

**POREĐENJE BESPLATNIH ALATA ZA VIZUELIZACIJU JAVNIH BLOKČEJN MREŽA  
COMPARISON OF FREE TOOLS FOR VISUALIZATION OF PUBLIC BLOCKCHAINS**Kristian Farkaš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

**Kratak sadržaj** – *Ovaj rad predstavlja poređenje, kao i opis besplatnih alata za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža. Cilj ovog istraživanja jeste efikasno poređenje nađenih alata, kategorizacija istih, predstavljanje načina i tehnika vizuelizacije javnih blokčejn mreža, ukazivanje na nedostatke i vrline datih alata, kao i utvrđivanje pogodnosti alata za korišćenje. Rad obuhvata i kratak opis blokčejna, pregled stanja u oblasti, kao i tabelarno poređenje datih alata za vizuelizaciju.*

**Cljučne reči:** *blokčejn tehnologija, alati za vizuelizaciju, javne blokčejn mreže*

**Abstract** – *This paper presents a comparison, as well as a description of free tools for visualization of public blockchains. The goal of this research is to effectively compare the found tools, to categorize them, to present public blockchain network visualization techniques, to explore the advantages and disadvantages of the given tools, as well as to determine how suitable each tool is for use. This paper includes a short description of blockchain, an overview of the current state of the field, as well as a tabular comparison of the given visualization tools.*

**Keywords:** *blockchain technology, visualization, visualization tools, public blockchain networks*

**1. UVOD**

Blokčejn je revolucionarna tehnologija koja može pomoći u rešavanju različitih vrsta problema kao što su transparentnost, poverenje, sigurnost i pouzdanost obrade podataka [1]. Svedoci smo stalnog rasta interesovanja za blokčejnom, pogotovo poslednjih nekoliko godina, koji je vođen uspehom kriptovaluta.

Kako je sve veća zainteresovanost za blokčejnom tako je i porasla potreba za vizuelizacijom istog. Alati za vizuelizaciju korisnicima omogućavaju da blokčejn postane čitljiviji i samim tim još razumljiviji [2]. Ovi alati koristeći razne tehnike vizuelizacije prikazuju blokčejn mreže na različite načine.

U ovom radu su predstavljeni i upoređeni najinteresantniji i najbolji besplatni alati za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža. U drugom poglavlju dat je kratak opis blokčejna. Pregled stanja u oblasti se nalaze u trećem poglavlju. Poređenje i opis nađenih alata za vizuelizaciju dato je u četvrtom poglavlju. U petom poglavlju se nalazi tabelarno poređenje alata, a zaključak rada je u šestom poglavlju.

**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Dinu, vanr. prof.**

**2. BLOKČEJN**

Jedna od definicija blokčejna jeste da je blokčejn decentralizovana beleška (eng. ledger) koju dele svi učesnici mreže. Zbog svoje prirode, modifikovanje postojeće beleške matematički nije moguće što se postiže upotrebom kriptografskih algoritama [3]. Transakcija je najgranularniji nivo blokčejna. Korisnici blokčejna kreiraju transakcije koje će zatim biti dodate u blokčejn mrežu. Svaka nova transakcija se emituje na mrežu radi verifikacije i revizije. Zapis transakcija se čuvaju u bloku. Svaki blok ukazuje na prethodni preko reference koja je heš vrednost prethodnog bloka. Svi korisnici poseduju par privatnog i javnog ključa. Privatni ključ se koristi za potpisivanje transakcije. Digitalno potpisane transakcije se šire po celoj mreži, a zatim im se pristupa putem javnog ključa koji je svima javno vidljiv [4]. Čvorovi blokčejn mreže su elektronski uređaji koji održavaju i distribuiraju kopiju beleške u blokčejn mreži. Specifični čvorovi u blokčejn mreži tj. rudari validiraju blok sa njegovim transakcijama. Koji će to čvor biti zavisi od tipa konsenzusa usvojenog od strane blokčejn mreže. Blokčejn sistemi se kategorišu u tri tipa koji su redom: javni, konzorcijum i privatni blokčejn.

**3. PREGLED STANJA U OBLASTI**

Vizuelizacija blokčejn mreže je sve popularnija, samim tim postaje sve aktuelnija tema za istraživanje. Na žalost, ne postoji puno radova koji se bave poređenjem alata za vizuelizaciju blokčejn mreža, uglavnom daju pregled i kratak opis alata, kao i kategorizaciju istih.

