

PODRUČJA UPOTREBE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U POSLOVNOJ LOGISTICI

Stokić, Jevto

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:145:927526>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-21**



Repository / Repozitorij:

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Sveučilišni prijediplomski studij (*Poslovna informatika*)

Jevto Stokić

**PODRUČJA UPOTREBE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U
POSLOVNOJ LOGISTICI**

Završni rad

Osijek, 2023.

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Economics and Business in Osijek
University Undergraduate Study (*Business informatics*)

Jevto Stokić

**AREAS OF USE OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN
LOGISTICS**

Final paper

Osijek, 2023.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Sveučilišni prijediplomski studij (*Poslovna informatika*)

Jevto Stokić

**PODRUČJA UPOTREBE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U
POSLOVNOJ LOGISTICI**

Završni rad

Kolegij: Poslovna logistika

JMBAG: 0010234771


e-mail: jstokic@efos.hr

Mentor: prof.dr.sc. Davor Dujak

Osijek, 2023.

IZJAVA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, PRAVU PRIJENOSA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je Završni
(navesti vrstu rada: završni / diplomski / specijalistički / doktorski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, NN 119/2022).
4. izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta/studentice:

JMBAG: 0010234771

OIB: 18101379871

e-mail za kontakt: stokicjevto@gmail.com

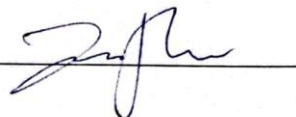
Naziv studija: Sveučilišni prijediplomski studij Poslovna informatika

Naslov rada: Područja upotrebe blockchain tehnologije u poslovnoj logistici

Mentor/mentorica rada: Davor Dujak

U Osijeku, 2023. godine

Potpis _____



Područja upotrebe blockchain tehnologije u poslovnoj logistici

SAŽETAK

U ovome radu će se pobliže objasniti blockchain tehnologija te njezina povezanosti sa poslovnom logistikom. Cilj ovog rada je ustanoviti uzročno-posljedičnu vezu između blockchain-a i povećanja efikasnosti, sigurnosti i sljedivosti informacija. Definirati će se pojam logistika i njezini logistički sustavi. Dalje se navodi i objašnjava Četvrta industrijska revolucija ili Industrija 4.0 i novonastale tehnologije i doprinosi koje donosi sa sobom, a među kojima pronalazimo i tehnologiju blockchain. Osim toga pobliže će se definirati sam blockchain, njegove funkcionalnosti te će se pojasniti njegove prednosti i mane. Testiranje postavljenih hipoteza odvijat će se na četiri odabrana poslovna subjekta te će se objasniti utjecaj blockchain tehnologije na njihovu efikasnost, sigurnost i sljedivost opskrbnog lanca. Četiri poslovna subjekta koji se analiziraju u ovom radu su A.P. Moller-Maersk, pružatelj logističkih usluga i transporta, Oracle pružatelj usluge baze podataka i ostalih ERP sustava, Carrefour, francuski trgovački lanac i Walmart Canada, kanadska divizija sjeverno-američkog trgovačkog giganta. Kroz samu raspravu ovog rada se utvrđuje utjecaj blockchain tehnologije na efikasnost analiziranih poslovnih subjekata i poslovnih subjekata općenito. Blockchain tehnologija je i dalje slabo analizirano područje, ali generalni pokazatelji su da povećava efikasnost, sigurnost i sljedivost informacijskog toka i opskrbnog lanca. Također omogućava jednostavan i brz način pristupa informacijama o svakom dobavljaču pojedinog proizvoda. Budućim istraživanjima i analizama blockchain tehnologije utvrdit će se njeno točno mjesto unutar opskrbnog lanca i područja logistike općenito.

Ključne riječi: blockchain, logistika, efikasnost, sljedivost, opskrbni lanac

Areas of use of blockchain technology in logistics

ABSTRACT

In this paper, the blockchain technology will be explained in more detail, as well as its connection to business logistics. The aim of this paper is to establish a cause-and-effect relationship between blockchain and the enhancement of efficiency, security, and traceability of information. The concept of logistics and its logistic systems will be defined. Furthermore, the Fourth Industrial Revolution or Industry 4.0 and emerging technologies and contributions it brings will be outlined and explained, including the technology of blockchain. Additionally, the paper will delve into the definition of blockchain itself, its functionalities, and will clarify its advantages and disadvantages. The testing of set hypotheses will be carried out on four selected business entities, and the impact of blockchain technology on their supply chain efficiency, security, and traceability will be explained. The four business entities analyzed in this paper are A.P. Moller-Maersk, a provider of logistics and transportation services, Oracle, a provider of database and other ERP systems, Carrefour, a French retail chain, and Walmart Canada, the Canadian division of a North American retail giant. Throughout the discussion, this paper determines the influence of blockchain technology on the efficiency of the analyzed business entities and businesses in general. Blockchain technology is still a relatively underexplored area, but general indicators show that it enhances the efficiency, security, and traceability of information flow and the supply chain. It also enables an easy and fast way to access information about each supplier of a specific product. Through future research and analysis, the exact role of blockchain technology within the supply chain and the field of logistics in general will be determined.

Keywords: blockchain, logistics, efficacy, traceability, supply chain

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Metodologija i istraživanja	2
2.1. Predmet istraživanja	2
2.2. Hipoteze istraživanja/Istraživačka pitanja	2
2.3. Metode istraživanja.....	2
3. Blockchain u poslovnoj logistici	4
3.1. Logistika i logistički sustavi.....	5
3.2. Industrija 4.0.....	9
3.3. Doprinos četvrte industrijske revolucije	11
3.4. Blockchain.....	14
3.4.1. Povijesni razvoj blockchain-a	15
3.4.2. Princip rada i funkcioniranja blockchain-a	16
3.4.3. Prednosti i nedostaci blockchain-a u logistici.....	19
4. Primjeri primjene blockchain tehnologije u pojedinim poslovnim subjektima.....	23
4.1. A.P. Moller-Maersk.....	23
4.2. Carrefour	24
4.3. Oracle	25
4.4. Walmart Canada	26
5. Rasprava	28
5.1. Utjecaj blockchain tehnologije na efikasnost poslovnih subjekata	28
5.2. Testiranje istraživačkih pitanja	29
6. Zaključak.....	31
Literatura.....	32
Popis slika	35

1. Uvod

U današnjem sve više globaliziranom i kompleksnom poslovnom okruženju, poslovna logistika igra ključnu ulogu u osiguravanju učinkovitog protoka materijala, informacija i resursa od izvora do odredišta. Uz sve veće zahtjeve za transparentnošću, sigurnošću i pouzdanošću u lancu opskrbe, tehnologije poput blockchaina postaju sve privlačnije.

Blockchain tehnologija, koja je prvobitno poznata po podršci digitalnoj kriptovaluti Bitcoinu, sve više se prepoznaje kao ključna inovacija koja može transformirati različite industrije, uključujući i poslovnu logistiku. Osnovna ideja iza blockchaina je stvaranje distribuirane, sigurne i transparentne baze podataka koja omogućava provjeru, sljedivost i verifikaciju transakcija i informacija.

U kontekstu poslovne logistike, blockchain tehnologija nudi brojne prednosti. Sljedivost opskrbnog lanca, sigurnost podataka, automatizacija procesa, transparentnost i poboljšana suradnja između sudionika u lancu opskrbe samo su neki od aspekata koji se mogu unaprijediti korištenjem blockchain tehnologije.

U ovom radu, istražiti ćemo ključne primjere primjene blockchain tehnologije u poslovnoj logistici, kao i njihove prednosti i izazove. Također ćemo istražiti stvarne primjere tvrtki koje su već implementirale blockchain tehnologiju u svoje logističke procese te kako je to utjecalo na njihovu učinkovitost, transparentnost i konkurentnost.

U nastavku ovog rada analizirat će se i objasniti na koji način su poslovni subjekti, u ovom slučaju A.P. Moller-Maersk, Carrefour, Walmart Canada i Oracle, implementirali blockchain tehnologiju te u kojim dijelovima opskrbnog lanca.

Naposljetku će se, kroz raspravu, utvrditi uspješnost implementacije blockchain tehnologije u ove poslovne subjekte. Točnije, pridonosi li blockchain tehnologija napretku, razvoju i konkurentnosti poslovnih subjekata.

2. Metodologija i istraživanja

2.1. Predmet istraživanja

Predmet ovoga rada je pojasniti blockchain i njegova povezanost i moguća primjena na području poslovne logistike. Nadalje, na četiri primjera poslovnih subjekata koji su implementirali blockchain tehnologiju, objasniti će se na koji način su primijenili blockchain tehnologiju te će se utvrditi utječe li ova tehnologija pozitivno na efikasnost, efektivnost, brzinu i integritet informacija i protoka informacija.

2.2. Hipoteze istraživanja/Istraživačka pitanja

Temeljem uočenog problema definirane su sljedeće hipoteze:

H1: Implementacija blockchain tehnologije u opskrbni lanac poduzeća omogućava lakše utvrđivanje porijekla proizvoda.

H2: Blockchain tehnologija implementacijom u logistički sustav unapređuje efikasnost protoka i skladištenja informacija.

2.3. Metode istraživanja

U radu su korištene sljedeće glavne znanstvene metode: metoda dokazivanja, metoda indukcije, metoda studija slučaja i metoda kompilacije.

Dokazivanje je jedna od najbitnijih znanstvenih metoda unutar koje se nalaze praktički sve ostale znanstvene metode i posebni metodološki postupci, kao i svi oblici mišljenja. Dokazivanje je izvođenje istinitosti određenih stavova na temelju znanstvenih činjenica ili na temelju prethodno utvrđenih istinitih stavova. (Zelenika, 2000.)

Metoda indukcije ili induktivna metoda, sistematska je i dosljedna primjena induktivnog načina zaključivanja u kojem se na temelju pojedinačnih činjenica dolazi do općeg zaključka. (Zelenika, 2000.)

Metoda studija slučaja je postupak izučavanja određenog slučaja iz nekog znanstvenog područja, primjerice ekonomije, geografije, povijesti i sl. Na temelju ove metode može se izučavati: produktivnost poduzeća, promet tereta u određenoj luci ili bilo koji pojedinačni problem, pri čemu se izučava određeno karakteristično obilježje. (Zelenika, 2000.)

Metoda kompilacije postupak je preuzimanja rezultata, opažanja, istraživanja, zaključaka i spoznaja. Temelji se na oponašanju drugih, pri čemu se često uzimaju dijelovi tuđih radova. (Zelenika, 2000.)

3. Blockchain u poslovnoj logistici

Blockchain tehnologija primarno se veže uz kriptovalutu bitcoin, s kojim je i sama tehnologija bila i izrađena te se nije primjećivala niti uzimala u obzir mogućnost primjene blockchain-a u nekom drugom području van kriptovaluta.

Tek unazad nekoliko godina, točnije početkom 2016. godine, počeli su izvirati znanstveni radovi u svjetskim data bazama, poput *Web of Science* i *Scopus* baza. Broj radova tematike blockchain-a u SCM-u (*Supply Chain Management*) i općenito opskrbnom lancu naglo raste tijekom 2017. godine (Dujak, Sajter 2018).

