

## **ZNAČAJ DIGITALNOG FORENZIČKOG RAČUNOVODSTVA ZA CIRKULARNI POSLOVNI MODEL U METAVERZUMU / THE SIGNIFICANCE OF DIGITAL FORENSIC ACCOUNTING FOR THE METAVERSE CIRCULAR BUSINESS MODEL**

Olivera Mijailović, MA<sup>1</sup>, Azra Medunjanin, MA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Računovodstvena Agencija Alfa Plus, Kraljevo

<sup>2</sup>Ministarstvo Finansija, Rada i Transfera-Visoki službenik za penzijske šeme

E-mail : olivera\_kv@live.com, azra\_medunjanin@hotmail.com

*Stručni članak*

**UDK / UDC 657.6:658.5:004.738**

### **Sažetak**

*Metaverzum je virtuelni prostor koji integriše fizički i digitalni svet, omogućavajući korisnicima interakciju, rad i učešće u različitim aktivnostima putem digitalnih alata. U ovom kontekstu, inovacija cirkularnog poslovnog modela odnosi se na kreiranje i primenu modela unutar metaverzuma koji su fokusirani na održivost i cirkularnu ekonomiju. Ovi modeli teže smanjenju otpada i maksimizaciji ponovne upotrebe resursa, oslanjajući se na digitalne platforme i virtuelne interakcije. Kroz digitalne alate kao što su blockchain, virtuelna i proširena stvarnost, poslovne inovacije omogućavaju veću efikasnost i smanjuju ekološki otisak. Digitalno forenzičko računovodstvo podržava cirkularne poslovne modele u metaverzumu, doprinosi održivosti i pomaže u razvoju praksi ključnih za dugoročni uspeh u digitalnim okruženjima. Cilj ovog rada je analiza uloge digitalizacije forenzičkog računovodstva u podršci međunarodnog rasta i ubrzane internacionalizacije. Istraživanje će takođe ispitati kako inovacije u poslovnim modelima unutar metaverzuma mogu dodatno unaprediti proces internacionalizacije, naglašavajući vezu između cirkularnih poslovnih praksi i digitalnih alata. Rad pruža uvide u to kako strategije u metaverzumu mogu poboljšati međuodnos između digitalizacije forenzičkog računovodstva i globalnog poslovnog uspeha.*

**Ključne reči:** digitalizacija forenzičkog računovodstva, digitalni alati, inovativni modeli i tehnologije, metaverzum, razvoj održivih poslovnih praksi.

### **Abstract**

*The metaverse is a virtual space that integrates the physical and digital worlds, enabling users to interact, work, and engage in various activities through digital tools. In this context, circular business model innovation refers to the development and implementation of models within the metaverse focused on sustainability and the circular economy. These models aim to minimize waste and maximize resource reuse, leveraging digital platforms and virtual interactions. Through technologies such as blockchain, virtual reality, and augmented reality, business innovations enhance efficiency and reduce the environmental footprint. Digital forensic accounting plays a crucial role in supporting circular business models in the metaverse, fostering sustainability and facilitating the development of practices essential for long-term success in digital environments. This paper aims to analyze the role of digital forensic accounting in promoting international growth and accelerated globalization. The study will also explore how innovations in business models within the metaverse can further advance internationalization by highlighting the link between circular business practices and digital tools. The paper offers insights into how metaverse strategies can strengthen the relationship between digital forensic accounting and global business*

*success, as the relationship between digital forensic accounting and accelerated internationalization.*

**Keywords:** *digital forensic accounting, digital tools, innovative models and technologies, metaverse, development of sustainable bussines practices.*

**JEL classification:** M40, M41, M42, L86

## UVOD

Razvoj informacionih tehnologija ubrzao je digitalnu transformaciju koja doprinosi efikasnosti, produktivnosti i inovacijama u ekonomiji, društvu i ekologiji (McKinsey, 2020). Integracija digitalnih tehnologija omogućava brže donošenje odluka, optimizaciju poslovnih procesa i bolju povezanost među ljudima, dok alati kao što su IoT (internet stvari) i Big Data (analiza velikih podataka) dodatno olakšavaju upravljanje podacima i donošenje informisanih odluka. Kao ključan element modernog razvoja, digitalna transformacija otvara nove mogućnosti za inovacije i napredak. Paralelno s tim, internacionalizacija je postala ključna strategija za kompanije koje teže globalnom širenju, omogućavajući diversifikaciju prihoda i smanjenje zavisnosti od domaćeg tržišta (Kuivalainen, Sundqvist, Saarenketo, & McNaughton, 2012; Casillas & Moreno-Menéndez, 2014). Na globalnom tržištu, strategije prilagođavanja proizvoda lokalnim potrebama i primena digitalnih inovacija, poput forenzičkog računovodstva i metaverzuma, dodatno podržavaju efikasnije poslovanje i rast kompanija, što je posebno značajno za tržišta u razvoju kao što je Srbija, gde raste interes za globalne poslovne prilike (Zhang & Cheng, 2023).

