te boljom organizacijom rada, zaposlenici mogu više vremena posvetiti ključnim poslovnim aktivnostima. Time se povećava produktivnost, smanjuju operativni troškovi te poboljšava konkurentnost poduzeća na tržištu.

U konačnici, može se zaključiti da digitalizacija ima značajan pozitivan utjecaj na financijsko stanje građevinskih poduzeća. Njezina primjena omogućuje bolje upravljanje resursima, smanjenje nepotrebnih troškova te povećanje učinkovitosti poslovanja, čime se stvara čvrsta osnova za dugoročni rast i razvoj poduzeća.

5. Zaključak

Digitalizacija poslovnih procesa predstavlja jedan od ključnih čimbenika unapređenja učinkovitosti i konkurentnosti građevinskih poduzeća. Iako građevinski sektor i dalje zaostaje u razini digitalne transformacije u odnosu na druge industrije, jasno je da je taj proces započeo te da ga sve veći broj poduzeća prihvaća.

Iz provedenog istraživanja zaključuje se da tradicionalni način vođenja poslovanja, temeljen na papirnatij dokumentaciji i nepovezanim alatima, otežava razmjenu informacija, povećava mogućnost pogrešaka i smanjuje učinkovitost poslovnih procesa. Kao rješenje navedenih problema nameće se uvođenje digitalnih sustava za upravljanje poslovanjem, koji omogućuju bolju kontrolu troškova, veću dostupnost informacija u stvarnom vremenu te kvalitetnije donošenje poslovnih odluka.

Rezultati istraživanja također potvrđuju da digitalizacija ima pozitivan utjecaj na financijsko stanje poduzeća, prvenstveno kroz optimizaciju resursa, smanjenje operativnih troškova i povećanje produktivnosti. Iako proces digitalne transformacije zahtijeva početna ulaganja i prilagodbu zaposlenika, dugoročne koristi jasno nadmašuju početne izazove.

U konačnici, može se zaključiti da digitalizacija predstavlja nužan korak u razvoju suvremenih građevinskih poduzeća te važan alat za postizanje održivog i konkurentnog poslovanja u dinamičnom tržišnom okruženju.

Literatura

- [1] Digitalizacija. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013.–2026. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/digitalizacija> (08.06.2026.)
- [2] Prebanić, K., Vukomanović, M. (2021): Digitalization of construction project stakeholder management: A systematic review. *Sustainability*, Vol 13, br. 22, ISSN 2071-10500
- [3] European Commission (2019): Supporting digitalisation of the construction sector and SMEs, https://build-up.ec.europa.eu/sites/default/files/content/d6_final_revision_-_supporting_digitalisation_of_the_construction_sector_and_smes_-23-07-2019_mt-1.pdf (27.04.2026.)
- [4] Nikmehr, B., Hosseini, M.R., Martek, I., Zavadskas, E.K., Arashpour, M. (2021): Digitalization of construction projects: A systematic review. *Sustainability*, Vol 13, br. 22, ISSN 2071-1050
- [5] Begić Juričić, N., Marenjak, S., Škreb, K. (2022): Digitalization and automation in construction project's life-cycle: A review. *Tehnički vjesnik / Technical Gazette*, Vol 29, br. 3, ISSN 1330-3651
- [6] BIM Hrvatska: BIM (Building Information Modeling), <https://bim-hrvatska.hr/bim-building-information-modeling/> (28.04.2026.)
- [7] CAD/CAM Group: Digitalizacija u građevinskoj industriji, <https://www.cadcam-group.eu/hr/knowledge/digitalizacija-u-gradevinskoj-industriji/> (28.04.2026.)
- [8] Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., Haenlein, M. (2021): Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, Vol 122, str. 889–901, ISSN 0148-2963
- [9] Gobble, M. M. (2018): Digitalization, Digitization, and Innovation. *Research-Technology Management*, Vol 61, br. 4, str. 56–59, ISSN 0895-6308
- [10] Vial, G. (2019): Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, Vol 28, br. 2, str. 118–144, ISSN 0963-8687
- [11] PlanRadar: Software za upravljanje građevinskim projektima, <https://www.planradar.com/hr/software-za-upravljanje-gradevinskim-projektima/> (08.06.2026.)
- [12] Digitalizacija. *Ekonomski leksikon* (2. izd.). Leksikografski zavod Miroslav Krleža i Masmedia, Zagreb, 2011., ISBN 978-953-6480-46-9



Tehnostres i zadovoljstvo poslom u bankarskom sektoru

Technostress and job satisfaction in the banking sector

Amina Osmanhodžić¹, Amela Bešlagić²

¹Internacionalna poslovno-informaciona akademija, Kulina bana 2, 75 000 Tuzla, Bosna i Hercegovina, osm.amina23@gmail.com

²Porezna uprava Federacije Bosne i Hercegovine, Rudarska 72, 75 000 Tuzla, Bosna i Hercegovina, amela.beslagic@hotmail.com

Sažetak

Bankarstvo je jedan od najjačih sektora Bosne i Hercegovine te je kao takvo suočeno s intenzivnim uvođenjem informacijskih tehnologija koje donose izazove poput tehnostresa koji nastaje uslijed stalne izloženosti zaposlenika tehnološkim promjenama. Cilj rada jest utvrditi utjecaj tehnostresa na zadovoljstvo zaposlenika u bankarskom sektoru, a predmet istraživanja je fenomen tehnostresa. Provedeno je empirijsko istraživanje među zaposlenicima bankarskog sektora na području Tuzlanskog kantona. Metoda regresijske analize je korištena za obradu prikupljenih podataka uporabom softverskog alata SPSS. Rezultati istraživanja su pokazali umjerenu povezanost između tehnostresa i zadovoljstva poslom. Dobiveni rezultati mogu poslužiti kao osnova menadžmentu banaka za kreiranje politika i strategija usmjerenih na ublažavanje učinaka tehnostresa.

Ključne riječi

bankarski sektor, digitalna transformacija, tehnostres, zadovoljstvo poslom

Abstract

Banking is one of the strongest sectors in Bosnia and Herzegovina and as such is faced with the intensive introduction of information technologies that bring challenges such as technostress that arises due to the constant exposure of employees to technological changes. The aim of the paper is to determine the impact of technostress on employee satisfaction in the banking sector, and the subject of the research is the phenomenon of technostress. Empirical research was conducted among employees of the banking sector in Tuzla Canton. The regression analysis method was used to process the collected data using the SPSS software tool. The results of the study showed a moderate correlation between technostress and job satisfaction. The results can serve as a basis for bank management to create policies and strategies aimed at mitigating the effects of technostress.

Keywords

banking sector, digital transformation, job satisfaction, technostress

Uvod

Digitalna transformacija značajno utječe na organizaciju rada zaposlenika te poslovne procese. U bankarskom sektoru Bosne i Hercegovine digitalizacija se ubrzano razvija čime se povećava učinkovitost, ali istovremeno se stvara i novi pritisak na zaposlenike s obzirom da se od njih zahtijeva stalno prilagođavanje novim sustavima i aplikacijama. Jedna od negativnih posljedica jest tehnostres.

Bankarski sektor prihvatio je korištenje tehnologije kako bi brže služio svojim klijentima i kako bi učinio više s manje. Nove tehnologije promijenile su bankarsku industriju od papirnatih banaka s poslovnica do „digitaliziranih i umreženih bankarskih usluga“. Za razliku od prije, širokopojasni internet je jeftin i olakšava prijenos podataka. Tehnologija je promijenila računovodstveni i upravljački sustav svih banaka. A sada mijenja i način na koji banke pružaju usluge svojim klijentima (Jain, 2024).

Tehnostres je ona posebna vrsta iscrpljenosti koja se događa kada tehnologija koja bi trebala olakšati život tiho ga pogorša (Mattila, 2025).

Stres povezan s tehnologijom, također, poznat i kao tehnostres, termin je koji opisuje negativne osjećaje povezane s korištenjem nove tehnologije. Uključuje osjećaje poput: tjeskobe, depresije, zbunjenosti. To je posebno rašireno na radnim mjestima gdje se računala intenzivno koriste, a digitalizirane platforme su glavni alati koje zaposlenici koriste za obavljanje svog posla (Ingar, 2024).

Rezultati istraživanja koje su proveli Alkhayyal i Bajaba (2024) su otkrili značajan negativan utjecaj tehnostresa na dobrobit zaposlenika. Međutim, učenje na radnom mjestu i sposobnost digitalnog vodstva zaštitili su dobrobit zaposlenika od ovog negativnog učinka smanjujući njihovu iscrpljenost od posla.

Većina ispitanika u našem istraživanju (71%) izjavila je da smatra kako je tehnologija promišljeno implementirana na njihovom radnom mjestu, ali što je s: 64% onih koji su izjavili da je tehnologija negativno utjecala na njihove živote u protekloj godini, 27% njih koji su kazali da se često ili uvijek osjećaju preplavljeni digitalnom bukom ili 43% njih koji smatraju da im isuviše obavijesti ili zahtjev za korištenjem različitih platformi uzrokuje stres i tjeskobu? To su ljudi koji doživljavaju tehnostres (Riley, 2025).

Problem je nedovoljno poznavanje razine tehnostresa kod bankarskih službenika u Tuzlanskom kantonu i njegovog utjecaja na zadovoljstvo poslom.

Cilj rada je ispitati prisutnost tehnostresa kod zaposlenika u bankarskom sektoru Bosne i Hercegovine u Tuzlanskom kantonu te utvrditi njegovu povezanost sa zadovoljstvom poslom što može doprinijeti razumijevanju učinaka digitalizacije na zaposlenike.

Slijedom navedenog, centralna istraživačka hipoteza glasi: Tehnostres utječe na zadovoljstvo zaposlenika u bankarskom sektoru u Tuzlanskom kantonu.

Ovisna varijabla je zadovoljstvo poslom, a mjerit će se indikatorima: opća razina zadovoljstva zaposlenika poslom, interesantnost i privlačnost posla, osjećaj uživanja u obavljanju radnih zadataka, pozitivan stav prema radu, osjećaj osobnog zadovoljstva na radnom mjestu, spremnost zaposlenika na angažman i ulaganje napora, doživljaj posla kao poželjne aktivnosti u odnosu na slobodno vrijeme te odsustvo dosade, što je preuzeto iz skale o zadovoljstvu poslom od autora Brayfield i Rothe (1951).

Neovisna varijabla je tehnostres koji se mjeri dimenzijama: tehnološko preopterećenje čiji su indikatori: ubrzan tempo rada, povećan opseg posla, kratki rokovi te prilagodba radnih navika uslijed primjene novih tehnologija; tehnološka invazija čiji su indikatori: stalna dostupnost zaposlenika i narušavanje slobodnog vremena zbog tehnologije; tehnološka složenost čiji su indikatori: nedostatak znanja i vremena za razumijevanje novih tehnologija te ograničene mogućnosti za edukaciju i unapređenje tehnoloških vještina; tehnološka nesigurnost čiji su indikatori: strah od gubitka radnog mjesta, potreba za kontinuiranim učenjem te osjećaj ugroženosti u odnosu na kolege s boljim tehnološkim vještinama; tehnološka neizvjesnost čiji su indikatori: česte promjene i nadogradnje softverskih i hardverskih sustava kao i razvoj računalnih mreža u organizaciji.

Dimenzije su preuzete od Tarafdara i sur. (2007) koji su razvili model tehnostresa i definirali pet osnovnih dimenzija.

1. Teorijski okvir

Pojam tehnostresa prvi je uveo Craig Brod 1984. godine u svom djelu "Technostress: The Human Cost of the Computer Revolution". Brod definira tehnostres kao suvremenu bolest prilagođavanja uzrokovanu nemogućnošću pojedinca da se adekvatno nosi s razvojem tehnologija. Prema Brodu, problem nije sama tehnologija već i način na koji ona utječe na psihološko kao i radno funkcionisanje zaposlenih. Tarafdar i sur. (2007) razvijaju suvremeni model tehnostresa i definiraju pet osnovnih dimenzija:

1. Tehnološko preopterećenje - tehnologija tjera zaposlenike da rade brže i više

2. Tehnološka invazija - tehnologija briše granicu između privatnog i poslovnog života

3. Tehnološka složenost - zaposlenici se osjećaju nekompetentno zbog složenosti sustava

4. Tehnološka nesigurnost - zaposlenici strahuju od gubitka posla zbog tehnoloških promjena

5. Tehnološka neizvjesnost - stalne promjene stvaraju nesigurnost kod zaposlenika

Mnogo vremena provedeno za računalom može uzrokovati tehnostres, a teško ga je smanjiti što rezultira stresom i nervozom. Tehnostres dolazi u mnogim oblicima kao što su: napadi panike, loše radne performanse, nesanica, nedostatak motivacije, umor, osjećaj izgaranja (Mitchell, 2021).

Tehnostres može negativno utjecati na zadovoljstvo i angažman zaposlenika, stoga treba poduzeti mjere za smanjenje stvaratelja tehnostresa na radnom mjestu i podršku inhibitorima tehnostresa (Kot, 2022).

Ragu-Nathan et al. (2008) objašnjavaju da je tehnostres povezan sa emocionalnom iscrpljenošću, smanjenjem radne učinkovitosti te nižim zadovoljstvom poslom.

Ayyagari i sur. (2011) ističu da intenzivna uporaba informacijskih tehnologija povećava stres i smanjuje osjećaj kontrole nad radnim zadacima.

Uvođenjem digitalnih tehnologija u organizaciju, tradicionalno radno mjesto se mijenja u digitalno radno mjesto. Sa sobom donosi negativne i pozitivne aspekte, ali za uspješno korištenje digitalnih tehnologija potrebne su digitalne vještine (Drezga, 2023:17).

Iako digitalizacija donosi fleksibilnost, istovremeno povećava zahtjeve prema zaposlenima u pogledu stalnog učenja i prilagođavanja (Molino i sur., 2020).

Jain i sur. (2025) su zaključili da zaposlenici doživljavaju negativne učinke implementacije informacijsko-komunikacijske tehnologije u indijskim bankama u nastojanju da postignu inovacije. Doživljavaju tehnostres koji smanjuje interaktivan radni prostor (IWB) bankarskih zaposlenika. Tehnostres također smanjuje angažman na poslu.

Lafferty (2025) smatra da tehnologija treba osnažiti radna mjesta, ali, ipak, za mnoge zaposlenike postala je izvor stresa i tjeskobe. U najnovijoj studiji

“The ‘human’ cost of digital transformation” anketirao je 4000 znanstvenih radnika iz Ujedinjenog Kraljevstva, SAD-a, Kanade i Njemačke. Istraživanje je otkrilo da značajan dio radnika doživljava stres i tjeskobu kao rezultat komunikacijskih faktora: 18% ih je kazalo da ih je komunikacija kolega potaknula da se osjećaju nekompetentno i 28% je zabrinuto da bi ton i govor mogao biti pogrešno protumačen tokom digitalne komunikacije.

Zadovoljstvo poslom ključni je uvjet za uspješno radno mjesto koje utječe i na zaposlenike i na poslodavce. Za zaposlenike potiče osjećaj zadovoljstva kroz radno okruženje, odnose s kolegama, mogućnost za rast. Razina zadovoljstva ima izravan utjecaj na individualnu uspješnost što utječe na interakcije s klijentima, pa čak i profit. Kada su zaposlenici zadovoljni tokom radnog vremena, spremni su nadmašiti očekivanja i pozitivno doprinijeti organizaciji. Međutim, kad se nađu u situacijama u kojima nisu sretni, njihova produktivnost se smanjuje. Za poslodavce je razumijevanje i njegovanje zadovoljstva poslom od najveće važnosti, jer nezadovoljni zaposlenici predstavljaju značajne rizike uključujući smanjenu produktivnost i povećanu fluktuaciju, odnosno, odlazak/dolazak zaposlenika (Gray, 2024).

Suvremeni istraživanja dodatno potvrđuju značaj tehnostresa u digitaliziranim radnim okruženjima.

Ingusci i sur. (2021) ističu da je tehnostres jedan od ključnih faktora profesionalnog iscrpljivanja u digitalnom radnom okruženju, posebno u sektorima sa intenzivnom uporabom informacijskih sustava. Njihova istraživanja pokazuju da su tehnološko preopterećenje i tehnološka invazija snažno povezani s emocionalnom iscrpljenošću i smanjenim zadovoljstvom poslom.

Tarafdar i sur. (2007) ističu da stalna dostupnost zaposlenika putem digitalnih kanala povećava psihološki pritisak i negativno utječe na ravnotežu između poslovnog i privatnog života što smanjuje zadovoljstvo poslom.

Ioannou (2023) naglašava da percepcija tehnološke složenosti i nesigurnosti doprinosi smanjenju motivacije i posvećenosti zaposlenika, posebno u okruženjima koja zahtijevaju stalno usvajanje novih digitalnih vještina.

Jurić i sur. (2026) dodaju da razvoj digitalnih kompetencija i organizacijska podrška značajno umanjuju negativne učinke tehnostresa, jačaju profesionalno blagostanje i doprinose boljoj radnoj učinkovitosti.

1.1. Tehnostres i zadovoljstvo poslom

Dosadašnja istraživanja ukazuju na postojanje značajne povezanosti između tehnostresa i zadovoljstva poslom. Ragu-Nathan i sur. (2008) navode da tehnostres dovodi do emocionalne iscrpljenosti, smanjene produktivnosti i niže razine zadovoljstva poslom. Ayyagari i sur. (2011) ističu da intenzivna uporaba informacijskih tehnologija povećava razinu stresa i smanjuje osjećaj kontrole nad radnim zadacima što može negativno utjecati na zadovoljstvo zaposlenika. Ingusci i sur. (2021) potvrđuju da tehnološko preopterećenje i tehnološka invazija predstavljaju značajne prediktore smanjenog zadovoljstva poslom.

Polazeći od teorijskog modela tehnostresa Tarafdara i sur. (2007) te rezultata prethodnih empirijskih istraživanja može se pretpostaviti da je viša razina tehnostresa povezana s nižom razinom zadovoljstva poslom zaposlenika. Na toj osnovi formilirana je istraživačka hipoteza prema kojoj tehnostres utječe na zadovoljstvo zaposlenika u bankarskom sektoru na području Tuzlanskog kantona.

