

BLOKČEJN TEHNOLOGIJA KAO SREDSTVO ZA UNAPREĐENJE KVALITETA VISOKOG OBRAZOVANJA

Marko Štaka¹, Miroslav Stefanović², Dušanka Dakić³, Darko Stefanović⁴

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

¹marko.staka@uns.ac.rs, ²mstef@uns.ac.rs, ³dakic.dusanka@uns.ac.rs, ⁴darko.stefanovic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: Savremeni obrazovni sistem suočava se sa nizom izazova, među kojima je konstantno obezbeđivanje kvaliteta nastavnog procesa, usklađivanje nastavnog programa sa zahtevima tržišta, kontinuirano praćenje inovativnija u relevantnim oblastima, sprečavanje nedozvoljenih aktivnosti poput aktivnosti falsifikovanja diploma, kao i pojednostavljenje administrativnih procesa. Blokčejn tehnologija, kao inovativno rešenje, primenjuje se u različitim oblastima, među kojima je i obrazovni proces. Prednosti koje ova tehnologija nudi prepoznati su kao ključni alati za efikasno rešavanje problema i prevazilaženje nedostataka u obrazovnim procesima. U okviru ovog istraživanja analizirane su prednosti blokčejn tehnologije, uz identifikaciju izazova i predloga za unapređenje postojećih rešenja u obrazovnom procesu.

Ključne reči: blokčejn tehnologija, visoko obrazovanje, inovacije, verifikacija diploma, administrativni procesi

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AS A TOOL FOR ENHANCING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION

Abstract: The modern educational system faces a series of challenges, including the constant assurance of teaching quality, alignment of curricula with market demands, continuous monitoring of innovations in relevant fields, prevention of illicit activities such as diploma forgery, and the simplification of administrative processes. Blockchain technology, as an innovative solution, is applied in various fields, including education. The advantages offered by this technology have been recognized as key tools for effectively addressing challenges and overcoming deficiencies in educational processes. This study analyzes the benefits of blockchain technology, identifies challenges, and provides recommendations for improving existing solutions in the educational context.

Key Words: blockchain technology, higher education, innovations, diploma verification, administrative processes

1. UVOD

Prema podacima UNESCO Instituta za statistiku, broj studenata upisanih na tercijarno obrazovanje na globalnom nivou je povećan za više od 53% u periodu od 2006. do 2018. godine [1]. Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku [2], blagi porast broja studenata postoji i u Republici Srbiji. Školsku 2023/24 godinu upisalo je 249.626 studenata, što predstavlja povećanje od 8.021 studenta u odnosu na školsku 2020/21. godinu. Pored toga, evidentiran je rast broja studenata na višim nivoima studija. Na primer, broj studenata u Republici Srbiji upisanih na master akademske studije (II stepen studija) u 2022. godini iznosio je 52.288, što je povećanje od 36% u poređenju sa 2013. godinom, kada je taj broj iznosio 38.397 [3].

Institucije visokog obrazovanja suočavaju se sa brojnim izazovima savremenog društva. Osnovni elementi njihovog uspeha uključuju kontinuirano unapređivanje i prilagođavanje obrazovnog procesa sa ciljem povećanja njegovog kvaliteta. Prevazilaženje postojećih nedostataka, uspostavljanje kvalitetne međunarodne saradnje i razvoj nastavnih programa u skladu sa zahtevima tržišta predstavljaju osnovne aktivnosti svake visokoobrazovne ustanove koja teži ostvarenju svoje misije. Praćenje aktuelnih trendova u posebnoj meri je izraženo u obrazovnim institucijama koje se bave izučavanjem savremenih tehnologija.

Preduslov za unapređenje efikasnosti, transparentnosti i pouzdanosti obrazovnih procesa u velikoj meri zavisi od digitalne transformacije visokog obrazovanja. Čuvanje i verifikacija obrazovnih dokumenata obično je zasnovana na tradicionalnim sistemima. Ovakvi sistemi su često podložni manipulacijama i pokazuju svoje nedostatke u savremenom vremenu kada je posebno izražena mobilnost studenata i važnost digitalnih sertifikata. Blokčejn tehnologija je prepoznata kao potencijalno rešenje koje omogućava stvaranje decentralizovanog registra diploma i zvaničnih dokumenata u procesu visokog obrazovanja.