U okviru ovog virtuelnog i globalno orijentisanog okruženja, metaverzum se pojavljuje kao novi prostor za primenu cirkularnih poslovnih modela zasnovanih na digitalnim alatima i održivosti. Predmet ovog rada je istraživanje uloge digitalnog forenzičkog računovodstva i inovativnih digitalnih alata u podršci tim modelima unutar metaverzuma. Cilj rada je analizirati kako digitalizacija forenzičkog računovodstva doprinosi održivosti i ubrzanoj internacionalizaciji kroz primenu ovih modela, naglašavajući značaj digitalnih alata za uspeh u globalnom poslovanju unutar metaverzuma.

Tradicionalni sistemi dvojnog knjigovodstva i ERP često su podložni nepravilnostima zbog složenosti procesa i broja učesnika, što otežava donošenje tačnih poslovnih odluka. Pojava blockchain tehnologije i koncept trojnog knjigovodstva donose transparentnost i smanjuju rizik od manipulacije podacima kroz decentralizovanu bazu dostupnu svim učesnicima (Dai & Vasarhelyi, 2017). Transparentnost blockchaina pojednostavljuje reviziju i smanjuje rizik od prevara, što omogućava preciznije odluke i efikasnije upravljanje resursima. Iako blockchain smanjuje potrebu za ručnim evidentiranjem, analitičke i savetodavne veštine računovođa ostaju ključne u novim ulogama usmerenim na analizu i strateško savetovanje.

Digitalno forenzičko računovodstvo, a posebno blockchain, donosi značajne promene u sektore kao što su finansije (Dai & Vasarhelyi, 2017), poslovanje (Treleaven, Brown, & Yang, 2017), javni sektor (Ølnes, Ubacht, & Janssen, 2017) i održivi razvoj (Wüst & Gervais, 2018). Blockchain unapređuje računovodstvenu profesiju povećanjem tačnosti i transparentnosti finansijskih podataka, što olakšava rad računovođa i povećava poverenje u finansijske izveštaje.

## 1. DIGITALNO FORENZIČKO RAČUNOVODSTVO

Forenzičko računovodstvo igra ključnu ulogu u očuvanju tačnosti finansijskih podataka identifikovanjem obrazaca i sumnjivih transakcija koje mogu ukazivati na potencijalne prevare (Xanthopoulou, Kalantonis, Arsenos, & Kallandranis, 2023). Ovaj pristup omogućava pravovremeno otkrivanje nepravilnosti i doprinosi integritetu finansijskih izveštaja, što je ključno za pouzdanost informacija koje organizacije dele sa investitorima, partnerima i regulatorima. Kada

su finansijski podaci verodostojni, povećava se poverenje u ekonomiju, što doprinosi stabilnosti tržišta. Eliminacija prevara poboljšava reputaciju preduzeća, čineći ga privlačnijim za investitore i klijente, dok se povećava kapital i otvaraju nove poslovne prilike. Pored toga, efikasna prevencija prevara smanjuje pravne rizike i troškove, pozitivno utičući na profitabilnost. U vremenu sve češćih finansijskih prevara, kompanije koje unapređuju svoje forenzičke metode izdvajaju se na tržištu i doprinose razvoju odgovornog poslovnog okruženja. Ovakva transparentnost podstiče zdravu konkurenciju i doprinosi dugoročnoj stabilnosti ekonomije.

Forenzičko računovodstvo primenjuje „računovodstvene principe, teorije i metode za analizu i rešavanje stvarnih ili hipotetičkih pitanja u pravnom kontekstu“ (Rehman & Hashim, 2021). Ovaj multidisciplinarni pristup kombinuje tradicionalno računovodstvo sa pravom, ekonomijom i statistikom, omogućavajući računovođama da efikasno rešavaju pravne sporove. Analiza finansijskih izveštaja, identifikacija nepravilnosti i sumnjivih transakcija, kao i korišćenje statističkih tehnika za prepoznavanje obrazaca koji ukazuju na potencijalne prevare, ključni su elementi ovog procesa. Razumevanje pravnog sistema omogućava forenzičkim računovođama da pružaju relevantne informacije u pravnim postupcima, posebno u slučajevima poslovne prevare, korupcije i drugih oblika finansijskog kriminala. Kontinuirano obrazovanje i usavršavanje neophodni su za prilagođavanje dinamičnom poslovnom okruženju i osiguranje efikasnosti u rešavanju pravnih sporova. Ovaj sveobuhvatni pristup doprinosi pravdi i jača poverenje u finansijske sisteme i tržišta.

Forenzičko računovodstvo primenjuje računovodstvene principe, teorije i metode za analizu i rešavanje stvarnih ili hipotetičkih pitanja u pravnom kontekstu (Rehman & Hashim, 2021). Ovaj multidisciplinarni pristup kombinuje tradicionalno računovodstvo sa elementima prava, ekonomije i statistike, omogućavajući forenzičkim računovođama da efikasno rešavaju složene finansijske sporove. Analiza finansijskih izveštaja, identifikacija sumnjivih transakcija i korišćenje statističkih tehnika za prepoznavanje obrazaca ključni su aspekti ovog procesa. Razumevanje pravnog sistema omogućava forenzičkim računovođama da pružaju relevantne informacije u pravnim postupcima, dok kontinuirano usavršavanje osigurava prilagođavanje dinamičnom poslovnom okruženju. Ova integracija doprinosi pravdi i jača poverenje u finansijske sisteme i tržišta.

