

Društvene primjene blockchain tehnologije

Šimunović, Katarina

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:142:015539>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-24**



FILOZOFSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

Repository / Repozitorij:

[FFOS-repository - Repository of the Faculty of Humanities and Social Sciences Osijek](#)



Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku

Filozofski fakultet

Preddiplomski studij Informatologije

Katarina Šimunović

Društvene primjene blockchain tehnologije

Završni rad

Mentor: izv. prof. dr. sc. Boris Badurina

Osijek, 2022.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Filozofski fakultet

Odsjek za informacijske znanosti

Preddiplomski studij Informatologija

Katarina Šimunović

Društvene primjene blockchain tehnologije

Završni rad

Područje društvenih znanosti, informacijske i komunikacijske znanosti,
informacijski sustavi i informatologija

Mentor: izv. prof. dr. sc. Boris Badurina

Osijek, 2022.

Prilog: Izjava o akademskoj čestitosti i o suglasnosti za javno objavljivanje

Obveza je studenta da donju Izjavu vlastoručno potpiše i umetne kao treću stranicu završnoga, odnosno diplomskog rada.

IZJAVA

Izjavljujem s punom materijalnom i moralnom odgovornošću da sam ovaj rad samostalno napisao/napisala te da u njemu nema kopiranih ili prepisanih dijelova teksta tuđih radova, a da nisu označeni kao citati s navođenjem izvora odakle su preneseni.

Svojim vlastoručnim potpisom potvrđujem da sam suglasan/suglasna da Filozofski fakultet u Osijeku trajno pohrani i javno objavi ovaj moj rad u internetskoj bazi završnih i diplomskih radova knjižnice Filozofskog fakulteta u Osijeku, knjižnice Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

U Osijeku, 19. 09. 2022.

Katarina Šimunović

Ime i prezime studenta, JMBAG

Sadržaj

| | |
|---------------------------------------------------|----|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Blockchain..... | 2 |
| 2.1. Što je blockchain i na koji način radi?..... | 2 |
| 2.2. Povijest blockchain tehnologije..... | 3 |
| 2.2.1. Merkleovo stablo..... | 4 |
| 2.3. Vrste blockchain tehnologije..... | 4 |
| 2.3.1. Javni blockchain..... | 5 |
| 2.3.2. Privatni blockchain..... | 6 |
| 2.3.3. Konzorcijski blockchain..... | 7 |
| 2.4. Etape razvoja..... | 7 |
| 2.5. Struktura bloka..... | 8 |
| 2.5.1. Struktura zaglavlja bloka..... | 9 |
| 3. Distribuirani konsenzus..... | 9 |
| 3.1. Proof – of – Work..... | 10 |
| 3.2. Proof – of – Stake..... | 10 |
| 4. Primjena blockchain tehnologije..... | 11 |
| 4.1. Kriptovalute..... | 11 |
| 4.1.1. Bitcoin..... | 12 |
| 4.1.2. Ethereum..... | 12 |
| 4.2. Pametni ugovori..... | 13 |
| 4.3. NFT..... | 14 |
| 4.4. Zdravstveni sektor..... | 15 |
| 4.4.1. Krivotvorenje lijekova..... | 16 |
| 4.5. Poljoprivredni sektor..... | 18 |
| 4.6. Pravni sektor..... | 19 |

| | | |
|--------|-----------------------------------------------|----|
| 4.6.1. | Digitalizacija zemljišnih knjiga..... | 19 |
| 5. | Problemi primjene blockchain tehnologije..... | 20 |
| 5.1. | Nestašica grafičkih procesorskih kartica..... | 20 |
| 5.2. | Dark Web..... | 21 |
| 6. | Etička načela..... | 23 |
| 7. | Blockchain u Republici Hrvatskoj..... | 24 |
| 8. | Zaključak..... | 25 |
| 9. | Literatura..... | 27 |

Sažetak

Blockchain tehnologija ili „lanac blokova“ sustav je koji omogućuje realiziranje digitalnih transakcija bez posrednika. Temeljna je komponenta digitalnih valuta te je osmišljena kao sredstvo osiguranja, kako bi izgradila i zadržala povjerenje i integritet podataka. Definirana je 2008. godine u znanstvenom radu „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System“, a prvi puta implementirana 2009. godine. Blockchain dolazi u različitim oblicima, ovisno o razini otvorenosti sustava prema sudionicima. Shodno tome, razlikujemo javni, privatni te konzorcijski blockchain. Unutar blockchaina odvijaju se konsenzusi pomoću kojih se sve transakcije mogu potvrditi i pohraniti na transparentan i siguran način. Primjena blockchain tehnologije je široka te se osim u financijskom svijetu može implementirati u razne gospodarske sektore, kao što su zdravstveni, poljoprivredni i pravni sektor. Osim toga, zahvaljujući pametnim ugovorima koji rade uz pomoć blockchain tehnologije, moguće je automatizirano izvršavati sve transakcije te izostaviti potrebu za manualnim izvršavanjem ugovora. Zaslužna je za nastanak nezamjenjivih tokena, koji su u odnosu na kriptovalute nezamjenjivi i jedinstveni te označavaju kriptografski zaštićenu imovinu, poput predmeta i umjetničkih djela. Osim prednosti implementacije blockchain tehnologije, potrebno je naglasiti da postoje i nedostaci koji se posljedično javljaju njezinom primjenom, poput nestašice grafičkih kartica. S obzirom da mijenja prirodu privatnosti informacija, postoje određena etička razmatranja u vezi njezine primjene. Promoviranjem kodeksa ponašanja i izradom osnovnih etičkih standarda za društva, platforme i projekte, omogućuje se bolji pristup blockchain tehnologiji.

Ključne riječi: blockchain, blockchain tehnologija, primjena blockchain tehnologije, bitcoin, kriptovalute

1. Uvod

Završni rad bavi se temom blockchain tehnologije dajući uvid u njezinu trenutnu primjenu u financijskom svijetu te potencijalnu primjenu u drugim gospodarskim sektorima. Prvi koncept blockchain tehnologije predstavljen je 2008. godine, a naredne godine implementiran je u prvu digitalnu valutu – Bitcoin. S obzirom kako je 2017. godine porasla vrijednost Bitcoina, blockchain tehnologija postala je poznata široj javnosti. U posljednjih nekoliko desetljeća, razvojem novih tehnologija, dolazi do prelaska gospodarstva iz tradicionalnih načina poslovanja u digitalno poslovanje. Prelaskom na digitalno poslovanje, svako gospodarstvo želi zaštititi integritet podataka u svojim bazama podataka, što blockchain tehnologija može osigurati kriptografskim funkcijama. Za bolje razumijevanje blockchain tehnologije, u završnom radu je kroz prva tri poglavlja objašnjeno što je uopće blockchain tehnologija i na koji način radi te su prikazane vrste blockchain tehnologije, etape razvoja, struktura te distribuirani konsenzusi. Sljedeća poglavlja predstavljaju primjenu blockchain tehnologije u financijske i druge potencijalne svrhe. Predstavljani su pametni ugovori koji bi mogli pojednostaviti transakcije u svim područjima poslovanja te učiniti blockchain tehnologiju primjenjivu u budućnosti u raznim gospodarskim sektorima. Također, u zadnja dva poglavlja kratko su opisani problemi primjene blockchain tehnologije te koliko je njezina primjena zastupljena u Republici Hrvatskoj.

2. Blockchain

2.1. Što je blockchain i na koji način radi?

Blockchain ili „lanac blokova“ sustav je koji pruža mogućnost realiziranja digitalnih transakcija bez posrednika. Predstavlja bazu podataka zasnovanu na matematičkom algoritmu za distribuiranje kriptografskih informacija.¹ Temeljna je komponenta većine mreža kriptovaluta odgovorna za vođenje trajnih zapisa svih prethodno potvrđenih transakcija.² Jednostavna ideja blockchaina je zaobići potrebu za posrednikom korištenjem distribuirane knjige zapisa. Blockchain tehnologija decentralizirani je sustav računalne mreže ravnopravnih (eng. *peer-to-peer*) računala koji omogućuje izravan prijenos podataka među čvorovima (eng. *nodes*) unutar sustava otklanjajući potrebu za trećom osobom (eng. *third party*). Svako računalo sadrži istovjetnu kopiju cijele baze podataka što sprječava jedinstvene točke kvara (eng. *single point of failure*) i druge opasnosti. Čvorovi primjenjuju decentralizirani *peer-to-peer* (2P2) model komunikacije u kojemu čvorovi mogu međusobno komunicirati unutar mreže. Zajedničkoj bazi podataka mogu pristupiti svi te je moguće dodati nove podatke, ali ne i mijenjati ih ili uklanjati.³ Njezina specifičnost ogleda se upravo u njezinoj nepromjenjivosti. Unutar blokova sastavljaju se i registriraju sve promjene te dodaju na kraj lanca kreiranih blokova kako bi formirali bazu podataka.⁴ Sve transakcije koje se odvijaju unutar sustava ostaju zabilježene u distribuiranu knjigu i kodirane u blokove.⁵ Riječ je o podatkovnim blokovima povezanim u jednosmjerni lanac u kojemu svaki novi blok ovisi o vrijednosti prethodnog bloka.⁶ Blockchain tehnologija osmišljena je kao sredstvo osiguranja sigurnosti kako bi izgradila i zadržala povjerenje i integritet.⁷ S obzirom kako su nužne određene razine privatnosti i sigurnosti, povezivanje blokova u lanac temeljeno je na kriptografiji.⁸

¹ Budimir, N. (2020). BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA U OSIGURANJU. *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku* 14(1-2), 172. URL: <https://hrcak.srce.hr/241621> (2022-09-04)

² Binance Academy. *Blockchain*. URL: <https://academy.binance.com/en/glossary/blockchain> (2022-09-10)