Rad [5] se bavi pregledom i kategorizacijom alata za vizuelizaciju blokčejn mreža. Autori ovog rada su našli mnogo kako besplatno dostupnih tako i javno nedostupnih alata. Alati za vizuelizaciju blokčejn mreža su klasifikovani u pet kategorija koji redom zavise od: (1) ciljne blokčejn mreže, (2) blokčejn podataka, (3) ciljne grupe, (4) domena zadatka i (5) tipa vizuelizacije.

Autori rada [6] navode da oblasti od značaja zbog čega se koriste i razvijaju različiti alati za vizuelizaciju blokčejn mreža jesu oblast ekonomije i finansija, praćenje transakcija, deanonimizacija korisnika, sajber kriminal i primena zakona. Ovaj rad se ne bavi toliko poređenjem alata za vizuelizaciju blokčejn mreža koliko trenutnim stanjem istih. Između ostalog daje pregled i kratak opis nekih alata za vizuelizaciju blokčejn mreža od kojih su neki i javno dostupni. Na osnovu istraživanja alate su kategorizovali u šest kategorija (na osnovu predmeta analize) koji su redom: analiza odnosa, metapodataka, protoka novca, ponašanja korisnika, naknada transakcija (eng. transaction fee) i tržišta i novčanika (eng. wallet).

U radu [7] se pre svega bave vizuelnom analitikom, a u fokusu rada je Bitcoin blokčejn mreža. Autori u ovom

radu su orijentisani na vizuelno analitičke zadatke i na osnovu toga su identifikovali devet glavnih zadataka. Takođe, u ovom radu postoji veoma kratak pregled i opis nekih od alata za vizuelizaciju blokčejn mreža.

Rad [8] daje pregled osam alata za vizuelizaciju blokčejn mreža. Svaki od alata je kratko opisan, a na kraju rada se nalazi tabelarni pregled istih gde su autori naveli pristup, način vizuelizacije kao i neke tehničke informacije.

#### 4. POREĐENJE ALATA ZA VIZUELIZACIJU

Tokom istraživanja besplatnih alata za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža nađeno je dosta alata od kojih će biti reči o dvadeset šest najinteresantnijih i najboljih alata. Ovi alati su različiti, vizuelizuju različite blokčejn mreže i mogu da se grupišu na osnovu toga da li vizuelizuju više blokčejn mreža ili samo jednu, da li je u fokusu vizuelizacija čvorova ili pak memorijskog bazena, da li alat vizuelizuje blokčejn mrežu u 3D, ili pak služi uglavnom u zabavne svrhe. S obzirom da su uzeti u obzir javne blokčejn mreže, ovi alati koji će biti predstavljeni i upoređeni vizuelizuju blokčejn mreže različitih kriptovaluta.

##### 4.1. Alati za vizuelizaciju više blokčejn mreža

Prvo će biti predstavljeno i upoređeno pet alata koji vizuelizuju više blokčejn mreža. Kod ovih alata podržana je promena blokčejn mreže u bilo kom trenutku korišćenja i daju širok pregled komponenata blokčejn mreža.

Jedan od najpopularnijih i najčešće korišćenih alata za vizuelizaciju Bitcoin i Ethereum blokčejn mreža je *Blockchain.com*. Podržan je pregled osnovnih informacija i drugih blokčejn mreža (kriptovaluta). Ovaj alat je odličan za vizuelizaciju i istraživanje raznih blokčejn mreža. Jedan je od najboljih alata u svojoj kategoriji zbog raznih grafikona, edukativnog odeljka, mogućnosti upotrebe više jezika i lakog snalaženja prilikom korišćenja.

*TradeBlock* je takođe alat za vizuelizaciju i istraživanje raznih blokčejn mreža, a daje detaljan pregled Bitcoin i Ethereum kriptovaluta. Ovaj alat pruža jedan zaista lep i sveobuhvatan pregled blokčejn mreže koji može da stane rame uz rame sa ostalima alatima ove kategorije, pa čak i da ih nadmaši zbog nekih dobrih grafikonskih prikaza.

Još jedan alat ove kategorije je i *Bitaps* koji vizuelizuje Bitcoin, Ethereum i Litecoin blokčejn mreže. Omogućava istraživanje događaja, statističkih podataka, blokova, transakcija i adresa mreže kriptovaluta. Ovaj alat korisniku pruža zaista detaljan i lep pregled blokčejn mreže. Bitaps je jedan od boljih alata u ovoj kategoriji.