2. Metodologija istraživanja

Primarno istraživanje je kvantitativnog karaktera i provedeno je među zaposlenicima bankarskog sektora u Tuzlanskom kantonu. Anketni upitnik kreiran je na platformi Google Forms i distribuiran putem elektronske pošte na službene e-mail adrese banaka koje pružaju svoje usluge na području Tuzlanskog kantona, a to su: Unicredit bank d.d., NLB banka d.d., Sparkasse banka d.d., Raiffeisen banka d.d., Bosnia Bank International d.d. i ASA banka d.d. Upitnici su bili namijenjeni zaposlenicima navedenih banaka koji svoju poslovnu djelatnost obavljaju u ukupno 37 poslovnica na području Tuzlanskog kantona. Prikupljanje podataka je trajalo u razdoblju od 20.01.2026. godine do 20.02.2026. godine. Ukupan broj valjano popunjenih anketnih upitnika iznosio je 32 te su svi prikupljeni odgovori uključeni u daljnju statističku obradu podataka. Kao istraživački instrumenti korištene su validirane skale za mjerenje tehnostresa i mjerenje zadovoljstva poslom.

Tehnostres je mjereno pomoću petostupanjske skale Likertovog tipa od 1 do 5 koju su razvili Tarafdar i sur. (2007) i obuhvaća dimenzije tehnološkog preopterećenja, tehnološke invazije, tehnološke složenosti, tehnološke nesigurnosti i tehnološke neizvjesnosti. Zadovoljstvo poslom mjereno je petostupanjskom skalom Likertovog tipa koju su razvili Brayfield i Rothe (1951) koja mjeri opću razinu

zadovoljstva poslom kroz odnos zaposlenika prema radu.

Metoda regresijske analize je korištena za obradu prikupljenih podataka korištenjem softverskog alata SPSS.

3. Rezultati istraživanja

Najprije se pristupilo analizi pouzdanosti skale za mjerenje tehnostresa. Stoga je izračunat Cronbach alfa koeficijent koji je prikazan u tablici 1 i iznosi 0,927, a koji pokazuje da je skala za mjerenje tehnostresa pouzdana.

TABLICA 1. Pouzdanost skale za mjerenje tehnostresa

Cronbach's Alpha	N of Items
0,927	32

Izvor: izrada autora

Cronbach alfa koeficijent koji je prikazan u tablici 2 kojim je testirana pouzdanost skale za mjerenje zadovoljstva poslom iznosi 0,748 što pokazuje da je skala za mjerenje zadovoljstva poslom pouzdana.

TABLICA 2. Pouzdanost skale za mjerenje zadovoljstva poslom

Cronbach's Alpha	N of Items
0,748	32

Izvor: izrada autora

Rezultati regresijske analize pokazali su da postoji umjerena povezanost između skupa prediktora i zadovoljstva poslom ($R = 0,668$). Koeficijent determinacije iznosio je $R^2 = 0,446$ što znači da prediktori zajedno objašnjavaju 44,6% varijanse zadovoljstva poslom.

TABLICA 3. Rezultati multiple linearne regresije

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,668 ^a	,446	-,009	,52991
Change Statistics				
R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
,446	,979	14	17	,510

Izvor: izrada autora

Iako model pokazuje umjerenu povezanost između tehnostres stavki i zadovoljstva poslom, analiza

pokazuje da rezultati nisu statistički značajni ($p > 0,05$). Zbog izostanka statističke značajnosti ne može se zaključiti da tehnostres ima značajan utjecaj na zadovoljstvo poslom u posmatranom uzorku. Stoga se hipoteza o utjecaju tehnostresa na zadovoljstvo poslom ne može potvrditi.

4. Diskusija

Dobiveni rezultati ovog istraživanja pokazuju umjerenu povezanost između aspekata tehnostresa i zadovoljstva poslom, ali bez statističke značajnosti ($p > 0,05$). Umjerena povezanost naglašava da tehnostres ne djeluje uvijek direktno na zadovoljstvo poslom, već ovisi o kontekstualnim faktorima poput organizacijske podrške i individualnih resursa.

Begum i sur. (2024) u istraživanju koje je provedeno u privatnim bankama u Bangladešu, utvrđuju umjerene rezultate i uvjetovanu povezanost između tehnostresa i zadovoljstva poslom.

Također, rezultati istraživanja iz bankarskog sektora Saudijske Arabije pokazali su da odnos između tehnostresa i zadovoljstva poslom može varirati ovisno o organizacijskoj podršci (Alshammary i Hilmi, 2024).

Vijayalakshmi i Arulkumar (2024) u Indiji (Tamil Nadu) u svom istraživanju među bankarskim zaposlenicima, također, bilježe mješovite rezultate.

Dakle, određene komponente tehnostresa (preopterećenost informacijama) imaju pozitivnu povezanost s aspektima zadovoljstva poput autonomije dok druge (invazija privatnog vremena) djeluju negativno na opće zadovoljstvo.

Provedeno istraživanje potvrđuje ovu složenost, jer umjerena korelacija sugerira da tehnostres može imati ambivalentne učinke ovisno o specifičnom radnom okruženju.

Dosadašnja istraživanja podržavaju zapažanja ovog rada naglašavajući da tehnostres često ima umjerenu, ovisnu vezu sa zadovoljstvom poslom.

Dodatni faktori poput podrške ili mentorske obuke mogu poboljšati zadovoljstvo poslom.

5. Zaključak

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati utjecaj različitih aspekata tehnostresa na zadovoljstvo poslom zaposlenika. Rezultati multiple linearne regresije pokazali su da, iako postoji umjerena korelacija između tehnostresa i zadovoljstva poslom, model nije statistički značajan. Dakle, na temelju dobivenih rezultata nije moguće potvrditi postavljenu istraživačku hipotezu prema kojoj tehnostres utječe na zadovoljstvo zaposlenika u bankarskom sektoru

Tuzlanskog kantona. Rezultati pokazuju tendenciju da faktori poput kratkih rokova, stalnih promjena tehnologije i osjećaja ugroženosti zbog kolega negativno utječu na zadovoljstvo poslom što otvara prostor za daljnja istraživanja i praktične implikacije u organizacijama. Dobiveni rezultati mogu poslužiti kao osnova menadžmentu banaka za kreiranje politika i strategija usmjerenih na ublažavanje učinaka tehnostresa kod zaposlenika u ovom sektoru, unapređenje radnih uvjeta, ali i kao smjernica za druge sektore koji prolaze kroz procese digitalne transformacije. Znanstveni doprinos ovoga rada ogleda se u proširenju teorijskog okvira razumijevanja tehnostresa i njegova utjecaja na zadovoljstvo poslom zaposlenika u bankarskom sektoru te u unapređenju spoznaja o negativnim aspektima prekomjerne uporabe suvremenih tehnologija u organizacijama.

Ograničenja istraživanja odnose se na mali broj ispitanika, $n = 32$, što je, ujedno, i preporuka za daljnja istraživanja u smislu povećanja opsega uzorka. Buduća istraživanja trebala bi koristiti longitudinalnu analizu i veće uzorke te širi geografski obuhvat kako bi se preciznije procijenili odnosi između varijabli.

Literatura

- [1] Adaptavist (2025): *Digital transformation burnout: How to reduce technostress*, <https://www.adaptavist.com/blog/digital-transformation-burnout-how-to-reduce-technostress> (28.04.2026.)
- [2] Adaptavist (2025): The rise of technostress – and how leaders can empower teams to reach technjoy, <https://www.adaptavist.com/blog/the-rise-of-technostress> (28.04.2026.)
- [3] Alkhayyal, S., Bajaba, S. (2024): Countering technostress in virtual work environments: The role of work-based learning and digital leadership in enhancing employee well-being. *Acta Psychologica*, Vol. 248, str. 104377
- [4] Alshammary, K. M., Hilmi, M. F. (2024): Tackling techno-stress: Supervisor support and job clarity as catalysts for employee satisfaction. *Journal of Infrastructure Policy and Development*, Vol. 8, br. 9, str. 5458
- [5] Ayyagari, R., Grover, V., Purvis, R. (2011): Technostress: technological antecedents and implications. *Management Information Systems Quarterly*, Vol. 35, str. 831–858
- [6] Bain and Gray (2024): What is Job Satisfaction and How Does It Affect Performance, <https://www.bainandgray.com/blog/what-is-job-satisfaction-and-how-does-it-effect-performance> (28.04.2026.)
- [7] Begum, A., Hashim, R., Som, H. (2024): Influence of technostress, mentorship on turnover intentions: Exploring the roles of job satisfaction in Bangladesh's private banking sector employees. *Journal of Tourism Hospitality and Environment Management*, Vol. 9, br. 38, str. 132–147
- [8] Brod, C. (1984): *Technostress: The Human Cost of the Computer Revolution*. Reading, Mass.: Addison-Wesley

- [9] Drezga, L. (2023): Digitalna transformacija i digitalni stres na radnom mjestu. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet ekonomije i turizma "Dr. Mijo Mirković"
- [10] Digitalist (2025): Technostress: a name for whatever this fatigue is, <https://www.digitalist.fi/blog/technostress-a-name-for-whatever-this-fatigue-is> (28.04.2026.)
- [11] Ingusci, E., Signore, F., Giancaspro, M. L., Manuti, A., Molino, M., Russo, V., Zito, M., Cortese, C. G. (2021): Workload, technostress, and behavioral stress during COVID-19 emergency: The role of job crafting in remote workers. *Frontiers in Psychology*, Vol. 12, str. 655148
- [12] Ioannou, A. (2023): Mindfulness and technostress in the workplace: a qualitative approach. *Frontiers in Psychology*, Vol. 14, str. 1252187
- [13] Jain, S. (2024): Impact of Technological Stress among Bank Employees. *Global Economy: Opportunities and Challenges*, str. 125-131
- [14] Jain, S., Varma, V., Vijay, T. S., Cabral, C. (2025): Technostress influence on innovative work behaviour and the mitigating effect of leader-member exchange: A moderated mediation study in the Indian banking industry. *Acta Psychologica*, Vol. 255, str. 104875
- [15] Jurić, J., Podrug Krstulović, L., Mišurac, I. (2026): Professional well-being of teachers in the digital age: The role of digital competencies and technostress. *Education Sciences*, Vol. 16, br. 1, str. 130
- [16] Kot, P. (2022): Role of technostress in job satisfaction and work engagement in people working with information and communication technologies. *Pakistan Journal of Psychological Research*, Vol. 37, br. 3, str. 331–349
- [17] MDPI Blog (2024): What is technostress, <https://blog.mdpi.com/2024/04/12/what-is-technostress/> (28.04.2026.)
- [18] Molino, M., Ingusci, E., Signore, F., Manuti, A., Giancaspro, M. L., Russo, V., Zito, M., Cortese, C. G. (2020): Wellbeing costs of technology use during COVID-19 remote working. *Sustainability*, Vol. 12, br. 15, str. 5911
- [19] Ragu-Nathan, T. S., Tarafdar, M., Ragu-Nathan, B., Tu, Q. (2008): The consequences of technostress for end users in organizations: Conceptual development and empirical validation. *Information Systems Research*, Vol. 19, br. 4, str. 417–433
- [20] Saleem, F., Malik, M. I. (2023): Technostress, quality of work life, and job performance: A moderated mediation model. *Behavioral Sciences*, Vol. 13, br. 12, str. 1014
- [21] Spector, P. E. (1994): *Job Satisfaction Survey*. Florida: University of South Florida
- [22] Tarafdar, M., Tu, Q., Ragu-Nathan, T. S. (2007): The impact of technostress on role stress and productivity. *Journal of Management Information Systems*, Vol. 24, str. 301–328
- [23] Vijayalakshmi, K., Arulkumar, S. (2024): Consequences of technostress on job satisfaction among bank employees in Tamilnadu. *Journal of Computational Analysis and Applications*, Vol. 33, br. 8, str. 390–395



Sustav automatskog navodnjavanja temeljen na prediktivnom upravljanju modelom s IoT arhitekturom

Automatic Irrigation System Based on Model Predictive Control and IoT Architecture

Luka Kićinbaći¹

¹FUA Robotics, luka.fua2@gmail.com

Sažetak

Ovaj rad prikazuje preliminarnu implementaciju sustava automatskog navodnjavanja koji kombinira prediktivno upravljanje modelom (engl. Model Predictive Control -- MPC) s IoT arhitekturom temeljenom na protokolima ROS 2, micro-ROS i ESP-NOW. Centralna upravljačka jedinica je Raspberry Pi na kojemu se izvršava MPC algoritam koji minimizira deficit vlage u korijenovoj zoni tla uz istovremenu optimizaciju potrošnje vode. Sustav integrira stvarnu vremensku prognozu putem yr.no API-ja kao ulaznu veličinu poremećaja u MPC formulaciji, čime se proaktivno izbjegava nepotrebno zalijevanje pred nadolazećim kišnim razdobljima. Distribucija upravljanja na terenu ostvarena je trima ESP32-S3 mikrokontrolerima: prvi premošćuje micro-ROS i ESP-NOW domenu, drugi upravlja raspodjelom vode i navodnjavanjem, a treći čini lokalnu meteorološku stanicu koja mjeri temperaturu, vlažnost, tlak, brzinu vjetra i stvarne oborine za korekciju prognoznih ulaza MPC-a. Fizička infrastruktura obuhvaća dva spremnika za vodu, jedan za prikupljanje oborinskih voda uz kuću i drugi radni spremnik u vrtu, te pumpu i ventilski razvod. Rad opisuje arhitekturu sustava, MPC formulaciju prilagođenu raspoloživim senzorima, komunikacijski model te plan validacije koji je u tijeku. Predložena arhitektura temelji se na relevantnoj literaturi iz područja MPC navodnjavanja. Na temelju usporedivih studija iz literature s petodnevni prognoznim horizontom očekuje se potencijalna ušteda vode od 15–25 % u usporedbi s reaktivnim algoritmima temeljenim na pragovima vlage; kvantitativni rezultati iz ovog sustava još nisu dostupni jer je sustav u fazi hardverske integracije, a terenski eksperiment planira se u vegetacijskom periodu 2026.

Ključne riječi

MPC, navodnjavanje, IoT, ROS 2, micro-ROS, ESP-NOW, yr.no, mjerna stanica

Abstract

This paper presents a preliminary implementation of an automatic irrigation system that combines Model Predictive Control (MPC) with a distributed IoT architecture. The architecture is based on the ROS 2 and micro-ROS frameworks, with ESP-NOW for short-range wireless communication. The central control unit is a Raspberry Pi executing an MPC algorithm that minimises root-zone soil moisture deficit (RZSMD) while optimising water consumption. Real-time weather forecasts from the yr.no API serve as disturbance inputs, enabling the system to proactively avoid unnecessary irrigation before incoming rainfall. Field-level control is distributed across three ESP32-S3 microcontrollers: a bridge node connecting micro-ROS and ESP-NOW domains, an irrigation controller, and a local weather station measuring temperature, humidity, pressure, wind speed, and actual precipitation to correct forecast-based MPC disturbance

inputs. The physical setup comprises two water tanks, a rainwater harvesting tank at the house and a working tank in the field, with a pump and valve network. The paper describes the system architecture, MPC formulation, communication model, and the ongoing validation plan. The system is currently in the hardware integration phase; quantitative field results are not yet available. Based on comparable studies from the literature, a potential water saving of 15–25 % compared to threshold-based reactive algorithms is expected for a five-day forecast horizon.

Keywords

MPC, irrigation, IoT, ROS 2, micro-ROS, ESP-NOW, yr.no, weather station

Uvod

Navodnjavanje čini gotovo 70 % ukupne svjetske potrošnje slatke vode [1]. Procjenjuje se da će do 2050. potražnja za vodom u poljoprivredi rasti za dodatnih 50 % zbog klimatskih promjena i rasta populacije, dok će istovremeno raspoloživi vodni resursi biti sve više pod pritiskom [1]. Precizno upravljanje rasporedom i količinom navodnjavanja stoga je kritično i s agronomskog i s ekološkog stajališta: prekomjerno zalijevanje izaziva gravitacijske tokove, ispiranje hranjivih tvari te ekonomske gubitke [2], dok nedovoljno zalijevanje smanjuje prinos i kvalitetu usjeva [2,3].

Tradicionalni sustavi navodnjavanja temelje se na fiksnim vremenskim rasporedima, a noviji reaktivni IoT sustavi --- poput Kuhara [4] s Arduino mikrokontrolerima ili Gavrana i sur. [5] s ESP32-S3 platformom i mobilnom aplikacijom --- aktiviraju zalijevanje isključivo prema pragovima vlage tla [6]. Zajednički nedostatak je izostanak vremenske prognoze: bez predviđanja nadolazećih oborina, takvi sustavi mogu aktivirati navodnjavanje neposredno prije kišnog razdoblja, uzrokujući gravitacijske tokove i ispiranje hraniva.

Delgoda i sur. [6] formuliraju MPC okvir koji eksplicitno minimizira deficit vlage u korijenovoj zoni (engl. Root Zone Soil Moisture Deficit -- RZSMD) uz ograničenja raspoloživosti vode i nesigurnosti vremenskih prognoza. Predlažu dvije varijante: metodu ekvivalencije sigurnosti (CE) koja koristi determinističku prognozu i metodu poremećajne afinitetne povratne sprege (DA) koja uzima u obzir raspon nesigurnosti prognoze. Jamal i sur. [1] nadograđuju taj pristup integracijom asimilacije terenskih podataka (Particle Filter) i interakcijom operatera s modelom u okviru nazvanom RTIST (engl. Real-Time Irrigation Scheduling Tool), validiranom na kukuruznim poljima u Nebraski. Bwambale i sur. [7] u terenskom eksperimentu pokazuju da MPC ostvaruje 29 % uštedu vode i prinos 20 t/ha; Bwambale i sur. [8] nadograđuju taj okvir lokalnim meteorološkim mjerenjima kao ulazom u MPC, a Shang i sur. [9] predlažu robusni MPC koji Gaussovim procesima uči nesigurnost parametara tla iz mjerenja.

U ovom radu opisujemo preliminarnu implementaciju sustava koji implementira MPC na rubu mreže (engl. edge computing) koristeći Raspberry Pi kao centralnu mikroprocesorsku jedinicu unutar ROS 2 ekosustava. Koordinacija ponašanja implementirana je uz pomoć stabla ponašanja (engl. Behaviour Tree -- BT) koje reaktivno koordinira MPC odluke putem ROS 2 akcija i servisa. Upravljanje na terenu distribuirano je na tri ESP32-S3 mikrokontrolera --- Protočnu, Radnu i Mjernu jedinicu --- koji međusobno komuniciraju putem micro-ROS i ESP-NOW protokola. Mjerna jedinica ujedno čini lokalnu meteorološku stanicu za korekciju prognoznih ulaza MPC-a. Sustav također integrira prikupljanje

oborinskih voda i troslojno upravljanje: punjenjem, pohranom i pražnjenjem vode.

