

**MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA LANCA SNABDEVANJA KORIŠĆENJEM
BLOKČEJN TEHNOLOGIJE I PAMETNIH UGOVORA
POSSIBILITIES OF SUPPLY CHAIN IMPROVEMENT USING
BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND SMART CONTRACTS**

Dušan Mitrović, Miloš Milovanović, Miroslav Minović

REZIME: Tradicionalni sistemi za upravljanje lancima snabdevanja imaju problem da između svojih učesnika obezbede sledljivost informacija, transparentnost i poverenje. Blockchain tehnologija i pametni ugovori mogu da ublaže ove probleme i unaprede efikasnost celog lanca. U ovom radu predstavili smo slučajeve korišćenja ovih tehnologija pri upravljanju lancima snabdevanja i opisali kako se pomenuti problemi mogu prevazići. Takođe, rad sadrži primer modela lanca snabdevanja zasnovanog na blockchain mreži. Iako su učesnici i transakcije u opisanom modelu uprošćeni, predstavljaju odličnu demonstraciju kako ove tehnologije mogu unaprediti lanac snabdevanja i dati dodatnu vrednost svima u lancu snabdevanja.

KLJUČNE REČI: upravljanje lancima snabdevanja, blokčejn, pametni ugovori.

ABSTRACT: Traditional supply chain management systems have trouble ensuring information traceability, transparency and trust between their participants. Blockchain technology and smart contracts can help in overcoming these problems and improve the efficiency of the entire chain. In this paper, we presented cases of using these technologies in supply chain management and described how the mentioned problems can be resolved. Also, the paper contains an example of a supply chain model based on a blockchain network. Although the participants and transactions in the described model are simplified, they are an excellent demonstration of how these technologies can improve management of the supply chain and add additional value to everyone in the supply chain.

KEY WORDS: supply chain management, blockchain, smart contracts

1. UVOD

Poslednjih nekoliko godina se za blockchain tehnologiju i pametne ugovore priča da donose revoluciju u upravljanju lancima snabdevanja. Ove tehnologije nude sigurna i decentralizovana rešenja za upravljanje transakcijama između učesnika. Olakšavaju kompanijama da pojednostave svoje procese u lancu snabdevanja i učine ih efikasnijim. Sa blockchain tehnologijom, zbog svojih karakteristika, kompanije mogu da smanje rizik od prevare, učine poslovanje transparentnijim i ubrzaju ga, eliminišući vreme koje uzimaju posrednici i administracija. Pravovremena i pouzdana razmena informacija pomaže da se bolje prilagode drastičnim promenama na tržištu, ublaže potencijalne gubitke ili iskoriste šansu da steknu konkurentsku prednost.

Ostatak rada je podeljen u 5 celina. Sekcija 2 opisuje osnovni koncept i zamisao blockchain tehnologije i pametnih ugovora, kao i važnih pojmova za razumevanje tehnologije. U 3. delu rada navedeni su slučajevi korišćenja ovih tehnologije pri upravljanju lancima snabdevanja, kao i prednosti i mane ovakvog modela. Nakon toga je u 4. delu prikazan uprošćen model lanca snabdevanja zasnovan na blockchain-u i dat predlog interakcije između učesnika. Sekcija 5 predstavlja zaključak, dok je u 6. delu navedena literatura korišćenja za pisanje rada.

2. O BLOKČEJN TEHNOLOGIJI

Blockchain tehnologija ima potencijal da drastično promeni način na koji funkcioniše digitalna ekonomija. Ona je suštinski distribuirana baza podataka, digitalni ledger koji čuva sve transakcije koje su se desile između učesnika. Jednom zapisana transakcija ne može da bude izmenjena ili obrisana. Omogućava učesnicima da sa sigurnošću znaju da se određena transakcija ili digitalni događaj desio (Crosby, 2016).

Tehnologija daje šansu za prelazak na decentralizovani sistem u mnogim sferama društva. Obezbeđuje veću sigurnost, transparentnost i daje mogućnost uspostavljanja poverenja u decentralizovanim sistemima.