Unatoč i daljem rastu broja radova kroz godine, ova tematika je nedovoljno istražena. Većina projekata koji se baziraju na kombinaciji SCM-a i blockchain tehnologije su u probnim fazama. Postoji samo nekolicina projekata i aplikacija koji pokazuju obećavajuć korak prema unaprjeđenju efikasnosti opskrbnog lanca, poput Oracle-ovog GSBN-a (*Global Shipping Business Network*) koji se poblizje definira u nastavku ovog rada.

Dodatno, značajan pokazatelj primijećenosti blockchain tehnologije kao znamenite u unaprjeđenju efikasnosti jest implementacija iste unutar sustava američkog ministarstva domovinske sigurnosti. Prema informacijama na njihovoj web stranici, DHS (*Department of Homeland Security*) uvidio je mnoge slučaje upotrebe (*use case-ove*) koje blockchain može omogućiti. Među tim slučajevima korištenja su navedeni: „digitalno izdavanje vjerodajnica kako bi se poboljšala sigurnost i spriječilo krivotvorenje, stvaranje nepromjenjivih zapisa i revizijskih dnevnika podataka..., ubrzavanje pregleda putnika na zračnim lukama...“

Evidentno je da blockchain tehnologija dobiva pažnju raznih institucija, poslovnih subjekata i korporacija, ali njezinu primjenjivost i isplativost mogu odrediti sami subjekti. Samo mišljenje oko korisnosti, pa i same potrebe za primjenom blockchain tehnologije su još uvijek aktualne.

S jedne strane stoji Jamie Dimon, direktor J.P. Morgan-a, jedne od cjenjenijih financijskih agencija u svijetu, koji blockchain vidi kao „stvaran“, iako je vrlo velik protivnik kriptovalutama. S druge strane stoji Bruce Schneier, američki kriptograf i stručnjak za sigurnost koji je za internetski portal „Wired“ izjavio da je blockchain tehnologija „nepotrebna“ i da „postoje sustavi koje blockchain tehnologija zamjeni, a bili su efikasniji od nje“.

U nastavku rada vidjet će se primijenjena stvarnost blockchain tehnologije u nekoliko poslovnih subjekata te kako je uistinu ona utjecala na subjekte u kojoj se primijenila. Je li blockchain tehnologija „stvarna“ ili uistinu „nepotrebna“?

Kako bi se mogla donijeti vjerodostojna odluka u ovom radu po pitanju korisnosti ili bespotrebnosti blockchain tehnologije u opskrbnom lancu, proći će se kroz sve osnovne aspekte i pojmove vezane uz ovu tematiku, a ti pojmovi uključuju logistiku općenito, Četvrtu Industrijsku Revoluciju te blockchain općenito i njegove prednosti i nedostaci.

3.1. Logistika i logistički sustavi

Logistika, kao znanstvena disciplina i kao ključan proces unutar poslovnih subjekata, kakvu danas poznajemo je imala vrlo dug put otkrivanja, razvoja i primjene u gospodarstvu. Točnije, logistika, pod kojom se smatra organiziranje tijeka dobara i materijala, svoje začetke je uvidjela unutar vojnog sektora. Primarna funkcija logistike sredinom prošloga stoljeća bila je pravilno opskrbljivanje vojnika kroz razne matematičke modele optimizacije, koje su usavršili američki znanstvenici tijekom trajanja Drugog Svjetskog rata.

Pojam poslovne logistike u SAD-u kasnije je preuzet iz vojne logistike, a korišten je za opisivanje kretanja dobara, transporta i skladištenja unutar poslovnih subjekata. U Europi se tijekom šezdesetih godina počinje koristiti pojam „logistika“ kao dio gospodarske literature vezan uz materijalne tokove.

Prijelaz 70-ih godina prošlog stoljeća označava proširenje svijesti o logistici unutar znanstvenog konteksta, ali teko 80-ih godina Zapadna Europa dolazi u situaciju potrebe za uvođenjem logistike kao dijela unutar poslovnih subjekata. Prije dolaska u ovu fazu potrebe, poslovnim subjektima je primaran problem bio brža i efikasnija proizvodnja te veća proizvodnost rada. Tehnološkim razvojem dolazi etapa masovne proizvodnje, automatizacije određenih poslovnih procesa, ali ne bez novih problema. U tom trenutku, mnogo proizvoda se moglo proizvesti, ali problem nastaje u prodaji istih. Marketinška koncepcija je bila sljedeća etapa razvoja poslovnih subjekata te istraživanje tržišta i psihologija potrošača postaju glavni fokus kako bi se unaprijedila prodaja.

Nakon 70-ih godina, usavršavanjem tehnoloških procesa i maksimalnim smanjenjem sirovinskih troškova, poslovni subjekti se počinju baviti bržem obrtanju zaliha sirovina,

poluproizvoda i materijala unutar proizvodnih procesa. Uključujući sve to u obzir, logistika dobija na velikom značaju te njezina primjena u poslovnim subjektima postaje glavni cilj. Ono što logistika omogućuje poslovnim subjektima jest racionalizaciju poslovanja i konkurentnost, s obzirom da se, uz pomoć logistike, smanjuje vrijeme dostave i ostvaruje se veća fleksibilnost proizvoda. Isto tako, kroz pogled logistike, unutar poslovnih subjekata se postavljaju materijalni, vrijednosni i informacijski tokovi (Segetlija, 2013).

Kada definiramo pojam logistike, postoji više pogleda koji iskazuju drukčije definicije, a one ovisno gledamo li logistiku kao ekonomski, vojni ili pak opći pojam. Za puno shvaćanje logistike, preporučeno je krenuti od samog podrijetla riječi „logistika“.

Logistika je riječ sa tri podrijetla na dva jezika, točnije grčkog i francuskog. Na grčkom jeziku proizlazi iz dviju riječi: „lego“, što znači zamisliv i „logik“, što znači proračunat. Na francuskog jeziku dolazi od riječi „loger“, što znači kratkotrajno zbrinjavanje gosta ili vojnika i njegovo smještanje u prostoriju. Logistika je također prisutna u više disciplina, uključujući matematiku, filozofiju, vojsku pa tako i ekonomiju. U matematici logistika je izraz koji potječe od Platonovog naziva praktične matematike, a tijekom trajanja srednjeg vijeka logistika je bila sposobnost računanja. Također, pojam logistike se smatra kao posebni filozofski pravac koji uzima isključivo znanstvene činjenice i dokaze u obzir. Za razliku od toga, u vojsci logistika se odnosi na vojnu logistiku, odnosno transport, opskrbu i smještanje trupa i dobara. Današnji pojam logistike, kao gospodarske i ekonomske discipline, u srodstvu je najviše sa vojnom logistikom. Za razliku od vojne, gospodarska ili ekonomska logistika se odnosi na materijalni tok dobara (Segetlija, 2013).

Kako navodi Segetlija (2013:11), može se zaključiti da se danas logistika koristi u dvostrukom značenju: kao funkcija u društvenim sustavima i kao znanstvena disciplina.

Logistika kao pojam ima različite definicije, ovisno iz kojeg područja ju gledamo, ali postoji i univerzalna definicija logistike kao općeg pojam koju Segetlija (2013:11) izdvaja iz Nacrta europskih normi za opis strukture i temeljnih naziva logistike. Logistika je označena kao „provođenje i upravljanje pokretanja i smještanja ljudi i/ili dobara, te kao pomoćne aktivnosti koje se odnose na ovo pokretanje, unutar sustava koji je usmjeren na postizanje određenih ciljeva.“

Nadalje, Segetlija (2013:13) navodi definiciju I. Göpferta, koji prema temelju suvremenog predmeta istraživanja poslovne logistike kaže: „Logistika je suvremena upravljačka koncepcija za razvoj, oblikovanje, upravljanje i realizaciju učinkovitih i uspješnih tokova objekata

(dobara, informacija, novca i financija) u široko postavljenim sustavima stvaranja vrijednosti u poduzeću i u onima kod kojih se prelaze granice poduzeća.“

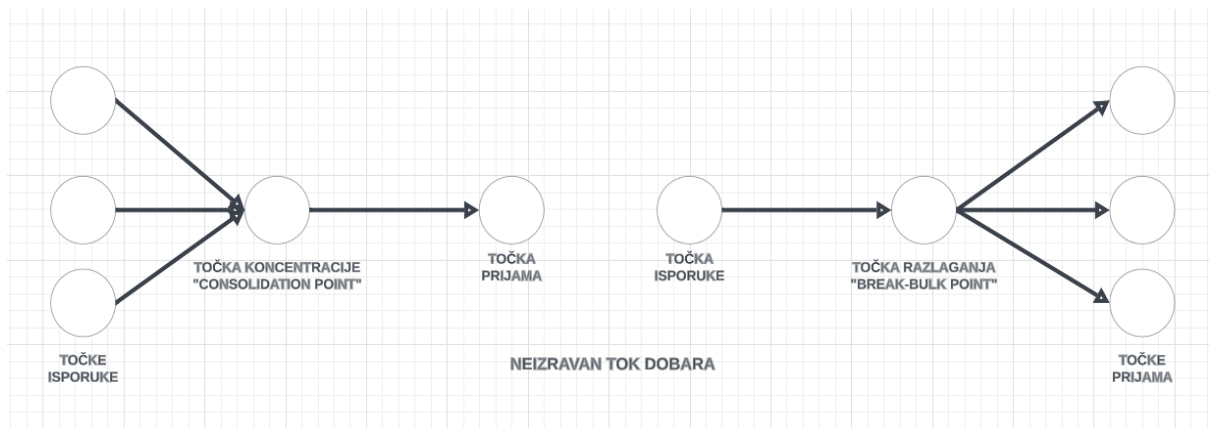
Logistički sustav je, prema Segetliji (2013:22), „sustavno-tehničko povezivanje objekata i radnih sredstava uz dane pretpostavke za ispunjavanje prostorno-vremenske transformacije.“ Unutar ovih logističkih sustava se odvijaju logistički procesi. Pod logističkim procesima podrazumijevamo tok dobara koji povezuje točke isporuke i točke prijama, koje između sebe mogu imati ili točke razlaganja ili točke koncentracije.

Na slikama 1., 2., i 3. se nalaze vrste logističkih sustava koje razlikujemo, a to su: jednostupnjevani, višestupnjevani i kombinirani sustav.



