

RAZVOJ OKVIRA KOMPETENCIJA ZA DUALNU ZELENU I DIGITALNU TRANZICIJU

Danijela Ćirić Lalić¹, Bojana Savić², Milena Savković³, Danijela Gračanin⁴, Dragan Đakić⁵

^{1,2,3,4,5} Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

¹danijela.ciric@uns.ac.rs, ²bojana.savic@uns.ac.rs, ³milena.savkovic@uns.ac.rs, ⁴gracanin@uns.ac.rs,

⁵dragan.dakic@montoppro.rs

Kratak sadržaj: Savremeno visoko obrazovanje nalazi se pod snažnim uticajem istovremene digitalne i zelene transformacije, što stvara potrebu za razvojem novih, tzv. hibridnih kompetencija koje povezuju digitalne, održive i poslovne veštine. Ovaj rad predlaže teorijski okvir pod nazivom „Trougao kompetencija“, koji pruža jasnu osnovu za povezivanje znanja iz oblasti digitalnih tehnologija, održivog razvoja i poslovnih praksi. Okvir opisuje tri ključna područja delovanja – digitalno, zeleno i poslovno – kao i njihove međusobne veze u kojima nastaju složene, transformacione sposobnosti, poput korišćenja veštačke inteligencije za unapređenje energetske efikasnosti i donošenja odgovornih poslovnih odluka zasnovanih na principima održivosti. Okvir uključuje očekivane ishode učenja, primere aktivnosti i pokazatelje postignuća, uz mogućnost organizovanja nastave kroz manje tematske celine i završni projektni zadatak u kojem studenti povezuju znanja iz različitih oblasti kroz praktičan rad. Na taj način „Trougao kompetencija“ nudi visokoškolskim ustanovama primenljiv model za modernizaciju studijskih programa u skladu sa zahtevima tržišta rada i ciljevima održivog razvoja.

Ključne reči: dualna zelena i digitalna tranzicija, okvir kompetencija, visoko obrazovanje, projektno učenje

DEVELOPMENT OF A COMPETENCE FRAMEWORK FOR THE DUAL GREEN AND DIGITAL TRANSITION

Abstract: Contemporary higher education is strongly influenced by the simultaneous digital and green transformation, creating a need for developing new, so-called hybrid competences that combine digital, sustainable, and business skills. This paper proposes a theoretical framework titled the “Competence Triangle,” which provides a clear foundation for linking knowledge from the fields of digital technologies, sustainable development, and business practices. The framework defines three key areas of action—digital, green, and business—as well as their intersections, where complex transformative abilities are formed, such as the use of artificial intelligence to improve energy efficiency and the making of responsible business decisions based on sustainability principles. The framework includes expected learning outcomes, examples of activities, and performance indicators, with the possibility of organizing teaching through smaller thematic units and a final project task in which students integrate knowledge from different areas through practical work. In this way, the “Competence Triangle” offers higher education institutions an applicable model for modernizing study programs in line with labor market demands and the goals of sustainable development.

Key Words: twin green and digital transition, competency framework, higher education, project-based learning

1. UVOD

Visoko obrazovanje se nalazi se pod snažnim uticajem istovremene digitalne i zelene tranzicije, koje Evropska komisija prepoznaje kao ključne pokretače održivog razvoja i rezilijentnosti [1]. Ove promene transformišu način na koji društva funkcionišu, stvarajući potrebu za novim profilima stručnjaka koji mogu povezati tehnološke inovacije sa ekološkim i društvenim ciljevima [2]. Ipak, istraživanja ukazuju da postojeći obrazovni programi često ne uspevaju da razviju kompetencije potrebne za takvu integraciju. Znanja, veštine i stavovi se i dalje prenose delimično, kroz odvojene predmete i discipline, umesto kroz povezan i interdisciplinarni pristup [3]. Time se gubi mogućnost da studenti razviju tzv. hibridne kompetencije — kombinaciju digitalnih, održivih i poslovnih veština koje omogućavaju rešavanje složenih društvenih i privrednih izazova.

Polazeći od ovih nalaza, cilj rada je da predstavi teorijski okvir pod nazivom „Trougao kompetencija“, koji nudi didaktički pristup integraciji digitalnih, zelenih i poslovnih kompetencija u kuseve u visokom obrazovanju. Okvir povezuje ishode učenja, aktivnosti i merenje rezultata, pružajući osnovu za modernizaciju studijskih programa u skladu sa zahtevima dualne tranzicije i potrebama tržišta rada. Predloženi okvir razvijen je u okviru Erasmus+ projekta *Capacity Building for Green and Digital Transition of Higher Education in Azerbaijan, Kazakhstan and Mongolia (GreenTech Horizons)*, koji ima za cilj jačanje institucionalnih kapaciteta univerziteta za sprovođenje zelene i digitalne transformacije kroz razvoj inovativnih nastavnih pristupa, laboratorijskih okruženja i programa obuke nastavnika.