Prva primena blockchain tehnologije je kriptovaluta bitcoin. Globalno je prihvaćena i predstavlja nepromenljiv sistem e-plaćanja. Nakon uspešnog razvoja bitcoin kriptovalute i sistema podrške, postalo je jasno da blockchain tehnologija ima daleko veću primenu. Pomoću pametnih ugovora moguće je prevazići jednostavne transakcije kupovine i prodaje valuta. Oni predstavljaju program koji se beleži na blockchain mreži i izvršava se kad se ispune definisani uslovi (Swam, 2015). Nov način realizacije transakcija može da se primeni u mnogim sferama ljudskog organizovanja i da zameni tradicionalne tehnologije.

2.1. Uvodna terminologija

U nastavku se nalazi rečnik pojmova, pre svega kriptografskih, neophodnih za razumevanje tehničkog aspekta blockchain tehnologije.

Timestamp

Generalno timestamp se odnosi na proces sigurnog čuvanja podataka o vremenskom trenutku kreiranja i modifikovanja određene informacije. Pod sigurnim timestamping-om se podrazumeva da se sam timestamp podatak ne može izmeniti niti je moguće izmeniti dokument, a da ne bude praćeno izmenom timestamp podataka o vremenu izmene informacije (Antonopoulos & Wood, 2018).

Kod blockchain tehnologije timestamp predstavlja podatak o vremenskom trenutku zapisivanja promena i dokazuje da su podaci na koje se promene odnose postojali u tom trenutku. Zajedno sa drugim tehnološkim rešenjima koje čine blockchain, timestamp omogućava izmenu jednom zapisanih i sačuvanih

podataka. Kako je kod blockchain-a svaki zapisani podatak praktično nemoguće naknadno izmeniti, tako je i timestamp osiguran od naknadne promene. Na osnovu toga, svi podaci se hronološki nadovezuju jedan na drugi, kao u lancu. (Panda et al., 2021)

Kriptografski hash

Svaka kriptografska hash funkcija je ujedno i hash funkcija. Ali nije svaka hash funkcija ujedno i kriptografska. Zbog toga je prvo objašnjeno značenje hash funkcije, a nakon toga i sigurnosni aspekti koje kriptografija dodaje.

Pojednostavljeno rečeno, hash je najlakše zamisliti kao digitalni otisak prsta nekog dokumenta. Kao što svaki čovek ima jedinstven otisak prsta, tako i svaki dokument ima jedinstven hash. Različiti ljudi imaju različite otiske prsta, isto tako i različiti dokumenti imaju različit hash. Identični hash-ovi potvrđuju da su u pitanju identični dokumenti, a različiti hashovi dokazuju da dokumenti nisu isti. (Antonopoulos & Wood, 2018)

Tehnički, hash je vrednost koja se dobija kada se neki podatak, poruka, propusti kroz hash funkciju (hash algoritam). Hash funkcija prima poruku kao ulaznu vrednost, zatim određenim algoritmom preračunava i šifrira taj podatak u znatno kraću vrednost, koju daje na izlazu. Taj izlazni podatak od hash funkcije zovemo "hash". Funkcija je jednosmerna što znači da od poruke dobijamo hash, a od hash vrednosti ne možemo da dobijemo poruku. Hash funkcija je deterministička što znači da za identičan podatak na ulazu uvek dobijamo identičan hash na izlazu. (Sobti & Geetha, 2012)

Proces u kojem, pozivom hash funkcije, od poruke dobijamo njen hash, naziva se "hash-ovanje". Koristi se u različite svrhe. Jedna od najčešćih primena je provera ispravnosti podatka, odnosno da se utvrdi da li je određeni podatak promenjen. Ako neki podatak čuvamo na nekom medijumu ili šaljeemo preko interneta, mi možemo paralelno sa tim da čuvamo i šaljeemo njegov hash. Na taj način korisnik može da obavi hash-ovanje podatka i uporedi sa zabeleženim hashom. Tako utvrdi da su podaci onakvi kakvi treba da budu, odnosno da nisu izmenjeni ili oštećeni. (Panda et al., 2021)

Enkripcija

Enkripcija je proces u kojem se neki podatak, poruka, šifrira tako da postane nečitljiva za korisnike koji ne poseduju ključ, da tu poruku vrata u originalno stanje.

Postoje dve vrste enkripcije: simetrična i asimetrična.

Simetrična enkripcija

Kod simetrične enkripcije postoji samo jedan ključ i taj isti ključ se koristi i za "enkriptovanje" (šifrovanje) i za dekriptovanje (dešifrovanje). Isti enkripcioni ključ daje se koristi da se originalna poruka enkriptuje i da se enkriptovana poruka dekriptuje da bi se opet dobio original.