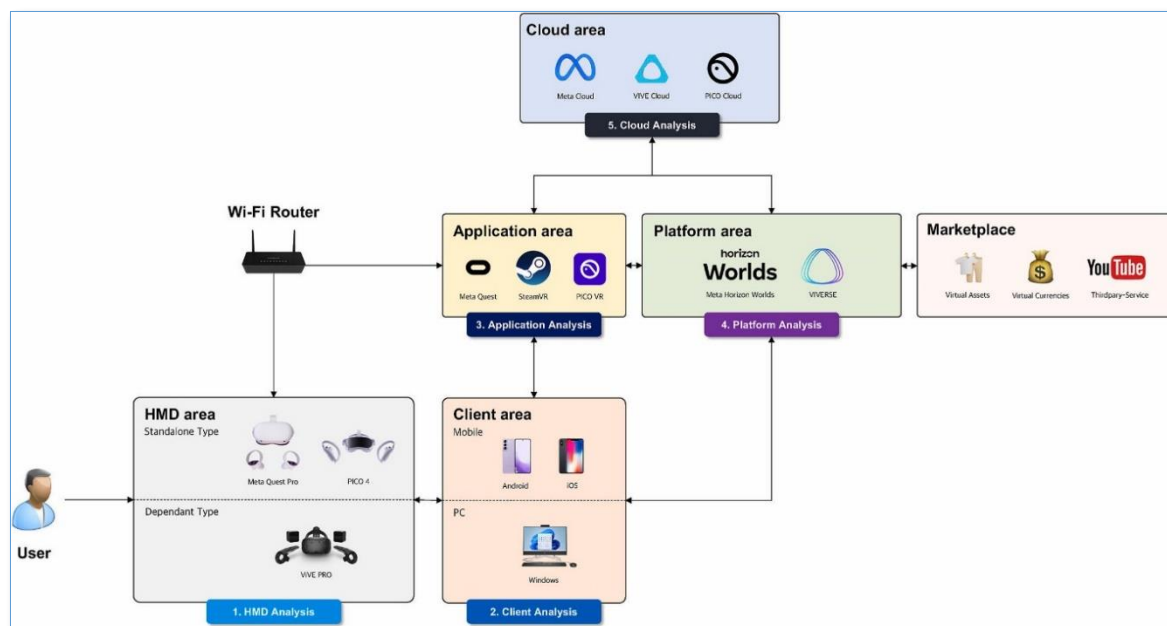
Digitalno forenzičko računovodstvo integriše tradicionalne računovodstvene tehnike sa naprednim analitičkim alatima, poput veštačke inteligencije i mašinskog učenja, radi efikasnijeg otkrivanja i prevencije finansijskih prevara (Akinbowale, Klingelhöfer, & Zerihun, 2023). Edukacija zaposlenih o prepoznavanju rizika i saradnja između forenzičkih računovođa i IT stručnjaka omogućavaju sveobuhvatan pristup upravljanju rizicima, što doprinosi jačanju pravne i finansijske kulture unutar organizacije (Rehman & Hashim, 2021). Napredni alati za analizu podataka omogućavaju brzu identifikaciju anomalija u transakcijama i ponašanju, čime se značajno povećava efikasnost celokupnog procesa. Vizualizacija kroz grafičke prikaze olakšava komunikaciju nalaza sa pravnicima i klijentima, dok tehnološki napredak omogućava digitalnom forenzičkom računovodstvu ne samo identifikaciju trenutnih problema već i izgradnju otpornijeg finansijskog sistema. Zbog brzog razvoja tehnologije, uloga digitalnog forenzičkog računovodstva postaje sve značajnija za zaštitu interesa preduzeća i njihovih klijenata, dodatno osnažujući poverenje u poslovno okruženje (Akinbowale et al., 2023; Rehman & Hashim, 2021).

## **2. METAVERZUM I FORENZIČKO RAČUNOVODSTVO**

Metaverzum kao nova poslovna sfera nudi mogućnosti za transformaciju poslovanja i uvođenje inovativnih, održivih praksi. Više od tehničkog fenomena, metaverzum postaje prostor za razvoj cirkularne ekonomije, gde kompanije mogu testirati nove poslovne modele usmerene ka održivosti. Virtuelne simulacije omogućavaju eksperimentisanje sa strategijama i optimizaciju procesa bez trošenja fizičkih resursa. Tehnologije koje podržavaju interakciju u metaverzumu mogu unaprediti međuljudske odnose i saradnju, što je ključno za moderno poslovanje. Kao „ogledalo stvarnosti,“ metaverzum pomaže kompanijama da istraže izazove i prilike s kojima se suočavaju u stvarnom svetu, dok istovremeno istražuju buduće inovacije. Sve prisutniji među tehnološkim kompanijama, pojam „metaverzum“ dobija na značaju u različitim industrijama (Dolata & Schwabe, 2023). Njegov multidisciplinarni razvoj koji uključuje IT, dizajn, sociologiju i ekonomiju, onemogućava jednoznačnu definiciju, pa o konceptu još uvek nema konsenzusa (Koohsari et al., 2023).