Još jedan u nizu alata ove kategorije je *BitInfoCharts*. Ovaj alat prikazuje zaista mnogo informacija, ali se korisnik može lako izgubiti u koišćenju zbog natrpanosti informacijama. Pored toga, njegov interfejs je jako monoton, a upravo loš dizajn i mnoštvo informacija može otežati snalaženje. U ovoj kategoriji postoji mnogo boljih alata bar kad je sam interfejs i njegov dizajn u pitanju.

Najinteresantniji i ubedljivo najupečatljiviji alat ove kategorije je *TxStreet*, koji služi za vizuelizaciju transakcija i blokova raznih blokčejn mreža (kriptovaluta). TxStreet ima zaista jedinstvenu animaciju blokčejn mreže, koji istovremeno pruža i zabavu i informisanje.

##### 4.2. Alati za detaljan prikaz jedne javne blokčejn mreže

Pored ovih, ipak, većina alata vizuelizuje samo jednu blokčejn mrežu.

U nastavku će biti reči o pet alata koji detaljno vizuelizuju jednu javnu blokčejn mrežu.

Jedan od boljih alata ove kategorije jeste *OXT* koji vizuelizuje Bitcoin blokčejn mrežu. Ovaj alat daje jedan zaista širok pregled Bitcoin blokčejn mreže, pre svega blokova, transakcija i adresa. OXT je jedan od najboljih alata u ovoj kategoriji. Prednost OXT alata je i u tome što raspolaze sa puno grafikona, grafom transakcija i 3D dijagramom.

*Crystal Explorer* je takođe alat koji omogućuje istraživanje Bitcoin blokčejn mreže radi vizuelizacije transakcija, interakcija adresa, provere adresa i njenih vlasnika kao i nivoa rizika. Ovaj alat ima veoma intuitivan interfejs za istraživanje podataka iz više uglova u zavisnosti od toga kakvi podaci korisnika zanimaju i na taj način mogu dobiti jasniju sliku i razumevanje informacija od interesa o blokčejnu. Crystal Explorer je jedan od najboljih alata ove kategorije sa nizom prednosti koje nudi korisnicima i sa visokim nivoom transparentnosti Bitcoin blokčejn mreže.

*ADATools* je još jedan alat za vizuelizaciju javne blokčejn mreže. Ovaj alat daje dosta lep i detaljan pregled Cardano blokčejn mreže. ADATools je i edukativnog karaktera (što mu daje prednost), postoji opis komponenata i način funkcionisanja Cardano mreže (a i blokčejna generalno), zbog čega može biti veoma koristan za nove korisnike.

Naredni alat u ovoj kategoriji jeste *Solana Beach* koji služi za vizuelizaciju Solana blokčejn mreže u realnom vremenu. Prednost ovog alata je u lepom interfejsu i lakoj navigaciji. Solana Beach između ostalog pruža detaljan pregled validatora, međutim postoje i bolji alati za vizuelizaciju od njega. Još jedan u nizu sličnih alata za vizuelizaciju ove kategorije jeste *Avascan* koji služi za vizuelizaciju Avalanche blokčejn mreže. Avascan je dosta dobar u svojoj kategoriji, jer pruža sveobuhvatnu vizuelizaciju cele blokčejn mreže.

##### 4.3. Alati za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža sa fokusom na vizuelizaciji memorijskog bazena mreže

Tokom istraživanja nađena su tri interesantna alata u čijem fokusu je vizuelizacija memorijskog bazena javne blokčejn mreže, koji imaju zanimljivu animaciju istog.

*Ethviewer* je alat za vizuelizaciju Ethereum blokčejn mreže. Prikazuje najnovije blokove blokčejn mreže kao i trenutni bazen transakcija. Način vizuelizacije blokova i transakcija je zaista lep i jedinstven u ovoj kategoriji.

Drugi alat u čijem fokusu je vizuelizacija memorijskog bazena je *Bitfeed* koji korisniku omogućava prikaz transakcija i blokova kao i memorijskog bazena Bitcoin blokčejn mreže. Bitfeed ima zanimljivu animaciju transakcija i blokova što zaista može naterati korisnika na ponovno korišćenje.

Treći alat ove kategorije jeste *Mempool.space* koji korisnicima omogućava istraživanje stanja memorijskog bazena i njegovih transakcija na čekanju. Ima interesantnu animaciju blokova i transakcija. Ono što mu daje prednost u odnosu na prethodna dva alata ove kategorije jeste detaljan pregled i lepa vizuelizacija cele blokčejn mreže.