Asimetrična enkripcija

Asimetrična enkripcija je takav metod enkripcije kod kojeg ključ koji se koristi za enkriptovanje poruke ne može da se upotrebi za dekripciju poruke. Enkripcioni i dekripcioni ključ dolaze u paru i zovu se privatni ključ (private key) i javni ključ (public key).

Javni i privatni ključ se mogu kreirati isključivo funkcijom za generisanje ključeva koja istovremeno kreira oba. Privatni i javni ključ su matematički povezani i čine par kod kojeg ne sme biti izglubljen ni jedan od ova dva. (Simmons, 1979)

Transakcija

U kontekstu blockchain-a, transakcija podrazumeva instrukciju kako da se izmeni state. Mora da bude inicirana i digitalno potpisana od strane vlasnika računa sa kojeg se neki iznos prebacuje na drugi račun. Po završetku transakcije state je izmenjen. Dok podaci koji se čuvaju na blockchain-u opisuju do kakvih izmena je došlo. (Panda et al., 2021)

Block i lanac

Tradicionalna baza podataka je stalno promenljivi fajl koji sadrži trenutno stanje ali ne i istoriju stanja, niti hronološki pregled izmena. Dok blockchain predstavlja stalno rastući lanac "blokova", gde svaki blok sadrži nove transakcije. To su hronološki poređane izmene stanja. Sa svakom novom izmenom stanja, novi blok se sukcesivno dodaje na prethodni i svi oni zajedno čine lanac blokova. Trenutno stanje se izvodi prolaskom kroz sve promene stanja od prvog bloka pa sve do poslednjeg, ujedno i najnovijeg. (Khan et al., 2021)

Block u blockchain-u je zaokružena jedinica zapisanih podataka. Ona ne predstavlja samostalnu celinu i nema smisao ukoliko preostali podaci nisu dostupni. To je paket u koji su zapakovani block podaci, zajedno sa pratećim podacima neophodnim da se spoji sa preostalim blokovima. Osnovni podaci koje jedan blok sadrži su sopstveni podaci, oni o izmenama stanja, hash prethodnog bloka kojim se povezuje u lanac, kao i hash sopstvenih podataka.

2.2. Pametni ugovori

Pametni ugovori su aplikacije koje rade tačno onako kako su programirane bez mogućnosti zastoja, cenzure, prevare ili manipulacije od treće strane (Di Pierro, 2017). U kontekstu blockchain-a pametni ugovori su transakcije koje prevazilaze jednostavne transakcije kupovine/prodaje valute, jer imaju dodatnu logiku u sebi (Swam, 2015).

Predstavljaju jednostavne programe sačuvane na blockchain mreži koji se pokreću kada se ispune unapred dogovoreni uslovi. Obično se koriste za automatizaciju izvršavanja sporazuma bez učešća bilo kakvog posrednika. Oni pokreću određenu akciju nakon što su ispunjeni definisani uslovi. Funkcionišu tako što prate jednostavne if/when...then... procedure zapisane na blockchain mreži. Što znači da mreža računara izvršava transakcije kad se ispune i potvrde unapred određeni uslovi, a rezultati se čuvaju na mreži. Takve transakcije mogu da budu prebacivanje novčanih sredstava, registracija vozila, slanje obaveštenja itd. Kad se transakcija izvrši blockchain mreža se ažurira i transakcija se ne može menjati (IBM, 2021).

Često se kao metafora za pametni ugovor koristi aparat za prodaju sokova, čokolada itd. Tako je i Nick Szabo još 1994. godine opisao automatizovani proces transakcije. Sa pravim ulazom, zagarantovan je određeni izlaz.

novac + odabir proizvoda = izlazak proizvoda iz aparata

Ovakva logika je ugrađena u aparat. Nalik tome, pametan ugovor ima logiku u sebi. Kao što aparat za prodaju proizvoda eliminiše potrebu za određenim radnikom, tako i pametni ugovori mogu da zamene posrednike u mnogim industrijama (Ziechmann. 2021).

Kako je pametni ugovor program, transakcija aktivira pametni ugovor i počinje izvršavanje programa. Pametni ugovor moguće je aktivirati jedino slanjem transakcije. Kod pametnog ugovora može da:

- Šalje novac na željene adrese
- Čita/piše iz svoje memorije
- Poziva pokretanje drugih pametnih ugovora

Bitna karakteristika je da on nema ograničenu memoriju, ali da što se više memorije koristi to više košta. Dakle, granice nisu statične, već ekonomske.