U poslovnom kontekstu, metaverzum nudi širok spektar mogućnosti za menadžment i računovodstvo. Istraživanje koje su sveli Papagiannidis, Bourlakis i Li (2008) naglašava važnost virtuelnih svetova kao podrške poslovnim aktivnostima, uključujući virtuelne prodavnice, sastanke i događaje. Kompanije mogu koristiti metaverzum za kreiranje interaktivnog korisničkog iskustva koje povećava angažman i lojalnost potrošača. Interaktivna iskustva, poput virtuelne stvarnosti (VR) i proširene stvarnosti (AR), omogućavaju korisnicima potpuno uključivanje u sadržaj, pružajući osećaj pripadnosti virtuelnom okruženju. Kroz VR naočare, korisnici istražuju potpuno digitalne prostore, dok AR dodaje digitalne elemente stvarnom svetu (Papagiannidis et al., 2008; Xanthopoulou et al., 2023). Ova iskustva su popularna u marketingu i omogućavaju emocionalnu povezanost korisnika sa sadržajem. Virtuelni svetovi omogućavaju i testiranje proizvoda u simuliranim okruženjima, što smanjuje rizike i troškove u poređenju sa tradicionalnim metodama. Ovaj pristup ne samo da olakšava analizu tržišta i potrošačkih trendova već pomaže kompanijama da se prilagode potrebama svojih kupaca, pružajući fleksibilnost u razvoju novih poslovnih modela.

Velike tehnološke kompanije, kao što su Apple, Meta i Microsoft, prepoznale su potencijal metaverzuma i ulažu značajne resurse u razvoj tehnologija koje će podržati ovu novu digitalnu stvarnost. Ove investicije obuhvataju razvoj virtuelne i proširene stvarnosti, kao i alata koji omogućavaju korisnicima napredne nivoe interakcije. PwC (2021) procenjuje da je, globalno tržište metaverzuma vredelo je 47,69 milijardi USD u 2020. godini. Gartner (2022) predviđa da će do 2026. godine 25% ljudi provoditi najmanje sat vremena dnevno u metaverzumu, koristeći ga za rad, kupovinu, obrazovanje, društvene mreže i zabavu. Kompanije kao što su Apple (Bloomberg, 2023), Meta (Forbes, 2023) i Microsoft (2022) značajno investiraju u metaverzum, razvijajući hardver, softver i platforme kako bi unapredile svoj ekosistem metaverzuma. Zbog ovih ulaganja, metaverzum se može brzo integrisati u svakodnevni život i različite industrije (Deloitte, 2022).



**Slika 1. Dijagram ekosistema metaverzuma**

Izvor: Kim, D., Oh, S., & Shon, T. (2023a). Digital forensic approaches for metaverse ecosystems. 46, 301608, p. 4. <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2023.301608>

Ključne komponente metaverzuma su (Kim et al., 2023): 1) tehnologije za virtuelnu i proširenu stvarnost (Head-Mounted Display – HMD) – omogućavaju korisnicima da urone u virtuelna okruženja ili da integrišu digitalne elemente u stvarni svet; 2) klijentske aplikacije – softverski programi koje korisnici koriste za pristup i interakciju unutar metaverzuma; 3) softverske aplikacije unutar metaverzuma – različite aplikacije koje pružaju specifične funkcionalnosti i usluge unutar virtuelnog sveta; 4) platforme za interakciju i razmenu podataka – sistemi koji omogućavaju korisnicima da komuniciraju, dele sadržaj i sarađuju unutar metaverzuma; 5) oblačne usluge – infrastruktura koja podržava skladištenje i obradu informacija, omogućavajući skalabilnost i dostupnost metaverzuma. Ove komponente zajedno čine sveobuhvatan ekosistem koji omogućava funkcionalnost metaverzuma i interakciju korisnika (slika 1).

Brojne studije digitalne forenzike istražuju ekosisteme zasnovane na IoT-u, koji direktno komuniciraju s korisnicima i prenose osjetljive podatke. Kebande i Ray (2016) predložili su okvir za digitalnu forenzičku istragu (DFIF-IoT) za postojeći IoT ekosistem, a kasnije su razvili prošireni okvir (IDFIF-IoT). Chung, Park i Lee (2017) osmislili su metodologiju koja kombinuje artefakte prikupljene s lokalnih uređaja i iz oblaka, fokusirajući se na ekosistem Amazonove Alexa. Jo et al. (2019) predstavili su četiri modela veštačke inteligencije u Koreji kao ekosistem i pet metodologija digitalne forenzičke analize, uključujući analizu zvučnika i mobilnih uređaja, analizu Android direktorijuma, dekompilaciju aplikacija i Chip-off analizu. Kim, Park i Lee (2023b) predložili su novi okvir za forenziku IoT-a koji identifikuje međusobno povezane IoT uređaje u ekosistemu, omogućavajući efikasne digitalne istrage interakcija između uređaja.