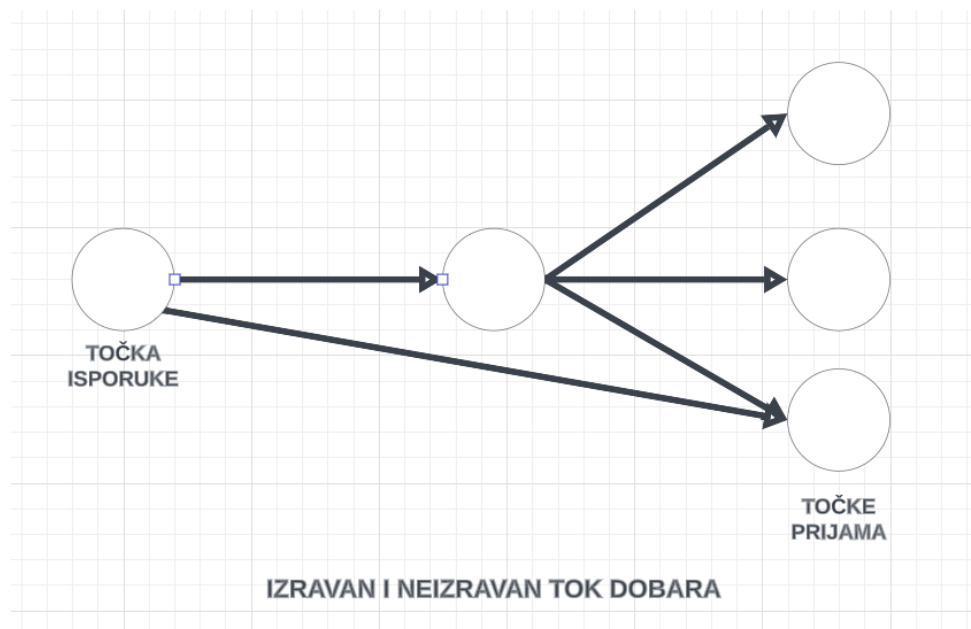
Slika 1. Jednostupnjevani logistički sustav (izrada autora po uzoru na izvor Segetlija Z. (2013.))

Jednostupnjevanim sustavom zovemo onaj logistički sustav koji se izravnim tokom povezuje između točke prijama i točke isporuke. Ovakav tok dobara zovemo izravni tok dobara.



Slika 2. Višestupnjevani logistički sustav (izrada autora po uzoru na izvor Segetlija Z. (2013.))

Višestupnjevanim sustavom zovemo onaj sustav koji unutar toka dobara između točke prijama i točke isporuke sadrži ili točku razlaganja ili točku koncentracije. Točka razlaganja (*break-bulk point*) služi kao točka razlaganja dobara u manje količine te njihova isporuka nakon toga. Suprotno, točka koncentracije (*consolidation point*) ima zadaću grupiranja manjih količina u veće te isporuka istih. Ovakav tok dobara zovemo neizravni tok dobara.



Slika 3. Kombinirani logistički sustav (izrada autora po uzoru na izvor Segetlija Z. (2013.))

Kombinirani logistički sustav je onaj sustav u kojem istovremeno postoje i izravni i neizravni tok dobara.

U današnjici, pa i proteklih nekoliko godina, glavni razvojni faktor bitan, prije svega za poslovne subjekte, pa tako i za ovaj rad, jest upravo da logistika postaje „integrirajuća funkcija poduzeća“ (Segetlija, 2013:8), odnosno razvija se u novi koncept pod imenom upravljanje opskrbnim lancem (*supply chain management – SCM*).

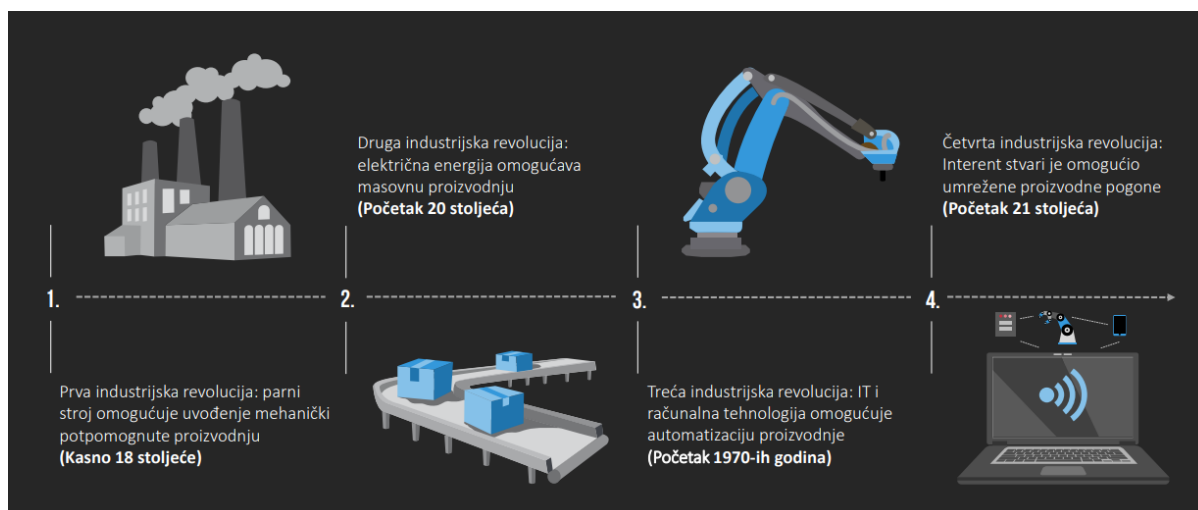
Cilj ovog novog koncepta je ostvariti povoljniju proizvodnju, distribuciju te i konkurentsku prednost na tržištu na osnovu fleksibilnosti proizvodnje, isporuke i narudžbe u usporedbi s drugim pružateljima istih usluga (Segetlija 2013:8).

U drugim dijelovima rada će se uvidjeti bliska srodnost blockchain tehnologije i SCM-a, odnosno mogućnosti koje postoje za razvoj uz pomoć blockchain tehnologije i izazovi koji postoje.

3.2. Industrija 4.0

Kroz ljudsku povijest dolazile su velike etape promjene koje bi mijenjale životnu okolinu čovječanstva. Te etape predstavljaju napredak ljudske civilizacije ka lakšem životu, unaprjeđenju određenih procesa ili totalnoj promjeni načina života. Kao što je u prapovijesnom kontekstu prelazak ljudi iz lovačko-sakupljačkog načina života u sjedilački, tako je, u nekom modernijem kontekstu, to industrijska revolucija.

Industrijska revolucija se konkretno bazira na aspekt proizvodnje, te je svaka dosadašnja industrijska revolucija sadržavala jednu ključnu komponentu koja ju obilježava. Za prvu je to parni stroj, druga donosi izum električne energije i izmjenične struje, a treća dolazi sa računalnim procesima, automatizacijom i ključnim tranzistorima koji su jedan od temelja informatičkog i tehnološkog doba.



Slika 4. Temeljna obilježja pojedine industrijske revolucije (dostupno na: <https://www.hgk.hr/documents/hgk-industrija-4058d8c59722fle.pdf>)

Međutim, dolaskom do Četvrte Industrijske Revolucije, ne možemo izdvojiti konkretno jedan ili dva izuma kojim možemo sa sigurnošću reći da je temeljno obilježje četvrte industrijske revolucije.

Ono što možemo izdvojiti kao „točku ubrzanja“ tijekom Četvrte Industrijske Revolucije, jest prijedlog njemačke vlade pod nazivom „Industrija 4.0“. Ovaj prijedlog uključuje izgradnju nove ekonomije i ekonomskog sustava temeljenog na novim „*hi-tech*“ tehnologijama (B. Furstenau *et al*, 2023.), koje će se pobliže definirati u nastavku rada.

Postoje razna objašnjenja, definicije i koncensusi koji objašnjavaju što je industrija 4.0 te koje bi se tehnologije trebale obuhvaćati u istom kontekstu s industrijom 4.0. Većinom definicija Industrije 4.0 ovisi o kontekstu unutar kojeg se spominje, u jednu ruku se spominje kao Četvrta Industrijska revolucija, dok u drugom kontekstu je skup „smart“ tehnologija poput smart proizvodnje, smart logistike ili smart tvornice. Pod terminom „smart“ se misli na digitalizaciju proizvodnih sustava uz pomoć ICT (*Information and Communication Technology*) tehnologija (Marek Ćwiklicki, Magdalena Wojnarowska, 2020.).

Wojnarowska i Ćwiklicki kažu kako dr. Ruohomaa daje konciznu definiciju Industrije 4.0, a ona glasi ovako: „Industrija 4.0 opisuje organizaciju proizvodnih procesa temeljenih na tehnologiji i uređajima koji međusobno i autonomno komuniciraju duž lanca vrijednosti: model 'pametne' tvornice budućnosti gdje računalno vođeni sustavi prate fizičke procese, stvaraju

virtualnu kopiju fizičkog svijeta i rade decentralizirane odluke temeljene na samoorganizirajućim mehanizmima.“

Usprkos datoj definiciji te mnogim drugim poput ove, i dalje ne postoji generalno prihvaćena definicija koja opisuje Industriju 4.0. Jedino što se može konstituirati jest način kreiranja ovih definicija, a to je kroz popis tehnologija ili alata koji se vezuju uz ovaj pojam (Marek Cwiklicki, Magdalena Wojnarowska, 2020.).

Big Data, *Cloud manufacturing*, CPS (Cyber-Physical Systems), IoT (*Internet of Things*) samo su neki od pojmova koji su ključni za Industriju 4.0. U nastavku rada će se detaljnije proučiti pojedini pojam, a među njima i najvažniji za ovaj rad – blockchain.

3.3. Doprinos četvrte industrijske revolucije

Neki od osnovnih obilježnih pojmova koji su došli sa Četvrtom Industrijskom Revolucijom su sljedeći: umjetna inteligencija (eng. *artificial intelligence*, *AI*), *Internet of Things* (IoT), robotika, 3D printanje, pametni senzori, *Big Data* i blockchain.

Umjetna inteligencija (AI), predstavlja prvi korak u području znanosti i inženjerstva prema automatizaciji specifičnih ili generalnih stvari putem programa. Prvi radovi u ovome području počinju nedaleko od kraja 2. svjetskog rata, a sam izraz AI se ustanovljuje 1956. godine (Russel, Norvig, 2010.).

Postoje mnoge definicije AI-a, ovisno o pogledu iz kojeg se kreira definicija, bilo to racionalni ili humani pogled. Primjerice iz pogleda racionalnosti, prema Poole *et al*, „Računalna inteligencija je studija dizajna inteligentnih agenata”, a s druge strane iz humanog pogleda, prema Kurzweilu je AI „Umijeće stvaranja strojeva koji obavljaju funkcije koje zahtijevaju inteligenciju kad ga izvode ljudi“ (Russel, Norvig, 2010.).

Ako gledamo opće prihvaćenu definiciju, prema enciklopediji Britannici AI je „sposobnost digitalnog računala ili računalno kontroliranog robota da obavlja zadatke koji se obično povezuju s inteligentnim bićima.“ Danas se AI većinom gleda kao ključni čimbenik strojnog učenja, autonomnih vozila, obrađivanja velike količine informacija ili teksta, virtualni asistenti poput Apple-ove „Siri“ ili Amazon-ove „Alex-e“.

Također, najnoviji trend uključuje korištenje ChatGPT-a, „*chatbot*“ softver koji omogućuje korisniku da mu postavlja pitanja koristeći razgovorni ili prirodni jezik. (*Encyclopedia Britannica*, 2023.)