³ Belanić L., Dobrić Jambrović, D. (2021). Unaprjeđenje kvalitete studiranja na pravnim fakultetima u Hrvatskoj. *Zbornik koautorskih radova nastavnika i studenata sa znanstvene konferencije* (str. 136-137). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pravni fakultet. URL: <https://providentia-iuris.eu/projekt/wp-content/uploads/2021/11/Zbornik-Providentia.pdf> (2022-09-10)

⁴ Budimir, N. (2020). *BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA U OSIGURANJU*. Stručni rad. *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku* 14(1-2), str. 172. URL: <https://hrcak.srce.hr/241621> (2022-09-04)

⁵ Marković, J. (2020). Ethical Foundation of the Blockchain Technology – an Introductory Inquiry. *Synthesis philosophica* 35(2), 449. URL: <https://hrcak.srce.hr/254037> (2022-09-04)

⁶ Arunović, D. (2018). *Što Je U Stvari Blockchain I Kako Radi?* URL: <https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011> (2022-09-10)

⁷ Marković, J. (2020). Ethical Foundation of the Blockchain Technology – an Introductory Inquiry. *Synthesis philosophica* 35(2), 449. URL: <https://hrcak.srce.hr/254037> (2022-09-04)

⁸ Arunović, D. (2018). *Što Je U Stvari Blockchain I Kako Radi?* URL: <https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011> (2022-09-10)

Jednostavnije rečeno, blockchain je vremenski obilježen niz nepromjenjivih zapisa podataka u kojima je svaki blok podataka povezan s drugim blokovima podataka.⁹

2.2. Povijest blockchain tehnologije

Prvi prototip blockchaina datira iz ranih 1990-ih godina kada su informatički znanstvenik Stuart Haber i fizičar W. Scott Stornetta primijenili kriptografiju u lancu blokova s ciljem osiguranja digitalnih dokumenata od neovlaštenih pristupa podacima. Njihov rad inspirirao je mnoge druge računalne znanstvenike što je dovelo do stvaranja prvog decentraliziranog elektroničkog sustava gotovine (kriptovalute) – Bitcoin.¹⁰ Iako se prvi znanstveni radovi na temu kriptografski povezanih blokova podataka pojavljuju još početkom 90-ih godina, blockchain kakav je danas, definiran je 2008. godine čiji se izumitelj krije pod pseudonimom Satoshi Nakamoto, koji je podigao web stranicu bitcoin.org. Svoj znanstveni rad objavio je pod nazivom: „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System“ te je prva implementacija njegove ideje objavljena u siječnju 2009. godine.¹¹

⁹ Belanić L., Dobrić Jambrović, D. (2021). Unaprjeđenje kvalitete studiranja na pravnim fakultetima u Hrvatskoj. Zbornik koautorskih radova nastavnika i studenata sa znanstvene konferencije (str. 137). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pravni fakultet. URL: <https://providentia-iuris.eu/projekt/wp-content/uploads/2021/11/Zbornik-Providentia.pdf> (2022-09-10)

¹⁰ Binance Academy. *Blockchain*. URL: <https://academy.binance.com/en/glossary/blockchain> (2022-09-10)

¹¹ Arunović, D. (2018). *Što Je U Stvari Blockchain I Kako Radi?* URL: <https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011> (2022-09-10)

2.2.1. Merkleovo stablo

Merkleovo stablo temeljna je komponenta blockchain tehnologije koja podupire njezinu funkcionalnost te omogućuje učinkovitu i sigurnu provjeru velikih struktura podataka i potencijalno neograničenih skupova podataka.¹² Način na koji blockchain tehnologija pokušava ostvariti cilj osiguranja sigurnosti te zadržavanja povjerenja i integriteta podataka je kroz hash vrijednosti i kriptografsku tehnologiju. Putem njih ostvaruje se potpuno siguran prijenos podataka u sustavu. Podaci unutar blockchainta koncipirani su u obliku blokova povezanih u lanac, a svaki blok sastoji se od dviju komponenti – zaglavljia (eng. *header*) i Merkleova stabla (eng. *Merkle tree*).¹³

2.3. Vrste blockchain tehnologije

Blockchain tehnologija dolazi u različitim oblicima, ovisno o razini otvorenosti sustava prema sudionicima. Shodno tome, razlikujemo privatni i javni blockchain te blockchain s dopuštenjem i bez dopuštenja (ovisno o postavljenim korisničkim pravima). Razlika između različitih modela blockchainta definira se dvjema perspektivama:

- I. Kako je izgrađena blockchain mreža?
- II. Kako je konfigurirana blockchain mreža?¹⁴

¹² Curran, B. (2020). *What is a Merkle Tree? Beginner's Guide to this Blockchain Componen*. URL: <https://blockonomi.com/merkle-tree/> (2022-09-10)

¹³ Milković, M, Samardžija, J., Ognjan, M. (2020). *Primjena blockchain tehnologije u medijskoj ekologiji*. Pregledni rad. *Medijska istraživanja*, 26(1), 31. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/349031> (2022-09-10)

¹⁴ Wąchal, M. (2021). *What is a private blockchain and why you need it?* URL: <https://softwaremill.com/what-is-private-blockchain-why-do-you-need-it/>. (2022-09-10)

I.3.1. Javni blockchain

Javni blockchain po prirodi je potpuno decentraliziran i otvoren što znači da svatko može pristupiti transakcijama i sudjelovati u procesu konsekvusa. Javni lanac blokova nema pouzdanu treću stranu koja ga nadzire te ne postoji centralni autoritet, a programski kod blockchaina i pravila otvoreni su i transparentni.¹⁵ Može mu pristupiti velik broj sudionika mreže koji su zaštićeni od povreda podataka i drugih problema kibernetičke sigurnosti. Javni blockchain može se osigurati metodama automatske provjere valjanosti i enkripcijom koje spriječavaju mijenjanje podataka u lancu. Primarni nedostatak javnih lanaca blokova je potrošnja energije potrebna za njihovo održavanje.¹⁶ Također, kako bi se izvršila bilo koja izmjena neophodna je suglasnost većine sudionika u mreži. Zbog velike količine sudionika, može se javiti problem u suglasnosti koji će voditi neučinkovitosti. Protokol koji upravlja sustavom u formi je otvorenog koda, što omogućuje bilo kome tko pristupa bazi podataka pogledati taj kod i predložiti njegovu izmjenu ili dopunu, koje ako budu prihvaćene od strane većine, postaju sustavni dio protokola.¹⁷ S druge strane, prisutan je nedostatak potpune privatnosti i anonimnosti s obzirom da javni blockchain omogućuje svima uvid u transakcije i adrese, čiji vlasnici, ukoliko postanu poznati, gube svoju anonimnost. Također, većina je namijenjena i dizajnirana za kriptovalute, koje su zbog svoje vrijednosti glavna meta lopova.¹⁸ Primjeri javnih lanaca blokova na otvorenim *peer-to-peer* mrežama su Ethereum i Bitcoin.¹⁹

¹⁵ Dešić, J., Lenac, K. (2020). JE LI BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA BUDUĆNOST DIGITALIZACIJE ZEMLJIŠNIH KNJIGA? *Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilišta u Rijeci*, 41(2), 612. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/354820> (2022-09-10)

¹⁶ Shobshit, S. (2022). *Public, Private, Permissioned Blockchains Compared*. URL: <https://www.investopedia.com/news/public-private-permissioned-blockchains-compared/>. (2022-09-10)

¹⁷ Budimir, N. (2020). BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA U OSIGURANJU. *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku* 14(1-2), 172. URL: <https://hrcak.srce.hr/241621> (2022-09-04)

¹⁸ Shobshit, S. (2022). *Public, Private, Permissioned Blockchains Compared*. URL: <https://www.investopedia.com/news/public-private-permissioned-blockchains-compared/>. (2022-09-10)

¹⁹ Dešić, J., Lenac, K. (2020). JE LI BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA BUDUĆNOST DIGITALIZACIJE ZEMLJIŠNIH KNJIGA? *Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilišta u Rijeci*, 41(2), 612. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/354820> (2022-09-10)

I.3.2. Privatni blockchain

Privatni blockchain je *peer-to-peer* mreža gdje svaki čvor sadrži usklađenu istovjetnu kopiju baze podataka koja se ne može mijenjati. Za razliku od javnog blockchaina, privatni blockchain ima jedinstveno odgovorno tijelo (administratora) koji upravlja mrežom i odlučuje koji će podaci biti zapisani u mreži. Mreža se sastoji od jednog ili više čvorova koje izvršavaju administrator i ostali sudionici koji su dobili pravo na to. Kako bi se postigao konsenzus oko transakcija koje će se dodati u blok, nisu potrebni kompleksni protokoli za postizanje konsezsusa, što privatni blockchain čini brzim i učinkovitim. U odnosu na javni blockchain, privatni blockchain u pravilu sadrži manji broj čvorova mreže te je sustav fleksibilniji.²⁰ Također, u privatnom blockchainu ne postoji anonimnost sudionika jer su u mrežu uključeni samo oni članovi koji su pozvani.²¹ Provjera valjanosti provodi se putem mrežnih operatera ili pomoću jasno definiranih protokola putem javnih ugovora ili drugih automatiziranih metoda odobravanja.²² Pravo pristupa transakcijama koje su izvršene može biti omogućeno svima ili može biti ograničeno. Donošenje odluka unutar mreže lakše je u odnosu na javni blockchain jer je broj sudionika manji. Sve informacije koje se nalaze na mreži imaju interni karakter i posjeduju određenu razinu tajnosti što posljedično može predstavljati izazov za hakiranje.²³ Privatni blockchain dizajniran je za poslovne aplikacije te su izgrađeni za obavljanje specifičnih zadataka i funkcija. Osjetljivi su na povrede podataka i druge sigurnosne prijetnje jer postoji ograničen broj validatora namijenjenih postizanju konsezsusa o transakcijama i podacima.²⁴

²⁰ Isto.