2. TEORIJSKE PODLOGE

Digitalna i zelena tranzicija sve su više povezane, jer napredak u digitalnim tehnologijama postaje neophodan za ostvarivanje klimatskih i energetske ciljeve, što stvara potrebu za obrazovnim politikama koje povezuju tehnološke inovacije sa društvenim i ekološkim vrednostima [1,2].

Koncept Industrije 5.0 zasniva se na ideji da tehnologija treba da bude u službi čoveka i društva [2]. Za razliku od prethodnih industrijskih faza, fokus nije samo na automatizaciji i produktivnosti, već i na sinergiji između digitalnih alata, društvene odgovornosti i održivosti. U tom okviru, digitalne tehnologije poput veštačke inteligencije, interneta stvari i sajber-fizičkih sistema omogućavaju prikupljanje i analizu podataka o procesima, resursima i emisijama, čime se podstiče donošenje odluka koje istovremeno unapređuju tehničke, ekološke i poslovne performanse [3].

Razvoj kompetencija koje omogućavaju povezivanje digitalnih, zelenih i poslovnih oblasti prepoznat je kao preduslov uspešne dualne tranzicije [3,4]. Istraživanja pokazuju da tradicionalni, usko stručni profili više ne mogu odgovoriti zahtevima savremenog tržišta rada, te da je neophodan prelazak na hibridne profile koji obuhvataju tehnička, održiva i poslovna znanja. Takvi integrisani profili doprinose stvaranju stručnjaka sposobnih da razumeju tehnologiju, njen uticaj na organizacije i društvo, kao i da primenjuju principe održivosti u donošenju poslovnih odluka [4].

Pored tehničkih i digitalnih, sve veći značaj imaju kompetencije povezane sa održivošću i društvenom odgovornošću. Evropski okvir kompetencija za održivost (eng. *European Sustainability Competence Framework – GreenComp*) definiše osnovne kompetencije koje omogućavaju pojedincima da razumeju i primenjuju principe održivog razvoja u radu i učenju [5]. Ovaj okvir povezuje znanje, vrednosti i delovanje, čime se postavlja temelj za sistemsko promišljanje i odgovorno delovanje u vezi sa ekološkim i ekonomskim izazovima.

Na nivou proizvodnih i poslovnih sistema, primena pristupa trostruke donje linije (eng. *triple bottom line*) povezuje ekonomske, ekološke i društvene performanse organizacija, ukazujući da se održivost više ne posmatra kao izdvojeni cilj, već kao princip koji prožima sve nivoe odlučivanja [6]. Ovakav pristup dopunjuje ideju o transformaciji radnih profila i obrazovnih programa u skladu sa zahtevima cirkularne ekonomije i održivog poslovanja [7,8].

Konačno, u skladu sa UNESCO-ovim izveštajem “Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education” iz 2021. godine, budućnost visokog obrazovanja treba da se zasniva na novom društvenom ugovoru koji povezuje znanje, zajednicu i održivost [9]. Univerziteti se više ne posmatraju samo kao prenosioци znanja, već kao pokretači promena koji kroz inovativne modele učenja podstiču saradnju, kreativnost i društvenu odgovornost, doprinoseći stvaranju održivih i otpornih zajednica.

U skladu sa ovim teorijskim osnovama, razvijen je okvir „Trogao kompetencija“, koji povezuje digitalni, zeleni i poslovni domen u jedinstvenu didaktičku strukturu. Okvir omogućava studentima da istovremeno razvijaju tehničke i analitičke sposobnosti, razumeju principe održivosti i oblikuju poslovne odluke koje doprinose društvenom razvoju. Na taj način visoko obrazovanje postaje ključni akter dualne tranzicije, povezujući inovacije, etiku i odgovornost u jedinstven sistem kompetencija.

3. OKVIR „TROUGAO KOMPETENCIJA“

Predloženi okvir „Trogao kompetencija“ (prikazan na Slici 1) polazi od premise da su digitalne, zelene i poslovne kompetencije međuzavisne i da njihova integracija čini osnovu savremenog kurikuluma usklađenog sa zahtevima dualne tranzicije i tržišta rada [1,2,3]. On pokazuje kako se tehnička znanja, ekološki principi i poslovne veštine mogu objediniti u jedinstvenom obrazovnom pristupu.