##### 4.4. Alati za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža sa fokusom na vizuelizaciji čvorova mreže

Pored prethodno navedenih alata, tokom istraživanja su nađena i dva interesantna alata koji vizuelizuju čvorove blokčejn mreže na veoma lep i elegantan način.

*BitNodes* je alat za vizuelizaciju Bitcoin čvorova koji procenjuje relativnu veličinu Bitcoin P2P mreže pronalazanjem svih njenih dostupnih čvorova. Ovaj alat prikazuje geografsku distribuciju broja aktivnih Bitcoin čvorova na mapi tačaka. Daje lepu vizuelizaciju i široku informisanost Bitcoin blokčejn čvorova, sa još dodatnim grafikonima, statističkim podacima i 3D modelom.

Sličan alat za prikaz čvorova mreže je i *ethernodes.org* koji služi za istraživanje Ethereum blokčejn čvorova. Ovaj alat prikazuje mapu sveta prikazujući koncentraciju Ethereum blokčejn čvorova u različitim zemljama širom sveta. Ethernodes.org ne pruža tako puno informacija od značaja, te je BitNodes mnogo bolji alat u ovoj kategoriji.

#### 4.5. 3D alati za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža

Nađeni su i alati koji vizuelizuju javne blokčejn mreže u 3D. Njihova animacija je izvanredna, postoje različita rešenja, razne ideje o vizuelizaciji blokčejn mreže, na način da istovremeno informišu i zabavljaju korisnika.

Jedan od najboljih ali svakako najinteresantniji alat u ovoj kategoriji je *Symphony of Blockchains* koji vizuelizuje Bitcoin blokčejn mrežu u 3D. Ovaj alat ima neverovatnu 3D vizuelizaciju blokčejn mreže, sa očaravajućim interfejsom i animacijom u kojoj korisnik može da se izgubi uživajući i leteći kroz blokčejn mrežu.

Jedini alat koji transakcije Bitcoin blokčejn mreže vizuelizuje u obliku 3D grafa je *Blockchain 3D Explorer*. Ovaj alat drži korisnikovu pažnju prateći transakcije koje lebde u vazduhu, ali sa druge strane nema puno konkretnih informacija. Takođe, alat prikazuje samo transakcije i adrese, a druge komponente blokčejn mreže ne. Iz tog razloga ovaj alat je odličan u zabavno informativne svrhe i za prikaz i razumevanje veza između transakcija i adresa.

Još jedan alat koji na svoj jedinstven, nesvakidašnji način vizuelizuje blokčejn mrežu u 3D jeste *BitcoinCity* koji služi za vizuelizaciju Bitcoin transakcija. Ovaj alat je veoma interesantan i unikatan u ovoj kategoriji ali i u vizuelizaciji javnih blokčejn mreža generalno zbog svoje zanimljive 3D animacije koja može vrlo lako privući korisnikovu pažnju.

Još jedan alat u ovoj kategoriji je i *BitBonkers* koji služi za vizuelizaciju Bitcoin transakcija i blokova. U ovom alatu transakcije su predstavljene kuglicama različitih boja i veličina koje padaju sa neba na podlogu. Ovaj alat drži korisnikovu pažnju zbog veoma interesantne 3D animacije.

*Realtime Bitcoin Globe* je još jedan 3D alat za vizuelizaciju Bitcoin blokčejn transakcija i novominiranih blokova. Ovaj alat nudi jedinstven prikaz blokčejn mreže koristeći 3D animaciju globusa u neprestanom kretanju. Sa druge strane, ne prikazuje korisniku mnogo informacija o blokčejn mreži, pa ovaj alat služi više u zabavno informativne svrhe. Postoje i drugi 3D alati za vizuelizaciju u ovoj kategoriji koji pružaju više informacija.

Poslednji 3D alat za vizuelizaciju javne blokčejn mreže (u ovoj kategoriji) o kojem će biti reči u ovom radu jeste *Bitcoin-VR*. Ovaj alat vizuelizuje Bitcoin blokčejn transakcije u vidu 3D balona i cepelina koji lebde u vazduhu u vidokrugu od 360 stepeni. Ovaj alat služi uglavnom u zabavne svrhe jer osim heša i iznosa transakcije nema nikakvih dodatnih informacija o blokčejn mreži, zbog čega je jedan od lošijih alata ove kategorije.