²¹ Budimir, N. (2020). BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA U OSIGURANJU. *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku*, 14(1-2), 171-181. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/350816> (2022-09-10)

²² Shobshit, S. (2022). *Public, Private, Permissioned Blockchains Compared*. URL: <https://www.investopedia.com/news/public-private-permissioned-blockchains-compared/>. (2022-09-10)

²³ Budimir, N. (2020). BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA U OSIGURANJU. *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku*, 14(1-2), 171-181. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/350816> (2022-09-10)

²⁴ Shobshit, S. (2022). *Public, Private, Permissioned Blockchains Compared*. URL: <https://www.investopedia.com/news/public-private-permissioned-blockchains-compared/>. (2022-09-10)

I.3.3. Konzorcijski blockchain

Konzorcijski blockchain sličan je privatnom blockchainu, ali se razlikuje prema broju čvorova. Konzorcijski blockchain karakterizira upravo to da samo manji broj čvorova koji su unaprijed određeni mogu vršiti validiranje transakcija. Postavljanje upita i pristup izvršenim transakcijama može biti omogućeno svima ili mogu postojati ograničenja.²⁵

I.4. Etape razvoja

Tablica 1. Prikaz etape razvoja blockchain tehnologije²⁶

| Tip | Opis | Primjeri |
|-----------------------|------------------------------------------------|---------------------------|
| Blockchain 1.0 | Kriptovalute | Bitcoin |
| Blockchain 2.0 | Pametni ugovori | DeFi, NFT, Ethereum, Lisk |
| Blockchain 3.0 | Decentralizirane aplikacije na razini poduzeća | Cosmos, Tron, Cardano |

²⁵ Budimir, N. (2020). BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA U OSIGURANJU. *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku*, 14(1-2), 171-181. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/350816> (2022-09-10)

²⁶ Mukherjee, P., Pradhan, C. (2021). Blockchain 1.0 to Blockchain 4.0 – The Evolutionary Transformation of Blockchain Technology. *Blockchain technology: Applications and Challenges* (37 – 42). URL: https://www.researchgate.net/publication/351263701_Blockchain_10_to_Blockchain_40-The_Evolutionary_Transformation_of_Blockchain_Technology (2022-09-11)

Blockchain 1.0 proizašao je iz koncepta tehnologije distribuirane knjige (DLT). Njezina najistaknutija primjena bila je kriptovaluta Bitcoin, koja je dokazala svoju stabilnost, pouzdanost, učinkovitost i sigurnost za praćenje transakcija. Druga generacija je Blockchain 2.0 koja se temelji na novim konceptima pametnih ugovora zajedno s mehanizmima konsenzusa. Pametni ugovori uveliko smanjuju troškove provjere i izvršenja ugovora te sprečavaju prijevare. Treća i trenutna generacija je Blockchain 3.0 koja uključuje decentralizirane aplikacije (DApps). Glavni nedostatak prvih dviju generacija je nedostatak skalabilnosti, što Blockchain 3.0 nastoji nadomjestiti uz povećanje interoperabilnosti, privatnosti i održivosti prethodnih generacija. Blockchain 3.0 eliminira potrebu za rudarima i provjeru autentifikacija transakcija te se koriste raznim mehanizmima za provjeru istih, čime omogućuju tisuće transakcija u sekundi za razliku od prethodne dvije generacije.²⁷

I.5. Struktura bloka

Tablica 2. Prikaz strukture bloka²⁸

| Veličina | Naziv | Opis |
|--------------------|-----------------|----------------------------|
| 4B | Veličina bloka | Veličina bloka u bajtovima |
| 80B | Zaglavlje bloka | Metapodaci o bloku |
| 1 – 9B | Brojač zapisa | Koliko zapisa sadrži blok |
| Varijabilno | Zapisi | Zapisi pohranjeni u bloku |

²⁷ Isto.

²⁸ Bolanča, A., Pavlović, D., Šijanović Pavlović, S. (2018). „Internet of Things“ i „Blockchain“ kao alati razvoja fleksibilnog energetskog sektora. *Nafta i Plin*, 38(153), 113. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/291650> (2022-09-10) _

Blok unutar blockchaina predstavlja strukturu podataka u kojoj su zapisane digitalne informacije koje se dijele unutar mreže. U Tablici 2. možemo vidjeti da se jedan blok unutar blockchain mreže sastoji od zaglavlja u kojemu su upisani metapodaci i liste digitalnih informacija varijabilne dužine.²⁹

I.5.1. Struktura zaglavlja bloka

Tablica 3. Prikaz strukture zaglavlja bloka³⁰

| Veličina | Naziv | Opis |
|----------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 4B | Verzija | Verzija protokola u vrijeme nastajanja bloka (specifično za Bitcoin) |
| 32B | Hash prethodnog bloka | Referenca na prethodni blok u lancu ili „roditelj bloka“ |
| 32B | Korijen binarnog hash stabla | Kriptografski hash koji sadrži informacije o svim zapisima u bloku |
| 4B | Vremenska oznaka | Vrijeme kada je blok kreiran i uključen u blockchain |
| 4B | Težinska oznaka | Težina algoritma čije je rješenje potrebno za uključivanje bloka u blockchain |
| 4B | Nonce | Broj pomoću kojega je riješen algoritam za uključivanje bloka u blockchain |

²⁹ Isto.

³⁰ Isto.

Zaglavlje svakog bloka sastoji se od 80 bajtova podataka koji služe kao dodatne tehničke informacije o bloku i povezivanju blokova u lanac. Zaglavlje jednog bloka u strukturi sadrži tehničke informacije o bloku, referencu na prethodni blok i hash svih podataka sadržanih u bloku. Razmještaj blokova u lancu može se odrediti pomoću referenci na prethodni blok.³¹

3. Distribuirani konsenzus

Konsenzus možemo definirati kao kooperativno odlučivanje i rješavanje sukoba pri čemu se podrazumijevaju različitosti.³² Jednostavnije konsenzus možemo objasniti kao slaganje skupine ljudi oko određene teme ili problema. Unutar blockchain tehnologije svaki se konsenzus odvija prema nekom modelu što znači da postoji više načina na koje skupina ljudi može doći do rješenja. Zašto se oni uopće koriste? S obzirom da je glavno obilježje blockchain tehnologije decentraliziranost, konsenzus svih korisnika blockchain mreže jedini je način da se sve transakcije potvrde i pohrane na transparentan i siguran način.³³

3.1. Proof – of – Work

Proof – of – Work (PoW) ili „dokaz o radu“ algoritam je razvijen 1993. godine u svrhu zaštite servera od spama ili DoS napada. Zahvaljujući Bitcoinu, Proof – of – Work došao je na novu razinu te je razvijen kao mehanizam konsenzusa koji će potvrđivati sve transakcije unutar mreže, dodavati nove blokove, osiguravati normalan rad mreže i sprečavati potencijalne probleme.³⁴ PoW se provodi putem rudara koji se natječu u rješavanju kriptografskih problema, poznatih kao hash zagonetke. Rudari pomažu u provjeri svake bitcoin transakcije što znači da nakon izvršene transakcije, sva računala u mreži provjeravaju transakciju.³⁵ Ona se nakon odobravanja uvrštava u jedan blok transakcija i pohranjuje u blockchain mrežu. Svaki blok ima vlastitu hash

³¹ Isto.

³² „Konsenzus“ *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. URL: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=32864> (2022-09-10)

³³ Bitcoin Store. (2022). *Što je Proof of Work? Značenje, obilježja i prednosti*. URL: <https://www.bitcoin-store.hr/blog/sto-je-proof-of-work/> (2022-09-11)

³⁴ Isto.

³⁵ Orešković D. (2020). *Vrste konsenzusa na blockchainu – Proof of Work vs Proof of Stake*. URL: <https://crobitcoin.com/vrste-konsenzusa-na-blockchainu-proof-of-work-vs-proof-of-stake/> (2022-09-10)

zagonetku sastavljenu od slova i brojeva koju rudari moraju riješiti, a najbrže računalo za to bude nagrađeno. Osim Bitcoina, koriste ga i Litecoin te Dogecoin.³⁶

3.2. Proof – of – Stake

Proof – of – Stake (PoS) ili „dokaz udjela“ mehanizam je konsenzusa u kojemu samo korisnici koji imaju financijski udio u mreži mogu dodati nove blokove u blockchain mrežu.³⁷ Dakle, PoS omogućuje korisniku založiti iznos kriptovalute koji posjeduje kako bi postao validator u tom blockchainu. Za većinu PoS sustava, umjesto nagrade u obliku kriptovalute, korisnici uzimaju svoju „nagradu“ iz transakcijskog troška blockchain mreže. Ovaj mehanizam ideja je kako bi se spriječili loši akteri pri izvršavanju lažnih validacija jer se potvrdom lažne transakcije, korisniku oduzima založeni iznos. Posljednjih godina PoS sustav privukao je pažnju blockchain zajednice, a razlog tomu na prvom mjestu je Ethereum koji radi na prelasku iz PoW u PoS konsenzusni sustav.³⁸

4. Primjena blockchain tehnologije

4.1. Kriptovalute

Kriptovalute su digitalno sredstvo razmjene (digitalni ekvivalent novca). Glavna karakteristika kriptovaluta očituje se u nepostojanju središnje institucije koja ih izdaje ili njima upravlja. Generiraju se procesom rudarenja, a održavanje njihove stabilnosti ostvaruje se korištenjem različitih mehanizama ugrađenih u njihov protokol. Različiti kriptografski algoritmi, mehanizmi te dodatno razvijeni protokoli više razine temelj su za osiguravanje zaštite elektroničkih informacija i privatnosti sudionika transakcije.