2. TEORIJSKI OKVIR

2.1. Model balansa vode u korijenovoj zoni

Temeljni model balansa vode u korijenovoj zoni opisan je linearnom jednadžbom u diskretnom vremenu s vremenskim korakom od jednog dana [6]:

$$D^* = D + E^* - P^* - I^* \quad (1)$$

gdje je D^* RZSMD (mm) u sljedećem vremenskom koraku, D trenutni RZSMD (mm), E^* efektivna evapotranspiracija (mm/dan), P^* efektivne oborine (mm/dan), a I^* efektivna količina navodnjavanja (mm/dan). RZSMD (hrv. deficit vlage u korijenovoj zoni) mjeri koliko mm vode nedostaje da bi tlo dostiglo kapacitet polja (FC) – stanje pri kojemu su pore tla optimalno napunjene i biljci je voda dostupna bez stresa. Pri $D = 0$ tlo je na FC; pri $D > 0$ postoji deficit koji uzrokuje sušni stres; pri $D < 0$ tlo je prezasićeno i pojavljuju se gravitacijski tokovi koji ispiraju hranjiva.

U obliku modela prostora stanja:

$$x^* = Ax + Bu + \omega, \quad A = 1, B = -1, \omega = E^* - P^* \quad (2)$$

Linearnost modela omogućuje primjenu standardnih QP (engl. Quadratic Programming) solvera u MPC optimizaciji.

2.2. MPC formulacija i ograničenja

Ciljna funkcija minimizira zbroj kvadratnih odstupanja RZSMD od nule i kvadratnog iznosa navodnjavanja kroz upravljački horizont od N dana [6]:

$$J = \min \sum (1/2 \cdot Q \cdot x^2_k + 1/2 \cdot R \cdot u^2_k), \quad k = 0, \dots, N-1 \quad (3)$$

gdje Q i R označavaju težine za RZSMD i potrošnju vode. Omjer Q/R regulira kompromis: visok omjer znači agresivno minimiziranje deficita, nizak omjer daje prednost uštedi vode.

Ograničenja sustava uključuju ograničenja stanja i ulaza: stanje x ograničeno je na raspon $[x_{\min}, x_{\max}]$, ulaz $u \in [0, u_{\max}]$, gdje $x_{\max}$ odgovara točki venuća (WP, najveći dopustivi deficit vlage), $x_{\min}$ kapacitetu polja ($FC = 0$), a $u_{\max}$ maksimalnoj dnevnoj količini navodnjavanja koja je dinamički ograničena raspoloživošću vode u spremniku.

2.3. Uloga vremenske prognoze

Prognoza oborina i evapotranspiracije kao vektor poremećaja ω ključna je za proaktivno upravljanje. Delgoda i sur. [6] razlikuju CE pristup koji koristi determinističku prognozu i DA pristup koji uzima u obzir raspon nesigurnosti prognoze. Jamal i sur. [1] pokazuju da integracija probabilističkih NWP (engl. Numerical Weather Prediction) prognoza s

petodnevnim do sedmodnevnim horizontom daje veće prednosti nego jednodnevne prognoze.

Yr.no API pruža satne prognoze za zadanu geografsku lokaciju na temelju nordijskog NWP modela s horizontom do 9 dana [10]. Podaci uključuju oborine (mm/h), temperaturu (°C), vlažnost zraka i brzinu vjetera te druge faktore. Referentna evapotranspiracija ET_0 procjenjuje se metodom Hargreaves-Samani [6] iz prognoziranih T_{min} i T_{max} bez potrebe za mjerenjem sunčevog zračenja.

Jedino MPC pristupi integriraju vremensku prognozu, dok reaktivni sustavi nemaju prediktivnu sposobnost (Tablica 1).

TABLICA 1: JEDINO MPC PRISTUPI UKLJUČUJU VREMENSKE PROGNOZE; REAKTIVNI SUSTAVI TEMELJENI NA PRAGOVIMA VLAGE NEMAJU PREDIKTIVNU SPOSOBNOST

Sustav	Algoritam	Prognoza	Platforma
Kuhar (2021)	Prag + RTC	Ne	Arduino
Gavran i sur. (2023)	Prag	Ne	ESP32
Delgoda i sur. (2016)	MPC (CE/DA)	Da	MATLAB
Jamal i sur. (2023)	MPC + DA	Da	PC
Ovaj rad	MPC (CE)	Da	RPi+ROS 2

Izvor: autor

2.4. Stabla ponašanja kao upravljačka struktura

Stabla ponašanja (engl. Behaviour Trees -- BT) hijerarhijska su formalna metoda za reaktivno i modularno opisivanje ponašanja automata stanja [11]. Stablo se izvršava periodičkim pomacima iz roditeljskih čvorova prema potomcima; svaki čvor vraća jedan od tri statusa: Success, Failure ili Running. Upravljački čvorovi Sekvencija (→) i Alternativa (?) uvjetuju napredak pomicanja po stablu logičkim AND, odnosno OR kombinacijom rezultata potomaka. Roditeljski Akcijski čvorovi izvršavaju operacije, a Uvjetni čvorovi provjeravaju uvjete bez bočnih efekata.

Za razliku od konačnih automata, BT-ovi su reaktivni (svaki pomak po stablu iznova evaluira cijelo stablo bez eksplicitnih prijelaza) te modularni jer dodavanje novih ponašanja ne mijenja postojeće čvorove. U ROS 2 ekosustavu BT-ovi su standardna koordinacijska paradigma (Nav2, MoveIt 2); biblioteka BehaviorTree.CPP [12] pruža XML definiciju stabla i izvođenje s izvornom podrškom za asinkrone ROS 2 akcije.

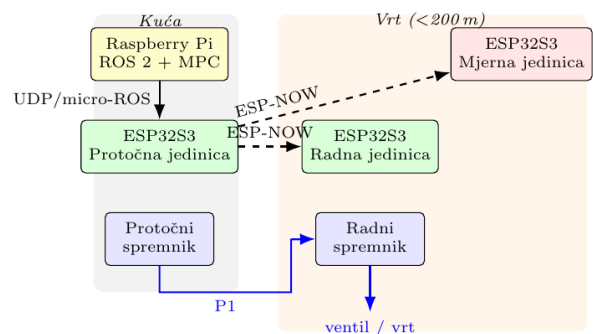
3. ARHITEKTURA SUSTAVA

3.1. Fizička infrastruktura upravljanja vodom

Sustav obuhvaća dva vodena spremnika i odgovarajuću infrastrukturu (Sl. 1). Protočni spremnik (IBC 1000 L) smješten je uz kuću i opremljen olukom za prikupljanje oborinskih voda te senzorom razine koji prati stanje punjenja, elektro ventilom i pumpom P1. Radni spremnik (IBC 1000 L) u vrtu (~50 m od kuće) primarni je izvor za navodnjavanje te je opremljen senzorom razine i elektro ventilom.

Pri padalinama pumpa P1, kojom upravlja Protočna mikrokontrolerska jedinica, tlači oborinsku vodu iz Protočnog u Radni spremnik. Kada je Radni spremnik pun, Protočna jedinica zatvara ventil na pumpi P1 i Protočni spremnik se puni kišnicom. Ako su potrebe veće, fizička veličina spremnika prilagođava se zahtjevima, jednostavnom promjenom logike upravljanja te dodavanjem spremnika, senzora i aktuatora.

SLIKA 1. FIZIČKA INFRASTRUKTURA I KOMUNIKACIJSKI MODEL SUSTAVA



Izvor: autor

3.2. Hardverske komponente

Sustav se temelji na dostupnom ugradbenom hardveru standardnih komponenti (Tablica 2).

TABLICA 2: HARDVERSE KOMONENTE SUSTAVA

Komponenta	Uloga	Kol.
<i>Upravljačke jedinice</i>		
Raspberry Pi 5	Centralna MPC jedinica; ROS 2 Jazzy, yr.no klijent, BT orkestracija	1
ESP32-S3 DevKit	Terenska mikrokontrolerska čvorišta; micro-ROS, ESP-NOW	3
<i>Senzori – mjerna jedinica</i>		
BME280	T, RH, tlak (I ² C); ulaz za ET_0	1

	korekciju	
BME680	T, RH, tlak, VOC; fuzija s BME280	1
SHT40	T, RH visoke točnosti ($\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ / $\pm 1,5\%$); fuzija s BME	1
SparkFun SEN-15901	Anemometar, vjetrulja, kišomjer (0,2794 mm/puls)	1
VEML6075	UV-A/B indeks, solarno zračenje (I^2C)	1
<i>Senzori – radna jedinica</i>		
MaxBotix MB7389	Razina vode u spremniku; IP67, UART, 30–500 cm	2
Meter TEROS 10	Volumetrijska vlažnost tla; SDI-12, IP68	2
<i>Aktuatori – protočna jedinica</i>		
ECO-WORTHY 12V 96W	Potopna pumpa P1; max 30 m, IP68, 8 A	1
U.S. Solid 3/4" NC	Elektromagnetski ventil 12V DC, normalno zatvoren	3
<i>Napajanje – radna jedinica</i>		
Solarni panel 100W	Monokristalni 12V; ~450 Wh/dan (HR)	1
LiFePO4 12V 30Ah	Baterija; 2000+ ciklusa, ugrađeni BMS	1
Victron MPPT 75/15	Solarni regulator punjenja; LiFePO4 profil, Bluetooth	1
Pololu D24V50F5	DC-DC pretvarač 12V→5V, 5A, $\eta \approx 95\%$	1

Izvor: autor

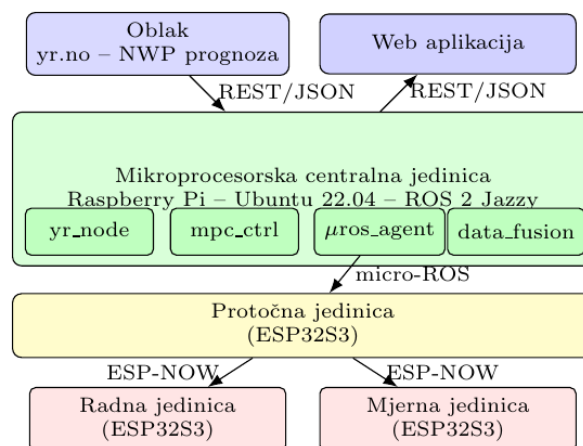
3.3. Softverska arhitektura

Softverski stog organiziran je u četiri ROS 2 čvora na Raspberry Pi koji komuniciraju s terenskim ESP32-S3 mikrokontrolerima (Sl. 2). Raspberry Pi izvršava ROS 2 Jazzy distribuciju [13] s četiri ROS 2 čvora: (1) *yr_node* koji periodički preuzima prognoze s *yr.no* API-ja i objavljuje ih na topiku */weather_forecast*, (2) *mpc_controller* koji rješava optimizacijski problem i objavljuje komandu navodnjavanja na topiku */irrigation_command*, (3) *micro_ros_agent* koji pruža most između ROS 2 DDS sloja i micro-ROS klijenata [14], te (4) *data_fusion_node* koji fuzira podatke lokalne meteorološke stanice s topika */local_weather* s *yr.no* prognozom radi korekcije vektora poremećaja ω u MPC-u.

Komunikacija koristi tri ROS 2 mehanizma. Topici prenose kontinuirane tokove senzorskih i prognoznih podataka (*/soil_moisture*, */tank_levels*, */local_weather*,

/weather_forecast). Akcije (*goal/feedback/result*) pokrivaju dugotrajne operacije čiji se napredak prati u stvarnom vremenu: */fill_tank2* (punjenje Radnog spremnika pumpom P1) i */irrigate* (isporuka u_0^* mm vode) --- svaka vraća povratnu informaciju o razini punjenja ili isporučenoj količini vode. Servisi pokrivaju atomarne upite: */get_status*, */set_mpc_params*, */compute_mpc* i */emergency_stop*.

SLIKA 2. SOFTVERSKA ARHITEKTURA: ROS 2 ČVORovi I KOMUNIKACIJSKI SLOJEVI



Izvor: autor

Protočna jedinica je WiFi-povezana s kućnom mrežom i komunicira s Raspberry Pi putem micro-ROS-over-UDP. Ujedno je komunikacijski most s dva ESP-NOW para: Radna jedinica (upravljanje vodom) i Mjerna jedinica (meteorološka stanica), oba smještena u vrtu na ~50 m udaljenosti [15]. ESP-NOW je Espressifov protokol za direktnu peer-to-peer komunikaciju na 2,4 GHz bez WiFi infrastrukture, s latencijom ispod 2 ms, dometom do 200 m na otvorenom prostoru te podrškom za višestruke parove i potvrdu primitka.

4. IMPLEMENTACIJA

4.1. MPC čvor na Raspberry Pi

MPC čvor implementiran je kao ROS 2 rclpy čvor koji se pokreće svakodnevno u 7:00h lokalnog vremena u sljedećim koracima:

1. Pretplata na topik */weather_forecast* i primanje petodnevne prognoze (oborine i temperature) s *yr.no*.
2. Primanje podataka s topika */local_weather* (Mjerna jedinica): stvarne oborine, temperatura, relativna vlažnost, tlak, vjetar i osvijetljenost za korekciju *yr.no* prognoze.

3. Primanje mjerenja vlage tla s topika /soil_moisture na dvije dubine (2 × Meter TEROS 10), VWC (engl. Volumetric Water Content).
4. Procjena tekućeg RZSMD D iz volumetrijske vlage tla i parametara tla (FC, WP (engl. Wilting Point), dubina korijenja).
5. Procjena referentne evapotranspiracije (ET_0) po Penman-Monteith uz lokalne podatke ili Hargreaves-Samani kada lokalna mjerenja nisu dostupna.
6. Rješavanje QP problema (3) s ograničenjima (4) koristeći `scipy.optimize.minimize`.
7. Objavljivanje optimalne komande u_0^* na topiku /irrigation_command; akcijski čvor stabla ponašanja Irrigate čita tu vrijednost i pokreće akciju /irrigate s ciljem isporuke u_0^* mm vode.

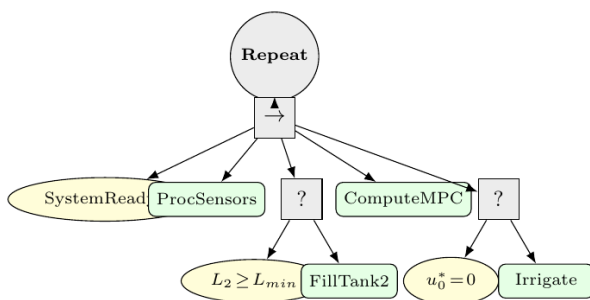
Ograničenje $u_{\max}$ dinamički se skalira s izmjerenom razinom vode u Radnom spremniku kako bi se spriječilo njegovo pražnjenje: $u_{\max} = k \cdot L_2$, gdje je L_2 izmjereni postotak punjenja i k konstantan koeficijent.

4.2. Koordinacijski sloj stabla ponašanja

Koordinacija dnevnog ciklusa navodnjavanja implementirana je kao BT koji se pokreće u 7:00h (Sl. 3). Upravljački čvorovi Sekvencija ($\rightarrow$) grupira podređene čvorove po AND logici – cijela grana mora uspjeti; Alternativa (?) djeluje po OR logici – uspijeva prvim uspješnim djetetom. Akcijski čvorovi mapiraju se na ROS 2 akcije i servise te vraćaju Running dok operacija traje; Uvjetni čvorovi provjeravaju uvjete bez bočnih efekata --- čitanjem topika ili pozivom servisa samo za čitanje (Tablica 3).

Provjera i punjenje Radnog spremnika (FillTank2) izvodi se unutar BT-a prije pokretanja MPC optimizacije kako bi se izbjegao rubni slučaj u kojemu je $L_2 \approx 0$, što bi uzrokovalo $u_{\max} \approx 0$, a time i $u_0^* = 0$ neovisno o deficitu vlage tla.

SLIKA 3. KOORDINACIJSKI SLOJ STABLA PONAŠANJA



Izvor: autor

TABLICA 3: MAPIRANJE ČVOROVA STABLA PONAŠANJA NA ROS 2 SUČELJA

BT čvor	Tip	ROS 2 sučelje
SystemReady?	Uvjet	Servis /get_status (samo za čitanje)
ProcSenzore	Akcija	Topici /soil_moisture, /local_weather
$L_2 \geq L_{\min}$	Uvjet	Topik /tank_levels
FillTank2	Akcija	Akcija /fill_tank2
ComputeMPC	Akcija	Servis /compute_mpc
$u_0^* = 0$	Uvjet	Topik /irrigation_command
Irrigate	Akcija	Akcija /irrigate

Izvor: autor

Čvor Alternativa NavodnjavajAkoTreba preskače navodnjavanje ako je $u_0^* = 0$ --- što nastupa pri prognoziranom oborinama ili nultom deficitu vlage. U suprotnom, čvor Alternativa OsigurajVodu puni Radni spremnik akcijom /fill_tank2 dok razina ne dosegne $L_{\min}$, a potom se isporučuje u_0^* mm akcijom /irrigate. Radna jedinica implementira upravljačku logiku ventila i pumpe kao micro-ROS čvor koji izvršava komande primljene putem tih akcija; Protočna jedinica transparentno prosljeđuje ROS 2 akcije putem ESP-NOW mosta.

4.3. Komunikacijski protokol ESP-NOW

Svaka ESP-NOW poruka između Protočne i Mjerne jedinice sadrži serijaliziranu C strukturu od 28 bajta: identifikator poruke (1 bajt), vrstu (1 bajt), polje od šest float vrijednosti za podatke senzora (24 bajta) i statusnu zastavicu (2 bajta). Potvrda primitka čeka se 20 ms; pri neuspjehu ponavlja se do tri puta. Frekvencija slanja podataka senzora je 60 s, a komande navodnjavanja šalju se na zahtjev.

Protočna jedinica djeluje kao transparentni most: primljene micro-ROS poruke s Raspberry Pi prevodi u ESP-NOW format i prosljeđuje Radnoj i Mjernoj jedinici, te od njih prikuplja poruke. Na razini ROS 2 sustava vidljiva je jedino Protočna jedinica (ESP32-S3) dok ostale dvije nisu.