Treba napomenuti i da postoji puno blockchain mreža koje podržavaju pametne ugovore, a najpopularnije su Ethereum i Hyperledger. Neki od programskih jezika koji se koriste za pisanje pametnih ugovora su Serpent, Solidity, Vyper (Jena i Dash, 2021).

2.3. Solidity

Solidity (www.soliditylang.org) je programski jezik u kojem se pišu pametni ugovori za Ethereum mrežu. Solidity spada u programske jezike visokog nivoa, objektno-orijentisane, sa statičkim tipovima.

Sintaksa i karakteristike solidity-ja inspirisani su jezicima: C++, Python i JavaScript.

Između ostalog, koncepti koje Solidity podržava su:

- Nasledjivanje - drugi pametni ugovori mogu biti "extendovani".
- Statičke tipove - tip varijable zadaje odmah i ne može se menjati
- Biblioteke - moguće je kreirati višestruko upotrebljivi, "reusable", kod koji može biti pozivan iz drugih pametnih ugovora. Na primer, static funkcije u static klasama kao i u drugim objektno orijentisanim jezicima.
- Komplexne tipove definisane od strane korisnika

U nastavku su dva jednostvna primera koda napisana u Solidity jeziku. Prvi primer sadrži pametni ugovor pod nazivom "SimpleStorage" i pokazuje kako se podaci mogu čuvati i uzeti sa Ethereum mreže. Drugi primer pokazuje kako se može koristiti event mehanizam da se odgovori na specifične događaje na blockchain mreži. U ovom slučaju transfer tokena sa računa na račun.

```
// SPDX-License-Identifier: GPL-3.0
pragma solidity >=0.4.16 <0.9.0;
contract SimpleStorage {
    uint storedData;
    function set(uint x) public {
        storedData = x;
    }
}
```

```
function get() public view returns (uint) {
    return storedData;
}
}
```

```
Coin.Sent().watch({}, "", function(error, result) {
    if (!error) {
        console.log("Coin transfer: « +
result.args.amount +
" coins were sent from « +
result.args.from +
" to « +
result.args.to + ".");
        console.log("Balances now:\n» +
«Sender: « + Coin.balances.call(result.args.from) +
«Receiver: « + Coin.balances.call(result.args.to));
    }
})
```

3. PRIMENA PRI UPRAVLJANJU LANCIMA SNABDEVANJA

U nastavku rada dati su osnovni slučajevi korišćenja ovih tehnologija pri upravljanju lancima snabdevanja, kao što su praćenje proizvoda, automatizacija transakcija i preciznije upravljanje zalihama. Nakon toga navedene su prednosti i mane implementacije sistema za upravljanje lancima snabdevanja zasnovanih na blockchain mreži.

3.1. Praćenje proizvoda

Koristeći sisteme zasnovane na blockchain-u, učesnici u lancu snabdevanja mogu da kreiraju transparentnu evidenciju o svim transakcijama i kretanjima robe u lancu. To daje mogućnost da se smanji rizik od falsifikovanja, krađe i stvori efikasnije praćenje proizvoda kroz ceo lanac. Počev od prostih sirovina pa sve dok proizvod ne dođe u ruke krajnjeg korisnika. U kombinaciji sa IoT uređajima, prikupljaju se različiti podaci o tome kako se proizvod skladišti i transportuje, pod kojim uslovima i gde. Svi ti podaci se u realnom vremenu beleže na mreži i postaju dostupni svim zainteresovanim strana. Na taj način mogu da provere stanje i istoriju svakog proizvoda, kao i svih njegovih komponenti. Ovaj nivo transparentnosti omogućava uspostavljanje većeg poverenja između učesnika u lancu, daje priliku svima da brže provere kvalitet i poreklo proizvoda, kao i da efikasnije odgovore na promene na tržištu. (Sanchez, 2017)

3.2. Automatizacija transakcija

Ove tehnologije mogu da se koriste za automatizaciju plaćanja i drugih poslovnih transakcija, kao i da garantuju izvršavanje odredba sporazuma između učesnika u lancu, nakon

što se dogovoreni uslovi ispune. Kao primer često se navodi to da pametni ugovor može automatski da oslobodi plaćanja dobavljačima nakon što oni isporuče robu koja ispunjava unapred definisane standarde kvaliteta i ispune ostale definisane uslove. Učesnici u lancu snabdevanja mogu da poboljšaju efikasnost i učine poslovanje jeftinijim. Smanjuju se troškovi administracije i posrednika. Takođe, i na ovaj način se povećava poverenje između udaljenih i anonimnih učesnika.