³⁶ Bitcoin Store. (2022). *Što je Proof of Work? Značenje, obilježja i prednosti*. URL: <https://www.bitcoin-store.hr/blog/sto-je-proof-of-work/> (2022-09-11)

³⁷ Blockchainhub Berlin. *Blockchains & Distributed Ledger Technologies*. URL: <https://blockchainhub.net/blockchains-and-distributed-ledger-technologies-in-general/> (2022-09-11)

³⁸ Orešković D. (2020). *Vrste konsenzusa na blockchainu – Proof of Work vs Proof of Stake*. URL: <https://crobotcoin.com/vrste-konsenzusa-na-blockchainu-proof-of-work-vs-proof-of-stake/> (2022-09-10)

Trenutno je na tržištu prisutno više od 550 kriptovaluta od kojih po vrijednosti i značaju dominira Bitcoin.³⁹

4.1.1. Bitcoin

Bitcoin je *peer-to-peer* sustav koji se temelji na složenim kriptografskim algoritmima, što znači da u mreži ne postoji središnji autoritet koji izdaje novac ili prati transakcije. Svaka transakcija sadrži digitalni potpis korisnika koji ju je započeo. Digitalni potpis se generira iz kombinacije transakcijske poruke i privatnog ključa korisnika te se razlikuje u svakoj poruci, što onemogućava krivotvorenje i zlouporabu bez originalnog privatnog ključa. Bitcoin se sastoji od kriptografskog para ključeva od kojih jedan predstavlja valutnu jedinicu, a drugi služi kao dopuštenje za raspolaganje njome. Svaki korisnik osim privatnog ključa posjeduje i javni ključ. Pri plaćanju jedinicama bitcoina, vlasnik šalje samo javni ključ zajedno s potpisom za transakciju. Kriptovalute čuvaju se u softveru koji sadrži kolekciju privatnih i javnih ključeva vlasnika, gdje jedan korisnik može generirati proizvoljan, neograničen broj bitcoin adresa. U slučaju gubitka informacija o privatnom i javnom ključu, korisnik više nije u mogućnosti pristupiti svojim jedinicama i one postaju izgubljene. Shodno tome, neophodno je postaviti sigurnosne kopije novčanika kako bi se postigla veća učinkovitost zaštite.⁴⁰

4.1.2. Ethereum

Ethereum je decentralizirana blockchain platforma pokrenuta 2015. godine koja se temelji na inovaciji Bitcoina, uz velike razlike. Ethereum je programabilan što znači da je moguće izgraditi i implementirati aplikacije koje koriste blockchain tehnologiju za pohranu podataka ili kontrolu onoga što aplikacija može učiniti. Pametni ugovori omogućuju sudionicima međusobno obavljati transakcije bez treće strane. Transakcijski zapisi su nepromjenjivi i sigurno distribuirani te vidljivi sudionicima unutar mreže. Transakcije se šalju putem Ethereum računa, a pošiljatelj mora potpisati transakcije i potrošiti *ether* (ethereum izvornu kriptovalutu) kao trošak obrade

³⁹ Buterin, D., Ribarić, E., i Savić, S. (2015). BITCOIN – NOVA GLOBALNA VALUTA, INVESTICIJSKA PRILIKA ILI NEŠTO TREĆE? *Zbornik Veleučilišta u Rijeci*, 3 (1), 2-4. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/371478> (2022-09-10)

⁴⁰ Isto.

transakcija na mreži. Također, koristi se izvornim skriptnim jezicima Solidity i Ethereum Virtual Machine. Ethereum velika korisnička baza potiče programere da implementiraju svoje aplikacije na mreži što dodatno učvršćuje Ethereum kao primarno mjesto za decentralizirane aplikacije kao što su DeFi i NFT.⁴¹ U usporedbi s Bitcoinom, Ethereum nije samo mreža plaćanja, nego i tržište financijskih usluga, igara, društvenih mreža i drugih aplikacija.⁴²

4.2. Pametni ugovori

Pametni ugovori (*eng. Smart Contract*) računalni su programi (linije koda) koji automatski izvršavaju određenu radnju ukoliko su ispunjeni svi prethodno definirani uvjeti. Pametni ugovori rade uz pomoć blockchain tehnologije gdje se transakcije putem pametnih ugovora izvršavaju automatizirano. Pametni ugovori kodiraju se tako da se izvrše u trenutku kada su ispunjeni svi uvjeti što ih čini točnima i učinkovitim, a također otklanjaju potrebu za manualnim sastavljanjem i izvršavanjem ugovora. Svi uvjeti i radnje pametnih ugovora su enkriptirani te dostupni i vidljivi samo stranama koje su definirale uvjete ugovora i sudjeluju u procesu transakcije. Automatizirani procesi omogućuju izvršavanje svih transakcija velikom brzinom što štedi vrijeme i novac. S obzirom da je svaka transakcija na blockchain mreži enkriptirana, pametni ugovori imaju visoku razinu zaštite i sigurnosti. Većina pametnih ugovora kodira se uz pomoć programskog jezika Solidity, s kojim je kreirana i mreža Ethereum. Zbog toga pametne ugovore obično povezuju s mrežom Ethereum, iako ju koriste i druge mreže. Pametni ugovori imaju široku primjenu te se osim u financijskom sektoru mogu primijeniti i u sektoru nekretnina, upravljanju lancem opskrbe, industriji igara i slično.⁴³

4.3. NFT

Nezamjenjivi token (NFT) predstavlja kriptografski zaštićenu digitalnu imovinu. NFT jedinstveni je identifikator koji može kriptografski dodijeliti i dokazati vlasništvo nad

⁴¹ AWS. *What is Ethereum?* URL: <https://aws.amazon.com/blockchain/what-is-ethereum/> (2022-09-10)

⁴² Ethereum. *WHAT IS ETHEREUM?* URL: <https://ethereum.org/hr/what-is-ethereum/> (2022-09-10)

⁴³ Bitcoin Store. (2022). *Što je pametni ugovor i koja je njegova uloga u blockchainu?* URL: <https://www.bitcoin-store.hr/blog/sto-je-pametni-ugovor/> (2022-09-10)

digitalnom imovinom.⁴⁴ U odnosu na kriptovalute, koje se međusobno mogu razmjenjivati ili mijenjati za novac, NFT je nezamjenjiv. Svaki NFT je jedinstven i sadrži različita svojstva, tako jedan NFT ne vrijedi isti iznos kao drugi sličan NFT. Označavaju kriptografski zaštićenu imovinu koja predstavlja jedinstvene predmete, umjetnička djela, glazbu i slično. Nezamjenjivi tokeni prvi puta su javno primijenjeni 2017. godine u blockchain igri CryptoKitties.⁴⁵ Njihova primjena nastavila se u svijetu umjetnosti i pokazala učinkovitom i profitabilnom. Primjer tomu je digitalni umjetnik Beeple koji je prodao svoju digitalnu umjetninu pod nazivom „Everydays – the First 5000 Days“ za 69,3 milijuna dolara putem aplikacije Christie's.⁴⁶ U Hrvatskoj također možemo pronaći pokazatelje primjene nezamjenjivih tokena. Primjerice, Hrvatska pošta je u rujnu 2020. godine izdala prvu hrvatsku poštansku kriptomarku, koja je zapravo digitalni token kreiran na Ethereum mreži, izrađen po standardu ERC721. Kupovina i prodaja nezamjenjivih tokena jednaka je kao i kod drugih kriptovaluta, transakcije ostaju pohranjene na blockchainu, a imovina se pohranjuje u digitalni novčanik. Njihovom kupnjom dobiva se pravo vlasništva nad određenom digitalnom ili „analognom“ imovinom. Ovakav oblik digitalne imovine mogao bi s obzirom na porast popularnosti nezamjenjivih tokena, biti budućnost kolekcionarstva.⁴⁷

4.4. Zdravstveni sektor

Postoje mnoge prednosti implementacije blockchain tehnologije u zdravstveni sektor. Jedna od njih je upravljanje elektroničkim medicinskim i zdravstvenim zapisima. Pohranjivanje zdravstvenih zapisa na blockchain omogućilo bi pacijentu učiniti svoje podatke dostupnima trećoj strani, po vlastitoj volji. Pacijenti bi pri tome tijekom odlaska na liječnički pregled, mogli imati sve medicinske dokumente s povijestima

⁴⁴ DeNicola, L. (2022). *What to know about non-fungible tokens (NFTs) – unique digital assets built on blockchain technology*. URL: <https://www.businessinsider.com/personal-finance/nft-meaning> (2022-09-10)

⁴⁵ Vrbanus S. (2021). *ŠTO SU NFT-I I ZAŠTO LJUDI ZA NJIH DAJU MILIJUNE?* URL: <https://www.bug.hr/blockchain/sto-su-nft-i-i-zasto-ljudi-za-njih-daju-milijune-19244> (2022-09-10)

⁴⁶ DeNicola, L. (2022). *What to know about non-fungible tokens (NFTs) – unique digital assets built on blockchain technology*. URL: <https://www.businessinsider.com/personal-finance/nft-meaning> (2022-09-10)