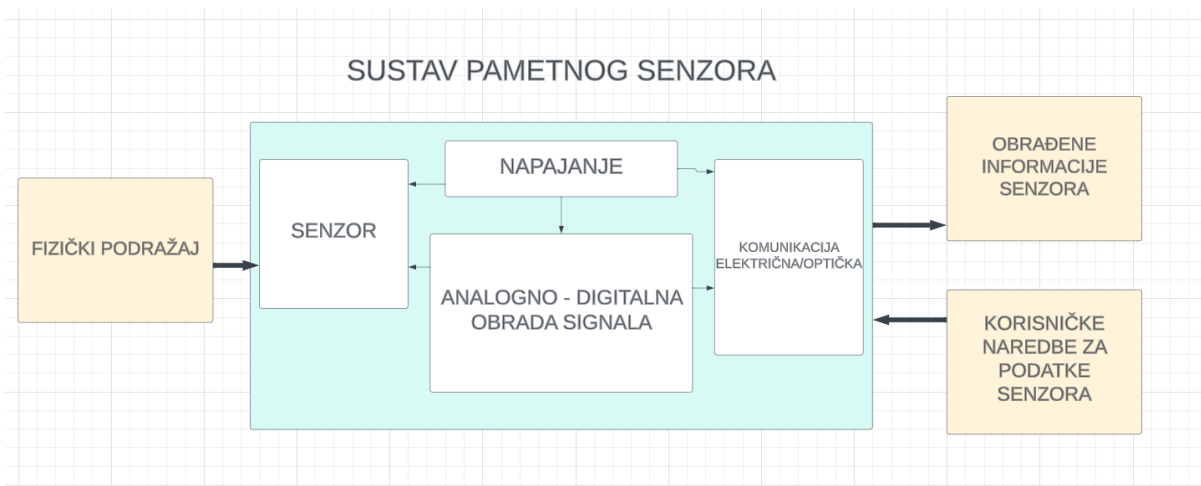
Internet stvari (IoT) ključna je tehnologija koja omogućuje Četvrtu industrijsku revoluciju i pojam Industrije 4.0. IoT omogućuje otkrivanje, prikupljanje i pohranjivanje velike količine podataka pomoću IoT uređaja i sustava za daljnju obradu pomoću povezanih uređaja. Podaci se obično obrađuju u centraliziranim poslužiteljima koji se temelje na oblaku i pokreću najnoviji robusni pristupi za osiguravanje visokih performansi, kao što su mobilno računalstvo u oblaku i mobilno rubno računalstvo. Podaci se zatim mogu koristiti za dodatno informiranje prilikom donošenja odluka na različitim razinama menadžmenta i za omogućavanje angažmana u stvarnom vremenu u različitim sektorima i partnerima u opskrbnom lancu (B. Furstenau *et al* 2023.).

Pojam robotike usko je vezan i većinom se i spominje unutar konteksta AI ili rame uz rame sa AI, s obzirom na to da su oba pojma, teoretski a i praktički, nerazdvojivi. Estifanos Tilahun Mihret za časopis *International Journal of Artificial Intelligence and Machine learning* daje jednu definiciju robotike koja glasi: „Robotika se može definirati kao područje znanja i tehnika koje se mogu koristiti za stvaranje robota. Robotika je grana inženjerstva koja uključuje koncepciju, dizajn, proizvodnju i rad robota. Ovo se područje preklapa s elektronikom, informatikom, umjetnom inteligencijom, nanotehnologijom i bioinženjeringom. Robotika je područje znanja i tehnika koje omogućuju konstrukciju robota.”

3D printanje ili aditivna proizvodnja je proces izrade trodimenzionalnih čvrstih objekata prema dizajnu unutar određene digitalne datoteke. Stvaranje 3D tiskanog objekta postiže se aditivnim procesima. Aditivni proces je proces u kojem se objekt stvara slaganjem uzastopnih slojeva materijala u gotov objekt. Svaki od ovih slojeva može se vidjeti kao tanko rezan presjek predmeta. Glavna prednost i razlog popularizacije i trenda ove tehnologije jest proizvodnja objekata, dizajnova, dijelova i sl. uz manji trošak materijala u usporedbi sa tradicionalnim oblicima gradnje ili proizvodnje. (3D printing, 2023.)

Senzori su ključan dio svijesti o našoj okolini koji pružaju sigurnost i nadzor. Napredak koji je najviše pridonio u području senzorske tehnologije jest izum pametnih senzora (*smart sensors*). Teško je pronaći točnu i univerzalnu definiciju pametnih senzora, ali obično se najjednostavnije pametni senzor može objasniti kao kombinacija osjetnog elementa sa mogućnosti obrade koju pruža mikroprocesor, pametni senzori su osnovni osjetilni elementi s ugrađenom

inteligencijom. Princip po kojem funkcionira pametni senzor je sljedeći: signal senzora dovodi se do mikroprocesor koji obrađuje podatke i pruža izlaznu informaciju vanjskom korisniku (W. Hunter *et al* 2010.).



Slika 5. Shematski prikaz sustava pametnog senzora (izrada autora po uzoru na izvor Schütze *et al.* (2018.))

Sustav pametnog senzora uključuje mogućnosti za bilježenje i obradu podataka te sposobnost prijenosa ili prikaza podataka vanjskom korisniku.

Aktualni trendovi korištenja ove tehnologije uključuju primjere poput magnetskih senzora (Hallovi senzori), MR senzora, mikromehaničkih akcelerometra i žiroskopa te Coriolisovih senzora protoka ili kemijskih senzora (Schütze *et al* 2018.).

Big Data pojam je koji se može definirati po samom imenu: velika količina, brzina i težina obrade podataka. Drukčije rečeno, u današnjici se na dnevnoj bazi kreira ogroman broj i količina podataka (veličine i preko nekoliko petabajta), a dostupna tehnologija je ili slaba ili neučinkovita tijekom obrade podataka (Madden, 2012). *Big Data* predstavlja značajan napredak kada se stavi u kontekst poslovne primjene, a također se i rapidno širi kao glavna tema u IT industriji. Osim toga, zakupila je interes i u drugim područjima poput bankarstva, zdravstva, društvenih mreža i sl. Razlog interesiranja za *Big Data* jest unaprijediti postojeće sustave kako bi se veća količina podataka mogla obrađivati, slati i kreirati efikasnije i na lakši i sistematizirani način (Khan *et al*, 2014.).

S obzirom na tematiku ovog završnog rada, zadnja navedena stavka ovog dijela rada jest blockchain tehnologija, koja će se u nastavku detaljno objasniti.

3.4. Blockchain

Blockchain se može opisati kao distribuirana glavna knjiga koja sadržava zapise o transakcijama, koje je vrlo teško izmjenjivati. Generalno funkcionira bez centralnog entiteta unutar kojeg se pohranjuju zapisi, poput banke, poduzeća ili države. Blockchain omogućuje, u šturom smislu, zapisivanje i praćenje transakcija u glavnu knjigu između skupine ljudi, na način da nakon objavljivanja transakcije, ista ne može biti izmijenjena.

2008. godine, kombinacijom blockchain tehnologije sa nekoliko novih tehnologija i koncepata, kreirala se moderna koncepcija kriptovaluta. 2009. godine blockchain se popularizira putem najave i objave prve moderne kriptovalutne mreže Bitcoin.

Blockchain tehnologija omogućila je razvoj mnogih sustava kriptovaluta, poput Bitcoina i Ethereum-a te se iz tog razloga direktno veže uz pojam kriptovalutnih sustava. Popularnost je stekla i održala zbog njezine sposobnosti očuvanja integriteta i sigurnosti pohranjenih informacija unutar blockchain-a.

Naizgled vrlo komplicirana tehnologija, s obzirom na njezinu povezanost sa poljima kriptografije i distribuiranih sustava, blockchain se može jednostavno objasniti kroz nekoliko dijelova. Jednostavnim riječima, blockchain je tehnologija koja funkcionira na principu blokova, odnosno pohranjenih informacija ili transakcija, koje su povezane lancem (Yaga *et al.*, 2018:1).

Konkretnija definicija blockchain tehnologije, prema Yaga *et al.*, kaže kako je blockchain distribuirana digitalna glavna knjiga koja sadrži kriptografski očuvane transakcije koje se grupiraju u blokove. Svaki novokreirani blok se povezuje kriptografski sa prethodnim, što ga čini kompliciranim za izmijeniti ili izbrisati. Razlog toj kompliciranosti jest da svaka izmjena ili dodatak transakcije u blockchain mora biti potvrđen od strane drugih korisnika blockchain mreže.

Blockchain mreža može se kategorizirati na dva načina: mreža bez ograničenja i mreža sa dopuštenjima. Mreža bez ograničenja bi bila poput javnog interneta, dok je mreža sa dopuštenjima poput intraneta.

Blockchain mreža bez ograničenja podrazumijeva mogućnost bilo kojeg korisnika da objavljuje blokove bez dozvole nekog autoriteta. Najčešće su to oblici *open source software-a*, dostupni bilo kojem korisniku koji želi preuzeti taj softver.

Za razliku od toga, blockchain mreža s ograničenjima je mreža unutar koje su sudionici samo oni koji imaju dopuštenje od centralnog autoriteta da prisustvuju mreži. S obzirom na ograničeni pristup, moguće je odrediti koji će korisnici imati dopuštenje čitanja transakcija i dodavanja transakcija. Većinom se ovakva mreža primjenjuje unutar poslovnih subjekata kao interni način zapisivanja transakcija ili s poslovnim partnerima ili sa zaposlenicima (Yaga *et al.*, 2018).

3.4.1. Povijesni razvoj blockchain-a

Temeljni iskazi ideje blockchain tehnologije pojavljuju se krajem 80-ih i početkom 90-ih godina prošlog stoljeća. Prvi iskaz ovih ideja začeo se u radu Leslie Lamport, koja je razvila takozvani *Paxos protocol*. U njezinom radu objašnjava model konsenzusa u mreži računala, gdje su ili računala ili sama mreža nepouzdana. Nadalje, 1991. godine, lanac informacija korišten je kao digitalna glavna knjiga za zapisivanje i potpisivanje dokumenata na način da prikazuje nepromijenjenost svakog dokumenta koji se nalazio u tom lancu.

Kombinacijom ovih postupaka i koncepata, 2008. godine objavljen je rad autora pod pseudonimom *Satoshi Nakamoto*. Rad iznesen pod nazivom „*Bitcoin: A Peer To Peer Electronic Cash System*“ sadrži nacrt po kojim se vode većina današnjih modernih kriptovalutnih sustava (Yaga *et al.*, 2018).

Temeljni princip kojim se vodi *Bitcoin* kriptovaluta jest omogućavanje *online* plaćanja direktno između korisnika bez potrebe za medijatorom, poput banke. Cilj *Nakamotovog* rada jest riješiti problem dvostrukog trošenja, to jest dupliciranje iste transakcije više puta. Način na koji se ovaj problem rješava, kako se navodi u *Nakamotovom* radu, jest povezivanje transakcija sa obavljenim prethodnim transakcijama. Kroz ovakvo povezivanje se osigurava neizmjenjivost podataka i transakcija kroz sustav javne glavne knjige. Ovoj glavnoj knjizi imaju pristup svi

korisnici mreže te ti isti korisnici potvrđuju je li određena svota kriptovalute već utrošena ili ne.