#### 4.6. Alati za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža u zabavne svrhe

Pored svih prethodno navedenih alata u ovom radu, tokom istraživanja su nađeni i alati koji nisu toliko informativne (niti 3D) koliko zabavne prirode. Naime, ovi alati imaju lepu, dobru i interesantnu animaciju blokčejn mreža. Neki od njih detaljnije, neki samo na zabavan način vizuelizuju blokčejn mreže. Alati ove kategorije uglavnom služe da privuku pažnju korisnika i da ih zainteresiraju zanimljivom animacijom kao i da ih ubede za učešće u javnim blokčejn mrežama. Ovi alati se ne koriste u informativne svrhe već samo radi zabave, ali neki od njih mogu pružiti bolje razumevanje blokčejn mreže. Jedan od takvih alata jeste *DailyBlockchain* koji korisnicima nudi prikaz neverifikovanih Bitcoin transakcija. *DailyBlockchain* može biti interesantan za novije korisnike zbog lepe i edukativne animacije blokčejn mreže. Ovaj alat ima dosta jednostavan interfejs koji je lak za korišćenje.

*BitForce5* je sličan prethodnom alatu i služi za vizuelizaciju povezane Bitcoin transakcije, adrese i blokova. Jedna od mana ovog alata je ta što korisnik nema mogućnost pregleda prethodnih transakcija i blokova, niti zaustavljanje animacije što je bio slučaj u prethodnom alatu. Takođe, bilo bi poželjno i dobro korišćenje više boja radi lakše i bolje preglednosti što je inače prednost kod prethodno navedenog alata (*DailyBlockchain*).

*Bitcoin Monitor* je još jedan u nizu alata ove kategorije i služi za vizuelizaciju transakcija i blokova Bitcoin blokčejn mreže. Ovaj alat ima dosta jednostavan interfejs sa minimalističkom vizuelizacijom. Ne pruža mnogo informacija od značaja za blokčejn mrežu. Jedan je od lošijih alata u ovoj kategoriji.

Još jedan alat za vizuelizaciju javne blokčejn mreže je *BitListen* koji prikazuje Bitcoin blokčejn transakcije u obliku lebdećih mehurića sa zvučnim efektom. Ovaj alat može biti interesantan novim korisnicima, s obzirom da nema puno informacija od značaja za blokčejn mreže.

Poslednji alat za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža u ovoj kategoriji (kao i u ovom radu) je *Bitcoin Rain* koji vizuelizuje novonastale Bitcoin transakcije i blokove. Ovaj alat vizuelizuje transakcije u obliku kapljice kiše u boji i različitih veličina koje padaju sa neba. *Bitcoin Rain* je elegantan zbog svoje jednostavnosti, lepe vizuelizacije i čistog prikaza informacija.

#### 5. TABELARNO POREĐENJE ALATA

Ovaj vid poređenja daje još lepšu i jasniju sliku alata, a samim tim je moguće na lakši način uporediti ove alate na jednom mestu. Dodatno, iz tabele se vidi koje su vrline, a koji su nedostaci ovih alata, koje mogućnosti pružaju i kakve funkcionalnosti pokrivaju. U tabeli 1. se nalazi dvanaest parametara poređenja. Tabelarno poređenje je pre svega jako pregledno, lako za tumačenje i daje sumirajući pregled nađenih alata za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža. Pomoću ove tabele i uzimajući u obzir saznanja iz prethodnog dela ovog rada, lakše se dolazi do zaključaka kada je reč o poređenju navedenih alata.

Može se zaključiti da je iz kategorije alata koji vizuelizuju više blokčejn mreža najbolji se pokazao *Blockchain.com*, odnosno sveukupno gledano *Bitaps*. Kada je reč o kategoriji alata koji detaljno vizuelizuju jednu blokčejn mrežu, najbolji je *OXT*, ali samo za dlaku zaostaje

	Blockchain.com	TradeBlocks	Bitans	BitInfoCharts	TxStreet	OXT	Crystal Explorer	ADATools	Solana Beach	Avascan	Ethviewer	Bitfeed	Mempool.space	BitNodes	ethernodes.org	Symphony of BL	Blockchain 3D Ex.	BitcoinCity	BitBonkers	Realtime Bitcoin G.	Bitcoin-VR	DailyBlockchain	BitForce5	Bitcoin Monitor	BitListen	Bitcoin Rain
Pretraga	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x										
Zumiranje	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x			x
Više blokčejn mreža	x	x	x	x	x																					
3D alat																	x	x	x	x	x					
Zabavna vizuelizacija					x												x	x	x	x	x					
Fokus na čvorovima																										
Fokus na mem. bazenu											x	x	x													
Fokus na transakciji																	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Detaljan prikaz mreže	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x													
Upotreba grafikona	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x									x		
Upotreba mape sveta			x						x	x					x					x						
Upotreba grafa						x	x										x					x	x			