⁴⁷ Vrbanus S. (2021). *ŠTO SU NFT-I I ZAŠTO LJUDI ZA NJIH DAJU MILIJUNE?* URL: <https://www.bug.hr/blockchain/sto-su-nft-i-i-zasto-ljudi-za-njih-daju-milijune-19244> (2022-09-10)

bolesti i rezultate dijagnostičkih postupaka na jednom mjestu.⁴⁸ Treba imati na umu da zdravstvene organizacije pohranjuju podatke tradicionalnim/centraliziranim metodama pohrane, što može imati svoja ograničenja ukoliko su podaci od velike vrijednosti i zahtijevaju posebnu sigurnost. Prema primjeru iz 2017. godine, krađa nekoliko milijuna kartona pacijenata NHS (Nacionalne zdravstvene službe) u Ujedinjenom Kraljevstvu jedan je od dokaza ranjivosti medicinskih podataka. Blockchain omogućio bi ojačati sigurnost osjetljivih podataka te njihovo dijeljenje. Osim toga, javna nabava lijekova bila bi transparentna, provjerena i učinkovita, a cijene i prethodne ponude dobavljača lako dostupne. Blockchain omogućio bi praćenje podrijetla i budućnosti svih podataka s obzirom da sve radnje na mreži ostaju zabilježene, a podaci nepromjenjivi.⁴⁹ Također, ubrzao bi i povećao transparentnost i pouzdanost biomedicinskih istraživanja te eliminirao mogućnost krivotvorenja podataka, s obzirom da bi podaci iz istraživanja bili vremenski označeni i javno transparentni.⁵⁰ Medicinska istraživanja ključni su korak u razvoju lijekova te je sudjelovanje pacijenata neizostavno u njihovom provođenju. Svaki pacijent treba biti obaviješten o istraživanju te upućen u podatke o cilju, metodama, izvorima financiranja te prednostima i rizicima istraživanja. U praksi može doći do izostavljanja nekih od koraka što rezultira neuspješnim istraživanjima radi nevažećih dokumenata ili nepostojanja pristanka pacijenta. Shodno tome, blockchain može omogućiti označavanje vremenskih oznaka i pohranu procesa pristanka pacijenta na istraživanje, što bi voditeljima medicinskih istraživanja omogućilo dijeljenje zahtjeva za pristankom u stvarnom vremenu.⁵¹ Pacijenti bi bili u mogućnosti kontrolirati tko može pristupiti njihovim podacima i pod kojim uvjetima uz mogućnost automatskog plaćanja zdravstvenog osiguranja korištenjem pametnih ugovora. Korištenje blockchaina i pametnih ugovora u zdravstvenim osiguranjima može pojednostaviti proces automatskim pokretanjem plaćanja na zahtjev, nakon što se ispune uvjeti određeni u ugovoru između klijenta i tvrtke.⁵²

⁴⁸ Radanović, I., Likić, R. (2019). Mogućnosti upotrebe blockchain tehnologije u medicini. *Bilten Hrvatskog društva za medicinsku informatiku (Online)*, 25 (1), 34-38. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/324768> (2022-09-10)

⁴⁹ Petre, A. (2018). Opportunities and challenges of blockchain technology in the healthcare industry. *Med Sci* 34(10). URL: https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2018/10/msc180030/msc180030.html (2022-09-14)

⁵⁰ Radanović, I., Likić, R. (2019). Mogućnosti upotrebe blockchain tehnologije u medicini. *Bilten Hrvatskog društva za medicinsku informatiku (Online)*, 25 (1), 34-38. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/324768> (2022-09-10)

⁵¹ Petre, A. (2018). Opportunities and challenges of blockchain technology in the healthcare industry. *Med Sci* 34(10). URL: https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2018/10/msc180030/msc180030.html (2022-09-14)

⁵² Radanović, I., Likić, R. (2019). Mogućnosti upotrebe blockchain tehnologije u medicini. *Bilten Hrvatskog društva za medicinsku informatiku (Online)*, 25 (1), 34-38. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/324768> (2022-09-10)

4.4.1. Krivotvorenje lijekova

Pojedine su farmaceutske tvrtke već počele uvoditi blockchain u upravljanje lancem opskrbe lijekovima. Krivotvoreni lijekovi važan su javnozdravstveni problem i opasnost za sigurnost pacijenata.⁵³ To su lijekovi koji su u cilju prijave krivo označeni s obzirom na podrijetlo i/ili ispravne sastojke, ne sadržavaju djelatne tvari ili sadržavaju pogrešne količine djelatnih stvari. Prema istraživanju Svjetske zdravstvene organizacije (SZO) procjenjuje se da je oko 50% lijekova koji se prodaju na internetskim stranicama krivotvoreno.⁵⁴ Smatra se da većina razvijenih zemalja (EU, SAD, Kanada, Japan) s učinkovitim regulatornim sustavima i tržišnim nadzorom nemaju visok udio krivotvorenih lijekova, u usporedbi sa zemljama u razvoju. Krivotvoreni lijekovi ozbiljna su prijetnja javnom zdravlju te je otkriveno da mogu sadržavati toksične sastojke ili krive djelatne tvari te tako naškoditi bolesnicima ili neuspješno liječiti bolesti. Između 2004. i 2016. godine otkrivene su krivotvorene verzije Pfizerovih lijekova u lancima opskrbe u najmanje 60 zemalja, uključujući SAD, Kanadu i Veliku Britaniju.⁵⁵ Osim na zdravstvenoj razini, predstavljaju i ekonomski problem gdje se procjenjuje da su krivotvoreni lijekovi europsku farmaceutsku industriju koštali oko 10,2 milijardi eura što je rezultiralo gubitkom oko 40 000 radnih mjesta.⁵⁶ Implementacija blockchain tehnologije u lanac opskrbe lijekovima onemogućila bi njihovo krivotvorenje. Nakon što tvornica kreira novi farmaceutski proizvod, proizvodu bi se dodijelio jedinstveni hash pomoću kojega je registriran na blockchainu. Svaki hash djeluje kao jedinstveni identifikacijski dokument (ID) koji je pričvršćen na lijek u obliku QR koda. U tom slučaju, lijek se smatra digitalnom imovinom na blockchain mreži te se njegov hash koristi za praćenje lijeka u bilo kojem trenutku. Svaki sudionik bi imao jedinstveni ID ili ključ kojim bi mogao pristupiti sustavu i provjeriti podrijetlo i autentičnost lijeka.⁵⁷ Implementacija

⁵³ Isto.

⁵⁴ Halmed. *Krivotvoreni lijekovi*. URL: <https://www.halmed.hr/Promet-proizvodnja-i-inspekcija/Krivotvoreni-lijekovi/> (2022-09-14)

⁵⁵ Pfizer. *Krivotvoreni lijekovi*. URL: <https://www.pfizer.hr/terapijska-podru%C4%8Dja/krivotvoreni-lijekovi> (2022-09-14)

⁵⁶ Petre, A. (2018). Opportunities and challenges of blockchain technology in the healthcare industry. *Med Sci* 34(10). URL: https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2018/10/msc180030/msc180030.html (2022-09-14)

⁵⁷ Šklebar, T. (2021). Primjena blockchain tehnologije u kliničkoj farmakologiji. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet. URL: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/me%3A4481/datastream/PDF/view> (2022-09-14)

blockchain tehnologije u zdravstvo stvara prednosti poput razvoja personaliziranih lijekova i racionalizacije troškova u farmaceutskim industrijama, bolnicama i osiguravajućim društvima. Farmaceutske tvrtke mogle bi koristiti anonimne šifrirane medicinske podatke za razvoj personaliziranih lijekova, pri čemu bi podaci pacijenata bili potpuno zaštićeni.⁵⁸

Ukoliko bi došlo do zdravstvene krize ili pandemije (kao što je npr. pandemija COVID-19) osjetljive osobne informacije pacijenata moraju se dijeliti drugim institucijama. Pri tome je bitno da se informacije dijele na brz način, stoga blockchain ima potencijal održati podatke sigurnima i privatnima, a u isto vrijeme omogućiti zdravstvenim institucijama brzo razmjenjivati podatke. Za besprijekoran rad, takav sustav bi zahtijevao značajnu količinu resursa i računalnu snagu jer se radi o upravljanju velikim količinama podataka, ukoliko se pohranjuju na samom blockchainu. S druge strane, treba obratiti pažnju i na tehničku složenost kriptografije i snalaženje unutar sustava te koliko će pacijenti biti u mogućnosti upravljati vlastitim medicinskim i zdravstvenim zapisima. Također, jedna od predvidivih prijetnji je problem privatnosti te rizik od neovlaštenih pristupa podacima, s obzirom da se radi o ekstremno velikoj bazi osobnih i medicinskih podataka.⁵⁹

4.5. Poljoprivredni sektor

Poljoprivredna proizvodnja razlikuje se od drugih oblika proizvodnje u određenim specifičnostima. Zbog tih se specifičnosti mogu javiti opasnosti koje ugrožavaju poslovanje poljoprivrednih subjekata, proizvođača poljoprivredno – prehrambenih porozvoda. Srednji, ali i mali poljoprivredni subjekti izloženi su problemima na otvorenom tržištu nastalim potpisivanjem kooperantskih ugovora s otkupljivačima. Posljednično su često primorani pristati na odredbe posrednika i svoje poslovanje nastaviti dizanjem kreditnih zaduženja. Primjenom blockchain tehnologije otklonila bi se prednost proizvođača u posjedovanju informacija te bi informacije bile dostupne svim akterima tržišnog sustava, što bi proizvođače i otkupljivače dovelo u ravnopravan položaj. Pametnim ugovorima omogućila bi se sigurnija isplata plaća

⁵⁸ Boban, M. (2021). Primjena blockchain tehnologija u zdravstvu – razvoj i regulativni okvir. Izvorni znanstveni rad. *ZBORNIK RADOVA S MEĐUNARODNOG KONGRESA*, 178-181. URL: <https://www.hkmb.hr/wp-content/uploads/2022/04/zbornik-medicinsko-pravo-2022.pdf> (2022-09-14)

⁵⁹ Isto.