Inicijalno, blockchain tehnologija svoju je popularnost i interes od mnogih dobila iz razloga što pruža anonimnost korisnika, a i transparentnost transakcija i podataka. Daljnjim istraživanjima se otkrilo kako blockchain može biti primijenjen i u drugim područjima osim kriptovaluta. Primjerice, *Ethereum* uvodi 2013. godine platformu baziranu na blockchainu koja provodi pametne ugovore. U usporedbi sa *Bitcoin*-om, *Ethereum* se vodi kao tehnologija koja omogućava poslovnim subjektima izradu vlastitog programa kroz koncept digitalne glavne knjige. Ovaj slučaj predstavlja prvu etapu razvoja blockchain tehnologije van područja kriptovaluta. (Popovski, Soussou, 2018)

2018. godine, kao budućnost blockchain tehnologije, Popovski navodi nekoliko primjera primjene tehnologije u različitim područjima. Navodi se poslovni subjekt *Hashed Health* kao primjer iz zdravstva, koji pomaže korisnicima u otvaranju vlastitih zdravstvenih ordinacija kroz primjenu blockchain tehnologije. Nadalje, *Blocktix* koji koristi blockchain tehnologiju kao jednostavno i sigurno rješenje prodaje karata za određene događaje i koncerte. Naposljetku, *Follow My Vote* koji za cilj ima kreirati online platformu za glasanje.

3.4.2. Princip rada i funkcioniranja blockchain-a

Kako bi se što jednostavnije objasnio koncept rada blockchain tehnologije, treba ju sagledati kroz njezine najbitnije dijelove. Prema Yaga *et al.*, najbitniji dijelovi blockchain tehnologije su: kriptografske *hash* funkcije, transakcije, asimetrična kriptografija ključa, adrese, glavne knjige, blokovi te kako se blokovi povezuju u lanac.

Kriptografska *hash* funkcija su funkcije koje se povezuju na podatke. To im omogućuje metoda *hashing-a* koja izračunava unikatni rezultat određenog unosa bilo koje veličine. Taj rezultat naziva se *message digest* ili *digest*. Ova funkcija omogućuje korisnicima da uzmu bilo koji unos podataka, *hash-aju* ga i usporede rezultat sa zapisanim te provjeravaju ispravnost tog unosa, odnosno da se podaci nisu izmijenili.

Kriptografske *hash* funkcije, prema Yaga *et al.*, imaju 3 glavna svojstva:

1. Funkcije su „*preimage resistant*“, odnosno nemoguće je sa rezultatom pronaći unos koji mu odgovara.
2. Funkcije su „*second preimage resistant*“, odnosno nemoguće je pronaći dva ista unosa koji daju isti rezultat.
3. Funkcije su „*collision resistant*“, odnosno nemoguće je pronaći dva unosa koji se *hash-aju* u isti rezultat.

Najrasprostranjenija *hash* funkcija koja se koristi je SHA-256. SHA-256 predstavlja akronim „*Secure Hash Algorithm*“ sa veličinom rezultata od 256 bitova. S tolikom veličinom rezultata koji daje, ova *hash* funkcija sadržava 2^{256} mogućih *digest-a*.

Zadaće koje obavljaju kriptografske *hash* funkcije su: derivacija adresa, kreiranje jedinstvenih identifikatora, osiguravanje podataka u bloku i osiguravanje zaglavlja bloka.

Transakcija u mreži blockchain-a je, kao i u fizičkom svijetu, interakcija između stranaka. Na primjeru kriptovaluta, transakcija je razmjena određene svote kriptovalute između dva korisnika.

Svaki blok unutar mreže blockchain-a može sadržavati nula ili više transakcija, iako za određene mreže blockchain-a ključno je konstantno dodavanje blokova u blockchain radi sigurnosti. Na način da blockchain ima konstantan priljev blokova, korisnici koji žele blockchain izmijeniti ne mogu sustići broj novo dodanih blokova.

Za svaki blockchain postoji drukčija količina podataka koja mora biti prikazana u transakciji. Međutim, na primjeru kriptovaluta, minimalne informacije koje mora transakcija zadržavati su ulaz i izlaz.

Ulazi transakcija su liste pošiljatelja koje sadrže popis digitalne imovine koja se prenosi na drugog korisnika. Verificiranje ulaza se odvija referencom na prethodnu transakciju gdje je pošiljatelj dobio poslani iznos ili, u slučaju novonastale digitalne imovine, originalnog događaja koji je stavio tu imovinu na račun pošiljatelja. Pošiljatelj također mora potvrditi da imaju pristup ulazu koji su priložili u transakciju, a potvrda se najčešće odvija digitalnim potpisom.

Izlazi transakcija su računi primatelja transakcije te iznos koji će zaprimiti na račun. Svaki izlaz definira: iznos digitalne imovine koji će primatelj dobiti, identifikator primatelja te uvjete koje primatelj mora ispuniti kako bi mogao iskoristiti vrijednost koju prima. U slučaju zaprimanja većeg iznosa nego što je određeno u transakciji, višak se prebacuje nazad na račun pošiljatelja.

Osim prijenosa digitalne imovine i vrijednosti, transakcije se mogu koristiti i za prijenos informacija i podataka, u slučaju pametnih ugovora.

Sljedeća komponenta blockchain tehnologije je asimetrična kriptografija ključa, a ona podrazumijeva korištenje dva ključa: privatnog i javnog.

Javni ključ vidljiv je svim korisnicima unutar blockchain-a te služi kao identifikator korisnika, a privatni ključ koristi se za potpisivanje transakcija kako bi one ostale sigurne. Ovakav sistem asimetričnosti ključeva omogućuje da korisnici, koji se ne poznaju i ne vjeruju jedni drugima, imaju javne transakcije koje su osigurane privatnim identifikatorima, to jest ključevima.

S ovakvim sustavom asimetrične kriptografije ključeva, korisnici mogu potvrditi valjanost transakcije nekog korisnika s obzirom na to ima li taj korisnik privatni ključ s kojim se potpisuje na transakciju.

Adresa je komponenta određenih blockchain sustava koja služi kao kratki alfanumerički niz znakova. Ovaj niz izvlači se dijelom iz javnog ključa pomoću *hash* funkcije te se dodatni podaci dodaju u niz, poput broja verzije i sl.

Većina blockchain sustava koriste adresu kao krajnje točke transakcije, odnosno od koga se šalje i kome se šalje.

Primjena adresa također se pojavljuje i u sustavima blockchain-a koji se koriste za pametne ugovore. Pametni ugovori koriste tzv. ugovorni račun, vrstu adrese koja je dostupna onog trenutka kada se pametni ugovor pokrene. Ugovorni račun omogućuje izvršenje ugovora kada zaprimi transakciju, a također omogućuje i dodatno kreiranje novih pametnih ugovora.

Glavna knjiga kao opći pojam je zbirka transakcija. Papirnate glavne knjige su se koristile kroz povijest za zapisivanje izmjena dobara i usluga, a i danas se koriste u određenim računovodstvenim i knjigovodstvenim servisima. No u većini današnjeg svijeta, u moderno doba digitalizacije, umjesto glavnih knjiga se koriste digitalne glavne knjige. One predstavljaju ogromne baze podataka kojima upravlja određena vjerodostojna treća strana.

Ono što blockchain tehnologija omogućuje jest decentralizirana glavna knjiga, jer prema samome dizajnu, blockchain je distribuiran, bez centralne jedinice koja kontrolira i prikuplja transakcije.

Prednost ovakvog sustava, za razliku od centralizirane glavne knjige, je velika. Distribuiranost blockchain-a omogućuje kreiranje više kopija glavne knjige te sami korisnici postaju na neki

način „glavna knjiga“. Kroz ovakav sustav teško je uništiti i izbrisati transakcije, a samim time i glavnu knjigu. Dodatna prednost jest heterogenost mreže, odnosno svaki korisnik posjeduje drukčiji hardver i softver te napad na jednog korisnika neće biti uspješan na drugom.

Dodatne prednosti blockchain mreže u usporedbi sa centraliziranim sustavu su sljedeće: transparentnije transakcije, geografski je neodređen, svaka prihvaćena transakcija je zapisana, centralizirani napadi na sustav su nemogući.

Sljedeća komponenta blockchain tehnologije je sama srž iste, a to je blok. Blok je dio blockchain-a koji sadrži zaglavlje i podatke. Zaglavlje se sastoji od meta podataka samog bloka. Zaglavlje sadrži broj bloka, *hash* vrijednost prethodnog zaglavlja, *hash* vrijednost podataka unutar bloka, vrijeme stavljanja bloka u lanac i veličinu bloka. Podaci unutar bloka čine popis prihvaćenih i autentičnih transakcija koje su se priključile u blockchain.

Odobranje i potvrđivanje validnosti bloka se odvija putem pregleda formata podataka unutar samog bloka te provjera ispravnosti i postojanja digitalnog potpisa. Ovom provjerom se osigurava da je izvršitelj transakcije u posjedu vlastitog privatnog ključa. Ukoliko ne prihvate svi korisnici sustava blok koji se želi povezati na blockchain, isti se odbacuje.

Način na koji se svi blokovi povezuju jest putem *hash digest-a* svakog prethodnog zaglavlja bloka u lancu i na taj način formiraju blockchain. Ukoliko se prethodno postavljeni blok izmijeni, on će sadržavati drukčiji *hash*. Samim time, svaki sljedeći blok će promijeniti svoju *hash* vrijednost. Zbog ovakvog sustava povezivanja, lako je odrediti i pronaći blok koji je izmijenjen te isti izbaciti iz blockchain-a (Yaga *et al.*, 2018:7-17).

3.4.3. Prednosti i nedostaci blockchain-a u logistici

Blockchain tehnologija unutar poslovne logistike pronašla je nekoliko područja primjene i samim time pokazala kako se uklapa u sustav opskrbnog lanca i što istom pridonosi. U ovom sijelu rada proći će se i objasniti nekoliko prednosti, a i nedostataka blockchain tehnologije.

Prema autorima Dujak, Sajter (2019.), navode 5 prednosti blockchain tehnologije primijenjene u opskrbnom lancu, a te prednosti su: unaprijeđenje sljedivosti, poboljšano predviđanje potražnje, otvoreni pristup, prevencija prevare i automatizacija transakcija. Kao dodatna prednost navodi se i smanjenje utjecaja na okoliš.

Sljedivost proizvoda ključan je element opskrbnog lanca, kako za dobavljače tako i za krajnje korisnike i kupce. Blockchain tehnologija omogućava laku provjeru porijekla proizvoda te se vrlo jednostavno može slijediti transportni tijek određenog proizvoda. Kroz ovakvu transparentnost porijekla proizvoda, poslovni subjekti ostvaruju konkurentnu prednost u smislu dobivanja veće razine povjerenja od strane kupaca. Radio frekvencijske identifikacijske (RFID) oznake, zajedno s blockchainom, poboljšavaju praćenje proizvoda. Najčešća vrsta tehnologije koja se „uparuje“ s blockchain-om u ovom slučaju jest tehnologija radio frekvencijskih identifikatora (RFID). Uz pomoć RFID-a, podaci o proizvodu se brzo prenose u digitalne formate.