U ovom radu se ističe da bi implementacija decentralizovanih sistema doprinela smanjenju rizika od falsifikovanja i omogućila globalno dostupnu verifikaciju dokumenata od važnosti. Analizirani su osnovni principi blokčejn tehnologije i postojeći primeri njene primene u visokom obrazovanju. Posebno je istaknuta uloga blokčejn tehnologije u verifikaciji diploma, digitalnoj administraciji i unapređenju transparentnosti institucija. Struktura rada organizovana je tako da obuhvata identifikovanje problema u drugom poglavlju, predstavljanje prednosti predloženih

rešenja u trećem, analizu izazova i mogućih unapređenja u četvrtom poglavlju, dok je zaključak izložen u petom poglavlju, nakon čega sledi pregled korišćene literature.

2. IDENTIFIKOVANJE PROBLEMA

Jedan od značajnih globalnih izazova u domenu visokog obrazovanja je falsifikovanje diploma i sertifikata, kao i kompleksnost procesa verifikacije autentičnosti ovih dokumenata. Kako se navodi u [4], problem falsifikovanja diploma nije nov problem današnjeg društva, a dokazi o postojanju ovakvih praksi zabeleženi su još 1730. godine. Prema podacima organizacije *National Student Clearinghouse*, neprofitne organizacije sa sedištem u Sjedinjenim Američkim Državama, globalno tržište prevara sa diplomama procenjuje se na približno dve milijarde američkih dolara [4]. Minimalna identifikovana cena falsifikovanih diploma je 350 dolara za diplome osnovnih studija, dok su najveće cene od 4.000 dolara za doktorske diplome. Razvoj digitalnog društva, kao i intenzivnije umrežavanje obrazovnih ustanova na globalnom nivou, doprineli su tome da problem falsifikovanja diploma privuče dodatnu pažnju akademske zajednice.

Aktivnosti usmerene ka pojednostavljenju administrativnih procesa postale su bitan element strategija za unapređenje institucionalnih procedura. Provera autentičnosti dokumenata koje izdaje visokoškolska ustanova, poput diploma i sertifikata, često je dugotrajan i finansijski zahtevan proces, što može značajno otežati međunarodnu saradnju, uključujući programe studentske razmene i prijave za studije na stranim visokoškolskim ustanovama. Za ovakve aktivnosti, potrebno je pribavljanje Apostil pečata, koji služi za legalizaciju i verifikaciju javnih dokumenata [5]. Prema podacima dostupnim na zvaničnoj stranici Prvog osnovnog suda u Beogradu [5], studenti u Srbiji plaćaju iznos od 2.090,00 dinara za izdavanje ovog pečata. Pored činjenice da ovaj postupak zahteva dodatno vreme i troškove, dodatno povećava administrativno opterećenje za studente i institucije koje izdaju navedena dokumenta.

Istraživanje prikazano u [4] ukazuje na značajan broj studenata koji nisu upoznati sa postupkom pribavljanja Apostil pečata, što predstavlja dodatnu prepreku u ostvarivanju međunarodnih obrazovnih aktivnosti. U tom kontekstu, autori prepoznaju potencijal blokčejn tehnologije kao alternativnog rešenja koje bi eliminisalo potrebu za Apostil pečatom, doprinelo uštedi vremena i resursa, i pojednostavilo proces verifikacije dokumenata. Ovo unapređenje ima poseban značaj s obzirom na podatak iz [4] da se svake godine beleži porast broja studenata koji žele da nastave studije ili deo svog obrazovanja realizuju u inostranstvu. Zbog toga postoji potreba za izdavanjem digitalnih diploma i drugih dokumenata od važnosti koje će biti zaštićene od falsifikovanja i prepoznatljive na globalnom nivou.

Pored praktičnih izazova sa kojima se susreću učesnici obrazovnog procesa, sve veća pažnja se posvećuje analizi usklađenosti nastavnog procesa na visokoobrazovnim ustanovama sa savremenim tehnološkim trendovima. Ubrzani razvoj i inovacije u oblasti informacionih tehnologija nameću potrebu za kontinuiranom revizijom nastavnih programa, posebno u institucijama koji se bave izučavanjem savremenih tehnologija. U [1] je istaknuto da 91% anketiranih poslodavaca u Rusiji ukazuje na nedostatak veština kod mladih stručnjaka, dok 55% diplomiranih studenata navodi poteškoće pri pronalaženju zaposlenja. Zbog navedenog, redovna revizija i reorganizacija nastavnog procesa na tehničkim fakultetima treba da ima za cilj da, pored teorijskog znanja, omogući razvoj praktičnih veština koje će studentima olakšati tranziciju iz akademskog obrazovanja u industrijsko okruženje.