sezonskim i stalnim zaposlenicima, s obzirom da su poljoprivredni sezonski poslovi uglavnom bazirani na vaučerima, što nije izrazito učinkovito. S druge strane, blockchain značajno može pogodovati povećanju sigurnosti hrane tako što će informacije o proizvodima biti dostupne i potrošačima. Pri tome trebaju biti dostupne informacije o cjelokupnom procesu proizvodnje i rezultatima analize proizvoda, što će omogućiti potrošačima samostalnu kontrolu ispravnosti proizvoda i provjeru njihovog porijekla. Osim povećanja kontrole ispravnosti prehrambenih proizvoda, rasteretila bi državne institucije u obavljanju kontrola, koje ne stignu obaviti u vremenu zadovoljavajućem proizvođačima. Njezina implementacija pridonijela bi porastu povjerenja prema proizvođačima i njihovim proizvodima tako što bi proizvođači redovno ažurirali informacije o procesu proizvodnje te bi tržište na taj način moglo odabrati proizvode proizvedene u uvjetima održivog gospodarenja i proizvodnje. Prilikom isplaćivanja državnih potpora otklonila bi mogućnosti prijevara, koje su u dosadašnjem poslovanju bile prisutne radi nedovoljnog broja inspektora koji provode kontrole državnih potpora. Svi proizvođači koji primaju državnu potporu bi shodno tome morali prikazati proizvodnju na koju povlače novčanu potporu, čiju bi kontrolu onda mogli provoditi i sami proizvođači jer bi informacije bile dostupne svima unutar tržišta. Slijedom toga, blockchain tehnologija zasigurno bi pogodovala povećanju sigurnosti hrane i gospodarskog razvoja, no njezina implementacija u poljoprivrednom sektoru još nije realizirana.⁶⁰

4.6. Pravni sektor

Blockchain tehnologija može pojednostaviti, automatizirati i osigurati mnoge procese u pravnom sektoru. Omogućava poboljšati i pojednostaviti proces transakcija te digitalno potpisati i pohraniti pravne ugovore. Uvođenjem pametnih ugovora, transakcije između strana postaju brže i jeftinije. Niži troškovi povećavaju ukupnu potražnju i dostupnost pravnih usluga, s obzirom da odvjetnici 48% vremena troše na administrativne zadatke. Također, pohranjivanje osjetljivih podataka na blockchain povećava integritet podataka pri čemu je onemogućeno neovlašteno mijenjanje podataka (dokaza).⁶¹

⁶⁰ Lamešić, D., et al. (2019). Blockchain tehnologija u poljoprivredi. *Agroekonomia Croatica*, 9 (1), 153-156. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/335958> (2022-09-10)

4.6.1. Digitalizacija zemljišnih knjiga

Implementacijom blockchain tehnologije u rad zemljišnih registara, omogućuje se povećana učinkovitost obrade transakcija i smanjenje troškova, smanjenje pogrešaka prilikom upisa, sprečavanje prijevара i dr. Uz osiguranje transparentnosti i integriteta podataka putem pametnih ugovora, blockchain može ubrzati transakcije nekretninama. Prednost blockchaina kao digitalnog registra je prevladavanje razlika između sustava realnih i personalnih folija. Pri uspostavi digitalnog registra, mogu se omogućiti rezultati pretraživanja i prema nekretninama (realne folije) i prema titularima stvarnih prava (personalne folije). Pretraživanje baze prema osobama prikazat će sve nekretnine na koje određena osoba polaže pravo vlasništva ili neko drugo pravo. Rezultat pretraživanja prema određenoj nekretnini prikazat će tko je njezin vlasnik/nositelj prava. S druge strane, ustrojstvo zemljišnih registara nije jednako u različitim pravnim sustavima te će blockchain tehnologija u svakom od njih imati različitu ulogu. Blockchain tehnologijom nemoguće je odgovoriti na sve probleme s kojima se pojedini registarski sustavi suočavaju, poput otuđenja nekretnine od strane osobe koja nije vlasnik. U tom slučaju, sud donosi odluku u parničkom ili izvanparničkom postupku. Transakcije u blockchainu mogu uključivati sve vrste informacija, tako i geografske granice ili brojeve čestica (pisani opis svake parcele, GPS koordinate graničnih točaka, fotografije), identitet vlasnika i slično. Primjenu blockchain tehnologije u državnu upravu i registre uvele su Estonija i Švedska, dok Gruzija i Ukrajina rade na njezinom testiranju. Postoje i drugi primjeri, kao što je Dubai koji je implementirao blockchain tehnologiju u cjelokupni sustav državne uprave.⁶²

⁶¹ ConsenSys. *Blockchain in the Legal Industry*. URL: <https://consensys.net/blockchain-use-cases/law/> (2022-09-10)

⁶² Dešić, J., Lenac, K. (2020). JE LI BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA BUDUĆNOST DIGITALIZACIJE ZEMLJIŠNIH KNJIGA? *Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilišta u Rijeci*, 41(2), 613.-614. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/354820> (2022-09-10)

5. Problemi primjene blockchain tehnologije

5.1. Nestašica grafičkih procesorskih kartica

Grafičke procesorske jedinice (GPU) pokazale su se kao važne komponente za učinkovito rudarenje kriptovaluta. S obzirom kako je Bitcoin 2020. godine oborio svoju rekordnu cijenu s 20 tisuća dolara na oko 50 tisuća dolara, došlo je do nestašice ponude i poskupljenja grafičkih kartica. Rudarenje je postalo iznimno profitabilan pothvat zahvaljujući usponu kriptovaluta, ali poteškoće u procesu rudarenja nastavile su rasti. Ono što je prije bilo moguće s jednim računalom, danas zahtijeva velike operacije sa stotinama umreženih računala i udruživanje procesorskih snaga za učinkovito rješavanje algoritama raspršivanja. Obični procesori nemaju namjenski kapacitet memorije za dovoljno brzu obradu algoritama, dok GPU ima ugrađenu namjensku memoriju što ih čini idealnima za rudarenje. U siječnju 2021. godine, razmatralo se pokretanje proizvodnje GPU za rudare kriptovaluta, pod nazivom CMP. CMP grafički je procesor bez video izlaza, što ga čini jeftinijim za proizvodnju, a pokrenuti su prvenstveno kako bi zadovoljili potražnju za grafičkim procesorskim jedinicama za igre.⁶³

5.2. Dark Web

Dark Web (hrv. mračni internet) dio je Interneta na kojemu internetske stranice postoje samo na kriptiranoj mreži te ih nije moguće pronaći pomoću konvencionalnih tražilica (npr. Google) i klasičnih preglednika (npr. Chrome). Ono što se pronađe pomoću konvencionalnih internetskih tražilica, naziva se Surface Web (hrv. površinski internet). Dark Web nalazi se ispod površine, na kojemu većina korisnika koristi sofisticirane tehnologije šifriranja. Pristupa mu se pomoću posebnih preglednika, kao što je TOR preglednik, radi potrebe za velikom količinom privatnosti i anonimnosti.⁶⁴ Širenje ilegalnih sadržaja i mogućnost provođenja ilegalnih radnji postale su jednostavnije porastom vrijednosti Bitcoina 2017. godine. Na porast moralno – problematičnih radnji u kojima Dark Web može imati ulogu kao što su prostitucija, prodaja narkotika i organa, krijumčarenje ljudima i slično, utjecao je uspon

⁶³ Liebkind, J. (2022). *The GPU Industry Is Booming Thanks to Blockchain*. URL: <https://www.investopedia.com/tech/gpu-industry-booming-thanks-blockchain/> (2022-09-10)

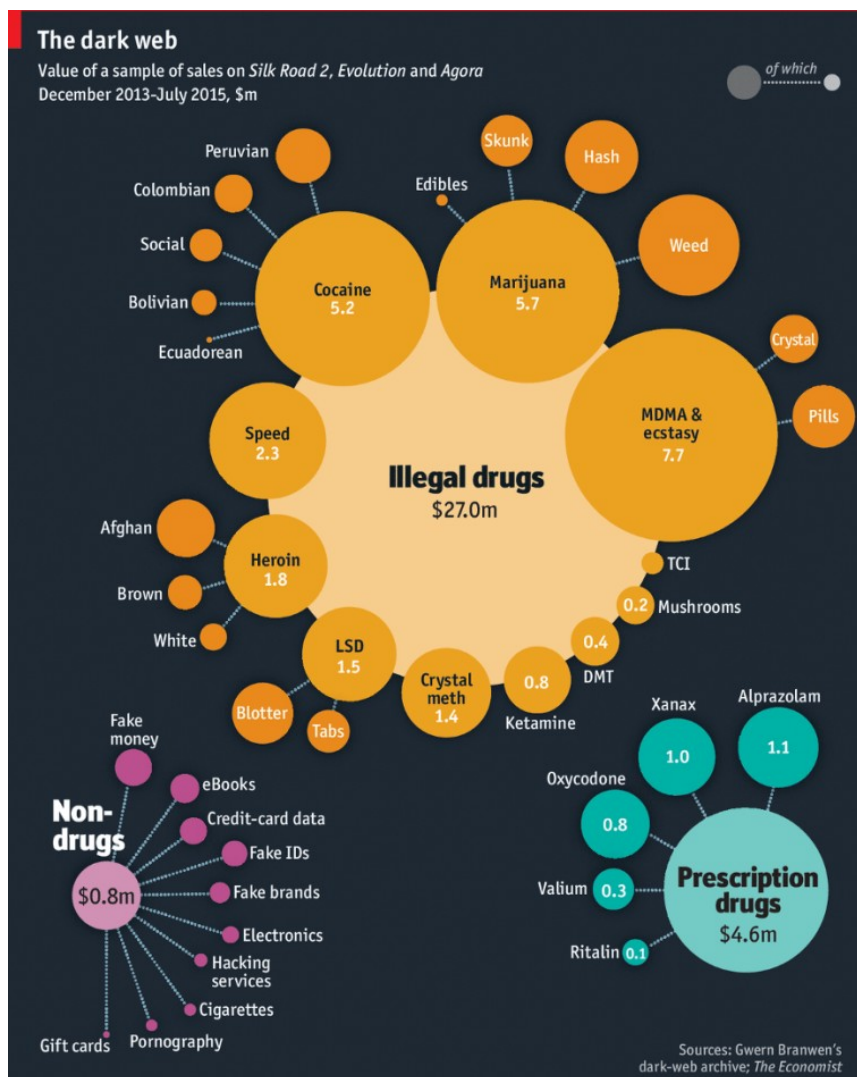
⁶⁴ Bloomenthal, A. (2022). *What Is the Dark Web and Should You Access It?* URL: <https://www.investopedia.com/terms/d/dark-web.asp> (2022-09-10)