Blockchain osigurava autentičnost podataka, omogućujući svim članovima opskrbnog lanca pristup i povjerenje u informacije. Industrije poput prehrambene koriste blockchain kako bi mogli osigurati kvalitetu proizvoda koje prodaju, dok i određene automobilske tvrtke (poput *VolksWagen-a*) istražuju moguću primjenu kroz praćenje automobilskih dijelova.

Predviđanje potražnje u logistici definira se kao kolaborativno predviđanje moguće potražnje, utjecanje određenih čimbenika opskrbnog lanca na potražnju te u skladu s time kreiranje ponude. U ovom slučaju, blockchain predstavlja rješenje za moguću dugotrajnu, transparentnu i uspješnu mrežu komunikacije i izmjene informacija za menadžmentom potražnje, tj. upravljanje potražnjom.

Zbog sigurnosti blockchain tehnologije, informacije o potražnji dostupne na mreži su istinite, dostupne u stvarnom vremenu i otporne na izmjene ili izloženost konkurenciji. Ovisno o vrsti blockchain-a, određene informacije o potražnji mogu biti dostupne samo odobrenim članovima opskrbnog lanca, u slučaju blockchain-a s ograničenjima, ili bilo kojem članu, u slučaju blockchain-a bez ograničenja.

Otvoreni pristup blockchain-a, u kontekstu logistike, primarno je najbitniji za transportni aspekt opskrbnog lanca. Točnije, unutar transportnog procesa, korištenje blockchain tehnologije kao otvorene platforme za sve sudionike opskrbnog lanca omogućuje mnoge prednosti.

Prvenstveno, svi sudionici imaju pristup svakom dokumentu, potvrdi ili svakoj aktivnosti u pravom vremenu. Pod tim informacijama su sadržane informacije o podrijetlu, izdavanju i kretanju robe u transportu. Ključna prednost leži u posjedovanju točnih, pravovremenih podataka o rasporedu pošiljaka za luke, terminale i intermodalne prijevoznike. Ovakvo

djelovanje omogućuje sudionicima bolju pripremu i planiranje svojih aktivnosti, pružajući cjelovitu vidljivost kroz opskrbni lanac.

Što se tiče prevencije prijevare, blockchain tehnologija omogućuje temeljit pregled izvora svih proizvoda koji se kreću opskrbnim lancem bilo koje industrije. Blockchain tehnologija osigurava da poslovni subjekti, institucije te krajnji korisnici imaju uvid u porijeklo proizvoda koje nabavljaju ili kupuju. Na primjeru medicinske industrije, blockchain može pomoći u praćenju proizvoda te pravovremenom reagiranju i povlačenju proizvoda ukoliko se pronađe problem vezano uz određeni lijek. Slična instanca primjene blockchaina može se pronaći i u industriji luksuznog nakita.

Uz pomoć blockchain-a, među ostalim industrijama, dvije prethodno navedene industrije ostvaruju ogromnu korist, konkretno vezano uz otkrivanje krivotvorenih lijekova ili nakita. Razlog zašto ove dvije industrije najviše ostvaruju korist jest velika količina krivotvorenih lijekova i nakita koji se kreću tržištem.

Sljedeća prednost, automatizacija transakcija, se konkretno vezuje uz koncept pametnih ugovora. Velika prednost leži u tome što, koristeći koncept pametnih ugovora, eliminira se potreba za trećom stranom (npr. bankom). Time se eksponentno ubrzava proces transakcije, a i smanjuje se cijena transakcije. Trenutno je cijeli koncept pametnih ugovora u probnoj fazi u nekoliko poduzeća, uključujući *Kouvala*, *Watson IoT Center*, *IBM* i dr.

Iako još u probnoj fazi, koncept smart ugovora će vrlo vjerojatno pronaći svoje mjesto u opskrbnom lancu budućnosti.

Posljednja prednost navedena u ovom dijelu rada jest smanjenje utjecaja na okoliš. Točnije, veliki utjecaj smanjenja štete okolišu, koristeći blockchain, jest smanjenje potrebe za papirnatim oblikom dokumentacije. Nadalje, blockchain omogućuje pružanje točnih informacija o proizvodu kojem je vijek trajanja završio, omogućavajući lakše recikliranje. Također, prednost je mogućnost praćenja emisija CO_2 te sukladno tome naplaćivati veći porez poslovnim subjektima koji ne reduciraju ili ne stabiliziraju svoj ugljični otisak (Dujak, Sajter, 2019).

Nedostaci blockchain tehnologije u logistici su sljedeći: konceptualizacija pametnih ugovora, tehnologija i dalje u razvojnim fazama, kompliciranost tehnologije i teška prilagodljivost korisniku, performans te velika potrošnja energije.

Konkretno za pametne ugovore, Berneis *et al.* (2021.) navodi kako je pravna provedivost pametnih ugovora vrlo ograničena. I dalje se pokušava naći dugotrajno rješenje kako bi pametni ugovori bili potpuno provedivi i validni preko granica. Nadalje, ako određena funkcija pametnog ugovora sadrži grešku, izvršena naredba ugovora ne može biti zaustavljena niti vraćena. Također, samo programiranje pametnih ugovora je komplicirano. Onog trenutka kada pametni ugovor stupi na snagu, njega se ne može mijenjati te iz tog razloga sam proces programiranja mora biti iznimno precizan, kako bi se svi aspekti ugovora pravovremeno postavili na blockchain.

Ostali nedostaci blockchain tehnologije vezani su uz njenu novonastalost. Iako je koncept poznat već od 90-ih godina, i moderniziran 2009. godine, i dalje je većina implementacija u probnom stadiju.

Kompliciranost ove tehnologije zahtijeva da onaj subjekt koji ga implementira, ima vrsno informatičko znanje. Samim time se veže na činjenicu da, u većini slučajeva, blockchain postaje teško prilagodljiv korisniku s obzirom na kompliciranost tehnologije.

Nadalje, količina podataka koja se čuva na blockchain mreži je nezamisliva. Dodatno, sve te informacije distribuirane su svakom korisniku blockchain mreže, samim time opterećujući mrežu i usporavajući brzinu transakcija. Što više blockchain ima korisnika i novih transakcija koje se moraju odobriti, to više šteti performansi cijele mreže i brzini transakcija (Chand, 2023).

Nadovezujući se na to, što više blockchain broji korisnika, to je veći utrošak energije. Blockchain mreže su same po sebi, generalno, veliki utrošači energije, a ovisno o kakvoj vrsti blockchain mreže je riječ potrošnja može biti još veća. Zbog redundantnosti koja je prisutna unutar blockchain tehnologije, njezina potrošnja je veća od drugih centraliziranih sustava koje nisu bazirane na blockchainu (Sedlmeir *et al.*, 2020).

4. Primjeri primjene blockchain tehnologije u pojedinim poslovnim subjektima

4.1. A.P. Moller-Maersk

A.P. Moller-Maersk (skraćeno APMM) danski je poslovni subjekt koji se bavi transportom i logističkim servisima. Konkretno, putem svojih podružnica i povezanih tvrtki, APMM upravlja lukama i transportom kontejnera. Njihova usluga obuhvaća prijevoz suhe robe, rashladne robe i posebne robe, prodaja rabljenih kontejnera te podrška za intermodalni prijevoz.

APMM poznat je po svojim glavnim brendovima kao što su Maersk Line, Damco, APM Terminals, Svitzer, Twill, Sealand, Hamburg Sud, Alianca, Maersk Container Industry i Maersk Training. Također proizvode suhe i rashladne kontejnere. Kompanija pruža usluge energetske, brodograđevne, maloprodajne, logističke i proizvodne sektoru. (Global Data, 2023.).

Kako bi unaprijedili svoje poslovanje, čelnici APMM-a su ušli u zajednički poduhvat s IBM-om kako bi kreirali unikatnu platformu TradeLens.

TradeLens bila je globalna platforma koja koristi tehnologiju blockchaine uz pomoć koje prati kretanje tereta od početka transporta do istovara na odredište. TradeLens je otvorena i neutralna platforma koja pruža i omogućuje svim poslovnim subjektima koji sudjeluju u međunarodnom transportu jednostavnu i sigurnu razmjenu informacija i dokumenata u stvarnom vremenu. Na ovaj način platforma osigurava transparentnost koju pošiljatelji imaju o statusu, lokaciji i sadržaju njihove pošiljke. (TradeLens, 2022.)

Pomoću ove platforme APMM i IBM uspjeli su pružiti usluge digitalizacije opskrbnog lanca, odnosno digitalizacije papirologije i informacija unutar opskrbnog lanca, kako bi ga učinili efikasnijim i sigurnijim.

Unatoč tome, APMM i IBM objavili su ukidanje rada platforme TradeLens. Platforma je ukinuta u prvom kvartalu tekuće 2023. godine. Mnogi u industriji su ostali iznenađeni ovom najavom, s obzirom da se platforma smatrala inovativnom u svojem pristupu potpunoj vidljivosti i preglednosti za sve sudionike. Ona je poticala suradnju između različitih dionika u lancu, uključujući luke, carinske posrednike, kamionske prijevoznike i brodarske linije. Jedan

od razloga je nedostatna razina komercijalne održivosti, kako navodi Rotem Hershko, voditelj poslovnih platformi u A.P. Molleru. (Crawford, 2022.)

Unatoč ovome, gospodin Hershko je također izjavio da ovo vjerojatno nije kraj uključenosti APMM-a u polju blockchain-a i digitalizacije toka informacija u opskrbnom lancu rekavši da će iskoristiti rad i trud primjenjen na TradeLens platformi i primijeniti ga u daljnjem radu. (Crawford, 2022.)

4.2. Carrefour

Carrefour je poznata francuska trgovačka korporacija koja posluje mrežom hipermarketa, supermarketa, trgovina na malo i veleprodajnih objekata diljem svijeta.

Ima bogatu povijest, počevši kao jedna trgovina 1959. godine i izrastajući u važnog igrača na globalnom maloprodajnom tržištu.

Kroz prihvaćanje inovacija i digitalizacije, Carrefour je unaprijedio iskustvo kupovine za svoje kupce. Uveo je digitalne programe vjernosti, mobilne aplikacije za praktičnu kupovinu i partnerstva s tehnološkim tvrtkama radi istraživanja novih rješenja. Među tim rješenjima je također i blockchain tehnologija.

Carrefour je pionir implementacije blockchain tehnologije u Europi s prvim primjerom primjene blockchain tehnologije sa piletinom iz Auvergne Filière Qualité Carrefour (FQC), u ožujku 2018. godine. Tijekom 2019. godine, Carrefour je postupno integrirao blockchain tehnologiju u sljedeće Carrefour Quality Lines proizvode: piletina iz Auvergne, Cauralina rajčica, jaja s farne Loué, rocamadour AOC sir, svježe mlijeko Gillot, norveška pastrva i božićna piletina. (Carrefour, 2023.).