Blockchain tehnologija uvodi trojno knjigovodstvo, značajan iskorak u odnosu na tradicionalno dvojno knjigovodstvo. U ovom sistemu, sve transakcije se beleže u jedinstvenoj, decentralizovanoj bazi dostupnoj svim učesnicima, čime se značajno povećava transparentnost (Rehman & Hashim,

2021). Takva otvorenost omogućava praćenje tokova sredstava i transakcija u realnom vremenu, smanjujući mogućnosti za malverzacije i greške u evidenciji. Zahvaljujući blockchain-u, organizacije mogu donositi brže i pouzdanije odluke, jer imaju pristup nepromenljivim podacima u realnom vremenu (Akinbowale et al., 2023). Budući razvoj blockchain tehnologije obećava još efikasniji rad računovođa i revizora, kojima će napredni analitički alati i veštačka inteligencija omogućiti dublje analize i prepoznavanje poslovnih obrazaca. Transformacija računovodstvene profesije prema savetodavnoj ulozi postaje očigledna, jer će računovođe sve više pomagati klijentima u optimizaciji poslovanja i usvajanju novih tehnologija. Implementacija blockchain-a otvara vrata inovativnim poslovnim modelima i profesionalnim mogućnostima u finansijskom sektoru, što doprinosi usavršavanju veština prema savremenim potrebama tržišta (Kebande & Ray, 2016).

Blockchain tehnologija može prevazići ograničenja tradicionalnog finansijskog izveštavanja, donoseći ključne prednosti u efikasnosti i tačnosti, uz unapređenje brzine analize i integriteta finansijskih izveštaja (Pedreño, Gelashvili & Pascual-Nebreda, 2021). Sa decentralizovanom i pouzdanom evidencijom, revizori dobijaju pristup tačnim podacima u realnom vremenu, što skraćuje vreme potrebno za verifikaciju i korekciju i omogućava im da se više posvete analizi i tumačenju podataka, što zauzvrat pomaže kompanijama da brže prepoznaju rizike i prilike. Takođe, zbog nepromenljivosti podataka, organizacije koje koriste blockchain mogu računati na visok nivo tačnosti i transparentnosti svojih finansijskih izveštaja, omogućavajući zainteresovanim stranama, poput investitora, regulatora i partnera, pristup pravovremenim i pouzdanim informacijama. Ova pouzdanost ne samo da povećava poverenje u finansijske izveštaje, već olakšava pristup kapitalu i otvara nove poslovne mogućnosti. Blockchain podržava i saradnju unutar poslovnog lanca, smanjujući nesuglasice i troškove komunikacije jer svi učesnici imaju pristup istim podacima. Pored toga, automatizovano praćenje i beleženje transakcija smanjuje potrebu za posrednicima, čime se dalje smanjuju troškovi. U globalnom poslovnom okruženju, gde su brzina i transparentnost ključni, blockchain predstavlja moćan alat za transformaciju finansijskog izveštavanja i revizije, omogućavajući tačnost, efikasnost i otvarajući prostor za inovativne poslovne modele i napredne pristupe upravljanju rizicima. Uvođenjem blockchain tehnologije, kompanije imaju priliku da uspostave modernije i otpornije sisteme finansijskog izveštavanja, čime se dugoročno osigurava veća stabilnost i poverenje u finansijski sektor. Ova transformacija može služiti kao temelj za dalji razvoj digitalnih rešenja u računovodstvu i reviziji, omogućavajući organizacijama da uspešno odgovore na buduće izazove u globalnoj ekonomiji.

### **3. CIRKULARNI POSLOVNI MODEL U METAVERZUMU**

Metaverzum predstavlja priliku za redefinisane tradicionalnih poslovnih modela kroz inovaciju i prilagođavanje. Kako ovaj koncept evoluirao, ključno je da kompanije prepoznaju njegove mogućnosti i izazove kako bi se uspešno prilagodile poslovanju u digitalnom okruženju. Za to su potrebni kreativnost, strateško razmišljanje i spremnost na promene, uz pažljivo razmatranje etičkih i operativnih aspekata poslovanja u virtuelnim prostorima.

Metaverzum, kao virtuelno okruženje, može se posmatrati kao ekvivalent fizičkom svetu, budući da ga čine napredne tehnologije (Boulos & Burden, 2007: 2): „ogledalni svetovi (digitalne reprezentacije fizičkog sveta), virtuelni svetovi (digitalne verzije zamišljenih prostora), lifelogging (digitalno beleženje života) i proširena stvarnost (senzorski slojevi digitalnih informacija na

stvarnom ili virtuelnom svetu)". Održivi razvoj metaverzuma zavisi od ekosistema koji će omogućiti prelazak sa tradicionalnog interneta na ovu novu digitalnu platformu, s velikim potencijalnim uticajem na njegove aspekte (Vidal-Tomás, 2023). Lee et al. (2021) identifikuju osam ključnih tehnologija (proširena stvarnost, interaktivnost korisnika, veštačka inteligencija, blockchain, kompjuterska vizija, IoT i robotika, edge i cloud computing, te mobilne mreže nove generacije), kao i šest aspekata ekosistema (avatar, kreacija sadržaja, virtuelna ekonomija, socijalna prihvatljivost, sigurnost i privatnost, poverenje i odgovornost) koje treba unaprediti kako bi metaverzum postao stabilan i održiv virtuelni svet.