Slika 1. Trogao kompetencija

U središtu okvira nalazi se transformaciono vođstvo, koje povezuje tehnologiju, održivost i poslovnu vrednost kroz sistemsko razmišljanje i etičnu primenu digitalnih rešenja [2,3]. Digitalne tehnologije, poput veštačke inteligencije i interneta stvari, omogućavaju prikupljanje i analizu podataka o resursima i procesima, što doprinosi donošenju odluka koje unapređuju tehničke, ekološke i poslovne rezultate [3,4]. Zelene prakse – analiza životnog

ciklusa, cirkularna ekonomija i eko-dizajn – daju okvir za smanjenje potrošnje resursa i emisija [5,6], dok poslovna dimenzija uključuje inovacije, strateško planiranje i upravljanje promenama, čime se osigurava primena održivih i digitalnih rešenja u praksi [4,7].

Okvir funkcioniše kroz preseke tri domena, gde se razvijaju složene, transformacione metakompetencije – od odgovorne upotrebe tehnologije i optimizacije energetske performansi do donošenja poslovnih odluka koje doprinose društvenoj vrednosti [7,8]. Ovi odnosi jasno su prikazani u Slici 1, dok Tabela 1 konkretizuje okvir kroz predlog ishoda učenja, aktivnosti i mernih pokazatelja, čime se omogućava njegova praktična primena u visokom obrazovanju.

Predloženi okvir podrazumeva modularnu strukturu kurikuluma: studenti kroz tematske module postupno stiču digitalne, zelene i poslovne kompetencije, koje integrišu kroz završni projektni zadatak u saradnji s privredom. Na taj način okvir omogućava razvoj interdisciplinarnih profila stručnjaka koji povezuju tehnologiju, održivost i poslovnu vrednost, čime visoko obrazovanje postaje aktivni učesnik dualne tranzicije [1,5,7].

Ograničenja okvira odnose se na njegov teorijski karakter, koji zahteva empirijsku proveru i prilagođavanje različitim akademskim kontekstima. Njegova uspešna primena zavisi od spremnosti visokoškolskih ustanova da modernizuju planove i obezbede potrebne resurse, uključujući laboratorije, digitalne alate i programe za obuku nastavnika [8,9].

Tabela 1 - Primer ishoda učenja, aktivnosti i mernih pokazatelja po domenima „Trogla kompetencija“

Domen / presek	Primer ishoda učenja	Tipične aktivnosti	Predlog mernih pokazatelja
Digitalni	Primeniti AI/analitiku da se optimizuju procesi uz obezbeđen data-pipeline za ESG metrike.	Mini-projekat u digital-twin okruženju; rad sa IoT/CPS podacima; kratki kod/Notebook.	OEE/MTBF; vreme ciklusa; tačnost modela; % automatizovanih izveštaja.
Zeleni	Izračunati ključne LCA indikatore i predložiti eko-dizajn poboljšanje bez narušavanja kvaliteta.	Studija slučaja; LCA kalkulator; analiza potrošnje energije/materijala.	kWh po jedinici; CO ₂ e po jedinici; % reciklabilnosti; smanjenje otpada.
Poslovni	Izraditi business case sa ESG pokazateljima i planom upravljanja promenama i rizikom.	Pitch dokument (2–3 strane) + prezentacija; mapiranje zainteresovanih strana	NPV/IRR; vreme do tržišta; satisfakcija stakeholdera; rizik matrica (RPN).
DG/DB/GB – integrativni presek	Donositi odluke zasnovane na podacima koje istovremeno poboljšavaju LCA/KPI i poslovni ishod.	Timski zadatak: AI za energetske efikasnost + LCA + budžet/plan promene.	Kombinovani merni pokazatelji: tehnički (OEE...), održivi (CO ₂ e/kWh...), poslovni (NPV...).
Integrativni studio (D×G×B)	Oblikovati i primeniti rešenje koje spaja digitalno, zeleno i poslovno u realnom scenariju.	Projekat sa industrijskim podacima u 4–6 nedelja; peer review + refleksija.	Rubrika 3-domena (60/40/40 poena); isporuka na vreme; validacija u twin-u.

4. DIDAKTIČKI DIZAJN I IMPLEMENTACIONA MAPA

Primena okvira „Trogao kompetencija“ u visokom obrazovanju zasniva se na modularno organizovanom učenju koje povezuje digitalne, zelene i poslovne kompetencije. Ishodi učenja formulišu se po domenima i njihovim presecima, dok se moduli organizuju tako da omogućavaju postupno sticanje znanja i njihovu integraciju kroz praktične zadatke. Ovakva struktura doprinosi većoj fleksibilnosti kurikuluma i olakšava njegovo usklađivanje sa potrebama tržišta rada i industrijskim standardima [1,2].