Kroz ovu implementaciju blockchain-a, Carrefour je omogućio svojim kupcima provjeru svakog proizvoda na njihovim policama. Skeniranjem QR koda, kupac ima uvid u točne izvore i dobavljače proizvoda te samim time stječu povjerenje prema ovom trgovačkom lancu.

4.3. Oracle

Oracle Corporation je multinacionalna tehnološka tvrtka sa sjedištem u Sjedinjenim Američkim Državama. Specijalizira se za razvoj i pružanje raznolikih softverskih rješenja za baze podataka, usluga temeljenih na oblaku i poslovnog softvera.

Oracle je poznat po svom glavnom proizvodu, Oracle bazi podataka, koji je široko priznat kao jedan od najpopularnijih i najčešće korištenih relacijskih sustava za upravljanje bazama podataka diljem svijeta. Tvrtka nudi različite instance Oracle baze podataka prilagođene specifičnim potrebama različitih organizacija.

Uz ponudu baza podataka, Oracle pruža cjelovit niz poslovnih aplikacija koje obuhvaćaju upravljanje odnosima s klijentima (*Customer Experience, CX*), upravljanje ljudskim resursom (*Human Capital Management, HCM*), upravljanje opskrbnim lancem (*Supply Chain Management, SCM*) i ERP (*Enterprise resource planning*) rješenja. Ove aplikacije imaju za cilj optimizirati poslovne operacije, povećati učinkovitost i omogućiti donošenje odluka temeljenih na podacima. (Oracle, 2023.)

Oracle je ostvario značajan napredak u području računalstva u oblaku i nudi snažnu platformu za infrastrukturu u oblaku poznatu kao Oracle Cloud. Ova platforma pruža širok spektar usluga, uključujući infrastrukturu kao uslugu (IaaS), platformu kao uslugu (PaaS) i softver kao uslugu (SaaS), što omogućuje poslovnim subjektima iskorištavanje resursa i mogućnosti oblaka radi skalabilnosti i ubrzanog inoviranja. (Oracle, 2023.)

Kao dodatan poslovni podhvat, Oracle je pokrenuo vlastiti blockchain, a kao najznačajnija inačica ovog pothvata je upravo Global Shipping Business Network (GSBN), pomorski konzorcij koji za viziju ima „modernizirati cijelu globalnu industriju brodarstva kako bi se omogućila učinkovita i sigurna trgovina te konačno modernizirati globalno brodarstvo za pametniju, snažniju i otporniju globalnu ekonomiju.“ (GSBN, 2023.)

Kroz korištenje blockchain tehnologije, GSBN pruža digitalni ekosustav u kojem se sudionici mogu povezivati, razmjenjivati informacije i surađivati u realnom vremenu. Platforma omogućuje digitalizaciju ključnih procesa i dokumenata u opskrbnom lancu te na taj način pojednostavljuje i ubrzava dijeljenje informacija, a također poboljšava transparentnost i osigurava integritet i neizmjenjivost podataka, smanjujući rizik od prijevara.

GSBN također pruža dodatne usluge poput elektroničkog fakturiranja, trgovinskih financija i osiguranja kako bi se dodatno optimizirao proces pomorskog prijevoza i potaknula potpuna digitalizacija. Fokusirajući se na interoperabilnost i suradnju, GSBN ima za cilj uspostaviti standardiziranu digitalnu infrastrukturu koja koristi svim dionicima u pomorskom prometu. Kroz povezivanje brodarskih prijevoznika, terminalnih operatora, otpremnika i špeditera, GSBN potiče digitalnu transformaciju globalnog pomorskog prometa. (GSBN, 2023.)

4.4. Walmart Canada

Walmart Canada je kanadska podružnica Walmart Inc., jedne od najvećih maloprodajnih konglomerata na svijetu. Ova podružnica Walmart-a služi kanadskim kupcima od 1994. godine te upravlja lancem maloprodajnih trgovina koje nude širok asortiman proizvoda, uključujući prehrambene namirnice, kućanske potrepštine, elektroniku, odjeću i još mnogo toga.

Ovaj poslovni subjekt poznat je po svojoj posvećenosti pružanju niskih cijena i vrijednosti kupcima. Walmart Canada posluje i putem fizičkih maloprodajnih lokacija i putem platforme za e-trgovinu, pružajući kupcima više opcija za praktičnu kupovinu. (Walmart Corporate, 2023.)

Walmart Canada ima snažnu prisutnost širom Kanade, zapošljava značajan broj zaposlenika, pridonoseći kanadskom gospodarstvu i pružajući mogućnosti za zapošljavanje mnogim pojedincima.

Osim maloprodajnih operacija, Walmart Canada također ističe održivost i korporativnu društvenu odgovornost. Kompanija je implementirala razne inicijative za smanjenje otpada, promoviranje energetske učinkovitosti i podršku lokalnim zajednicama. P ciljeve za postizanje nultog otpada i za dobivanje 100% električne energije iz obnovljivih izvora. (Walmart Corporate, 2023.)

Walmart se također, generalno, pokazao kao tržišni lider kada je u pitanju upravljanje opskrbnim lancem, međutim, ni to umijeće nije moglo odmaći najvećoj mucu prijevozne industrije: razlike podataka tijekom procesa izdavanja faktura i plaćanja prijevoznicima, što je zahtijevalo skupo usklađivanje i uzrokovalo dugotrajna kašnjenja u plaćanju. Tada je Walmart Canada prvi uveo rješenje ovog učestalog problema. Obratili su se DLT Labs-u, globalnom lideru u području rješenja baziranim na blockchain tehnologiji. Koristivši blockchain DLT Labs

stvorili su automatizirani sustav, DL Freight, za upravljanje fakturama i plaćanjima prema svojim vanjskim prijevoznicima, kojih broje čak 70. (Vitasek *et al.*, 2022.)

Prije uvođenja DL Freight-a, više od 70% računa bilo je predmet spora, dok danas manje od 1% računa sadrže greške ili se ne podudaraju, a te iste greške i nedoumice se lako identificiraju i brzo rješavaju. Walmart Canada od trenutka uvođenja ovog sustava nema više situacija u kojima plaćanja traju tjednima ili mjesecima. Danas prijevoznici dobivaju svoju naknadu na vrijeme zahvaljujući efikasnosti i efektivnosti ovog sustava. (Vitasek *et al.*, 2022.)

5. Rasprava

Od trenutka objavljivanja *Bitcoin* mreže 2009. godine, blockchain tehnologija postala je glavna značajka svake mreže kriptovaluta. Specifikacije ove tehnologije omogućavaju decentraliziranu mrežu korisnika koji mogu međusobno izvršavati kriptirane, sigurne i povjerljive transakcije. Dodatno, blockchain tehnologija eliminira potrebu za centralnom ustanovom provjere transakcija, s obzirom da svaki korisnik blockchain-a posjeduje kopiju digitalne glavne knjige unutar koje su zapisane sve transakcije koje su izvršene.

Uzimajući sve ove značajke u obzir, započeta su istraživanja i analize o primjenjivosti blockchain tehnologije u drugim područjima industrije i znanosti. Ukazane su mnoge prilike u raznim područjima poput prehrambene, medicinske, transportne i automobilske industrije.

Sa sve većim brojem znanstvenih radova i istraživanja vezanih uz temu primjene i implementacije blockchain tehnologije, do izražaja dolaze i informacije koje poriču, kako određeni autori navode, „čudotvornu“ narav blockchain-a. Kako se tematika sve više analizira i ispituje, može se reći da je blockchain tehnologija i dalje u ranim fazama razvoja, dakako obećavajuća, ali ne u mjeri kojoj se isprva smatralo.

Određene značajke, poput globalnih sustava komunikacije između poslovnih subjekata u transportu, zahtijevaju veliku količinu resursa za implementaciju. Osim toga, implementacija blockchain tehnologije iziskuje visoku razinu informatičke pismenosti zaposlenog kadra u poslovnom subjektu. Pametni ugovori, iako optimistična značajka primjene u poslovnoj logistici, također predstavljaju izazov s obzirom da su i dalje pravno neodređeni i komplicirani za programirati.

Naravno, unatoč svim teoretskim analizama i procjenama prednosti i nedostataka blockchain tehnologije, pogled na praktičnu primjenu i implementaciju u poslovne subjekte otkriva realnost i utjecaje koje ima na poslovne subjekte.

5.1. Utjecaj blockchain tehnologije na efikasnost poslovnih subjekata

Odgovor na pitanje hoće li efikasnost poslovnog subjekta porasti nakon implementacije blockchain tehnologije, ovisi od subjekta do subjekta.

Generalno, blockchain pruža mogućnost poboljšanja efikasnosti poslovnog subjekta u određenim aspektima. Većinom se implementira kao sustav digitalizacije papirologije, što je iznimno poboljšan sustav za razliku od tradicionalnog sustava papirnate dokumentacije.

Konkretan utjecaj blockchain tehnologije na efikasnost poslovnih subjekata je vrlo varijabilan. Ovisnost leži u financijskim mogućnostima, usporedbi sa trenutnim sustavima i informatičkoj pismenosti zaposlenika.

Poslovni subjekti moraju samostalno utvrditi potrebu za uvođenjem sustava baziranog na blockchain tehnologiji, s obzirom na to da pojedini poslovni subjekti imaju različite probleme unutar svojih sustava. Blockchain ne mora biti rješenje njihovih briga, ali može poboljšati efikasnost monotonih poslova i sustava, kao što je prethodno naveden oblik papirnate dokumentacije.

5.2. Testiranje istraživačkih pitanja

Prethodnom analizom četiri poslovna subjekta koji su implementirali blockchain tehnologiju u svoje sustave ili kreirali određene platforme bazirane na blockchain-u, u daljnjoj raspravi uvidjet će se utjecaj na iste. Točnije, jesu li efikasniji i mogu li sigurno pratiti porijeklo proizvoda nakon što su implementirali blockchain tehnologiju.

Od sva četiri navedena primjera primjene blockchain tehnologije, samo je jedan imao negativan ishod. A.P. Moller-Maersk (APMM) je početkom tekuće 2023. godine objavio da ukidaju rad platforme TradeLens zbog komercijalne neodrživosti. Dok je platforma bila aktivna, smatrala se velikim korakom naprijed u području digitalizacije globalne komunikacije transportera i špeditera sa poslovnim subjektima u globalnoj trgovini. Sadržavala je usluge digitalizacije papirologije i informacijskih tokova između sudionika te ubrzala proces komunikacije.

S obzirom na činjenicu da *TradeLens* više nije u funkciji, može se zaključiti da je platforma djelomično uspješna. Čelnici APMM-a naznačuju da će rad na TradeLens platformi biti primijenjen dalje, što može značiti moguć povratak platforme ili neke druge inačice u budućnosti.

Srodno APMM-ovoj platformi, Oracle sa svojom platformom GSBN također pruža usluge digitalizacije papirologije i komunikacije između subjekata. Za razliku od TradeLens-a, GSBN pruža financijske usluge koje uključuju fakturiranje, trgovinske financije i osiguranje.