kriptovaluta koje omogućuju veliku količinu anonimnosti prilikom procesa transakcije.⁶⁵ Primjer tome je crno tržište Silk Road (hrv. Put svile) pokrenuto 2011. godine. Silk Road platforma pokrenuta je za digitalno crno tržište za usluge pranja novca i ilegalnih transakcija narkotika. Tržište se koristilo Bitcoinom kao sredstvom plaćanja što je omogućilo kupcima i prodavačima ilegalnih artikala anonimno obavljati transakcije. Bitcoin osigurava anonimnost i jednostavnost transakcija što je učinkovito sredstvo za obavljanje ilegalnih, nezakonitih aktivnosti na Internetu. Koristeći se TOR preglednikom, ljudi su mogli trgovati narkoticima, hakiranim lozinkama, ilegalnim podacima i slično. TOR skriva adrese korisnika kako ne bi bile vidljive neželjenim stranama, koje žele nadzirati transakcije i aktivnosti korisnika. Na taj su način prodavači i kupci mogli provoditi ilegalne transakcije bez straha za IP adresu i hoće li netko prateći adresu doći do njih. Tržište je otvaralo mogućnost za povratne informacije kupaca koje su bile implementirane na platformu. Primljene informacije o prodavačima nakon primitka robe, koristile su se za uklanjanje prevarantskih prodavača, što je promicalo povjerenje kupaca na tržištu. S obzirom da su se sva trgovanja odvijala korištenjem kriptovalute Bitcoin, osmišljeni su tamni novčanici s primarnom svrhom šifriranja i prikriivanja svih Bitcoin transakcija. Tržište je propalo 2013. godine nakon što je FBI saznao za njegovo postojanje, gdje je trajno zatvorio stranicu i zaplijenio više od 144 000 bitcoina (tada procijenjenih na 34 milijuna dolara) te uhitio brojne sudionike u tržištu uključujući i osnivača tržišta pod imenom Ross Ulbricht.⁶⁶ Nakon što je tržište Silk Road zatvoreno, administratori tržišta pokrenuli su novo tržište Silk Road 2.0 online. Tržište je djelovalo jednu godinu, a preprodavači su koristili digitalnu valutu bitcoin za prodaju narkotika i drugih artikala, poput lažnih osobnih iskaznica. Tržište je zatvoreno 2014. godine te se smatra da je generirao stotine tisuća dolara prihoda dnevno.⁶⁷

⁶⁵ Knorr, L. (2020). *www: kritički potencijali anonimnog dijela interneta. *Jahr*, 11 (2), 520. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/366196> (2022-09-10)*

⁶⁶ Frankenfield, J. (2021). *Silk Road (Website)*. URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/silk-road.asp> (2022-09-14)

⁶⁷ Cox, J. (2016). *The Secret Life of a Silk Road 2.0 Mastermind*. URL: <https://www.vice.com/en/article/3dad83/the-secret-life-of-a-silk-road-20-mastermind> (2022-09-14)



Slika 1. Prikaz zarade tržišta Silk Road 2.0 u razdoblju od 2013. – 2015. godine ⁶⁸

Dark Web osigurava privatnost i slobodu izražavanja, no također olakšava i sudjelovanje u kriminalnim aktivnostima te se može koristiti za narušavanje privatnosti drugih. Privatne fotografije, medicinski kartoni, financijski i mnogi drugi podaci mogu biti ukradeni i postavljeni na Dark Web.⁶⁹

⁶⁸ DashMagazine. (2018). *Immunity on the Dark Web as a Result of Blockchain Technology*. URL: <https://codeburst.io/immunity-on-the-dark-web-as-a-result-of-blockchain-technology-6693eb087bdd> (2022-09-14)

⁶⁹ Bloomenthal, A. (2022). *What Is the Dark Web and Should You Access It?* URL: <https://www.investopedia.com/terms/d/dark-web.asp> (2022-09-14)

6. Etička načela

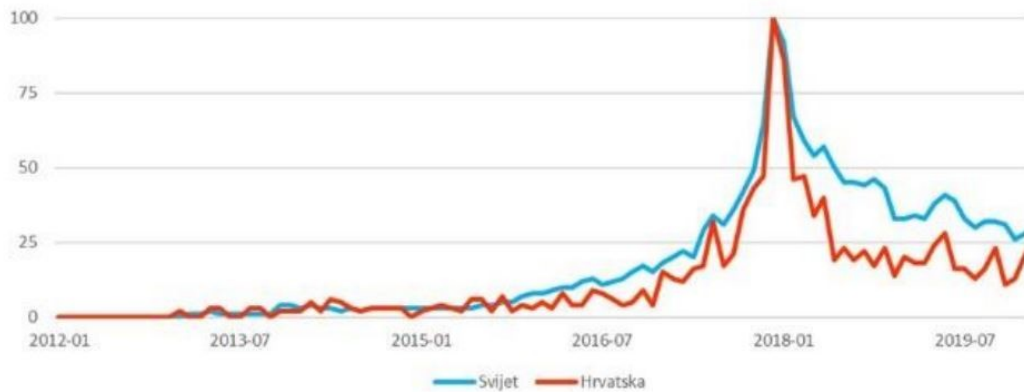
Blockchain tehnologija mijenja prirodu privatnosti informacija zbog čega postoji niz etičkih razmatranja u vezi njezine primjene. Prema istraživanjima etičkih aspekata blockchain tehnologije, za etičku implementaciju potrebno je na prvom mjestu razumijevanje izazova blockchain tehnologije. Smatra se da blockchain tehnologija mora biti utjelovljena na etičkim vrijednostima. Najvažnije komponente koje bi trebale dobiti moralnu pažnju su osiguranje privatnosti, postojanje politike zaštite imovine i postojanje kontrole nad dijeljenjem podataka. Etički kodeksi se na razini primjene poslovnih modela i aplikacija smatraju potrebnima, a shodno tome programerima i dizajnerima poslovnih procesa potrebno je etičko obrazovanje. Ugrađivanjem etičkih rješenja u blockchain tehnologiju i etičke osviještenosti dizajnera tehnologija, aplikacije bi mogle ostvarivati etičke prednosti nove tehnologije (u kojoj vlada kultura konsenzusa). Ideja za donošenjem kodeksa etičkog ponašanja za blockchain tehnologiju je sve izraženija. Potreba izrade etičkih načela tolika je da su inženjeri blockchain tehnologije počeli predlagati vlastite kodekse ponašanja, kao što je to učinila grupa Blockchain for Good. Etičke smjernice nalažu poštovanje prava zaštite potrošača, zagovaraju zaštitu potrošača putem jasnih uvjeta poslovanja te zagovaraju borbu protiv financijskih kaznenih djela. Razvoj sustava kvalitete te promoviranje kodeksa ponašanja jedan je od prioriteta, uz izradu osnovnih etičkih standarda za društva, platforme i projekte, kako bi se osigurao bolji pristup blockchain tehnologiji.⁷⁰

7. Blockchain u Republici Hrvatskoj

Republika Hrvatska nije među vodećim zemaljama koje podržavaju razvoj blockchain tehnologije. Upitno je koliko je izostala u praćenju trenda jer je do listopada 2019. godine, Hrvatska bila jedina članica Europske Unije koja nije potpisala Izjavu o suradnji kojom se uspostavlja Europsko partnerstvo za blockchain tehnologiju. Republika Hrvatska je tako izgubila mogućnost pristupa investicijskim potporama te je kasno potpisivanje Izjave o suradnji od strane Hrvatske (2019. godine) smanjilo razvoj novih projekata i shodno tome ograničilo potencijal i poslovanje tvrtki u ovom području. Na

⁷⁰ Čulinović-Herc, E. (2022). KAKO OSIGURATI PRIMJENU ETIČNE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U TRGOVAČKOM DRUŠTVU. *Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu*, 72 (1-2), str. 171-175. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/405895> (2022-09-10)

Slici 1. prikazan je broj pretraga vezanih uz blockchain tehnologiju na tražilici Google od 2009. do 2020. godine u Hrvatskoj, u usporedbi s pretragama u svijetu.⁷¹



Slika 2. Prikaz pretraživanja blockchain tehnologije na tražilici Google u Hrvatskoj i svijetu⁷²

Opći interes za blockchain tehnologiju u Hrvatskoj podudara se s interesom ostalih zemalja, no nakon 2018. godine, trend u Hrvatskoj i svijetu opada. Republika Hrvatska nije mnogo zaostajala u odnosu na druge zemlje prema zainteresiranosti za blockchain tehnologiju, ali se spomenuti pad interesa u pretraživanju teme ulančanih blokova smatra indikatorom sadašnjeg stanja, koji utječe na globalno tržište. Realni sektori ističu rast kvalitete novih projekata i njihove potražnje te potražnje za stručnim kadrovima koji nedostaju u Hrvatskoj. Hrvatska ima velik potencijal u podugovaranju zahvaljujući kvalitetnom i sposobnom kadru, no s obzirom da nije na vrijeme prepoznala važnost blockchain tehnologije, velik broj hrvatskih tvrtki involvirao je vlastitu tehnologiju razvijenu u svojem poslovnom modelu i sustavu.⁷³

8. Zaključak

U završnom radu prikazane su trenutne i potencijalne primjene blockchain tehnologije u društvu. Najviše je zastupljena u financijskom sektoru, s obzirom na prvu digitalnu valutu

⁷¹ Fazul, E., Juričić, V. (2021). Trend tehnologije ulančanih blokova u Hrvatskoj: kvalitativna analiza realnog sektora. *Politehnika: Časopis za tehnički odgoj i obrazovanje*, 5(2), 18-26. URL: <https://hrcak.srce.hr/271051> (2022-09-10)

⁷² Isto.