Tabela 1. Tabelarno poređenje alata za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža

Crystal Explorer koji je takođe jedan fantastičan alat. Kada se govori o kategoriji alata kod kojih je fokus na vizuelizaciji memorijskog bazena mreže, lako se može zaključiti da se Mempool.space pokazao kao vodeći alat svoje kategorije. Ako se upoređuju alati iz kategorije gde je u fokusu vizuelizacije prikaz čvorova mreže, BitNodes se pokazao kao najbolji alat ove kategorije. Sa svojom jedinstvenom i fenomenalnom 3D animacijom u kategoriji 3D alata najbolji je Symphony of Blockchains. Kada je reč o alatima koji su pre svega u zabavne svrhe, pokazalo se da je DailyBlockchain vodeći alat svoje kategorije.

## 6. ZAKLJUČAK

Zadatak ovog rada je bio da uporedi i opiše nađene alate za vizuelizaciju javnih blokčejn mreža, da ih kategorizuje, da prikaže načine i tehnike vizuelizacije koje su dati alati upotrebili, da uoči nedostake i vrline alata, kao i da utvrdi koliko je koji alat pogodan za korišćenje. Tokom istraživanja i poređenja nađenih alata, došlo se do zaključka da se ovi alati mogu grupisati u šest kategorija.

Pošto nađeni alati vizuelizuju blokčejn mreže raznih kriptovaluta, u daljem razvoju istraživanja bilo bi poželjno naći alate koji vizuelizuju neke druge javne blokčejn mreže i na taj način proširiti poređenje. S obzirom na to da interesovanje za blokčejnom i vizuelizacijom istog stalno raste, očekuje se i porast broja alata za vizuelizaciju, koji će biti sve bolji i kvalitetniji, i koji će biti i konkurenti jedni drugima. Zdrava konkurencija uvek poboljšava kvalitet i donosi nove inovativne načine vizuelizacije. Da bi se privukla korisnikova pažnja, ovi alati će u budućnosti nuditi još lepše animacije, još bolji pregled javnih blokčejn mreža, a poređenje takvih alata može biti još zanimljivije.

## LITERATURA

[1] J. Golosova and A. Romanovs, "The Advantages and Disadvantages of the Blockchain Technology," *2018 IEEE 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE)*, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/AIEEE.2018.8592253.

[2] H. Kuzuno and C. Karam, "Blockchain explorer: An analytical process and investigation environment for bitcoin," *2017 APWG Symposium on Electronic Crime Research (eCrime)*, 2017, pp. 9-16.

[3] M. Reda, K. Dominique Bernard, T. Fatima and M. Azouazi, "Blockchain in health supply chain management: State of art challenges and opportunities", *Procedia Comput. Sci.*, vol. 175, pp. 706-709, 2020.

[4] Zheng, Z., Xie, S., Dai, H-N., Chen, X. and Wang, H. (2018) 'Blockchain challenges and opportunities: a survey', *Int. J. Web and Grid Services*, Vol. 14, No. 4, pp.352-375

[5] N. Tovanich, N. Heulot, J. -D. Fekete and P. Isenberg, "Visualization of Blockchain Data: A Systematic Review," in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 27, no. 7, pp. 3135-3152, 1 July 2021, doi: 10.1109/TVCG.2019.2963018.

[6] A. Balaskas and V. N. L. Franqueira, "Analytical Tools for Blockchain: Review, Taxonomy and Open Challenges," *2018 International Conference on Cyber Security and Protection of Digital Services (Cyber Security)*, 2018, pp. 1-8.

[7] Bistarelli, S., & Santini, F. (2017). Go with the - Bitcoin- Flow, with Visual Analytics. Proceedings of the 12th International Conference on Availability, Reliability and Security.

[8] T. Sundara, I. Gaputra, & S. Aulia "Study on Blockchain Visualization," *JOIV : International Journal on Informatics Visualization*, vol. 1, no. 3, pp. 76-82, Jun. 2017.

## Kratka biografija:



**Kristian Farkaš** rođen je u Novom Sadu 1998. godine. Osnovne akademske studije završio je 2021. godine na Fakultetu tehničkih nauka. Iste godine upisuje master akademske studije na studijskom programu Računarstvo i automatika.