3. PREDNOSTI PREDLOŽENIH REŠENJA

Blokčejn tehnologija predstavlja decentralizovanu i distribuiranu knjigu transakcija, koja beleži podatke na velikom broju računara. Predstavljena je 2008. godine u [6], potpisana od strane osobe ili grupe osoba koje koriste pseudonim Satoši Nakamoto. Osnovna struktura blokčejna sastoji se od niza blokova, pri čemu svaki blok sadrži skup potvrđenih transakcija. Svaka transakcija predstavlja prenos digitalnih sredstava, koji uključuje vremenski pečat, identifikacionu oznaku bloka i adresu [7]. *Bitcoin* i *Ethereum* su među najpoznatijim blokčejn tehnologijama.

Istraživanje primene blokčejn tehnologije u obrazovnom procesu započelo je relativno skoro. U [4] je izvršen sistematski pregled literature koja se bavi ovom temom, pri čemu je istaknuto da je većina objavljenih članaka nastala nakon 2019. godine. Autori ukazuju na to da je ovo očekivan rezultat, s obzirom na to da je blokčejn tehnologija prvobitno razvijena za potrebe finansijskog sektora i industrije kriptovaluta. Tek sa pojavom druge verzije blokčejna (*Blockchain 2.0*) postalo je relevantno istraživanje primene ove tehnologije i u drugim oblastima.

Autori u [4] naglašavaju da, iako je blokčejn tehnologija relativno nov koncept, već postoje različita rešenja koja implementiraju visokoškolske ustanove. U pomenutom istraživanju, Kina, Vijetnam, Portugal, Švajcarska i Italija identifikovane su kao zemlje iz kojih potiče najveći broj prvih autora naučnih radova koji se bave ovom temom.

Jedna od prvih obrazovnih institucija koja je pokrenula platformu zasnovanu na blokčejn tehnologiji je Institut za tehnologije Masačusets (engl. *Massachusetts Institute of Technology*, MIT). Ova platforma je inicijalno pokrenuta 2016. godine [1], uz naknadna unapređenja, a u okviru nje omogućeno je praćenje akademskih zasluga, obrada prijave i izdavanje nepremisljivih diploma. Osim toga, osnovna ideja bila je da se ocene, transkripti i drugi važni dokumenti, poput diploma, učine lako dostupnim. Ovaj pristup omogućava kompanijama koje žele zaposliti vlasnike tih diploma da brzo i jednostavno pristupe verodostojnim dokumentima. U tabeli 1 je prikazan pregled drugih identifikovanih projekata zasnovanih na blokčejn tehnologiji u visokoškolskim institucijama navedenim u [1].

Tabela 1 – Projekti zasnovani na blokčejn tehnologiji u obrazovnom procesu

Institucija	Država	Status projekta	Osnovna tehnologija	Primena
Institut za tehnologije Masačusets	SAD	Pokrenut (2016)	<i>Bitcoin</i>	Izdavanje digitalnih obrazovnih dokumenata
Univerzitet u Nikoziji	Kipar	Pokrenut (2017)	<i>Bitcoin</i>	Platforme za komunikaciju, praćenje napretka i postignuća studenata, finansijske transakcije
Ministarstvo obrazovanja i zapošljavanja Malte	Malta	Pilot (2017)	-	Izdavanje digitalnih obrazovnih dokumenata
Univerzitet Bahreina	Bahrein	Pokrenut (2019)	<i>Ethereum</i>	Izdavanje digitalnih obrazovnih dokumenata
Univerzitet u Nikoziji	Kipar	Prototip	<i>Bitcoin</i>	Izdavanje digitalnih obrazovnih dokumenata

Pored institucija navedenih u tabeli, u [1] se ističe da su *Holberton School* u Sjedinjenim Američkim Državama, Državni univerzitet u Melburnu u Australiji, Univerzitet u Glazgovu u Škotskoj, 18 obrazovnih organizacija iz Singapura, kao i obrazovne institucije sa Barbadosa i Jamajke, trenutno uključeni u razvoj projekata zasnovanih na blokčejn tehnologiji. Autori u [4] identifikuju razvoj sličnih projekata na Univerzitetu „Tor Vergata“ u Rimu, Italiji, Sijangtan univerzitetu u Kini, Univerzitetu u Cirihi u Švajcarskoj, HCMC univerzitetu za tehnologiju u Vijetnamu, Univerzitetu u Lisabonu i Univerzitetu Fernando Pessoa u Portugalu, Univerzitetu Južni Ural u Rusiji, Univerzitetu Bina Nusantara u Indoneziji, kao i Univerzitetu u Mariboru u Sloveniji. Najčešće korišćene tehnologije u okviru navedenih projekata su *Bitcoin* i *Ethereum* [4].