Digitalno forenzičko računovodstvo ima ključnu ulogu u razvoju cirkularnog poslovnog modela unutar metaverzuma, omogućavajući preduzećima unapređenje operacija i održivosti kroz različite aspekte (Akinbowale et al., 2023; Rehman & Hashim, 2021): 1) transparentnost i poverenje – digitalno forenzičko računovodstvo omogućava tačne i verifikovane informacije o finansijskim transakcijama, čime se jača poverenje među partnerima unutar metaverzuma; 2) *praćenje resursa* – upotrebom digitalnih alata, digitalno forenzičko računovodstvo prati tokove resursa, identifikujući mogućnosti za ponovnu upotrebu i reciklažu, što doprinosi smanjenju otpada; 3) *analiza podataka* – omogućava analizu velikih količina podataka, olakšavajući donošenje informisanih odluka o inovacijama i strategijama održivosti; 4) *smanjenje rizika* – korišćenjem forenzičkih metoda, preduzeća mogu identifikovati i minimizirati rizike od malverzacija i prevara, što je važno za očuvanje integriteta poslovnog modela; 5) *inovacije i prilagodljivost* – forenzičko računovodstvo omogućava kompanijama brzo prilagođavanje promenama u okruženju, usmeravajući poslovne modele prema zahtevima tržišta i ciljevima održivosti. Ovi elementi digitalnog forenzičkog računovodstva podržavaju stabilnost i razvoj cirkularnog poslovnog modela u metaverzumu, doprinoseći kreiranju održivog, transparentnog i konkurentnog ekosistema u digitalnom poslovnom okruženju.

Digitalno forenzičko računovodstvo u ekosistemu metaverzuma predstavlja sveobuhvatan proces prilagođen specifičnim karakteristikama različitih oblasti unutar ovog kompleksnog digitalnog okruženja. S obzirom na to da metaverzum uključuje niz različitih tehnologija i uređaja, svaki deo ekosistema zahteva poseban pristup u prikupljanju, analiziranju i očuvanju podataka. Ova prilagodljivost omogućava brzu identifikaciju relevantnih informacija i precizno prikupljanje dokaza, čime se osigurava tačnost i pouzdanost podataka potrebnih za dalje analize i istrage. Forenzičari tako mogu efikasno odgovoriti na izazove koje nosi analiza podataka u metaverzumu, što je ključ za održavanje integriteta poslovanja u ovom digitalnom okruženju. Proces digitalnog forenzičkog računovodstva u metaverzumu obuhvata sledeće ključne oblasti (Kim et al., 2023a: 3–4):

- Područje HMD uređaja. Fokus je na identifikaciji uređaja za prikaz na glavi (Head-Mounted Display – HMD) i njihovih sistema za skladištenje podataka. Važno je odrediti tip HMD-a, posebno kada su u pitanju samostalni uređaji sa sopstvenim skladištem, kako bi se omogućio pristup podacima putem opcija kao što su ADB ili alternativne metode, poput UART i JTAG, za analizu unutrašnjih komponenti uređaja.
- Klijentski uređaji. Prikupljaju se podaci o operativnim sistemima klijentskih uređaja i njihovom povezivanju s HMD-om. U zavisnosti od platforme, analiziraju se artefakti kao što su Registry Hive na Windowsu ili podaci o Bluetooth povezivanju na Androidu, kako bi se utvrdili odnosi između uređaja i aplikacija povezanih sa metaverzumom.
- Aplikacije. Analizom aplikacija koje podržavaju metaverzum, poput Windows Mixed Reality i SteamVR, dolazi se do korisničkih podataka i informacija o povezanim uređajima.

Aplikacije čuvaju podatke lokalno, što omogućava prikupljanje informacija o korisničkim nalogima i povezanosti sa platformama.

- Platforme. Fokus je na skladištenju korisničkih informacija i interakcija unutar metaverzuma, uključujući profile, istoriju komunikacije i posete virtuelnim svetovima. Specifičnosti platforme određuju metode pristupa i analize, sa posebnim naglaskom na artefakte o avatarima i drugim elementima virtuelnog sveta.

- Oblak. Prikupljaju se podaci sa metaverzum platforme u oblaku, uključujući mrežne komunikacije i sinhronizaciju putem RESTful API-a. Za šifrovane podatke koriste se metode dekrpcije uz dodatnu pažnju na zaštitne tehnike poput SSL Pinninga.

- Integrisana analiza Sveobuhvatna analiza prikupljenih artefakata omogućava klasifikaciju i organizaciju podataka u vremenskoj liniji, čime se omogućava precizno praćenje korisničkih aktivnosti. Ukoliko se tokom analize otkriju nove informacije koje zahtevaju dodatnu istragu, digitalni forenzički proces može se ponoviti.

Digitalno forenzičko računovodstvo ne samo da podržava cirkularni poslovni model u metaverzumu, već značajno doprinosi razvoju održivih praksi koje su ključne za dugoročni uspeh i stabilnost u digitalnom okruženju. Njegova primena omogućava praćenje tokova resursa, smanjenje otpada i povećanje transparentnosti kroz precizno evidentiranje finansijskih transakcija i korisničkih aktivnosti. Zahvaljujući naprednim analitičkim alatima i tehnologijama poput blockchain-a i veštačke inteligencije, forenzičko računovodstvo pomaže u identifikaciji rizika i sprečavanju malverzacija, čime se povećava poverenje i sigurnost među poslovnim partnerima u metaverzumu (Pedreño et al., 2021; Kim et al., 2023a).