GSBN platforma se može uveliko vidjeti kao pozitivan i uspješan primjer primjene blockchain tehnologije, s obzirom da trenutno nema slične platforme koja pruža ovakve ili slične usluge bazirane na blockchain-u. Platforma se smatra polazišnom točkom za razvoj blockchain tehnologije u području globalnog transporta, olakšavajući mukotrpane zadatke poput dokumentacije i međunarodne komunikacije.

Najuspješniji od svih primjera jest Walmart Canada s primjenom sustava *DL Freight* uz pomoć kojeg su riješili „noćnu moru“ prijevozne industrije. Konkretno se misli na problem plaćanja dobavljačima, gdje dobar dio poduzeća ima problem sa razlikama između informacija na fakturama. Uvođenjem ovog sustava, Walmart Canada smanjila je broj sporova između njih i dobavljača sa sedamdeset na manje od jedan posto. Ovim potezom Walmart Canada je unaprijedila svoj sustav upravljanja fakturama i povećala svoju efikasnost na novu razinu.

Naposljetku, *Carrefour*, francuski lanac supermarketa poduzeo je potez primjene blockchain tehnologije u sustav praćenja porijekla proizvoda. Uz pomoć blockchain tehnologije može pratiti i sa sigurnošću utvrditi porijeklo proizvoda koje prodaje na svojim policama u trgovinama i marketima. Konkretno, *Carrefour* primijenio je ovaj sustav na proizvode porijeklom iz francuske i neke uvozne proizvode.

Sukladno ovim, može se potvrditi da su istraživačka pitanja ovog rada potvrđena te da blockchain tehnologija može poboljšati efikasnost protoka informacija i skladištenje istih, te da se može sigurnije pratiti porijeklo proizvoda.

6. Zaključak

Blockchain tehnologija predstavlja ulazak u novo doba digitalizacije društva. Koncept blockchain-a podrazumijeva decentralizirane sustave za sigurno dijeljenje podataka i informacija. Ovakvi sustavi su transparentni, informacije u njima su sljedive i kriptirane, a svaki korisnik služi kao glavna knjiga evidentiranih transakcija ili dodanih podataka.

Originalno predstavljena zajedno s kriptovalutom *Bitcoin*, dosadašnjim istraživanjima utvrđena su mnoga područja moguće primjene ove tehnologije. Iako obećavajuća tehnologija sa mnogim mogućnostima unaprjeđenja postojećih sustava i načina izmjene podataka, blockchain nije bez nedostataka.

Postoje generalni pozitivni aspekti blockchain tehnologije koji unaprjeđuju određene sisteme rada, poput papirnate dokumentacije, no specifičnosti primjene iste variraju za svako znanstveno područje. Poslovna logistika ima mogućnost velike koristi od blockchain tehnologije, pogotovo u aspektu automatizacije transakcija i sigurnog transfera podataka.

Prema analiziranim primjerima može se zaključiti da je blockchain itekako dobrodošla komponenta koja se može implementirati u sustav opskrbnog lanca. Njezinom implementacijom poslovni subjekti imaju mogućnost riješiti svakodnevne probleme, poput poteškoća s fakturama ili pak mogu ostvariti kompliciranije postignuće, poput digitalnog pomorskog konzorcija.

Mnogi potencijali blockchain tehnologije se nalaze u području poslovne logistike, a ključna su daljnja istraživanja ove tehnologije i njezin razvoj i integracija unutar postojećih sustava opskrbnog lanca.

Literatura

3D printing (2023). What is 3D printing? Dostupno na: <https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/> [pristupljeno: 15. kolovoza 2023.]

B. Furstenau, L., Reckziegel Rodrigues, Y. P., Kremer Sott, M., Leivas, P., S. Dohan, M., Ricardo López-Robles, J., J. Cobo, M., Bragazzi, N. L., Raymond Choo, K. (2022). Internet of things: Conceptual network structure, main challenges and future directions Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352864822000827> [pristupljeno: 15. kolovoza 2023.]

Berneis, M., Bartsch, D., Winkler, H. (2021). Applications of Blockchain Technology in Logistics and Supply Chain Management—Insights from a Systematic Literature Review Dostupno na: <https://www.mdpi.com/2305-6290/5/3/43> [pristupljeno: 24. kolovoza 2023.]

Carrefour The Food Blockchain Dostupno na: <https://www.carrefour.com/en/group/food-transition/food-blockchain> [pristupljeno 27. lipnja 2023.]

Carrefour, Dostupno na: <https://www.carrefour.com/en/group/history> [pristupljeno 1. kolovoza 2023.]

Chand, M. (2023). Learn Why and When Do You Need (or Don't) A Blockchain? Dostupno na: <https://www.c-sharpcorner.com/article/do-you-need-a-blockchain2/> [pristupljeno 27. kolovoza 2023.]

Copeland, B.J. (2023.), „artificial intelligence“, *Encyclopedia Britannica*, Dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> [pristupljeno: 15. kolovoza 2023.]

Crawford, L. (2023.) Global Shipping Business Network (GSBN) Bullish on Blockchain Dostupno na: [https://blockchain.news/news/global-shipping-business-network-\(gsbn\)-bullish-on-blockchain](https://blockchain.news/news/global-shipping-business-network-(gsbn)-bullish-on-blockchain) [pristupljeno 28. lipnja 2023.]

Ćwiklicki, M., Wojnarowska, M. (2020). Circular Economy and Industry 4.0: One-Way or Two-way Relationships? Dostupno na: <https://www.inzeko.ktu.lt/index.php/EE/article/view/24565> [pristupljeno: 12. kolovoza 2023.]

Dujak, D., Sajter, D. (2019). *Blockchain Application in Supply Chain*, u knjizi: Kawa, A., Maryniak A. SMART Supply Network (str. 21-46)

Global Data, A.P. Moller Maersk. Dostupno na: <https://www.globaldata.com/company-profile/ap-moller-maersk-as/> [pristupljeno 20. lipnja 2023.]

Gregersen, E. (2023.), „ChatGPT“, *Encyclopedia Britannica*, Dostupno na: <https://www.britannica.com/technology/ChatGPT> [pristupljeno: 15. kolovoza 2023.]

GSBN (2023.) Our vision. Dostupno na: <https://www.gsbn.trade/our-vision> [pristupljeno 28. lipnja 2023.]

GSBN Dostupno na: <https://www.gsbn.trade/> [pristupljeno 26. lipnja 2023.]

Khan, N., Yaqoob, I., Abaker Targio Ashem, I., Inayat, Z., Kamaleldin Mahmoud Ali, W., Alam, M., Shiraz, M., Gani, A. (2014). Big Data: Survey, Technologies, Opportunities, and Challenges Dostupno na: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/712826/> [pristupljeno: 15. kolovoza 2023.]

Madden, S. (2012). From Databases to Big Data Dostupno na: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6188576> [pristupljeno: 15. kolovoza 2023.]

Oracle (2023). Dostupno na: <https://www.oracle.com/>, izbornik Products [pristupljeno 24. lipnja 2023.]

Oracle (2023). Oracle Cloud Infrastructure Dostupno na: <https://www.oracle.com/cloud/> [pristupljeno 24. lipnja 2023.]

Popovski, L., Soussou, G. (2018). A Brief History of Blockchain Dostupno na: <https://pbwt2.gjassets.com/content/uploads/2018/05/010051804-Patterson2.pdf> [pristupljeno: 20. Kolovoza 2023.]

Russel, S., Norvig, P. (2010.), Artificial Intelligence: A Modern Approach, Third edition, Dostupno na: <https://scholar.alaqsa.edu.ps/9195/1/Artificial%20Intelligence%20A%20Modern%20Approach%20%283rd%20Edition%29.pdf%20%28%20PDFDrive%20%29.pdf> [pristupljeno 15. kolovoza 2023.]

Schneier, B. (2019). There's No Good Reason to Trust Blockchain Technology Dostupno na: <https://www.wired.com/story/theres-no-good-reason-to-trust-blockchain-technology/> [pristupljeno: 10. kolovoza 2023.]

Schütze, A., Helwig, N., and Schneider, T. (2018). Sensors 4.0 – smart sensors and measurement technology enable Industry 4.0 Dostupno na: <https://jsss.copernicus.org/articles/7/359/2018/> [pristupljeno: 10. kolovoza 2023.]

Sedlmeir, J., Ulrich Buhl, H., Fridgen, G., Keller, R. (2020). The Energy Consumption of Blockchain Technology: Beyond Myth Dostupno na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12599-020-00656-x> [pristupljeno: 27. Kolovoza 2023.]

Segetlija, Z. (2013), Uvod u poslovnu logistiku, Treće izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek

Shipping and freight resources (2022). TradeLens to be shutdown due to lack of commercial viability. Dostupno na: <https://www.shippingandfreightresource.com/tradelens-to-be-shutdown-due-to-lack-of-commercial-viability/> [pristupljeno 28. lipnja 2023.]

Tilahun Mihret, E. (2020). Robotics and Artificial Intelligence Dostupno na: <https://www.igi-global.com/pdf.aspx?tid=257272&ptid=230039&ctid=4&oa=true&isxn=9781799809289> [pristupljeno: 15. kolovoza 2023.]

TradeLens Dostupno na: <https://www.tradelens.com/> [pristupljeno 26. lipnja 2023.]

United States Department of Homeland Security (2023). Blockchain portfolio Dostupno na: <https://www.dhs.gov/science-and-technology/blockchain-portfolio> [pristupljeno: 15. kolovoza 2023.]

Vitasek, K., Bayliss, J, Owen, L., Sirvastava, N. (2022). How Walmart Canada Uses Blockchain to Solve Supply-Chain Challenges Dostupno na: <https://hbr.org/2022/01/how-walmart-canada-uses-blockchain-to-solve-supply-chain-challenges> [pristupljeno 27. lipnja 2023.]

W. Hunter, G., R. Stetter, J., Hesketh, P., Liu, C. (2010). Smart Sensor Systems Dostupno na: <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/2.F03104if/meta> [pristupljeno: 15. kolovoza 2023.]

Yaga, D., Mell, P., Roby, N., Scarfone, K. (2018). Blockchain Technology Overview Dostupno na: <https://arxiv.org/abs/1906.11078> [pristupljeno: 20. kolovoza 2023.]

Zelenika, R. (2000), Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela, Četvrto izdanje, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka

Popis slika

Slika 1. Jednostupnjevani logistički sustav (izrada autora po uzoru na izvor Segetlija Z. (2013.))	7
Slika 2. Višestupnjevani logistički sustav (izrada autora po uzoru na izvor Segetlija Z. (2013.))	8
Slika 3. Kombinirani logistički sustav (izrada autora po uzoru na izvor Segetlija Z. (2013.))	.8
Slika 4. Temeljna obilježja pojedine industrijske revolucije (dostupno na: https://www.hgk.hr/documents/hgk-industrija-4058d8c59722f1e.pdf).....	10
Slika 5. Shematski prikaz sustava pametnog senzora (izrada autora po uzoru na izvor Schütze et al. (2018.)).....	13