Potencijal primene blokčejn tehnologije u obrazovnom procesu identifikovale su i mnoge kompanije koje su razvile proizvode zasnovane na ovoj tehnologiji, kao što su *Hyland Credentials* [1], *TrustED* [1], *TrueRec* [8], *BTCert* [8], *UniChain* [8] i drugi. Takođe, na istraživanju razvoja primene blokčejn tehnologije u okviru obrazovnih institucija u Republici Srbiji aktivno radi kompanija *LINKgroup* [9].

Prema [8], tehnička realizacija blokčejn tehnologije u obrazovnom procesu klasifikovana je u pet kategorija:

1. verifikacija kredencijala,
2. deljenje zapisa,
3. upravljanje finansijama,
4. upravljanje reputacijom i
5. sistem prijave za procese u visokoškolskim ustanovama.

Decentralizacija predstavlja važnu karakteristiku koja blokčejn tehnologiju čini privlačnom za primenu u obrazovnim procesima. Ova karakteristika podrazumeva da su informacije u sistemu raspodeljene među brojnim računarima, koji su povezani u mrežu, čime se eliminiše potreba za posrednicima. Sistem razvijen na ovaj način omogućava korisnicima da direktno učestvuju u upravljanju informacijama i izvršavanju transakcija, uz visoki nivo očuvanja sigurnosti i integriteta podataka.

Globalno uključivanje obrazovnih institucija u ovakav sistem imalo bi potencijal za sprečavanje prodaje lažnih diploma i falsifikovanje dokumenata. Globalna implementacija podrazumevala bi pojednostavljenje procesa provere akademskih kvalifikacija, što bi olakšalo pristup dobronamernim korisnicima. Ovo bi doprinosilo unapređenju međunarodne saradnje i povećanju mobilnosti studenata kroz međudržavne projekte, uz dodatne finansijske olakšice. Pored toga, u [4] se ističe da bi se omogućilo pristupačnije obrazovanje osoba kojima je otežan ili onemogućen prenos dokumentacije, kao što su, na primer, ratne izbeglice. Autori u [10] smatraju da bi primena ove tehnologije doprinela obezbeđivanju ravnopravnog i olakšanog pristupa procesu dobijanja neophodne dokumentacije za osobe sa invaliditetom, izbeglice i one koji žive u izolovanim ili ruralnim područjima.

4. IZAZOVI I MOGUĆA UNAPREĐENJA

Zakonske regulative i osetljivost državnih uredbi u oblasti obrazovanja predstavljaju specifične izazove. Posebno se izdvaja pitanje ispunjavanja etičkih standarda. Dodatni izazov proizlazi iz karakteristike nepromenljivosti blokčejn tehnologije, koja može predstavljati problem sa stanovišta mogućnosti opoziva diploma ili grešaka koje mogu nastati usled ljudske prirode [11].

Kao i svaka radikalna inovacija, implementacija blokčejn tehnologije zahteva detaljno razmatranje u pogledu tehničke realizacije. Zbog toga je neophodno dodatno ulaganje u istraživanje u ovoj oblasti, s obzirom na složenost operacija, karakteristiku skalabilnosti i potrebu za dodatnim resursima koji bi obezbedili nesmetanu implementaciju. U [4] se ukazuje na posebno problematičan aspekt, a to je gotovo potpuno odsustvo međunarodne saradnje u mnogim identifikovanim projektima. Individualni pristupi istraživanju i razvoju, bez saradnje sa institucijama na globalnom nivou, mogu usporiti ili čak onemogućiti stvaranje decentralizovanog globalnog sistema.

Autori se najčešće fokusiraju na moguća dodatna unapređenja blokčejn tehnologije kroz primenu veštačke

inteligencije [10]. Integracija naprednih tehnologija, kao što su Internet stvari (engl. *Internet of Things*, IoT), veštačka inteligencija, analitika velikih podataka (*big data*) i blokčejn tehnologija, donosi inovativne prednosti koje mogu značajno unaprediti i poboljšati performanse postojećih i budućih projekata.