Forenzičko računovodstvo igra ključnu ulogu u očuvanju integriteta finansijskih podataka u metaverzumu, omogućavajući kompanijama da efikasno analiziraju podatke i donose informisane odluke u realnom vremenu. Ovaj pristup ne samo da doprinosi zaštiti finansijskih interesa učesnika, već i podstiče održive poslovne prakse kroz optimizaciju resursa i minimizaciju finansijskih rizika. Kako se metaverzum razvija, digitalno forenzičko računovodstvo postaje sve važniji mehanizam za prilagođavanje promenljivim tržišnim uslovima i unapređenje održivosti, pomažući organizacijama da izgrade pouzdanije, odgovornije i dugoročno održivije digitalno okruženje.

## 4. ZAKLJUČAK

Razvoj metaverzuma predstavlja ne samo digitalnu inovaciju, već i revolucionarnu priliku za transformaciju poslovnih modela. Kao novi virtuelni prostor, metaverzum donosi i specifične izazove, naročito u pogledu finansijskih prevara koje su omogućene anonimnošću i složenošću digitalnih okruženja. Upotreba digitalnih sredstava i kriptovaluta dodatno komplikuje praćenje transakcija, što od forenzičkog računovodstva zahteva stalno usavršavanje strategija i alata za efikasno otkrivanje i sprečavanje prevara. U ovom kontekstu, forenzičko računovodstvo ne samo da reaguje na postojeće prekršaje, već proaktivno deluje kroz sofisticirane metode analize podataka i prediktivne modele, identifikujući rizične obrasce i sprečavajući malverzacije. Edukacija i podizanje svesti o mogućim rizicima u metaverzumu postaju ključne komponente zaštite korisnika i kompanija, osiguravajući usklađenost s visokim standardima transparentnosti i etičkog poslovanja.

Metaverzum nudi ogroman potencijal za stvaranje nove digitalne ekonomije, pružajući inovativne modele za trgovinu digitalnim dobrima kao što su virtualne nekretnine, personalizovani digitalni proizvodi i drugi oblici digitalne imovine. On omogućava preduzećima neograničen pristup globalnom tržištu, gde se, kroz modele poput pretplata, donacija i prodaje digitalnog sadržaja, mogu uspostaviti novi izvori prihoda i povećati angažman korisnika. Ova ekonomija u nastajanju ne samo da transformiše postojeće industrije, već podstiče stvaranje potpuno novih poslovnih sektora unutar metaverzuma. Takođe, virtualno okruženje omogućava preduzećima i korisnicima širom sveta da se međusobno povežu i sarađuju, gradeći globalnu zajednicu zasnovanu na razmeni ideja, znanja i inovacija.

Povezivanje digitalnog forenzičkog računovodstva sa metaverzumom otvara mogućnosti za razvoj održivih i transparentnih poslovnih praksi koje podstiču bezbednije i odgovornije digitalno okruženje. Ovaj spoj omogućava metaverzumu da postane ključna platforma za inovacije, preduzetništvo i napredak, postavljajući temelje za dugoročni uspeh i stabilnost u svetu digitalnog poslovanja. Sa rastom metaverzuma, važno je unapređivati etičke i pravne okvire, čime se dodatno osigurava zaštita korisnika i podstiče razvoj odgovornog poslovanja u ovom novom, kompleksnom digitalnom prostoru.

## LITERATURA

- [1] Akinbowale, O. E., Klingelhöfer, H. E., & Zerihun, M. F. (2023). Application of forensic accounting techniques in the South African banking industry for the purpose of fraud risk mitigation. *Cogent Economics & Finance*, 11 (1), 2153412. <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2153412>
- [2] Bloomberg, (2023), When will apple launch the reality pro mixed-reality headset? apple 2023 devices. <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2023-01-08/when-will-apple-launch-the-reality-pro-mixed-reality-headset-apple-2023-devices-lcnfzkc7>, pristupljeno 30.10.2024.
- [3] Boulos, M. N. K., & Burden, D. (2007). Web GIS in practice V: 3-D interactive and real-time mapping in Second Life. *International Journal of Health Geographics*, 6 (51), 1–16. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-6-51>
- [4] Casillas, J. C., & Moreno-Menéndez, A. M. (2014). Speed of the internationalization process: The role of diversity and depth in experiential learning. *Journal of International Business Studies*, 45 (1), 85–101. <https://doi.org/10.1057/jibs.2013.29>
- [5] Chung, H., Park, J., & Lee, S. (2017). Digital Forensic Approaches for Amazon Alexa Ecosystem. *Digital Investigation*, 22, S15–S25. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2017.06.010>
- [6] Dai, J., & Vasarhelyi, M. A. (2017). Toward blockchain-based accounting and assurance. *Journal of Information Systems*, 31 (3), 5–21. <https://doi.org/10.2308/isis-51804>
- [7] Deloitte (May 13, 2022). A whole new world? The metaverse and what it could mean for you Deloitte. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/technology/articles/what-does-the-metaverse-mean.html>, pristupljeno 30.10.2024.
- [8] Dolata, M., & Schwabe, G. (2023). What is the Metaverse and who seeks to define it? Mapping the site of social construction. *Journal of Information Technology*, 38 (3), 239–266. <https://doi.org/10.1177/02683962231159927>
- [9] Forbes (2023). The metaverse could be better than the best internet game-or simply a security pipe dream. <https://www.forbes.com/councils/forbesfinancecouncil/2023/01/05>