4.4. Integracija s yr.no API-jem

Yr.no API pruža besplatne meteorološke prognoze kao JSON odgovor na HTTP GET zahtjev na temelju geografskih koordinata (lat, lon) i nadmorske visine [10]. Za svaki sat prognoznog horizonta dostupni su: temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$), relativna vlažnost (%), brzina i smjer vjetrova, oblačnost i prognozirana količina oborina (mm). ROS 2 čvor yr_node preuzima prognozu svaka 3 sata (API ograničenje iznosi minimalni

interval od 30 min između zahtjeva prema istoj lokaciji). Satni podaci agregiraju se u dnevne ukupne oborine i srednje temperature za preuzimanje u MPC algoritam.

Referentna evapotranspiracija ET_0 (mm/dan) procjenjuje se modificiranom Hargreaves-Samani jednadžbom:

$$ET_0 = 0,0023 \cdot (T_{mean} + 17,8) \cdot \sqrt{(T_{max} - T_{min})} \cdot Ra \quad (4)$$

gdje je T_{mean} srednja dnevna temperatura (°C), T_{max} i T_{min} maksimalna i minimalna temperatura, a Ra ekstrasolarno sunčevo zračenje (MJ/m²/dan) koje se računa analitički iz datuma i geografske širine bez potrebe za mjerenjem. Kada su dostupna lokalna mjerenja s meteorološke stanice (BME280 + SHT40), ET_0 se izračunava točnijim Penman-Monteith postupkom.

4.5. Web sučelje

Web sučelje centralizira nadzor sustava i upravljanje operatera u stvarnom vremenu. Prikazuje aktivnu petodnevnu MPC prognozu (oborine, temperatura, ET_0), mjerenja meteorološke stanice (temperatura, relativna vlaga, tlak, vjetar, oborine, vlaga tla) te razine vode u oba spremnika i stanje automata. Podaci su izloženi REST API-jem s Raspberry Pi. Operater može aktivirati sigurnosni prekid, pratiti stanje baterije koja napaja mikrokontrolere u vrtu te primiti upozorenja pri kvaru bilo kojeg podsustava.

5. PLAN VALIDACIJE I OČEKIVANI DOPRINOSI

5.1. Očekivani doprinosi prema literaturi

Budući da je sustav u fazi hardverske integracije, kvantitativni rezultati još nisu dostupni. Na temelju usporedivih terenskih studija mogu se formulirati utemeljena očekivanja. Bwambale i sur. [7] terenski su izmjerili 29 % uštedu vode i prinos 20 t/ha primjenom MPC okvira strukturno sličnog predloženom. Delgoda i sur. [6] analitički pokazuju da CE metoda s determinističkom prognozom eliminira gravitacijske tokove koji nastaju pri reaktivnim algoritmima, a Jamal i sur. [1] potvrđuju da petodnevni do sedmodnevni NWP prognozni horizont daje značajnija poboljšanja od jednodневnih prognoza.

Integracija lokalne meteorološke stanice za korekciju prognoznih ulaza, sukladno pristupu Bwambalea i sur. [8], treba dodatno smanjiti pogrešku procjene evapotranspiracije. Kvantifikacija u uvjetima kontinentalne klime Milanovca i specifičnih kultura s privatne parcele predmet je planiranog terenskog eksperimenta; rezultati će biti objavljeni u zasebnom radu.

5.2. Plan terenske validacije

Terenski eksperiment planira se u vegetacijskom periodu 2026. na privatnoj parceli s tri kulture različitih vodnih potreba. Plan validacije obuhvaća:

8. Usporedbu izmjerenog i prognoziranog RZSMD uz kvantifikaciju pogreške prognoziranja.
9. Mjerenje ukupne potrošnje vode uz usporedbu s konvencionalnim fiksnim rasporedom i reaktivnim sustavom temeljenim na prakovima vlage.
10. Analizu pouzdanosti komunikacijskog sloja: stopa gubitka paketa ESP-NOW, latencija micro-ROS poruka.
11. Testiranje vremenskog perioda potrebnog za rješavanje QP problema s ograničenjima koristeći `scipy.optimize.minimize`.

Potpuni eksperimentalni rezultati planiraju se objaviti kao izvorni znanstveni rad.

6. ZAKLJUČAK

Rad prikazuje arhitekturu i preliminarnu implementaciju sustava automatskog navodnjavanja koji integrira MPC algoritam s distribuiranom IoT infrastrukturom na ROS 2 i micro-ROS platformi. Ključni doprinos je kombinacija prediktivnog upravljanja temeljenog na vremenskim prognozama yr.no servisa, koordinacijskog sloja stabla ponašanja koji reaktivno koordinira ROS 2 akcije i servise, distribuiranih mikrokontrolerskih jedinica (ESP32-S3) koje komuniciraju putem ESP-NOW protokola, lokalne meteorološke stanice za korekciju prognoznih ulaza te autonomnog upravljanja dvama spremnicima, sve integrirano u ROS 2 ekosustav s web sučeljem za nadzor.

Za razliku od postojećih reaktivnih rješenja [4,5], predloženi sustav proaktivno planira navodnjavanje uzimajući u obzir nadolazeće oborine i evapotranspiraciju. Na temelju usporedivih terenskih studija [7,6] očekuje se značajna ušteda vode i eliminacija gravitacijskih tokova. Hardverska integracija je u tijeku, a terenska validacija sa kvantitativnim rezultatima planira se u vegetacijskom periodu 2026. i bit će predmet zasebnog rada.

LITERATURA

- [1] S. Jamal, G. Slater, R. Stricevic, et al. RTIST: Real-Time Irrigation Scheduling Tool with data assimilation using model predictive control. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2023.
- [2] S. Mushtaq, T. Maraseni, K. Maroulis. Water, energy and food security nexus: Challenges and opportunities for irrigated agriculture. *Agricultural Water Management*, 2024.

- [3] R. Vories, P. Sudduth, S. Drummond, et al. Estimating the irrigation scheduling impacts on crop production. *Agricultural Water Management*, 2021.
- [4] D. Kuhar. Sustav za navodnjavanje s Arduino mikrokontrolerom. Završni rad, Veleučilište u Virovitici, 2021.
- [5] A. Gavran, M. Tomić, K. Vukelić. IoT sustav za pametno navodnjavanje s ESP32-S3 platformom. Diplomski rad, Sveučilište u Osijeku, 2023.
- [6] H. Delgoda, S. Saleem, M. Halgamuge, H. Malano. Irrigation control with Model Predictive Control (MPC) in a soil moisture deficit framework. *Agricultural Water Management*, 2016.
- [7] E. Bwambale, F. Abagale, G. Anornu. Smart irrigation monitoring and control strategy for improving water use efficiency in precision agriculture: A review. *Smart Agricultural Technology*, 2022.
- [8] E. Bwambale, F. Abagale, G. Anornu. MPC with local weather measurements for improved ET_o estimation. *Agricultural Water Management*, 2024.
- [9] Z. Shang, D. Zhang, X. Xu, et al. Robust MPC for irrigation scheduling using Gaussian process models. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2020.
- [10] Yr.no. Yr.no Location Forecast API. Norwegian Meteorological Institute, 2024. <https://api.met.no/weatherapi/locationforecast/>
- [11] M. Colledanchise, P. Ogren. *Behavior Trees in Robotics and AI*. CRC Press, 2018.
- [12] D. Faconti. BehaviorTree.CPP v4. GitHub repository, 2023. <https://github.com/BehaviorTree/BehaviorTree.CPP>
- [13] S. Macenski, T. Foote, B. Gerkey, C. Lalancette, W. Woodall. Robot Operating System 2: Design, architecture, and uses in the wild. *Science Robotics*, 7(66), 2022.
- [14] micro-ROS. micro-ROS middleware for resource-constrained devices. <https://micro.ros.org/>, 2021.
- [15] Espressif Systems. ESP-NOW Protocol Reference. Espressif Systems, 2023.



Automatizirano izvještavanje o aktualnim kibernetičkim prijetnjama

Latest cyber threats events automated reporting workflow

Enes Ciriković¹, Ivan Benke², Danijel Koprivanac³, Matko Zrnić⁴

¹Veleučilište u Virovitici, Matije Gupca 78, 33000 Virovitica, Republika Hrvatska, enes.cirikovic@vuv.hr

²Veleučilište u Virovitici, Matije Gupca 78, 33000 Virovitica, Republika Hrvatska, ivan.benke@vuv.hr

³Veleučilište u Virovitici, Matije Gupca 78, 33000 Virovitica, Republika Hrvatska, danijel.koprivanac@vuv.hr

⁴Veleučilište u Virovitici, Matije Gupca 78, 33000 Virovitica, Republika Hrvatska, matko.zrnic@vuv.hr
A

Sažetak

U suvremenim poslovnim okruženjima kontinuirano izloženim kibernetičkim prijetnjama ključna je potreba za održavanjem pravodobne informiranosti o aktualnostima kritičnih prijetnji prikupljenih iz različitih relevantnih izvora. Jedan od relevantnih izvora novosti o je nacionalni CERT. U radu će se prikazati praktično rješenje automatiziranog e-mail obavještanja o pojavi najnovijih upozorenja o aktualnim kibernetičkim prijetnjama primjenom sustava Microsoft Power Automate te posredničkih alata Wamp web poslužitelj, Windows Task Manager i PowerShell.

Ključne riječi

CERT, RSS feed, Power Automate, automatizacija tokova

Abstract

In modern business environments continuously exposed to cyber threats, the key need is to maintain timely information on current critical threats collected from various relevant sources. One of the relevant sources of news is the national CERT. The paper will present a practical solution for automated e-mail notification of the latest warnings about current cyber threats using the Microsoft Power Automate system and intermediary tools like Wamp web server, Windows Task Manager and PowerShell.

Keywords

CERT, RSS feed, Power Automate, flow automation

Uvod

Proaktivno djelovanje u domeni kibernetičke sigurnosti jedno je od osnovnih mjera za suzbijanje mogućnosti pojave sigurnosnih incidenata u najširem smislu. Između brojnih mjera proaktivnog djelovanja koje pripadaju djelokrugu nacionalnog CERT-a (engl. *Computer Emergency Response Team*) svrstavaju se i postupci izdavanja sigurnosnih preporuka, edukacija i obuke o računalnoj sigurnosti te razmjena informacija iz područja računalne sigurnosti [1]. Navedenim se mjerama izravno djeluje na ljudske čimbenike kao bitan faktor u lancu osnaživanja informacijske sigurnosti, neovisno o veličini ili vrsti samog subjekta. U nastavku rada će se na tragu navedenih mjera prikazati mehanizam periodičkog automatiziranog izvještavanja interesnih strana o posljednjim sigurnosnim ugrozama prijavljenih od strane nacionalnog CERT-a. Pri tome su za realizaciju funkcionalnog rješenja korišteni najčešće dostupni alati malih javnih ili privatnih poduzeća poput Microsoft Power Automate-a te Windows operacijskog sustava s alatima Task Scheduler i PowerShell te slobodno dostupnog i široko prihvaćenog Wamp web poslužitelja.

1. Nacionalni CERT i izvještavanje o kibernetičkim prijetnjama

Nacionalni CERT predstavlja središnje nacionalno tijelo za prevenciju i odgovor na računalno-sigurnosne incidente u ne-državnom sektoru Republike Hrvatske. Djeluje unutar Hrvatske akademske i istraživačke mreže – CARNET, a osnovan je s ciljem razvoja nacionalnih kapaciteta za zaštitu informacijskog prostora i koordinaciju odgovora na kibernetičke prijetnje [1]. Njegova je uloga dodatno proširena donošenjem Zakona o kibernetičkoj sigurnosti Republike Hrvatske (NN 14/24), kojim Nacionalni CERT postaje nadležni CSIRT (engl. *Computer Security Incident Response Team*) za više ključnih sektora, uključujući financijski sektor, digitalnu infrastrukturu te sustave obrazovanja i istraživanja [2].

Djelovanje Nacionalnog CERT-a temelji se na sigurnosnim aktivnostima koje obuhvaća kontinuirano praćenje novih prijetnji, izdavanje sigurnosnih preporuka, analizu ranjivosti informacijskih sustava te edukaciju korisnika o sigurnom korištenju digitalnih tehnologija. Naglasak je na podizanju svijesti o prijetnjama poput *phishing* kampanja, socijalnog inženjeringa i *ransomware*

napada te koordinacije djelovanja u slučaju računalno-sigurnosnih incidenata. Koordinacija uključuje otkrivanje samog sigurnosnog incidenta, analizu i postupke te razmjenu informacija između relevantnih institucija i sektorskih tijela.

Važan element nacionalnog sustava kibernetičke sigurnosti predstavlja platforma PiXi (Platforma za razmjenu informacija), razvijena radi automatiziranog prikupljanja i razmjene podataka o sigurnosnim incidentima i prijetnjama u stvarnom vremenu. Platforma je usklađena sa zahtjevima Zakona o kibernetičkoj sigurnosti i europske DORA uredbe te omogućuje učinkovitiju suradnju između ključnih subjekata, regulatornih tijela i nadležnih CSIRT-ova. Pristup platformi ograničen je na ovlaštene korisnike, a sigurnost pristupa osigurana je korištenjem sustava NIAS (Nacionalni identifikacijski i autentifikacijski sustav) i e-ovlaštenja. U odnosu na tradicionalne načine prijavljivanja incidenata putem elektroničke pošte ili telefonske komunikacije, PiXi omogućuje standardizirano i brže dijeljenje sigurnosnih informacija [3].

Ujedno, nacionalni CERT razvija i druge alate za unapređenje informacijske sigurnosti. Jedna od njih je i CERT CVE (engl. *Common Vulnerabilities and Exposures*) koji centralizira i distribuira informacije o sigurnosnim ranjivostima softverskih i hardverskih proizvoda. Korisnicima se omogućuje pretraživanje baze ranjivosti prema proizvođaču, proizvodu ili vrsti sigurnosnog propusta, čime se olakšava identifikacija potencijalnih prijetnji u vlastitom informacijskom okruženju. Najbolja komponenta sustava je mogućnost personaliziranog praćenja ranjivosti, pri čemu korisnici automatski dobivaju obavijesti o novim sigurnosnim propustima relevantnima za tehnologije koje koriste [4].

CERTiffy predstavlja alat Nacionalnog CERT-a Republike Hrvatske namijenjen prepoznavanju lažnih internetskih trgovina i prevenciji internetskih prijevara. Servis korisnicima omogućuje provjeru vjerodostojnosti web trgovina, zaštitu korisničkih i financijskih podataka te podizanje svijesti građana o rizicima elektroničke trgovine. Vjerodostojnost se provjerava analizom sigurnosnih pokazatelja poput domene, dostupnosti kontaktnih podataka, jezičnih nepravilnosti i drugih karakteristika povezanih s lažnim internetskim stranicama te predstavlja važan preventivni alat u okviru nacionalnog sustava kibernetičke sigurnosti [5].

Osim same uloge nacionalnog CERT-a, opravdanost predloženog modela automatiziranog izvještavanja nalazi uporište i u ISO/IEC 27001

standardu koji zahtijeva uspostavu strukturiranog sustava za evidentiranje, procjenu i izvještavanje o kibernetičkim prijetnjama i incidentima. [6] Nadalje, prema NIST smjernicama za upravljanje i izvještavanje o kibernetičkim prijetnjama i incidentima, u pripremnj fazi ciklusa odgovora na incidente očekuje između ostalog i uspostava komunikacijskih kanala izvještavanja. [7] S obzirom na kontekst izvještavanja o kibernetičkim prijetnjama, primjenom modela izvještavanja prikazanog ovim radom, s po potrebi dodatnim funkcionalnim proširenjima također realiziranih unutar Power Automate okruženja, moguće je postići potpunu sukladnost prema navedenim standardima informacijske sigurnosti.

1. Model automatiziranog izvještavanja

U osnovi modela automatiziranog izvještavanja nalazi se platforma Microsoft Power Automate i to u svojoj inačici u oblaku. S obzirom da se radi o modelu koji bi trebao kontinuirano provoditi zadani hodogram aktivnosti, neovisno o ljudskom faktoru, bitan faktor cijelog modela je pouzdanost u pogledu dostupnosti usluge te je stoga odabrano rješenje usluge u oblaku.

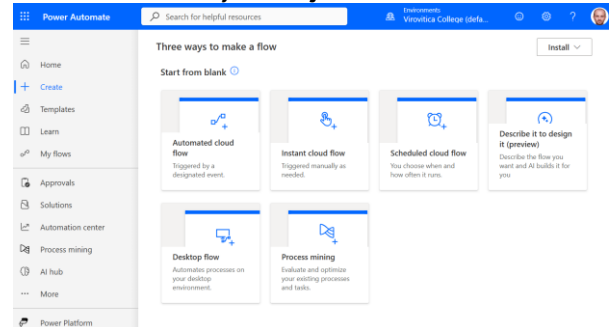
1.1. Microsoft Power Automate

Microsoft Power Automate, prethodno poznat kao Microsoft Flow, jedan je od alata iz Microsoft Power Platform skupa tehnologija temeljenih na oblaku. Radi se o alatu koji omogućuje kreiranje automatiziranih radnih zadataka primjenom blokovskog slaganja potrebnih komponenti iz dostupnih funkcija tematskih biblioteka, ali i uz mogućnost kreiranja samostalnih funkcija. S obzirom da se radi o tzv. „low-code“ razvojnoj platformi, cjelokupan razvoj se obavlja kroz jednostavno i intuitivno grafičko korisničko sučelje koje dolazi s više stotina postojećih, unaprijed izrađenih konektora kao i brojnim unaprijed izrađenim predlošcima za brzi početak [8].

Kao dio M365 sustava licenciranja, korištenje alata dolazi u punom opsegu funkcionalnost za desktop ili cloud primjene. Osim toga, isti je moguće i samostalno licencirati u nekoliko varijanti ovisno o načinu rada, a u osnovi se razlikuju dvije vrste: „User“ licenca (engl. *Power Automate Premium*) te „Capacity“ licenca (engl. *Power Automate Process*). Temeljne razlike između ova dva načina licenciranja odnose se na opseg primjene, odnosno na način upravljanja, te se prvi odnosi na ručno – korisničko djelovanje, dok se drugim načinom omogućuje

potpuno neovisno računalno upravljanje posredstvom računalnih robota (engl. *bot*) [9]. Korisničkom licencom omogućena je potpuna primjena svih komponenti sustava automatiziranog izvještavanja korištenjem RSS tehnologije (engl. *Really Simple Syndication*). S obzirom na navedeno, u radu je korištena inačica Power Automate u oblaku, čija je početna radna okolina prepoznatljiva po prikazu na slici 1.