3.3. Preciznije upravljanje zalihama

Učesnici lanca snabdevanja („Enhancing Vendor Managed Inventori Supply Chain Operations Using Blockchain Smart Contracts,” 2020c), mogu da kreiraju precizniji i efikasniji sistem upravljanja zalihama, pošto se sve transakcije i sva kretanja robe evidentiraju na mreži. Ovo može pomoći u boljoj iskorisćenosti zaliha, smanjenju otpada, poboljšanju predviđanja tržišta i optimizaciji nivoa zaliha. Učesnici mogu da koriste podatke sa blockchain mreže da prate kretanje robe u realnom vremenu i na taj način identifikuju bilo kakva uska grla ili kašnjenja u lancu snabdevanja.

Pravovremene, tačne i transparentne informacije su preduslov da razne tehnike upravljanja zalihama daju željeni rezultat, tačnije da predviđena količina zaliha bude i optimalna. Samim tim podaci sa blockchain-a se koriste kao ulazi za bolje predviđanje potrebne količine zaliha, poboljšanje vremena isporuke i poboljšanje ukupne efikasnosti lanca snabdevanja. Učesnici imaju mogućnost da odmah uvide promene na tržištu i deluju proaktivno, da minimiziraju gubitke ili iskoriste priliku da ostvare dodatni profit.

U kontekstu upravljanja zalihama, pametni ugovori se koriste u kombinaciji sa IoT uređajima kako bi se automatski poručila određena količina sirovina ili gotovih proizvoda onda kada zalihe spadnu ispod određene količine. Kombinacija ovih tehnologija povećava efikasnost upravljanja zalihama, smanjuje troškove, obezbeđuje transparentnost i poverenje između učesnika.

3.4. Prednosti i mane

Wegrzyn i Wang su u svom tekstu navele i objasnile neke od osnovnih prednosti i mana korišćenja blockchain tehnologije u upravljanju lancima snabdevanja. Prednosti i mane su navedene u tabeli ispod:

Prednosti	Mane
Poverenje - zbog karakteristika tehnologije učesnici u lancu mogu da budu sigurni da su podaci zapisani na mreži tačni i nepromenjeni. Podaci se ne čuvaju kod svih učesnika odvojeno i ne može da dođe do neslaganja informacija.	Privatne mreže - podaci u lancu snabdevanja mogu biti osetljivi i zbog toga se koriste privatne blockchain mreže. One su manje sigurne, jer ih uglavnom održava manji broj nodova, pa je samim tim rizik od malicioznog ponašanja veći.

Efikasnost - kako se podaci o proizvodu beleže na svakom koraku u lancu snabdevanja i svi učesnici ih vide, lako mogu da uoče gde je došlo do propusta, isti otklone ili ublaže štetu.	Ljudski faktor - iako jednom zapisani podaci ne mogu biti promenjeni i dalje može doći do ljudske greške i namernog pogrešnog unosa. Ispravljanje takvih grešaka troši znatno više resursa nego kod tradicionalnih rešenja.
Transparentnost - sve zabeleže transakcije su dostupne svima u lancu, i to smanjuje mogućnost nesporazuma između učesnika. Takođe daje mogućnost svima da lakše prate promene na tržištu, identifikuju probleme i deluju proaktivno.	Skaliranje - kako su blockchain rešenja dosta sporija od tradicionalnih, slučajevi sa puno transakcija bi oduzeli puno vremena i bili dosta skupi. Samim tim je skaliranje rešenja pri lancima snabdevanja jedna od glavnih mana.
	Troškovi - troškovi implementacije ovakvih rešenja mogu biti jako visoki iz više razloga. Blockchain programeri su znatno skuplji od onih koji razvijaju tradicionalna rešenja. Takođe, tu su i troškovi planiranja, licenci i održavanja koji mogu biti jako visoki.