⁷³ Isto.

– Bitcoin koja je utemeljena na blockchain tehnologiji. Njezina primjena nastavila se u pametnim ugovorima, koji uz pomoć blockchain tehnologije automatizirano izvršavaju transakcije. Osim u financijskom svijetu, blockchain tehnologija može se primijeniti i u drugim gospodarskim sektorima, što stvara razne prednosti za gospodarstvo i poslovanje. Njezin potencijal vidljiv je u mnogim granama industrije, osiguranju i obrazovanju. Blockchain tehnologija onemogućuje manipulaciju i krivotvorenje podataka, zbog čega će u budućnosti njezina primjena biti još raširenija, s obzirom da još uvijek nije toliko istražena i zastupljena. Smatra se kao revolucionarno rješenje koje bi olakšalo život društva pri obavljanju transakcija te pohrani osobnih i drugih podataka. Blockchain tehnologija još uvijek je u fazi istraživanja i razvoja, stoga je njezina primjena u drugim gospodarskim sektorima nesigurna. Pouzdana je jer može pohraniti veliku količinu podataka te ih učiniti nepromjenjivima i sigurnima, što otvara mogućnosti primjene blockchain tehnologije i u drugim sektorima gospodarstva. Problem nastaje u nepovjerenju i neistraženosti, radi čega se blockchain tehnologija ne implementira u razne domene u kojima bi to bilo korisno, a radi straha od financijskog rizika, kriptovalute također utječu na odluke o ulaganju u blockchain tehnologiju. Potencijal blockchain tehnologije vidljiv je mnogo dalje od kriptovaluta, no njezina budućnost i implementacija u raznim industrijskim sustavima bit će vidljiva kroz naredne godine.

9. Literatura

1. Arunović, D. (2018). *Što Je U Stvari Blockchain I Kako Radi?* URL: <https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011> (2022-09-10)
2. AWS. *What is Ethereum?* URL: <https://aws.amazon.com/blockchain/what-is-ethereum/> (2022-09-10)
3. Belanić L., Dobrić Jambrović, D. (2021). Unaprjeđenje kvalitete studiranja na pravnim fakultetima u Hrvatskoj. Zbornik koautorskih radova nastavnika i studenata sa znanstvene konferencije (str. 136-137). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pravni fakultet. URL: <https://providentia-iuris.eu/projekt/wp-content/uploads/2021/11/Zbornik-Providentia.pdf> (2022-09-10)
4. Binance Academy. *Blockchain.* URL: <https://academy.binance.com/en/glossary/blockchain> (2022-09-10)
5. Bitcoin Store. (2022). *Što je Proof of Work? Značenje, obilježja i prednosti.* URL: <https://www.bitcoin-store.hr/blog/sto-je-proof-of-work/> (2022-09-11)
6. Blockchainhub Berlin. *Blockchains & Distributed Ledger Technologies.* URL: <https://blockchainhub.net/blockchains-and-distributed-ledger-technologies-in-general/> (2022-09-11)
7. Bloomenthal, A. (2022). *What Is the Dark Web and Should You Access It?* URL: <https://www.investopedia.com/terms/d/dark-web.asp> (2022-09-10)
8. Boban, M. (2021). Primjena blockchain tehnologija u zdravstvu – razvoj i regulativni okvir. Izvorni znanstveni rad. *ZBORNIK RADOVA S MEĐUNARODNOG KONGRESA*, 178-181. URL: <https://www.hkmb.hr/wp-content/uploads/2022/04/zbornik-medicinsko-pravo-2022.pdf> (2022-09-14)
9. Bolanča, A., Pavlović, D., Šijanović Pavlović, S. (2018). „Internet of Things“ i „Blockchain“ kao alati razvoja fleksigurnog energetskog sektora. *Nafta i Plin*, 38(153), 113. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/291650> (2022-09-10)
10. Budimir, N. (2020). BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA U OSIGURANJU. *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku* 14(1-2), 171-178. URL: <https://hrcak.srce.hr/241621> (2022-09-04)
11. Buterin, D., Ribarić, E., i Savić, S. (2015). BITCOIN – NOVA GLOBALNA VALUTA, INVESTICIJSKA PRILIKA ILI NEŠTO TREĆE? *Zbornik Veleučilišta u Rijeci*, 3 (1), 2. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/371478> (2022-09-10)

12. ConsenSys. *Blockchain in the Legal Industry*. URL: <https://consensys.net/blockchain-use-cases/law/> (2022-09-10)
13. Cox, J. (2016). *The Secret Life of a Silk Road 2.0 Mastermind*. URL: <https://www.vice.com/en/article/3dad83/the-secret-life-of-a-silk-road-20-mastermind> (2022-09-14)
14. Curran, B. (2020). *What is a Merkle Tree? Beginner's Guide to this Blockchain Component*. URL: <https://blockonomi.com/merkle-tree/> (2022-09-10)
15. Čulinović-Herc, E. (2022). KAKO OSIGURATI PRIMJENU ETIČNE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U TRGOVAČKOM DRUŠTVU. *Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu*, 72 (1-2), str. 171-175. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/405895> (2022-09-10)
16. DashMagazine. (2018). *Immunity on the Dark Web as a Result of Blockchain Technology*. URL: <https://codeburst.io/immunity-on-the-dark-web-as-a-result-of-blockchain-technology-6693eb087bdd> (2022-09-10)
17. DeNicola, L. (2022). *What to know about non-fungible tokens (NFTs) – unique digital assets built on blockchain technology*. URL: <https://www.businessinsider.com/personal-finance/nft-meaning> (2022-09-10)
18. Dešić, J., Lenac, K. (2020). JE LI BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJA BUDUĆNOST DIGITALIZACIJE ZEMLJIŠNIH KNJIGA? *Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilišta u Rijeci*, 41(2), 612.-614. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/354820> (2022-09-10)
19. Ethereum. *WHAT IS ETHEREUM?* URL: <https://ethereum.org/hr/what-is-ethereum/> (2022-09-10)
20. Fazul, E., Juričić, V. (2021). Trend tehnologije ulančanih blokova u Hrvatskoj: kvalitativna analiza realnog sektora. *Politehnika: Časopis za tehnički odgoj i obrazovanje*, 5(2), 18-26. URL: <https://hrcak.srce.hr/271051> (2022-09-10)
21. Frankenfield, J. (2021). *Silk Road (Website)*. URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/silk-road.asp> (2022-09-14)
22. Halmed. *Krivotvoreni lijekovi*. URL: <https://www.halmed.hr/Promet-proizvodnja-i-inspekcija/Krivotvoreni-lijekovi/> (2022-09-14)
23. Knorr, L. (2020). www: kritički potencijali anonimnog dijela interneta. *Jahr*, 11 (2), 520. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/366196> (2022-09-10)
24. „Konsenzus“ *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. URL: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=32864> (2022-09-10)

25. Lamešić, D., et al. (2019). Blockchain tehnologija u poljoprivredi. *Agroekonomia Croatica*, 9 (1), 153-156. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/335958> (2022-09-10)
26. Liebkind, J. (2022). *The GPU Industry Is Booming Thanks to Blockchain*. URL: <https://www.investopedia.com/tech/gpu-industry-booming-thanks-blockchain/> (2022-09-10)
27. Marković, J. (2020). Ethical Foundation of the Blockchain Technology – an Introductory Inquiry. *Synthesis philosophica* 35(2), 449. URL: <https://hrcak.srce.hr/254037> (2022-09-04)
28. Milković, M, Samardžija, J., Ognjan, M. (2020). *Primjena blockchain tehnologije u medijskoj ekologiji*. Pregledni rad. *Medijska istraživanja*, 26(1), 31. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/349031> (2022-09-10)
29. Mukherjee, P., Pradhan, C. (2021). Blockchain 1.0 to Blockchain 4.0 – The Evolutionary Transformation of Blockchain Technology. *Blockchain technology: Applications and Challenges* (37 – 42). URL: https://www.researchgate.net/publication/351263701_Blockchain_10_to_Blockchain_40-The_Evolutionary_Transformation_of_Blockchain_Technology (2022-09-11)
30. Orešković D. (2020). *Vrste konsenzusa na blockchainu – Proof of Work vs Proof of Stake*. URL: <https://crobotcoin.com/vrste-konsenzusa-na-blockchainu-proof-of-work-vs-proof-of-stake/> (2022-09-10)
31. Petre, A. (2018). Opportunities and challenges of blockchain technology in the healthcare industry. *Med Sci* 34(10). URL: https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2018/10/msc180030/msc180030.html (2022-09-14)
32. Pfizer. *Krivotvoreni lijekovi*. URL: <https://www.pfizer.hr/terapijska-podru%C4%8Dja/krivotvoreni-lijekovi> (2022-09-14)
33. Radanović, I., Likić, R. (2019). Mogućnosti upotrebe blockchain tehnologije u medicini. *Bilten Hrvatskog društva za medicinsku informatiku (Online)*, 25 (1), 34-38. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/324768> (2022-09-10)
34. Shobshit, S. (2022). *Public, Private, Permissioned Blockchains Compared*. URL: <https://www.investopedia.com/news/public-private-permissioned-blockchains-compared/> (2022-09-10)
35. Šklebar, T. (2021). *Primjena blockchain tehnologije u kliničkoj farmakologiji*. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet. URL: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/mef%3A4481/datastream/PDF/view> (2022-09-14)

36. Vrbanus S. (2021). *ŠTO SU NFT-I I ZAŠTO LJUDI ZA NJIH DAJU MILIJUNE?* URL: <https://www.bug.hr/blockchain/sto-su-nft-i-i-zasto-ljudi-za-njih-daju-milijune-19244> (2022-09-10)
37. Wąchal, M. (2021). *What is a private blockchain and why you need it?* URL: <https://softwaremill.com/what-is-private-blockchain-why-do-you-need-it/>. (2022-09-10)