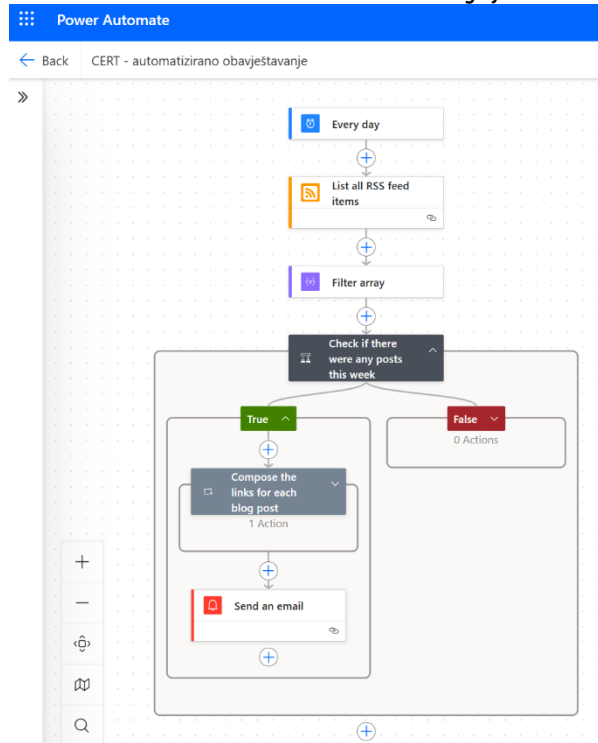
SLIKA 1. Radno okruženje Microsoft Power Automate u oblaku



Izvor: izradio autor

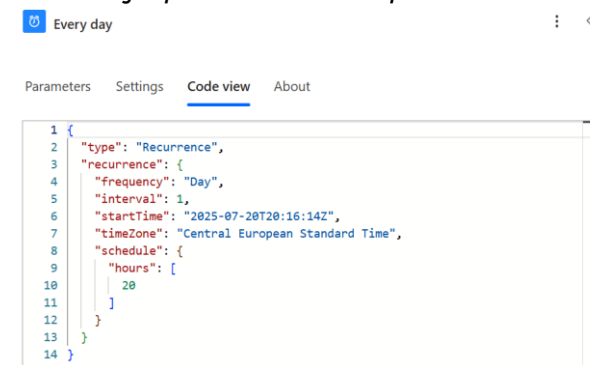
1.2. Automatizirani radni tijek

Primjenom standardno dostupnih Power Automate varijabli te konektora kojima se omogućuje izrada operativna logika radnog tijeka definiranjem parametarskih parova okidač-akcija (engl. *Trigger-Action*) kreiran je funkcionalni model automatiziranog periodičkog izvještavanja o promjenama unutar RSS kanala - formata za razmjenu web sadržaja. Na slici 2 prikazan je gotov model koji sadrži sve potrebne komponente kojima se ostvaruje prethodno opisana funkcionalnost.

SLIKA 2. Funkcionalni model Power Automate radnog tijeka

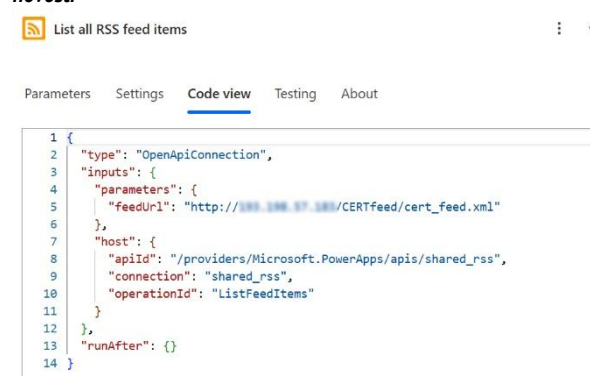
Izvor: izradio autor

Cjelokupan projekt sastoji se od pet komponenti, odnosno konektora – programskih posredničkih slojeva za enkapsulaciju drugih, većih i složenijih, često i vanjskih programskih komponenti trećih strana. U kontekstu Power Automate platforme, konektori imaju ulogu komunikacije između alata iz Power Platform portfelja te vanjskih aplikacija, usluga ili podatkovnih izvora. S obzirom na ideju ponavljajućih radnji u okviru periodičkih provjera promjena na web stranici CERT novosti, prvi predefinirani standardni konektor u stablu prikazanom slikom 2, odnosi se na tzv. raspored (engl. *Schedule*). U kontekstu zadanog modela ovog rada, konektor rasporeda konfiguriran je da se aktivira jednom dnevno (engl. *Every day*) u 20 sati. Slikom 3 prikazani su parametri konektora rasporeda u obliku JSON definicije pregleda pozadinskog kôda (tzv. Code view pregled).

SLIKA 3. Pregled parametara konektora rasporeda

Izvor: izradio autor

Na temelju vremenskog „okidanja“, prema zadanoj shemi na slici 2, slijedi evaluacija i izvršavanje standardnog konektora „List all RSS feed items“ kojim se dohvaća RSS lista CERT novosti ugošćena na udaljenoj lokaciji web poslužitelja u obliku XML strukturirane datoteke. Detalji parametara samog konektora prikazani su slikom 4.

SLIKA 4. Pregled parametara konektora dohvaćanja RSS liste CERT novosti

Izvor: izradio autor

Iz JSON definicije pregleda parametara konektora sa slike 4, ističe se *feedURL* kojim se definira URL sjedišta datoteke u kojoj se nalazi XML struktura CERT novosti. S obzirom da se radi o javno dostupnim podacima koje objavljuje CERT, komunikacija s Apache web poslužiteljem provodi se putem HTTP protokola. Isječak XML sadržaja navedene datoteke prikazan je u nastavku.

Isječak XML koda RSS liste CERT novosti

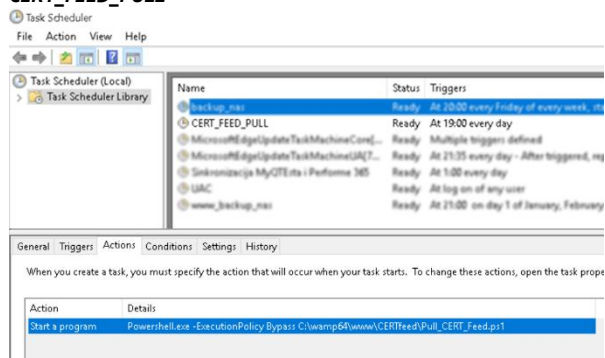
```

1. <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><rss version="2.0"
2.   xmlns:content="http://purl.org/rss/1.0/modules/content/"
3.   xmlns:wf="http://wellformedweb.org/CommentAPI/"
4.   xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
5.   xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom"
6.   xmlns:sy="http://purl.org/rss/1.0/modules/syndication/"
7.   xmlns:slash="http://purl.org/rss/1.0/modules/slash/"
8.   >
9.
10. <channel>
11.   <title>Novosti - CERT.hr</title>
12.   <atom:link href="https://www.cert.hr/novosti/feed/" rel="self" type="application/rss+xml" />
13.   <link>https://www.cert.hr/</link>
14.   <description></description>
15.   <lastBuildDate>Thu, 30 Apr 2026 10:10:06 +0000</lastBuildDate>
16.   <language>hr</language>
17.   <sy:updatePeriod>
18.     hourly </sy:updatePeriod>
19.   <sy:updateFrequency>
20.     1 </sy:updateFrequency>
21.
22.   <image>
23.     <url>https://www.cert.hr/wp-content/uploads/2017/12/favicon-96x96-36x36.png</url>
24.     <title>Novosti - CERT.hr</title>
25.     <link>https://www.cert.hr/</link>
26.     <width>52</width>
27.     <height>32</height>
28.   </image>
29.
30.   <item>
31.     <title>Upozorenje: Kritična ranjivost u cPanel i WHM (CVE-2026-41940)</title>
32.     <link>https://www.cert.hr/upozorenje-kriticna-ranjivost-u-cpanel-i-whm-cve-2026-41940/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=upozorenje-kriticna-ranjivost-u-cpanel-i-whm-cve-2026-41940</link>
33.     <dc:creator><![CDATA[Ana Šabić]]></dc:creator>
34.     <pubDate>Thu, 30 Apr 2026 09:50:48 +0000</pubDate>
35.     <category><![CDATA[Novosti]]></category>
36.     <category><![CDATA[Upozorenje]]></category>
37.     <guid isPermaLink="false">https://www.cert.hr/?p=113525</guid>
38.   </item>
39. </channel>

```

Izvor: izradio autor

Sadržaj prikazane datoteke generira se prema prethodno zadanom rasporedu definiranog zadatkom aplikacije Microsoft Task Scheduler smještene na lokalnom Windows i Apache (WAMP) poslužitelju. Parametri Microsoft Task Scheduler akcije prikazani su slikom 5.

SLIKA 5. Pregled parametara ponavljajućeg zadatka CERT_FEED_PULL

Izvor: izradio autor

Iz prethodnog prikaza na slici 5, vidljivo je da se akcija pokretanja Microsoft Powershell skripte *Pull_CERT_Feed.ps1* svakodnevno ponavlja u 19 sati. Ovom se radnjom programski očitava sadržaj stranice CERT novosti te se spremaju u datoteku *cert_feed.xml*. Kôd Microsoft PowerShell skripte prikazan je sljedećim isječkom.

Prikaz kôda PowerShell skripte Pull_CERT_Feed.ps1

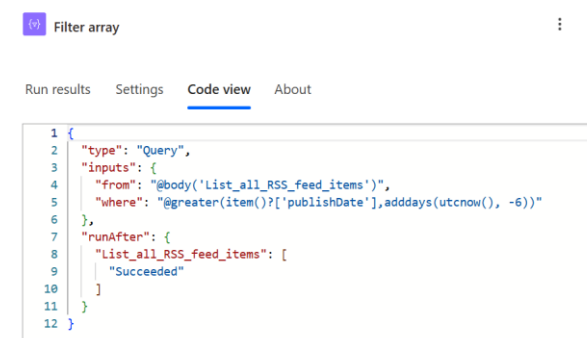
```

1. $url = "https://www.cert.hr/novosti/feed/"
2. $dest =
3.   "C:\wamp64\www\CERTfeed\cert_feed.xml"
4. [Net.ServicePointManager]::SecurityProtocol
   = [Net.SecurityProtocolType]::Tls12
5. Invoke-WebRequest -Uri $url -OutFile $dest

```

U prikazanom kôdu prikazana je metoda dohvaćanja sadržaja RSS feed kanala CERT novosti uz pomoću zadanih varijabli izvora i odredišta XML datoteke na lokalnom web poslužitelju. Pri tome je korištena Microsoft PowerShell funkcija *Invoke-WebRequest* kojom se parsira odgovor na temelju HTTPS zahtjeva prema web poslužitelju CERT novosti.

Od preostalih komponenti modela automatiziranog izvještavanja, ostao je standardni konektor „Filter Array“, koji obrađuje prethodno dohvaćene podatke RSS kanala prema parametrima prikazanim slikom 6.

SLIKA 6. Pregled parametara konektora Filter Array

Izvor: izradio autor

Prema prikazanim parametrima sa slike 6, vidljivo je da se putem prethodnog konektora u svojstvu parametra *from* proslijeđuju objekti tijela (engl. *body*) RSS liste CERT novosti i to noviji od 6 dana. Parametrom *where* proizvoljno je određen period usporedbe posljednje ažuriranih novosti CERT kanala s obzirom na atribut *publishDate* koji se nalazi u formi sirovih podataka strukturiranih u XML formatu prikazanih slikom 7.

SLIKA 7. Isječak jednog objekta kategorije tijela stranice RSS kanala CERT novosti

```

"body": [
  {
    "id": "https://www.cert.hr/?p=113525",
    "title": "Upozorenje: Kritična ranjivost u cPanel i WHM (CVE-2026-4194)",
    "primaryLink": "https://www.cert.hr/upozorenje-kriticna-ranjivost-u-cp",
    "links": [
      "https://www.cert.hr/upozorenje-kriticna-ranjivost-u-cpanel-i-whm-"
    ],
    "updatedAt": "2026-04-30 09:50:48Z",
    "summary": "CVE-2026-41940 CVSS 9.8 Otkrivena je kritična ranjivost",
    "copyright": "",
    "categories": [
      "Novosti",
      "Upozorenje"
    ]
  }
],

```

Izvor: izradio autor

Tako vremenski filtrirani sirovi podaci šalju se prema sljedećem standardnom konektoru uvjetnog grananja „Check if there were any posts this week“ u obliku formatirane liste. JSON definicija parametara konektora uvjetnog grananja dana je sljedećim prikazom.

Pregled JSON definicije parametara konektora uvjetnog grananja

```

1. {
2.   "type": "If",
3.   "expression": {
4.     "and": [
5.       {
6.         "greater": [
7.           "@length(body('Filter_array'))",
8.           0
9.         ]
10.      }
11.    ]
12.  },
13.  "actions": {
14.    "Compose_the_links_for_each_blog_post": {
15.      "type": "Foreach",
16.      "foreach": "@take(body('Filter_array'),6)",
17.      "actions": {
18.        "Compose": {
19.          "type": "Compose",
20.          "inputs": {
21.            "href": "@{items('Compose_the_links_for_each_blog_post')['primaryLink']}>@{items('Compose_the_links_for_each_blog_post')['title']}</a></h3></td></tr><tr><td style='color: #777777;'>Posted at @formatDateTime(item()['publishDate'], 't')GMT</td></tr><tr><td>@{items('Compose_the_links_for_each_blog_post')['summary']}</td></tr>"
22.          }
23.        },
24.        "Send_an_email": {
25.          "type": "OpenApiConnection",
26.          "inputs": {
27.            "parameters": {
28.              "NotificationEmailDefinition/notificationSubject": "CERT novosti - izmjene",
29.              "NotificationEmailDefinition/notificationBody": "Check out the latest news from your RSS feed:<br>@{join(outputs('Compose'),'')}</table>"
30.            },
31.            "host": {
32.              "apiId": "providers/Microsoft.PowerApps/apis/shared_flowpush",
33.              "connection": "shared_flowpush",
34.              "operationId": "SendEmailNotification"
35.            }
36.          },
37.          "runAfter": {
38.            "Compose_the_links_for_each_blog_post": [
39.              "Succeeded"
40.            ]
41.          }
42.        },
43.        "else": {
44.          "actions": {}
45.        },
46.        "runAfter": {
47.          "Filter_array": [
48.            "Succeeded"
49.          ]
50.        }
51.      }
52.    }

```

Ovisno o tome jesu li sukladno zadanom kriteriju postojale promjene od posljednje ažuriranog sadržaja XML datoteke RSS kanala CERT novosti, kontrola uvjetnog grananja djeluje u dva smjera. Ukoliko lista prethodno dohvaćenih vremenski

filtriranih podataka konektora *Filter Array* sadrži barem jedan element objekta *body*, tada će uvjet grananja biti označen kao istinit (*engl. True*) te će se izvršiti konektori namijenjeni obradi sirovih podataka liste aktualnih CERT novosti te pripremi i slanju HTML strukturiranih poruka na odabranu e-mail adresu. Potom će se redom izvršiti standardni konektori *Compose_the_links_for_each_blog_post* te *Send_an_email*.

Definicija konektora za parsiranje sirovih podataka elemenata liste CERT posljednje dodanih novosti prema kriteriju starosti, prikazan je slikom 8.

SLIKA 8. Pregled parametara konektora Compose_the_links_for_each_blog_post

Compose the links for each blog post

Parameters Settings Code view About

```

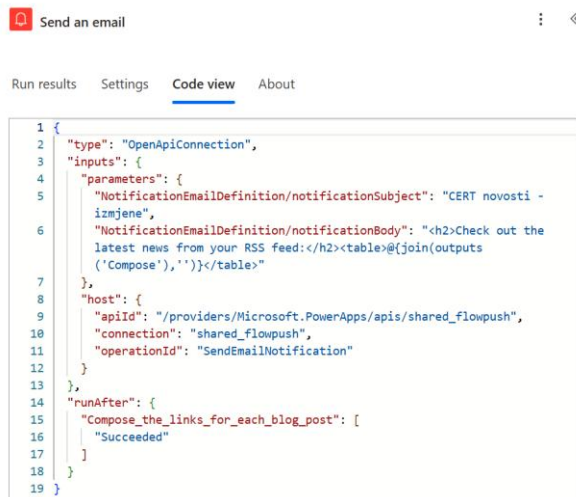
1 {
2   "type": "Foreach",
3   "foreach": "@take(body('Filter_array'),6)",
4   "actions": {
5     "Compose": {
6       "type": "Compose",
7       "inputs": {
8         "href": "@{items('Compose_the_links_for_each_blog_post')['primaryLink']}>@{items('Compose_the_links_for_each_blog_post')['title']}</a></h3></td></tr><tr><td style='color: #777777;'>Posted at @formatDateTime(item()['publishDate'], 't')GMT</td></tr><tr><td>@{items('Compose_the_links_for_each_blog_post')['summary']}</td></tr>"
9       }
10    }

```

Izvor: izradio autor

Prema zadanom prikazu sa slike 8, može se vidjeti kako se za svaki element polja, odnosno pojedine CERT obavijesti, u HTML formatu kreira i oblikuje naslov obavijesti, sažetak, vremenska oznaka te poveznica na originalnu poruku obavijesti. Posljednjim konektorom *Send_an_email*, čiji su parametri zadani slikom 9, sastavljaju se zaglavlje i tijelo e-mail poruke koja se šalje na adresu e-mail računa koji upravlja automatiziranim radnim tijekom.

SLIKA 9. Pregled parametara konektora Send_an_email



Izvor: izradio autor

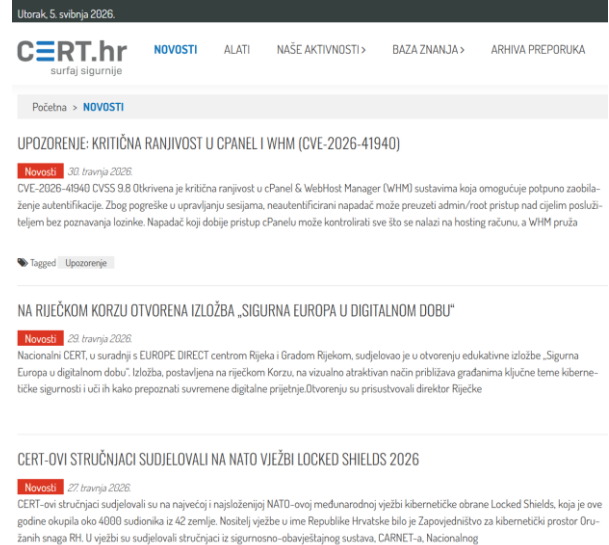
Tijelo poruke sastavljeno je automatski u obliku HTML tablice čije su ćelije popunjene elementima prethodno dohvaćenih podataka polja filtriranih CERT obavijesti. Slanje poruke na jednu ili više određanih adresa, stvar je konfiguracije pretinca vlasničkog e-mail računa. Prenamjenom računa u distribucijsku grupu omogućuje se upravljanje popisom primatelja što pritom povećava korisnost predloženog modela automatiziranog izvještavanja.