Tabela 1 - Prednosti i mane blockchain rešenja u lancima snabdevanja

Jedna od glavnih prednosti korišćenja blockchain tehnologije u upravljanju lancima snabdevanja u odnosu na tradicionalne tehnologije, je njena sigurnost i transparentnost (Jenkins, 2023). Kako se svaka transakcija beleži na distribuiranom ledger-u koji se ne može menjati, moguće je kreiranje nepromenljivog zapisa kretanja svih proizvoda i transakcija. Ovo može pomoći u sprečavanju prevare, krađe i drugih oblika nekorektnog ponašanja, jer svaki učesnik u lancu snabdevanja ima pristup istim informacijama i lako može da proveri validnost svake transakcije.

4. MODEL LANCA SNABDEVANJA ZASNOVAN NA BLOKČEJN MREŽI

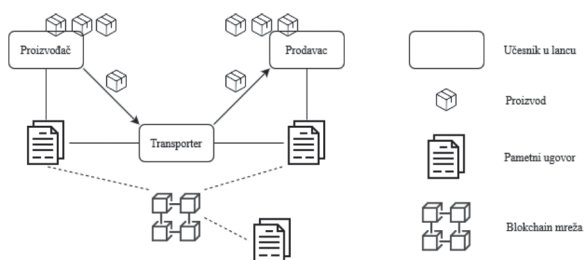
Sledeći scenario ćemo uzeti kao primer: Proizvođač hrane sklapa ugovor sa transporterom da isporuči seriju kvarljivih proizvoda prodavcu. Ugovorom je precizirano da proizvodi moraju biti isporučeni u određenom roku i u dobrom stanju. Proizvođač želi da osigura da se transporter pridržava uslova iz ugovora, a prodavac želi da osigura da dobije proizvode na vreme i u dobrom stanju. Učesnici ovog pojednostavljenog scenaria su prikazani na dijagramu ispod. U realnom primeru bi pored proizvođača, distributera i prodavca postojali i drugi učesnici čije su aktivnosti neophodne u lancu.



Pametni ugovor se kreira kako bi obezbedio automatsko izvršavanje i sprovođenje akcija dogovorenih ugovorom između proizvođača i dobavljača. Programira se tako da otpusti plaćanje dobavljaču samo ako su proizvodi isporučeni u dogovorenom roku i u dobrom stanju, što verifikuju integrisani IoT uređaji. Ako su proizvodi isporučeni van navedenog vremenskog roka ili u lošem stanju, pametni ugovor pokreće plaćanje penala ili neku drugu, dogovorenu, sankciju. Ovo može smanjiti mogu-

čnost falsifikovanja, krađe i prevare. Omogućiti brže i efikasnije praćenje proizvoda. Štaviše, IoT senzori se mogu integrisati u sistem kako bi pratili stanje proizvoda i obezbedili ažuriranje detalja o njihovoj lokaciji i temperaturi u realnom vremenu. („Using Blockchain to Drive Supply Chain Transparency,“ n.d.-b)

Učesnici između sebe razmenjuju proizvode. Proizvođač može da proizvede i skladišti robu. Ukoliko želi, uskladištenu robu putem pametnog ugovora beleži na blockchain mrežu. Robu daje Prodavcu isključivo preko Transporetera. Svaki put kada neko primi ili preda robu, ta transakcija, zajedno sa svim detaljima treba preko pametnih ugovora da bude zabeležena na blockchain mreži. Dijagram u nastavku predstavlja interakciju između učesnika i tok procesa u ovakvom sistemu:



Ovakav sistem daje dodatnu vrednost i koristi svim učesnicima u lancu. Proizvođač može da prati vreme i način isporuke njegovih proizvoda. Može da garantuje da su proizvodi krenuli od njega u dogovorenom roku i ispravnom stanju. Distributer detalje transporta beleži na mreži i dostupni su svima u lancu, ne mora dodatno da dokazuje kvalitet i pouzdanost svoje usluge. Prodavac sa većom sigurnošću dobija proizvode sa traženim kvalitetom koji ispunjavaju očekivanja njegovih kupaca. Sve transakcije se beleže na mreži, bilo da su one uspešne i da su ispoštovani svi dogovoreni uslovi ili suprotno. Samim tim učesnici mogu lakše da izgrade reputaciju i uspostave sistem poverenja u modernim lancima snabdevanja, između anonimnih i udaljenih partnera.