Nastava se zasniva na projektnom i iskustvenom učenju, pri čemu studenti rade na realnim izazovima u saradnji s privredom i lokalnom zajednicom. Rad u specijalizovanim laboratorijama omogućavaju eksperimentisanje sa digitalnim modelima, analizom podataka i procenom efekata održivih odluka, čime se razvija razumevanje odnosa između tehnologije, održivosti i poslovnih praksi [7].

Procena postignuća zasniva se na kombinovanim pokazateljima učinka koji obuhvataju tehničke (npr. pouzdanost i vreme ciklusa), održive (npr. potrošnja energije po jedinici i emisije ugljen-dioksida) i poslovne rezultate (npr. povraćaj investicija i zadovoljstvo zainteresovanih strana) [5,6]. Rubrike za ocenjivanje povezuju ishode, aktivnosti i merne kriterijume, dok se rezultati prate kroz studentske portfolije i analiziraju u okviru ciklusa planiraj–uradi–proveri–deluj (engl. *Plan–Do–Check–Act, PDCA*) kao osnove za stalno unapređenje kvaliteta [5].

Uspostavljanje ovakvog sistema zahteva institucionalnu podršku kroz obuke nastavnika, dostupnost digitalne infrastrukture i jasne etičke smernice za odgovorno korišćenje podataka i tehnologija.

5. ZAKLJUČAK

Dualna digitalna i zelena tranzicija redefinišu ulogu visokog obrazovanja i zahtevaju prelazak sa tradicionalnog, monodisciplinarnog razvoja veština na integrisane pristupe učenju. U ovom radu predstavljen je teorijski okvir „Trougao kompetencija“ kao didaktička osnova za sistematizaciju i povezivanje digitalnih, zelenih i poslovnih kompetencija, njihovih preseka i pripadajućih metakompetencija. Okvir je konkretizovan kroz matricu ishoda učenja, tipičnih aktivnosti i pokazatelja postignuća, kao i kroz predlog modularne strukture kurikuluma koja uključuje mikrokredencijale, integrativni projektni modul i laboratoriju za dualnu tranziciju. Na taj način, „Trougao kompetencija“ prevodi ciljeve dualne tranzicije u primenljive pedagoške rešenja i omogućava dosledno merenje i dokumentovanje napretka studenata.

Iako okvir trenutno ima teorijski karakter, njegova dalja vrednost leži u praktičnoj validaciji i prilagođavanju različitim disciplinama i kontekstima. Buduća istraživanja trebalo bi da se fokusiraju na proveru njegove primenljivosti u praksi, praćenje razvoja hibridnih kompetencija tokom studiranja i analizu efekata novih tehnologija na obrazovne modele. Istovremeno, neophodno je osigurati institucionalne i političke uslove za uvođenje laboratorija za dualnu tranziciju i mikrokredencijala, čime bi visoko obrazovanje postalo ključni akter održivog i digitalnog društvenog razvoja.

ZAHVALNOST

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja u okviru projekta „Unapređenje kvaliteta nastave na studijskim programima Departmana kroz implementaciju rezultata naučno-istraživačkog rada u oblasti Industrijskog inženjerstva i menadžmenta“ na Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

6. LITERATURA

- [1] European Commission. 2022 Strategic Foresight Report – *Twinning the green and digital transitions in the new geopolitical context*. COM(2022) 289 final. Brussels: European Commission; 2022.
- [2] European Commission. *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Brussels: Publications Office of the European Union; 2021.
- [3] Kipper LM, Iepsen S, Frozza R. *Scientific mapping to identify competencies required by Industry 4.0*. *Technology in Society*. 2021;64:101454.
- [4] Pacher C, Woschank M, Zunk BM. *The role of competence profiles in Industry 5.0-related vocational education and training*. *Applied Sciences*. 2023;13:3280.
- [5] European Commission. *GreenComp: The European Sustainability Competence Framework*. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2022.
- [6] Yip WS, Zhou H. *A critical analysis on the triple bottom line of sustainable manufacturing*. *Environ Sci Pollut Res*. 2023;30(14):41388–41404.
- [7] Trevisan AH, Acerbi F, Terzi S, Sassanelli C. *Skills for the twin transition in manufacturing: A systematic literature review*. *J Clean Prod*. 2024;474:143603.
- [8] Beducci E, Acerbi F, Pinzone M, Taisch M. *Unleashing the role of skills and job profiles in circular manufacturing*. *J Clean Prod*. 2024;449:141456.
- [9] UNESCO. *Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education*. Paris: UNESCO; 2021.