U slučaju da u konektoru uvjetnog grananja odluka bude negativna (engl. *False*), neće doći do izvršavanja akcija, a samim time niti slanja e-mail obavijesti na zadanu adresu primatelja. Prolaskom kroz sve elemente automatiziranog tijeka, isti se ponovno postavlja u stanje pripravnosti za izvršavanje prema definiranom rasporedu. Time je zaokružen proces automatizacije izvještavanja o eventualnim novim CERT vijestima, kao što je opisano u prethodnim poglavljima.

1.3. Primjer obavještavanja u produkciji

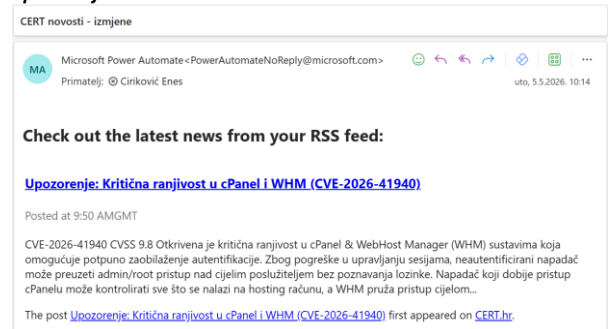
Povezivanjem svih prethodno opisanih komponenti te puštanjem u rad, sustav je prema prethodno zadanim rasporedima izvršavanja spreman za provjeru aktualnih CERT novosti koje su za primjer prikazane slikom 10.

SLIKA 10. Prikaz liste CERT novosti

Izvor: <https://cert.hr/novosti>

Izvršavanje jednog ciklusa provjere promjena na listi CERT novosti te konkretan prikaz e-mail poruke sa sažetkom dohvaćenog upozorenja predstavljen je slikom 11.

SLIKA 11. E-mail poruka sažetka posljednjih novosti CERT liste upozorenja



Izvor: izradio autor

U prikazu na slici 11, jasno se vidi kompozicija poruke CERT novosti koje su zadanim modelom radnog tijeka identificirane kao „nove“ o odnosu na neki proizvoljno zadani period, npr. 6 dana. U sadržaju se stoga nalazi poruka CERT novosti s hiperlinkom na originalnu lokaciju vijesti te prateća vremenska oznaka vijesti i kratki sažetak. Iako se ovako definiran način informiranja može proširiti s dodatnim informacijama i značajkama, već kao takav ispunjava osnovnu svrhu pružanja osnovne informacije u obliku podsjetnika o pojavi novih potencijalno kritičnih ranjivosti ili drugih prijetnji po pitanju informacijske sigurnosti.

1.4. Nedostaci primijenjenog modela

Unatoč praktičnosti primjene prikazanog modela, postoje i potencijalni nedostaci koji se prije svega ogledaju u pouzdanost platforme koju poslužuje Microsoft. Naime, model nije potpuno otporan na eventualne promjene u strukturi Power Automate-a ili nametanju dodatnih provjera korisničke autentikacije i sl. Navedeno bi dovelo do prekida kontinuiteta izvođenja modela automatizacije što bi korisnik u produkciji mogao primijetiti tek izravnim pristupom Power Automate aplikaciji u oblaku. Dio navedenih nedostataka mogao bi se riješiti primjenom dodatnih alata trećih strana za nadzor mrežnih usluga. Time bi se utjecalo na poboljšanje pouzdanosti ali bi se povećala i složenost prikazanog modela te samim time i potreba za administracijom dodatnih sustava. Ovisno o važnosti i svrsi primjene modela automatiziranog obavješćavanja bilo bi korisno prethodno procijeniti omjer složenosti implementacije i naknadnog održavanja te sukladno tome odrediti opravdanost potencijalne nadogradnje predloženog modela.

2. Zaključak

Podizanje svijesti o sigurnosnim ugrozama u području informacijske sigurnosti moguće je provoditi brojnim formalnim i neformalnim tehnikama. Bez obzira na koje se načine informacije od računalnim prijetnjama dostavljaju krajnjim korisnicima, cilj je uvijek isti – pravovremeno, autentično i jasno informiranje kako bi se spriječile ili minimizirale reaktivne akcije. Ovim radom prikazan je jednostavan funkcionalan model pravovremenog obavješćavanja o posljednjim upozorenjima nacionalnog CERT-a primjenom brojnih alata zastupljenih u svakodnevnom poslovanju, poput Microsoft Windows operacijskih sustava do Microsoft365 i Microsoft Power Platform alata, a često i slobodno dostupnih IT lokalnih i javnih servisa kao što su WAMP (engl. Windows Apache MySQL, PHP) ili LAMP (engl. Linux Apache, MySQL, PHP). Konačni rezultati prikazanog modela otvaraju mogućnosti za primjenom sličnih načela i u drugim sektorima poslovanja gdje je potrebno pravovremeno informiranje o temama od interesa krajnjih strana. Postojeće tehnologije i prateća oprema koje nas okružuju omogućuju nam fleksibilnost u odabiru rješenja za predstojeće izazove sigurnosne ili druge naravi.

Literatura

- [1] <https://www.cert.hr/onama/> (24.4.2026.)
- [2] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2024_02_14_252.html (24.4.2026.)
- [3] <https://www.cert.hr/platforma-pixi-nacionalna-platformu-za-prikupljanje-analizu-i-razmjenu-podataka-o-kibernetickim-prijetnjama-i-incidentima/> (24.4.2026.)
- [4] <https://cve.cert.hr/about> (24.4.2026.)
- [5] <https://www.cert.hr/cert-iffy-servis-za-provjeru-internetskih-trgovina/> (24.4.2026.)
- [6] <https://www.iso.org/standard/27001> (24.4.2026.)
- [7] Ciriković, E., Fabijanić, D. (2022.): NIST – okvir za kibernetičku sigurnost, Časopis ET²eR – EKONOMIJA, TURIZAM, TELEKOMUNIKACIJE I RAČUNARSTVO (ISSN 2670-8930), Vol. IV., br. 2., 2022., str. 26-31.
- [8] Pearson, M., Knight, B., Knight, D., Quintana, M. (2020): Pro Microsoft Power Platform Solution Building for the Citizen Developer, Springer Science + Business Media LLC, New York
- [9] <https://learn.microsoft.com/en-us/power-platform/admin/power-automate-licensing/types?tabs=power-automate-premium%2Cpower-automate-process%2Cconnector-types> (16.4.2026.)



Programska implementacija 2AFC eksperimenta u PsychoPy okruženju uz praćenje pokreta miša

Programmatic Implementation of a 2AFC Experiment in PsychoPy with Mouse Tracking

Marko Maliković¹

¹Filozofski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Sveučilišna avenija 4, 51000 Rijeka, Hrvatska, marko@uniri.hr

Sažetak

Programski jezik Python i PsychoPy omogućuju izradu i provođenje eksperimenata u raznim znanstvenim područjima uz visoku preciznost i fleksibilnost, pri čemu PsychoPy Builder olakšava implementaciju standardnih paradigmi, posebno u psihologiji, kognitivnim znanostima i neuroznanosti, bez potrebe za programerskim znanjem, dok se za složenije funkcionalnosti koristi programski pristup. U radu je prikazana implementacija 2AFC eksperimenta s dodatnim prikupljanjem podataka o pokretima miša te su istaknute prednosti kodiranog pristupa u odnosu na Builder, osobito u kontekstu nestandardnih i proširivih eksperimentalnih procedura. Poseban naglasak stavljen je na pristupačnost izrade eksperimenata korisnicima bez naprednog programerskog znanja, s ciljem približavanja osnovnih i naprednijih mogućnosti PsychoPy okruženja kroz praktičan primjer.

Ključne riječi

2AFC, eksperiment, pokreti računalnog miša, programiranje, PsychoPy

Abstract

Python programming language and PsychoPy enable the design and implementation of experiments across various scientific fields with high precision and flexibility, while the PsychoPy Builder facilitates the implementation of standard paradigms, particularly in psychology, cognitive science, and neuroscience, without the need for programming knowledge, whereas more complex functionality requires a programmatic approach. This paper presents the implementation of a 2AFC experiment with additional collection of mouse movement data and highlights the advantages of the coded approach over the Builder, especially in the context of non-standard and extensible experimental procedures. Special emphasis is placed on the accessibility of experiment development for users without advanced programming knowledge, with the aim of bridging basic and more advanced capabilities of the PsychoPy environment through a practical example.

Keywords

programming, 2AFC, experiment, PsychoPy, computer mouse movements

Uvod

Programski jezik Python koristi se za izradu eksperimenata u psihologiji, kognitivnim znanostima i neuroznanosti, ekonomiji i drugim

društvenim znanostima, kao i u biologiji, medicini, računalnim znanostima, umjetnoj inteligenciji, marketingu i drugdje, gdje omogućuje provođenje, automatizaciju i analizu rezultata eksperimentalnih

istraživanja. Također, s obzirom na to da ga često koriste neprogrameri, Python se za navedene namjene koristi zbog svoje jednostavne sintakse, fleksibilnosti i dostupnosti brojnih znanstvenih biblioteka razvijenih za obradu podataka, upravljanje eksperimentalnim postupcima, kontrolu i automatizaciju eksperimentalnih uvjeta, prikupljanje podataka tijekom istraživanja, analizu rezultata istraživanja i tako dalje.

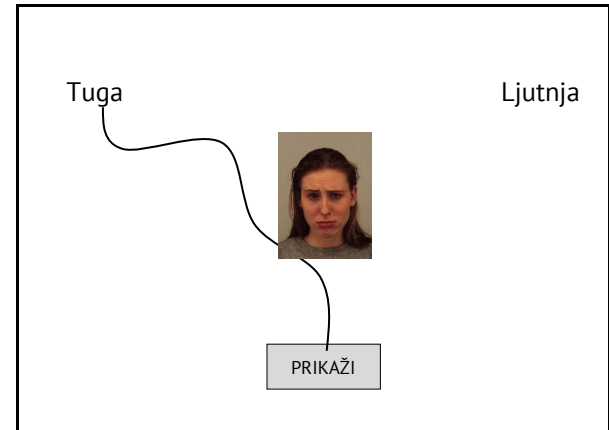
Programsko okruženje PsychoPy je temeljeno na Pythonu i posebno omogućuje izradu i provođenje eksperimenata u područjima kao što su kognitivna psihologija, psihofizika i neuroznanost, u kojima je dodatno važna preciznost prezentacije podražaja i točnost mjerenja reakcija ispitanika (Peirce, 2007).

Primjer često korištenog eksperimentalnog postupka u različitim znanstvenim područjima je test prisilnog izbora s dvije alternative¹, čija će moguća programska implementacija u okruženju PsychoPy biti prikazana u ovom radu. U toj vrsti testa od ispitanika se u zadacima traži da od dvije ponuđene opcije odabere jednu, pri čemu ne postoji mogućnost da ne odgovori čak i kada nije siguran u odgovor (Leontyev, Yamauchi, 2021). Na primjer, u (Ely, Ambrus, 2025) ispitanicima su prikazivane fotografije lica s različitim emocionalnim izrazima, dok su ponuđeni odgovori bili zadani riječima (sretno, ljuto, tužno, neutralno). Zbog toga što svodi odluku na binarnu diskriminaciju i smanjuje utjecaj subjektivnih kriterija odgovora, ova se paradigma smatra standardnim pristupom za mjerenje perceptivne osjetljivosti i sposobnosti razlikovanja podražaja (Macmillan, Creelman, 2005). 2AFC testovi najčešće se koriste za ispitivanje detekcije i prepoznavanja podražaja te perceptivnih pragova u uvjetima nesigurnosti (Jogan, Stocker, 2014; Yeshurun, Carrasco, Maloney, 2008).

U 2AFC testovima se najčešće bilježe odgovori ispitanika, odnosno njihova točnost, kao i vrijeme potrebno za odgovor. Međutim, u slučaju kada se zadaci rješavaju pomoću računalnog miša, mogu se prikupljati i putanje i klikovi koje ispitanik radi mišem dok odgovara na pitanja. Zato su Spivey i sur. (2005) osmislili računalni eksperimentalni dizajn 2AFC testa koji se i danas često primjenjuje i u kojem se ispitaniku najprije na dnu ekrana prikazuje početni gumb (npr. "PRIKAŽI") na koji treba kliknuti mišem da bi se pojavili mogući odgovori. Nakon toga ispitanik daje odgovor klikom na jednu od dvije ponuđene opcije u lijevom i desnom gornjem dijelu ekrana. Na Slici 1 je prikazan primjer takvog testa

zajedno s putanjom miša koju je učinio ispitanik za vrijeme odgovaranja. Svrha početnog gumba *PRIKAŽI* je ta da sve putanje miša počnu na istom mjestu, što kasnije omogućava njihovu zajedničku obradu i međusobno uspoređivanje.

SLIKA 1. RAČUNALNI DIZAJN 2AFC TESTA I PUTANJA MIŠA



Izvor: autor

Da bi u okruženju PsychoPy izrađivali ovakve eksperimente, korisnici mogu koristiti grafičko sučelje PsychoPy Builder ili implementirati vlastiti programski kôd koristeći Python i PsychoPy biblioteku za izradu složenijih funkcionalnosti i eksperimentalnih postupaka (Peirce i sur., 2019). PsychoPy Builder omogućava izradu eksperimenata bez pisanja programskog kôda, kroz vizualno slaganje komponenti na vremensku traku. Umjesto programiranja logike, petlji i slično, korisnik sve slaže grafički, dok se programski kôd automatski generira u pozadini. Zbog toga što omogućuje izradu eksperimenata bez znanja programiranja, Builder je posebno pogodan za neprogramere i početnike u programiranju.

Iako PsychoPy Builder omogućuje izradu širokog spektra psihologijskih eksperimenata, njegova primjena je primarno usmjerena na standardne eksperimentalne paradigme koje se mogu implementirati pomoću unaprijed definiranih komponenti, rutina i petlji. U skladu s time, njegova funkcionalnost je ograničena u odnosu na potpunu programsku fleksibilnost, pa je u složenijim slučajevima ipak potrebno pisati Python i PsychoPy programski kôd, za što se može koristiti PsychoPy Coder. U slučaju 2AFC eksperimenta se jedno od ograničenja Buildera odnosi na proširenja u smislu adaptivnih procedura u kojima se parametri podražaja (njihovo trajanje, intenzitet i sl.) dinamički mijenjaju ovisno o odgovorima ispitanika (Levitt, 1971; Kontsevich, Tyler, 1999). Takve procedure

¹ Engl. *Two-alternative forced choice* - 2AFC.

zahtijevaju kontinuirano računanje i ažuriranje parametara tijekom izvođenja eksperimenta, što prelazi okvire standardnog Builder okruženja i zahtijeva korištenje programskog kôda. Također, složenije upravljanje tijekom eksperimenta, poput uvjetnog grananja ovisno o odgovorima ispitanika ili generiranja novih uvjeta tijekom provođenja eksperimenta, nije u potpunosti podržano unutar Builder sustava (Peirce i sur., 2019). Nadalje, u Builderu je oblik izlaznih podataka eksperimenta uglavnom zadan i sustav ih automatski sprema u izlazne datoteke. Njihov oblik je u Builderu moguće dijelom ali ne u potpunosti prilagoditi pa je za detalje potrebno koristiti programski kôd. Zaključno, kao što se i navodi u tehničkoj dokumentaciji i opisu sustava, Builder je namijenjen bržoj implementaciji standardnih eksperimenata, dok se za veću fleksibilnost i nestandardne funkcionalnosti koristi integracija s kôdom (Peirce, 2024).

Opcija pisanja Python kôda u PsychoPy Coderu temelji se na korištenju PsychoPy biblioteke. Ona predstavlja skup gotovih funkcija i alata za prikaz podražaja, prikupljanje odgovora i upravljanje eksperimentalnim tijekom. Takav pristup omogućuje veću fleksibilnost i kontrolu nad programom te izradu prilagođenih funkcionalnosti koje je teško ili nemoguće izvesti u Builderu.

Osim pisanja kompletnog programa u Coderu, u Builderu postoji i mogućnost dodavanja samo manjih dijelova kôda kao nadopune grafički izrađenom eksperimentu putem opcije koja se zove Code Components. Takav pristup omogućuje kombiniranje jednostavnosti Buildera s fleksibilnošću programskog kôda, bez potrebe da se cijeli eksperiment implementira isključivo kroz kôd.

Cilj ovog rada je prikazati izradu 2AFC eksperimenta pisanjem Python i PsychoPy programskog kôda s prikupljanjem podataka o pokretima miša te istaknuti prednosti kodiranog pristupa u odnosu na Builder, posebno za korisnike bez programerskog iskustva.

Ostatak ovog rada podijeljen je u još tri cjeline. U prvom poglavlju se opisuje jedan od načina općenitog programskog prikupljanja podataka o pokretima miša kao samostalne funkcionalne komponente koja omogućuje neovisno prikupljanje i pohranu podataka o pokretima miša, u drugom poglavlju opisana je programska implementacija psihologijskog 2AFC eksperimenta, u koju je integrirana ta komponenta, dok se u posljednjem poglavlju navode najvažniji zaključci rada.

1. Programsko prikupljanje podataka o pokretima miša

U ovom poglavlju se najprije prikazuje općenita mogućnost prikupljanja pokreta miša u Python/PsychoPy programskom kôdu, što se kasnije primjenjuje u konkretnom eksperimentu. Prikazana programska rješenja čitatelj može direktno isprobati u PsychoPy Coder-u. Za razvoj programskog rješenja korišteno je okruženje PsychoPy (verzija 2026.1.2) i programski jezik Python (verzija 3.10.11).

Za praćenje pokreta računalnog miša potrebno je prije svega kreirati aktivan prozor u kojem se prati kretanje. Potrebno je učitati klasu *Window* iz modula *visual*, koji je dio biblioteke *PsychoPy*, a zatim stvoriti objekt te klase koji se može nazvati *prozor* i kojem se mogu zadati željena svojstva:

Isječak programskog koda 1. Učitavanje klase Window i stvaranje objekta

```
from psychopy.visual import Window
prozor = Window(size=(800,600), color=(1,1,1),
units='pix', checkTiming=False, fullscr=False)
```

Detaljan opis dostupnih parametara klase *Window* kao i drugih klasa biblioteke *psychopy* koje se koriste u ovom radu može se naći u službenoj dokumentaciji biblioteke PsychoPy (Peirce i sur., 2026).