- /the-metaverse-could-be-better-than-the-best-internet-game-or-simply-a-security-pipe-dream/, pristupljeno 30.10.2024.
- [10] Gartner (February 7, 2022). Gartner predicts 25% of people will spend at least one hour per day in the metaverse by 2026. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-02-07-gartner-predicts-25-percent-of-people-will-spend-at-least-one-hour-per-day-in-the-metaverse-by-2026>, pristupljeno 30.10.2024.
  - [11] Jo, W, Shin, Y., Kim, H., Yoo, D., Kim; D., Kang, C., Jin, J., Oh, J., Na, B., & Shon, T., (2019). Digital Forensic Practices and Methodologies for AI Speaker Ecosystems. *Digital Investigation*, 29, S80–S93. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2019.04.013>
  - [12] Kebande, V. R., & Ray, I. (2016). A Generic Digital Forensic Investigation Framework for Internet of Things (IoT). In *IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)*, Vienna, Austria (pp. 356-362). <https://doi.org/10.1109/FiCloud.2016.57>
  - [13] Kim, D., Oh, S., & Shon, T. (2023a). Digital forensic approaches for metaverse ecosystems. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 46, 301608. <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2023.301608>
  - [14] Kim, J., Park, J., & Lee, S. (2023b). An improved IoT forensic model to identify interconnectivity between things. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 44, 301499. <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2022.301499>
  - [15] Koohsari, M. J., McCormack, G. R., Nakaya, T., Yasunaga, A., Fuller, D., Nagai, Y., & Oka, K. (2023). The Metaverse, the Built Environment, and Public Health: Opportunities and Uncertainties. *Journal of Medical Internet Research*, 25, 43549. <https://doi.org/10.2196/43549>
  - [16] Kuivalainen, O., Sundqvist, S., Saarenketo, S., & McNaughton, R. (2012). Internationalization patterns of small and medium-sized enterprises. *International Marketing Review*, 29 (5), 448–465. <https://doi.org/10.1108/02651331211260331>
  - [17] Lee, L-H., Braud, T., Zhou, P. Y., & Lin, A. W., Xu, D., Lin, Z., Kumar. A., Bermejo, C., & Hui, P. (2021). All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. *Journal of Latex Class Files*, 14 (8), 1–66. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11200.05124/8>
  - [18] McKinsey (April 22, 2020). Digital strategy in a time of crisis, McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/digital-strategy-in-a-time-of-crisis>, pristupljeno 30.10.2024.
  - [19] Microsoft (2022). Microsoft to acquire activision blizzard to bring the joy and community of gaming to everyone, across every device. <https://news.microsoft.com/2022/01/18/microsoft-to-acquire-activision-b.lizzard-to-bring-the-joy-and-community-of-gaming-to-everyone-across-every-device/>, pristupljeno 30.10.2024.
  - [20] Ølnes, S., Ubacht, J., & Janssen, M. (2017). Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government Information Quarterly*, 34 (3), 355–364. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.09.007>
  - [21] Papagiannidis, S., Bourlakis, M., & Li, F. (2008). Making real money in virtual worlds: MMORPGs and emerging business opportunities, challenges and ethical implications in metaverses. *Technological Forecasting and Social Change*, 75 (5), 610–622. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.04.007>

- [22] Pedreño, E. P., Gelashvili, V., & Pascual-Nebreda, L. (2021). Blockchain and its application to accounting. *Intangible Capital* 17 (1), 1–16. <https://doi.org/10.3926/ic.1522>
- [23] PwC (2021). How is the metaverse set to shape the future of business? <https://www.pwc.in/consulting/technology/emerging-tech/how-is-the-metaverse-set-to-shape-the-future-of-business.html>, pristupljeno 30.10.2024.
- [24] Rehman, A., & Hashim, F. (2021). Can forensic accounting impact sustainable corporate governance? *Corporate Governance*, 21(1), 212–227. <https://doi.org/10.1108/CG-06-2020-0269>
- [25] Treleaven, P., Brown, R., & Yang, D. (2017). Blockchain technology in finance. *Computer*, 50 (9), 14–17. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.3571047>
- [26] Vidal-Tomás, D. (2023). The illusion of the metaverse and meta-economy. *International Review of Financial Analysis*, 86 (5), 102560. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102560>
- [27] Wüst, K. , & Gervais, A. (2018). Do you Need a Blockchain? In *Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT)*, Zug, Switzerland, 20-22 June 2018 (pp. 45–54). <https://doi.org/10.1109/CVCBT.2018.00011>
- [28] Xanthopoulou, A., Kalantonis, P., Arsenos, P., & Kallandranis, C. (2023). Forensic accounting: A strategic tool to strengthen corporate governance against fraud. In E. Karger & A. Kostyuk (Eds.), *Corporate governance: An interdisciplinary outlook* (pp. 33–38). Virtus Interpress. <https://doi.org/10.22495/cgaiop7>
- [29] Zhang, Y., & Cheng, C. (2023). Performance relative to aspiration and SMEs' internationalization speed: the moderating effects of policy knowledge and institutional distance. *International Journal of Emerging Markets*. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-07-2022-1090>