5. ZAKLJUČAK

Implementacija blokčejn tehnologije u različitim oblastima može doneti brojne prednosti, uključujući i unapređenje obrazovnih procesa. Posebno se izdvaja uloga ove tehnologije u aktivnostima izdavanja diploma i drugih dokumenata od značaja, čime se sprečavaju aktivnosti falsifikovanja i druge zloupotrebe. Ovaj proces ima direktan uticaj na kreiranje pravednih obrazovnih okruženja, kao i na očuvanje vrednosti akademskog obrazovanja i poverenja društva u akademsku zajednicu. Povećanje broja naučnih radova koji se bave ovom tematikom ukazuje na to da je akademska zajednica prepoznala blokčejn tehnologiju kao potencijalno rešenje za prevazilaženje postojećih problema i otklanjanje nedostataka u savremenom obrazovanju.

Kako bi se u potpunosti iskoristio potencijal ove tehnologije, neophodna je globalna saradnja obrazovnih institucija. Postojeći projekti u obrazovanju ukazuju na mogućnost uspešne implementacije blokčejn tehnologije, a dosadašnja rešenja pokazuju pozitivne rezultate u unapređenju nastavnog procesa i kvaliteta visokog obrazovanja. Dalja istraživanja i ulaganja u testiranje ovakvih projekata mogu doprineti rešavanju nedostataka i potencijalnih problema pre nego što dođe do konačne implementacije. Uspešno realizovani projekti u obrazovnim procesima mogu poslužiti kao model za slične implementacije u drugim sektorima.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (br. ugovora: 451-03-137/2025-03/200156) i Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu kroz projekat „Naučnoistraživački i umetničkoistraživački rad istraživača u nastavnim i saradničkim zvanjima Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu 2025“ (br: 01-50/295).

Ovaj rad je podržan od strane Evropske komisije u okviru programa Horizon Europe, ERA Talents kroz projekat pod nazivom "EdTech Talents" [broj ugovora o grantu 101119689].

6. LITERATURA

- [1] A. Ishkov and Y. Krupnov, “*Application of blockchain technologies for creation of innovative ecosystem in higher education*,” *E3S Web Conf.*, vol. 549, 2024, Accessed: Dec. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.e3s-conferences.org/10.1051/e3sconf/202454908031>
- [2] “*Statistički izveštaj | Republički zavod za statistiku Srbije*.” Accessed: Dec. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.stat.gov.rs/sr-latn/vesti/statisticalrelease/?p=15453>
- [3] “*Pretraga diseminacione baze*.” Accessed: Dec. 23, 2024. [Online]. Available: <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/110401020?languageCode=sr-Latn>
- [4] R. Q. Castro and M. Au-Yong-Oliveira, “*Blockchain and Higher Education Diplomas*,” *Eur. J. Investig. Health Psychol. Educ.*, vol. 11, no. 1, pp. 154–167, Feb. 2021.
- [5] mpravde.gov.rs, “Апостил.” Accessed: Dec. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.prvi.os.sud.rs/sekcija/98/apostil.php>
- [6] S. Nakamoto, “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”.
- [7] D. Di Francesco Maesa and P. Mori, “*Blockchain 3.0 applications survey*,” *J. Parallel Distrib. Comput.*, vol. 138, pp. 99–114, Apr. 2020.
- [8] M. Gottlieb, C. Deutsch, F. Hoops, H. Pongratz, and H. Krcmar, “*Expedition to the blockchain application potential for higher education institutions*,” *Blockchain Res. Appl.*, vol. 5, no. 3, Sep. 2024, Accessed: Dec. 27, 2024. [Online]. Available: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2096720924000162>
- [9] “*Startech - Blockchain tehnologija*,” *Startech - Blockchain tehnologija*. Accessed: Dec. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.startech.org.rs/blockchain-tehnologija>
- [10] M. J. Sousa, F. Dal Mas, S. P. Gonçalves, and D. Calandra, “*AI and Blockchain as New Triggers in the Education Arena*,” *Eur. J. Investig. Health Psychol. Educ.*, vol. 12, no. 4, pp. 445–447, Apr. 2022.
- [11] F. R. Vidal, F. Gouveia, and C. Soares, “*Revocation Mechanisms for Academic Certificates Stored on a Blockchain*,” in *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Sevilla, Spain: IEEE, Jun. 2020, pp. 1–6. Accessed: Dec. 27, 2024.