Iako operacijski sustav kontinuirano prati pokrete miša radi upravljanja korisničkim sučeljem, PsychoPy ih sam po sebi ne bilježi dok to nije definirano u programu, jer te informacije ne dobiva automatski od operacijskog sustava. Zato je potrebno najprije iz PsychoPy modula *event* učitati klasu *Mouse*, a zatim stvoriti objekt te klase (može ga se nazvati *mis*) koji omogućuje njegovo praćenje i povezati ga s kreiranim prozorom nad čijim koordinatama će se miš pratiti:

Isječak programskog koda 2. Učitavanje klase Mouse i stvaranje objekta

```
from psychopy.event import Mouse
mis = Mouse(win=prozor)
```

Kao što će biti objašnjeno, objekt *mis* će omogućiti dohvaćanje i spremanje podataka o koordinatama miša posebnom metodom klase *Mouse*. Prije toga, da bi se uz koordinate miša mogao očitati i spremiti podatak o vremenu u kojem je miš bio na određenoj poziciji, potrebno je učitati klasu *Clock* iz modula *core* i kreirati objekt *sat* koji će omogućiti bilježenje vremena tijekom eksperimenta:

Isječak programskog koda 3. Učitavanje klase *Clock* i stvaranje objekta

```
from psychopy.core import Clock
sat = Clock()
```

Za dobivanje koordinata miša u određenom trenutku izvršavanja programa koristi se metoda *getPos()* klase *Mouse*. Ako se želi kontinuirano pratiti položaj miša tijekom određenog razdoblja, to se može postići kontinuiranom petljom koja pri svakom izvršavanju primjenjuje metodu *getPos()*. Ako se želi da period praćenja miša iznosi 5 sekundi, može se upotrijebiti petlja *while* sa uvjetom *sat.getTime() < 5* koji koristi metodu *getTime()* klase *Clock* da bi se pri svakom prolasku kroz petlju izvršila provjera je li proteklo 5 sekundi od pokretanja programa. Prije petlje treba stvoriti praznu Python listu *pokreti* koja služi tome da se u nju tijekom izvođenja petlje spremaju podatci:

Isječak programskog koda 4. Praćenje i bilježenje pokreta miša

```
pokreti = []
while sat.getTime() < 5:
    pozicija = mis.getPos()
    x = pozicija[0]
    y = pozicija[1]
    t = sat.getTime()
    pokreti.append((float(t), float(x), float(y)))
    prozor.flip()
    prozor.close()
```

Prvom naredbom u petlji se u varijablu *pozicija* spremaju koordinate miša u obliku *n*-torke od dva člana *x* i *y* (dakle, u obliku uređenog para). Zatim slijede dvije naredbe pomoću kojih varijable *x* i *y* preuzimaju pojedinačne elemente iz *n*-torke. Nakon toga se u varijablu *t* bilježi koliko je vremena prošlo od pokretanja programa. Na listu *pokreti* se metodom *append()* dodaju vrijednosti *t*, *x* i *y*. Iz kôda se vidi da se ti brojevi ne dodaju kakvi jesu nego se prije toga funkcijom *float()* pretvaraju u decimalne brojeve. To u većini slučajeva i nije potrebno i neće imati nikakvog učinka jer su očitano vrijeme i koordinate miša i inače decimalni brojevi. Ipak, u nekim slučajevima može doći do neočekivanih vrijednosti. Na primjer, PsychoPy u pozadini često koristi posebne biblioteke za brže računanje, npr. biblioteku NumPy (NumPy developers, 2025), pa metode poput *getTime()* ili *getPos()* ponekad vrate broj u NumPy formatu (oblika *numpy.float64(1.234)* umjesto *1.234*). U tom slučaju će funkcija *float()* pretvoriti broj u očekivani oblik. Posljednja naredba u petlji je *prozor.flip()*, koja osvježava prikaz na ekranu. Iako u ovom programu ta naredba neće imati izravno vidljiv učinak, odnosno neće prikazivati novi sadržaj jer program ništa ne prikazuje, važna je jer održava prozor aktivnim i usklađuje očitavanje koordinata

miša i vremena s ritmom osvježavanja ekrana. Bez te naredbe prozor bi se mogao zamrznuti, operacijski sustav mogao bi ga označiti kao neaktivnog, a vrijeme izvođenja moglo bi biti nekonzistentno. Metoda *flip()* određuje ritam izvođenja programa tako da se ekran, primjerice, osvježava 60 puta u sekundi, čime se i izvođenje petlje sinkronizira s tim ritmom. To znači da se dobiva stabilnije vremensko uzorkovanje, odnosno ujednačenije izmjerene koordinate i vrijeme. Nakon što petlja završi s radom, prozor se zatvara metodom *close()*.

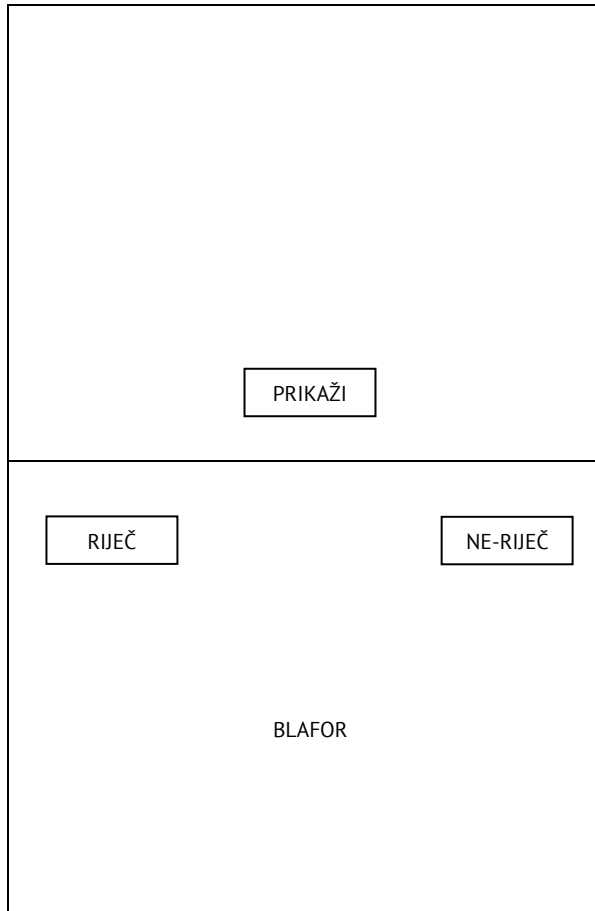
Kada se program izvede, u listi *pokreti* bit će zapisani podaci u obliku niza uređenih trojki kao na primjer:

```
[(0.03592910000588745, 18.0, 49.0), (0.0498719000024721, 29.0, 44.0),
(0.06711459998041391, 34.0, 43.0), (0.08451240009162575, 36.0, 41.0),
(0.09970640006940812, 36.0, 41.0), (0.11754020000807941, 48.0, 41.0),
(0.13302350009325892, 84.0, 41.0), (0.14979220007080585, 149.0,
41.0), (0.16784590005408973, 204.0, 40.0),...
```

2. Eksperiment

Kao primjer eksperimenta s testom prisilnog izbora s dvije alternative (2AFC), odabran je zadatak leksičke odluke po uzoru na klasičan eksperiment opisan u (Meyer, Schvaneveldt, 1971). To je primjer testa u kojem se ispitanicima na ekranu prikazuju riječi i takozvane ne-riječi. Ne-riječ je niz slova koja izgleda kao riječ ali zapravo nije dio jezika (na primjer "blafor"). U najjednostavnijoj verziji tog eksperimenta, ispitanik treba za svaki od ponuđenih nizova slova što brže i točnije odgovoriti predstavlja li taj niz stvarnu riječ ili ne-riječ. Na dnu ekrana se, iz razloga koji su objašnjeni u uvodu ovog rada, prije svakog zadatka prikazuje početni gumb PRIKAŽI na kojeg ispitanik treba kliknuti mišem da bi se pojavio podražaj. Ponuđeni odgovori (Riječ i Ne-riječ) se uz podražaj pojavljuju u gornjem lijevom i gornjem desnom dijelu ekrana, a ispitanik daje odgovor klikom na jednu od te dvije opcije. U svakom zadatku bilježe se odgovor ispitanika, vrijeme reakcije i putanja računalnog miša od klika na gumb PRIKAŽI do klika na jedan od odgovora. Na Slici 2 gore vidi se izgled ekrana s početnim gumbom PRIKAŽI, a na Slici 2 dolje podražaj i ponuđeni odgovori.

SLIKA 2. TEST PRISILNOG IZBORA S DVIJE ALTERNATIVE



Izvor: autor

Programska verzija eksperimenta će sadržavati osam riječi (*stolica, prozor, knjiga, more, cesta, sunce, cvijet, grad*) i osam ne-riječi (*blafor, mepra, slonak, drimel, zernak, vudra, klenor, trefin*) koje će se na ekranu pojavljivati slučajnim redoslijedom.

Slijedi opis cijelog programa. Najprije se iz PsychoPy modula *visual*, *core* i *event* i standardnog Python modula *random* učitavaju potrebne klase za crtanje prozora, rad s vremenom, rad s mišem, kreiranje podražaja u obliku gumba i teksta te funkcija za nasumično miješanje elemenata u listi:

Isječak programskog koda 5. Učitavanje potrebnih klasa i funkcija

```
from psychopy.visual import Window, ButtonStim, TextStim
from psychopy.core import Clock
from psychopy.event import Mouse
from random import shuffle
```

Nakon toga se kreira prozor određene veličine, boje i drugih osobina kao i objekti klase *Mouse* i *Clock* koji će omogućiti praćenje miša i vremena kako je objašnjeno u Poglavlju 1:

Isječak programskog koda 6. Kreiranje potrebnih objekata klase *Window*, *Mouse* i *Clock*

```
prozor = Window(size=(800,600), color=(1,1,1),
units='pix', checkTiming=False, fullscr=False)
mis = Mouse(win=prozor)
sat = Clock()
```

Da bi se na ekranu mogli prikazati gumbi PRIKAŽI, RIJEČ i NE-RIJEČ, potrebno je najprije kreirati objekte klase *ButtonStim* s parametrima koji određuju njihova svojstva (tekst, boju teksta, poziciju, veličinu, boju gumba i drugo prema potrebi):

Isječak programskog koda 7. Kreiranje objekata klase *ButtonStim*

```
gumbPrikazi = ButtonStim(prozor,
text='PRIKAŽI', color='white', pos=(0, -200),
size=(150, 50), fillColor='blue')
gumbRijec = ButtonStim(prozor, text='RIJEČ',
color='white', pos=(-250, 200), size=(150, 50),
fillColor='blue')
gumbNerijec = ButtonStim(prozor, text='NE-
RIJEČ', color='white', pos=(250, 200),
size=(150, 50), fillColor='blue')
```

Riječi i ne-riječi će se zapisati u listu, a nakon toga će njihov redoslijed biti izmiješan po slučaju funkcijom *shuffle()*. Također, pokreti miša i odgovori ispitanika će se zapisivati u liste pa je prije toga potrebno kreirati ih kao prazne liste:

Isječak programskog koda 8. Kreiranje potrebnih lista i miješanje liste podražaja

```
podrazaji = ["stolica", "prozor", "knjiga",
"more", "cesta", "sunce", "cvijet", "grad",
"blafor", "mepra", "slonak", "drimel",
"zernak", "vudra", "klenor", "trefin"]
shuffle(podrazaji)
pokreti = []
odgovori = []
```

Slijedi glavni dio programa u obliku *for* petlje koja će iz izmiješane liste *podrazaji* uzimati jedan po jedan element odnosno riječ ili ne-riječ i dodjeljivati je varijabli *podrazaj*. U *while* petlji koja je ugniježđena u glavnoj *for* petlji će program na ekranu prikazati gumb PRIKAŽI i čekati klik ispitanika pomoću metode *isPressedIn()*. U trenutku kada se registrira klik miša bit će očitane i zabilježene njegove koordinate i vrijeme proteklo od početka programa. Nakon toga će rad prve *while* petlje biti prekinut naredbom *break*. Sadržaj ekrana se zatim briše naredbom *prozor.flip()* i pokreće se nova *while* petlja u kojoj se prikazuje podražaj i dva gumba: RIJEČ i NE-RIJEČ. Petlja čeka klik miša na neki od gumba s odgovorom i taj odgovor se zapisuje na listu *odgovori*. Također, podaci o koordinatama miša i vrijeme se, kako je opisano u Poglavlju 1, kontinuirano zapisuju u za to pripremljenu listu

putanja. Prilikom svakog klika na gumb PRIKAŽI, vrijeme se resetira kako bi svaka nova putanja počela od nule:

Isječak programskog koda 9. Glavni dio programa

```
for podrazaj in podrazaji:
    putanja = []
    while True:
        gumbPrikazi.draw()
        if mis.isPressedIn(gumbPrikazi):
            pozicija = mis.getPos()
            x = pozicija[0]
            y = pozicija[1]
            sat.reset()
            t = sat.getTime()
            putanja.append((float(t),float(x),float(y)))
            break
        prozor.flip()
    tekst = TextStim(prozor, text=podrazaj,
        color='black')
    while True:
        pozicija = mis.getPos()
        x = pozicija[0]
        y = pozicija[1]
        t = sat.getTime()
        tekst.draw()
        gumbRijec.draw()
        gumbNerijec.draw()
        if gumbRijec.isClicked:
            odgovori.append("rijec")
            putanja.append((float(t),float(x),float(y)))
            break
        elif gumbNerijec.isClicked:
            odgovori.append("ne-rijec")
            putanja.append((float(t),float(x),float(y)))
            break
        putanja.append((float(t),float(x),float(y)))
        prozor.flip()
    pokreti.append(putanja)
    prozor.close()
```

Na kraju svake iteracije *for* petlje, putanja se zapisuje kao zaseban element na listu *pokreti* koja će sadržavati sve pokrete miša tijekom izvršavanja programa. Kada se prikažu svi podražaji, petlja *for* će završiti s radom, a metoda *close()* će zatvoriti prozor na ekranu.

Prikupljeni podaci o pokretima miša odnosno putanje koje čini ispitanik dok rješava zadatke se mogu obrađivati i analizirati u specijaliziranim programima kao što je na primjer Mousetrapp (Wulff i sur., 2025). Takvih programa ima više ali svaki zahtijeva da se datoteka s podacima pripremi u obliku koji se može direktno učitati u takav program. Jedna od pogodnih struktura datoteke za program Mousetrapp je CSV (*Comma-Separated Values*) u kojoj svaki redak predstavlja jednu putanju miša i u kojima imamo redom: redni broj putanje, niz vremena u sekundama odvojenih razmakom, niz x-koordinata odvojenih razmakom i niz y-koordinata također odvojenih razmakom. U prvom retku datoteke treba biti zaglavlje s nazivima stupaca:

trial_id,timestamps,xpos,ypos

1,0.02 0.04 0.06 0.07 0.11 0.13 0.14,0 3 7 12 18 25 33,0 15 30 45 60 75 90

2,0.01 0.02 0.03 0.05 0.06 0.08 0.10,0 4 9 15 22 30 39,0 16 32 48 64 80 96

...

Moguće su i nešto drugačije strukture. Datoteku u kojoj će podaci biti zapisani na takav način je u našem programu moguće kreirati i napuniti sljedećim programskim kôdom:

Isječak programskog koda 10. Kreiranje i punjenje datoteke s podacima

```
dat = open("pokreti_mis.csv", "a")
dat.write("trial_id,timestamps,xpos,ypos")
dat.write("\n")
for i in range(len(pokreti)):
    dat.write(str(i))
    dat.write(",")
    for k in range(3):
        for j in range(len(pokreti[i])):
            dat.write(str(pokreti[i][j][k]))
            dat.write(" ")
        dat.write(",")
    dat.write("\n")
dat.close()
```

Dakle, najprije se otvara datoteka *pokreti_mis.csv* s mogućnošću nadopunjavanja (atribut *a* odnosno *append* metode *open*) i u nju se upisuje prvi redak s nazivima stupaca. Zatim se pokreće *for* petlja čija kontrolna varijabla *i* poprima redom sve cjelobrojne vrijednosti od 0 do ukupnog broja podražaja u programu. Naredbe u toj petlji zapisuju podatke iz liste *pokreti* u obliku koji je pogodan za obradu u programu *Mousetrapp*. Na kraju se datoteka zatvara metodom *close()* kako bi Python dovršio zapisivanje podataka na disk i oslobodio resurse koje je koristio tijekom rada s datotekom.

Opisanim se kôdom u datoteku upisuju samo pokreti miša. Liste prikazanih podražaja i odgovora ispitanika, koje se prikupljaju tijekom izvođenja programa, mogu se zapisati u istu ili zasebnu datoteku te uključiti u analizu.