5. ZAKLJUČAK

Blockchain tehnologija i pametni ugovori nude brojne prednosti pri upravljanju lancima snabdevanja. Pružajući sigurnu, transparentnu i decentralizovanu platformu gde se beleže sve transakcije između učesnika. Mogu pomoći u pojednostavljanju procesa u lancu, smanjenju troškova i poboljšanja efikasnosti svih učesnika. Tačne i pravovremene informacije pomažu svima u lancu da donesu ispravne poslovne odluke i brzo reaguju na promene na tržištu. Samim tim mogu uspešnije da minimiziraju potencijalne gubitke ili iskoriste priliku da dodatno zarade.

Predlog modela lanca snabdevanja može da obezbedi gore pomenute prednosti i smatramo da će ovakvi sistemi postati imperativ u budućnosti. Kompanije koje iskoriste prednosti ovih tehnologija pružiće svima u lancu dodatnu vrednost, povećati kvalitet usluge i smanjiti celokupne troškove. Upravo će to biti osnova za sticanje konkurentne prednosti i novi korak u digitalizaciji globalnog poslovanja.

LITERATURA

[1] Antonopoulos, A. M., & Wood, G. (2018). Mastering ethereum: building smart contracts and dapps. O'reilly Media.

- [2] Blockchain: The Future of Inventory Management Available Now. (2018, September 27). Manufacturing Business Technology. Retrieved from <https://www.mbtmag.com>
- [3] Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. *Applied Innovation*, 2(6-10), 71.
- [4] Enhancing Vendor Managed Inventory Supply Chain Operations Using Blockchain Smart Contracts. (2020). Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/9209965>
- [5] Jena, A. K., & Dash, S. P. (2021). Blockchain technology: introduction, applications, challenges. In *Blockchain Technology: Applications and Challenges* (pp. 1-11). Cham: Springer International Publishing.
- [6] Jenkins, A. (2023). Blockchain in Manufacturing: How Tech Is Changing the Industry. Oracle NetSuite. Retrieved from <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/blockchain-in-manufacturing.shtml>
- [7] Khan, S. N., Loukil, F., Ghedira-Guegan, C., Benkhelifa, E., & Bani-Hani, A. (2021). Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 14(5), 2901–2925. <https://doi.org/10.1007/s12083-021-01127-0>
- [8] Panda, S. K., Jena, A. K., Swain, S. K., & Satapathy, S. C. (Eds.). (2021). *Blockchain Technology: Applications and Challenges* (Vol. 203). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69395-4>
- [9] Sanchez, A. (2017). Smart contracts and their application in supply chain management. Retrieved from <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/114082>
- [10] Simmons, G. J. (1979). Symmetric and Asymmetric Encryption.
- [11] Sobti, R., & Geetha, G. (2012). Cryptographic Hash Functions: A Review. 9(2).
- [12] Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. "O'Reilly Media, Inc."
- [12] Using blockchain to drive supply chain transparency. (n.d.). Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/operations/articles/blockchain-supply-chain-innovation.html>
- [14] Wang, E., & Wegrzyn, K. (2021). The Pros and cons of Blockchain in supply chain. Retrieved from <https://www.jdsupra.com/legalnews/the-pros-and-cons-of-blockchain-in-8158255/>
- [15] What are smart contracts on Blockchain? (n.d.). Retrieved from <https://www.ibm.com/topics/smart-contracts>



Dušan Mitrović je saradnik u nastavi na Fakultetu organizacionih nauka, gde je završio osnovne i master studije. Objavio je više naučnih radova iz oblasti informacionih tehnologija.

Kontakt: dusan.mitrovic@fon.bg.ac.rs

Oblasti interesovanja: blokčejn tehnologiju, računarske mreže, veb aplikacije.



Miloš Milovanović je redovni profesor pri katedri za Informacione tehnologije, Fakulteta organizacionih nauka. Rukovodilac je centra za Informacione tehnologije.

Kontakt: milos.milovanovic@fon.bg.ac.rs

Oblasti interesovanja: Računarske mreže, HCI, Biometrija



Miroslav Minović je redovni profesor pri katedri za Informacione tehnologije, Fakulteta organizacionih nauka. Rukovodilac je laboratorije za Multimedijalne komunikacije.

Kontakt: miroslav.minovic@fon.bg.ac.rs

Oblasti interesovanja: HCI, Multimedija, Blokčejn, Biometrija