Prikazana implementacija prilagođena je početnicima u programiranju te je usmjerena na jasnoću i preglednost kôda. Također, predstavlja temeljnu strukturu eksperimenta pogodnu za realizaciju u PsychoPy Builder okruženju bez potrebe za opsežnijim programiranjem, osim u dijelu prilagođenog zapisivanja rezultata, koje bi ipak zahtijevalo dodatne programske komponente. Međutim, implementacija nekih naprednijih procedura, od kojih su neki spomenuti u uvodu, zahtijevala bi složeniju kontrolu tijeka eksperimenta te bi nadilazila mogućnosti realizacije isključivo pomoću Builder sučelja pa bi bilo potrebno napisati dodatni programski kôd. Na primjer, da bi se u

postojeći program uvela adaptivna procedura kojom bi se vremensko ograničenje za odgovaranje mijenjalo ovisno o točnosti prethodnog odgovora, prvo bi bilo potrebno promijeniti samu logiku dijela programa u kojem ispitanik daje odgovor. U trenutnoj verziji program koristi beskonačnu petlju oblika *while True*, koja se prekida isključivo klikom na odgovor. Takvu strukturu bilo bi potrebno zamijeniti petljom koja uz ponašanje ispitanika uzima u obzir i proteklo vrijeme od početka prikaza podražaja, jer adaptacija zahtijeva i informaciju o tome je li odgovor dan prije isteka vremenskog ograničenja. U praksi to znači da je, odmah nakon linije u kojoj se resetira sat naredbom *sat.reset()* i započinje mjerenje vremena, potrebno dodati varijablu koja definira vremensko ograničenje i promijeniti uvjet u petlji *while*:

Isječak programskog koda 11. Promjena uvjeta prekida zadatka

```
vrijeme_limit = 3.0
while sat.getTime() < vrijeme_limit
```

Unutar te petlje ostaje dio koji prikazuje podražaj i provjerava klikove na gumb ali se sada petlja automatski prekida i ako ispitanik ne odgovori na vrijeme. Nakon nje potrebno je dodati logiku koja razlikuje dva ishoda: odgovor unutar vremena ili izostanak odgovora. Stoga se dodaje uvjet:

Isječak programskog koda 12. Naredba if koja razlikuje dva ishoda

```
if sat.getTime() >= vrijeme_limit:
    odgovori.append("bez_odgovora")
```

Kako bi se implementirala adaptivna komponenta, potrebno je nakon svake iteracije petlje ažurirati vrijednost varijable *vrijeme_limit*. Zato se nakon linije *pokreti.append(putanja)* dodaje adaptivno pravilo:

Isječak programskog koda 13. Implementacija adaptivnog pravila

```
if odgovori[-1] == "bez_odgovora":
    vrijeme_limit = vrijeme_limit + 0.3
    if vrijeme_limit > 5.0:
        vrijeme_limit = 5.0
else:
    vrijeme_limit = vrijeme_limit - 0.2
    if vrijeme_limit < 1.5:
        vrijeme_limit = 1.5
```

To pravilo dinamički mijenja vremensko ograničenje za odgovor na temelju uspješnosti ispitanika u prethodnom pokušaju. Ako ispitanik ne da odgovor unutar zadanog vremena, program povećava dopušteno vrijeme za sljedeći pokušaj za 0.3 sekunde ali najviše do gornje granice od 5 sekundi. Time se ispitaniku daje više vremena kada pokazuje poteškoće u pravovremenom odgovaranju.

Ako ispitanik uspješno odgovori unutar zadanog vremena, vremensko ograničenje se smanjuje za 0.2 sekunde ali ne može pasti ispod donje granice od 1.5 sekundi. Na taj način se postupno povećava vremenski pritisak kada ispitanik stabilno i uspješno izvršava zadatak. Ukupno gledano, ovo pravilo stvara jednostavan adaptivni mehanizam koji održava zadatak na približno optimalnoj razini težine. U skladu s principima adaptivnog testiranja u psihologiji (Wainer, 2000; van der Linden, Glas, 2010), ispitanici koji sporije reagiraju dobivaju više vremena, dok se ispitanicima koji brzo i točno odgovaraju postupno smanjuje dostupno vrijeme, čime se povećava zahtjevnost zadatka. U ovakvoj adaptivnoj varijanti bilo bi posebno zanimljivo promatrati pokrete miša jer bi promjene u vremenskom pritisku mogle utjecati na brzinu, preciznost i strukturu kretanja, što omogućuje uvid u dinamiku donošenja odluka u uvjetima različite razine kognitivnog opterećenja.

Uvođenjem ove strukture, kao samo jednog od mogućih primjera proširenja eksperimenta, mijenja se i njegova priroda: umjesto fiksnog vremenskog prikaza ili neograničenog odgovaranja, dobiva se dinamički sustav koji se prilagođava ponašanju ispitanika tijekom izvođenja. Takve adaptivne varijante eksperimenta teško je realizirati isključivo u PsychoPy Builder okruženju bez dodatnog programskog koda, jer Builder sam po sebi ne omogućuje jednostavno mijenjanje trajanja prikaza ili drugih parametara u stvarnom vremenu na temelju ishoda prethodnih pokušaja.

3. Zaključak

PsychoPy predstavlja moćan i fleksibilan alat za izradu psihologijskih eksperimenata, pri čemu PsychoPy Builder omogućuje jednostavnu implementaciju standardnih paradigmi bez potrebe za programerskim znanjem. Međutim, kod složenijih eksperimentalnih postupaka javlja se potreba za korištenjem programskog koda u PsychoPy Coderu ili kroz Code Components unutar Buildera.

U radu je prikazano kako Python kôd i PsychoPy biblioteka omogućuju visoku fleksibilnost i kontrolu nad eksperimentalnim tijekom, što je posebno korisno kod istraživanja koja zahtijevaju nestandardne postupke prikupljanja podataka. Kod složenijih varijanti eksperimenata, poput detaljnog praćenja pokreta miša, dinamičke obrade podataka ili prilagodbe tijeka eksperimenta, ograničenja Builder okruženja postaju izraženija, pa je programski pristup često nužan.

Također, jedan od ciljeva ovog rada bio je kroz praktični primjer približiti izradu PsychoPy kôda korisnicima koji nemaju napredno programersko znanje te ponuditi jasnije i prilagodljivije upute na hrvatskom jeziku.

Literatura

- [1] Ely, M. M., Ambrus, G. G. (2025): *Shared neural dynamics of facial expression processing*. *Cognitive Neurodynamics* Vol 19 br. 45 (1-18)
- [2] Jogan, M., Stocker, A. A. (2014): *A new two-alternative forced choice method for the unbiased characterization of perceptual bias and discriminability*. *Journal of Vision* Vol 14 br. 3 (1-18)
- [3] Kontsevich, L. L., Tyler, C. W. (1999): *Bayesian adaptive estimation of psychometric slope and threshold*. *Vision Research* Vol 39 br. 16 (2729-2737)
- [4] Leontyev, A., Yamauchi, T. (2021): *Discerning Mouse Trajectory Features With the Drift Diffusion Model*. *Cognitive Science* Vol 45 br. 10:e13046
- [5] Levitt, H. (1971): *Transformed up-down methods in psychoacoustics*. *Journal of the Acoustical Society of America* Vol 49 br. 2B (467-477)
- [6] Macmillan, N. A., Creelman, C. D. (2005): *Detection theory: A user's guide (2nd ed.)*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers
- [7] Meyer, D. E., Schvaneveldt, R. W. (1971): *Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations*. *Journal of Experimental Psychology*, Vol 90 br. 2 (227-234)
- [8] NumPy developers (2025): *NumPy*, <https://numpy.org> (13.05.2026.)
- [9] Peirce, J. W. (2007): *PsychoPy-Psychophysics software in Python*. *Journal of Neuroscience Methods* Vol 162 br. 1-2 (8-13)
- [10] Peirce, J. W. (2024): *Build or code?* PsychoPy blog, <https://blog.psychopy.org/psychopy/build-or-code> (15.05.2026.)
- [11] Peirce, J. W., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., Lindeløv, J. K. (2019): *PsychoPy2: Experiments in behavior made easy*. *Behavior Research Methods* Vol 51 (195-203)
- [12] Peirce, J. W., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., Lindeløv, J., Hoggett, D. J. K. (2026): *PsychoPy Reference Manual (API)*, <https://psychopy.org> (13.05.2026.)
- [13] Spivey, M. J., Grosjean, M., Knoblich, G. (2005): *Continuous attraction toward phonological competitors*. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 19 July, Vol 102 br. 29:10393-8
- [14] van der Linden, W. J., Glas, C. A. W. (Eds.). (2010): *Elements of adaptive testing*. Springer.
- [15] Wainer, H. (Ed.). (2000): *Computerized adaptive testing: A primer*. Lawrence Erlbaum Associates
- [16] Wulff, D. U., Kieslich, P. J., Henninger, F., Haslbeck, J. M. B., Schulte-Mecklenbeck, M. (2025): *Movement tracking of psychological processes: A tutorial using mousetrap*. *Behavior Research Methods*, Vol 57
- [17] Yeshurun, Y., Carrasco, M., Maloney, L. T. (2008): *Bias and sensitivity in two-interval forced choice procedures: Tests of the difference model*. *Vision Research* Vol 48 br. 17 (1837-1851)

Adresa: Ulica Matije Gupca 78 / 33 000 Virovitica
Tel: 033 721 099 / Fax: 033 721 037
E-mail: info@vuv.hr / Web: www.vuv.hr
OIB: 46576407858 / IBAN: HR56 23600001102210556

Etička načela i standardi časopisa

„ET²eR – ekonomija, turizam, telekomunikacije i računarstvo”

Uredništvo časopisa ET²eR u zahtjevima i obvezama etičke naravi oslanja se na smjernice koje je donio Committee on Publication Ethics (COPE) <https://publicationethics.org/guidance>.

Sažeti temelj etičkih načela i standarda sastoji se u sljedećim pravima i obvezama sudionika uključenih u postupak objave radova:

Odgovornosti glavnog urednika:

- razmatra i vrednuje rukopis s obzirom na njegov sadržaj i vrijednost bez diskriminacije po bilo kakvoj osnovi
- čuva tajnost i osigurava povjerljivost podataka o zaprimljenom rukopisu u postuku njegove obrade
- prije ulaska u postupak recenzije radovi prolaze provjeru pomoću softvera za otkrivanje plagijata
- donosi konačnu odluku o prihvaćanju / neprihvaćanju rada temeljem mišljenja recenzenata kroz objektivnu dvostruko slijepu recenziju
- potiče odgovorno ponašanje svih sudionika u procesu zaprimanja, rukovanja i objave radova
- u slučaju pritužbi na neetično ponašanje urednik postupa sukladno praksama u znanstvenoj zajednici dopuštajući autorima da se izjasne o konfliktu, a s posebnom pažnjom prikuplja se sva dokumentacija vezano uz problem dok uredništvo zajenički istražuje eventualno kršenje etičkih standarda
- u komunikaciji s ostalim sudionicima uključenim u postupak objave koristi se primjerena komunikacija sukladno profesionalnoj etici u akademskoj zajednici.

Odgovornosti recenzenata:

- recenzenti recenzije obavljaju pravovremeno, objektivno i jasno argumentirajući svoja stajališta
- upozoravaju na nedostatke u pogledu navođenja izvora i preklapanja s publikacijama sličnog sadržaja
- štite integritet autora i rukopisa, informacije dobivene putem recenzije tretiraju se kao povjerljive te se ne smiju koristiti u osobne svrhe
- u slučaju suprotnih mišljenja dvaju recenzenata, urednik može zatražiti mišljenje trećeg recenzenta
- u komunikaciji s ostalim sudionicima uključenim u postupak objave koristi se primjerena komunikacija sukladno profesionalnoj etici u akademskoj zajednici.

Odgovornosti autora:

- pridržavati se Uputa za autore objavljenih na mrežnoj stranici časopisa
- pridržavati se pridržavaju opće priznatih standarda i običaja vezano uz znanstvenu čestitost, sukladno javno objavljenom Europskom kodeksu znanstveno-istraživačke čestitosti (<https://www.pmfst.unist.hr/wp-content/uploads/2021/04/europski-kodeksznanstvenoistrazivace-cestitosti.pdf>)
- rezultate; stručni i znanstveni doprinos autori moraju prikazati objektivno i točno te ih potkrijepiti izvorima koristeći upute za citiranje literature
- autor snosi odgovornost za izvornost svojeg rada
- prijavom rukopisa u časopis autor prihvaća sve potrebne provjere izvornosti rada
- u komunikaciji s ostalim sudionicima uključenim u postupak objave koristi se primjerena komunikacija sukladno profesionalnoj etici u akademskoj zajednici.



Address: Matije Gupca 78 / 33 000 Virovitica
Tel: 033 721 099 / Fax: 033 721 037
E-mail: info@vuv.hr / Web: www.vuv.hr
OIB: 46576407858 / IBAN: HR56 23600001102210556

Ethical principles and standards of the journal

‘ET²eR – Economics, Tourism, Telecommunications and Computer Science’

In regard to ethical requirements and obligations, the Editorial Board of the journal ET²eR relies on the guidelines adopted by the Committee on Publication Ethics (COPE) <https://publicationethics.org/guidance>.

A concise summary of ethical principles and standards consists of the following rights and obligations of participants involved in the paper publishing process:

Responsibilities of the Editor-in-Chief:

- reviewing and evaluating the manuscript with regard to its content and value without discrimination on any basis
- preserving and ensuring the confidentiality of data on the received manuscript in the peer review process
- before entering the peer review process, manuscripts are screened using plagiarism detection software
- making the final decision on the acceptance / non-acceptance of the paper based on the opinions of the peer reviewers using an objective double-blind peer review
- encouraging responsible behaviour of all participants in the paper submission, review, and publishing process
- in the case of complaints about unethical behaviour, the editor-in-chief acts in accordance with the practices of the scientific community, allowing the authors to resolve the conflict, whilst all documentation related to the problem is collected with special care while the editorial board investigates a possible violation of ethical standards
- in communication with other participants involved in the publication process appropriate communication is to be used, in accordance with professional ethics in the academic community.

Responsibilities of peer reviewers:

- peer reviewers are to perform reviews in a timely and objective manner, clearly arguing their points of view
- they warn of deficiencies in citing sources and overlapping with publications of similar content
- they protect the integrity of the author(s) and the manuscript; information obtained through peer review is treated as confidential and may not be used for personal purposes
- in case of opposing opinions of the two peer reviewers, the editor-in-chief may request the opinion of a third reviewer
- in communication with other participants involved in the publication process appropriate communication is to be used, in accordance with professional ethics in the academic community.

Responsibilities of the author(s):

- adhering to the Instructions for Authors published on the journal's website
- adhering to generally recognized standards and practices related to scientific integrity, in accordance with the publicly published European Code of Conduct for Research Integrity (<https://allea.org/wp-content/uploads/2023/06/European-Code-of-Conduct-Revised-Edition-2023.pdf>)
- the authors must present both the results and the professional and scientific contribution of the research objectively and accurately, supporting them with sources using the instructions for reference citation
- the author(s) are responsible for the originality of their paper
- by submitting the manuscript to the journal, the author(s) accept all the necessary checks on the originality of the paper
- in communication with other participants involved in the publication process appropriate communication is to be used, in accordance with professional ethics in the academic community.

Upute autorima -
Guidelines for authors



Časopis „ET²eR – ekonomija, turizam, telekomunikacije i računarstvo” obuhvaća teme iz područja ekonomije, s posebnim naglaskom na poduzetništvo i menadžment, turizma, kao i teme iz domene informacijskih i komunikacijskih tehnologija te računalnog programiranja. Časopis se bavi i onim temama koje su povezane s problematikom interdisciplinarnog pristupa gore navedenih područja. Tematska područja časopisa obuhvaćaju, ali nisu ograničena na:

- Opća ekonomija, makroekonomija i mikroekonomija
- Ekonomski razvoj
- Suvremeni menadžerski procesi
- Poduzetništvo, inovativnost i kreativnost
- Marketing i poslovna komunikacija
- Računovodstvo, financije i porezi
- Međunarodna ekonomija i međunarodne integracije
- Pravni aspekti menadžmenta i poduzetništva
- Primjena matematike i statistike u ekonomiji
- Suvremeni trendovi u turizmu
- Turistički razvoj i institucionalna podrška razvoju turizmu
- Turizam posebnih interesa
- Ruralni oblici turizma
- Ekonomija doživljaja
- Interesna udruživanja u turizmu
- Marketing u turizmu
- Destinacijski menadžment
- Interpretacija kulturne i prirodne baštine
- Zaštita okoliša i održivi razvoj
- Upravljanje ljudskim potencijalima u turizmu
- Informacijsko-komunikacijske tehnologije
- Arhitektura informacijskih sustava
- Programsko inženjerstvo, programski jezici i tehnologije
- Nove paradigme u razvoju softvera
- Odabrana programska rješenja
- Internet stvari (IoT)
- Nove telekomunikacijske tehnologije i mreže novih generacija
- Upravljanje telekomunikacijskom mrežom
- Performanse mreže i kvaliteta usluge
- Računarstvo u „oblaku“
- E-sustavi i rješenja u javnoj upravi
- Operacijski sustavi

Časopis „ET²eR“ namijenjen je svima koji žele dati doprinos poticanju i razvijanju primijenjene stručne djelatnosti. Svrha časopisa je upoznavanje šire javnosti s novostima iz navedenih područja i popularizacija struke. Stoga ohrabrujemo sve potencijalne autore da prijave svoje radove za objavljivanje. Službeni jezici časopisa su hrvatski i engleski. Časopis se objavljuje dva puta godišnje u digitalnom obliku na web stranici Veleučilišta u Virovitici.

Dodatne informacije o postupku uređivanja, zaprimanja, recenzije i objave radova možete saznati na jedan od sljedećih načina:



www.vuv.hr/et2er/



+385 33 492 257



urednik@vuv.hr

Također, klikom na jednu od dolje ponuđenih opcija možete pristupiti dodatnim informacijama:



Izdanja časopisa



Upute za autore



**Sustav za
zaprimanje radova**



The journal "ET²eR - Economics, Tourism, Telecommunications and Computing" covers topics in the field of economics, with special emphasis on entrepreneurship and management, tourism, as well as topics in the field of information and communication technologies and computer science. The journal also deals with the topics that are related to the issue of interdisciplinary approach to the above-mentioned areas. Topic areas of the journal include, but are not limited to:

- General economics, macroeconomics and microeconomics
 - Economic development
 - Modern managerial processes
 - Entrepreneurship, innovation and creativity
 - Marketing and business communication
 - Accounting, finance and taxes
 - International economics and international integration
 - Legal aspects of management and entrepreneurship
 - Application of mathematics and statistics in economics
-
- Contemporary trends in tourism
 - Tourism development and institutional support for tourism development
 - Tourism of special interests
 - Rural forms of tourism
 - Economics of experience
 - Interest associations in tourism
 - Marketing in tourism
 - Destination management
 - Interpretation of cultural and natural heritage
 - Environmental protection and sustainable development
 - Human resources management in tourism
-
- Information and communication technologies
 - Information systems architecture
 - Software engineering, programming languages and technologies
 - New paradigms in software development
 - Selected software solutions
 - Internet of Things (IoT)
 - New telecommunication technologies and networks of new generations
 - Telecommunication network management
 - Network performance and quality of service
 - Cloud computing
 - E-systems and solutions in public administration
 - Operating systems

The "ET²eR" journal is intended for everyone who wants to contribute to the development of applied professional activity. The purpose of the journal is to especially popularize the applied science. Therefore, the Editorial Board encourage all potential authors to submit their papers for publication. The official languages of the journal are Croatian and English. The journal is published in digital form on the website of the Virovitica University of Applied Sciences biannually.

Additional information about the process of editing, receiving, reviewing and papers publishing:



www.vuv.hr/et2er/



+385 33 492 257



urednik@vuv.hr

or using some of the options provided below (click on the option):



[Previous editions](#)



[Guidelines for authors](#)



[Paper submission system](#)