

Primjena blockchain tehnologije u upravljanju logističkim sustavima

Sabolić, Izidor

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:955620>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-03**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Logistika I održiva mobilnost

Završni rad br. 011/LIM/2022

Primjena blockchain tehnologije u upravljanju logističkim sustavima

Student :

Izidor Sabolić, 4035/336

Mentor:

Krešimir Buntak, prof.dr.sc.

Varaždin, kolovoz 2022. Godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za logistiku i održivu mobilnost

STUDIJSKI PROGRAM: preddiplomski stručni studij Logistika i mobilnost - Varaždin

PRETLAČNIK: Izidor Sebočić

MAPIČNI BROJ: 4035/336

DATUM: 07.09.2022.

KOLEGIJ: Menadžment

NASLOV RADA: Primjena blockchain tehnologije u upravljanju logističkim sustavima

NASLOV RADA NA
ENGL. JEZIKU: Application of the blockchain technology in the logistics management

MENTOR: dr.sc. Krešimir Buntak

ZVANJE: redovni profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc.dr.sc. Predrag Brlek, predsjednik
2. doc.dr.sc. Ivana Martinčević, članica
3. prof.dr.sc. Krešimir Buntak, mentor, član
4. dr.sc. Vesna Sesar, zamjenska članica
5. _____

Zadatak završnog rada

BROJ: 011/LIM/2022

OPIS:

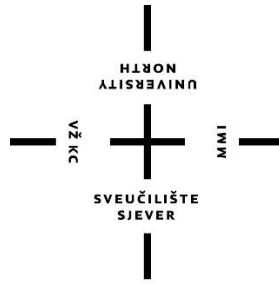
Industrija 4.0 sa sobom donosi velik broj tehnologija koje prožimaju sve poslovne sustave, a jedna od takvih tehnologija je i blockchain. S obzirom na važnost logističkih sustava i upravljanja logističkim sustavima, blockchain tehnologija pronalazi primjenu kod povećanja učinkovitosti i djelotvornosti upravljanja takvim sustavima. Temeljem toga, u završnom radu je potrebno:

- opisati industriju 4.0
- opisati što je opća teorija sustava
- opisati logistiku i logističke sustave
- opisati blockchain tehnologiju
- opisati primjenu blockchain tehnologije u logistici
- opisati kako blockchain utječe na upravljanje logističkim sustavima

ZADATAK UKLJUČEN: 07.09.2022.

POPUŠ MENTORA

SVEUČILIŠTE
SIEBER



Sveučilište Sjever

Logistika I održiva mobilnost

Završni rad br. 011/LIM/2022

Primjena blockchain tehnologije u upravljanju logističkim sustavima

Student :

Izidor Sabolić, 4035/336

Mentor :

Krešimir Buntak, prof.dr.sc.

Varaždin, kolovoz 2022. Godine

Predgovor

Zahvaljujem se svom mentoru prof.dr.sc. Krešimiru Buntaku na suradnji i pomoći oko izrade završnog rada, te svim profesorima i asistentima koji su me podučavali tijekom mog trogodišnjeg studiranja na Sveučilištu Sjever. Također zahvaljujem se svojoj obitelji, curi te prijateljima koji su bili uvijek uz mene pa tako i kroz moje studiranje.

Sažetak

Tema ovog završnog rada je primjena blokchain tehnologije u logistici, posljednjih godina blokchain je jedna od ključnih inovativnih tehnologija u upravljanju opskrbnim lancem. Blockchain tehnologija može učinkovito doprinijeti praćenju i dokumentiranju svake pojedine imovine tijekom njenog tijeka u logistici. Industrije trebaju digitalizirati imovinu i omogućiti distribuirane, nepromjenjive transakcije za praćenje imovine od proizvodnje do opskrbe. Kako bi se riješilo pitanje transparentnosti i praćenja proizvoda u sustavu planiranja neke tvrtke, blockchain bi trebao imati veliku ulogu s obzirom da je decentralizirana tehnologija koja prati digitalni zapis te razmjenu i vrši sigurne transakcije. U ovom radu predlaže se integracija blockchain tehnologije u logistici.

Ključne riječi: logistika, digitalizacija, blockchain, lanac opskrbe

Summary

The topic of this final paper is the application of Blockchain Technology in logistics, in recent years Blockchain is one of the key innovative technologies in supply chain management. Blockchain technology can effectively contribute to the monitoring and documentation of each asset during its logistic flow. Industries need to digitalize assets and enable distributed, fixed transactions to monitor assets from generation to supply. In order to address transparency and product monitoring in company planning system, Blockchain should play a major role as it secure transactions that monitors digital recording, exchanging and executing secure transactions. The integration of blockchain technology in logistics is proposed in this paper.

Key words: logistics, digitisation, Blockchain, supply chain management.

Popis kratica

IoT- Internet of things .

AMT- Advanced Manufacturing Technology

CPS- Cyber physical systems

SDC- System Dynamics Control

PoW - Proof of Work

POS - Proof of Stake

PoSpace – Proof of Space

Po I - Prof of Importance

MoT – Measure of Trust

RFID - Radio frequency identification

VR – Virtual reality

AR - Augmented reality

AI - Artificial intelligence

PLC - Programmable Logic Controller,

PWC - PricewaterhouseCOoper

VET- VeChain Token

NFC - Near-field communication

WEF - World Economic Forum

Sadržaj

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1. | Uvod | 1 |
| 1.1. | Problem, predmet i objekt istraživanja..... | 1 |
| 1.2. | Svrha i cilj istraživanja | 2 |
| 1.3. | Znanstvene metode | 2 |
| 1.4. | Stručni doprinos | 2 |
| 1.5. | Sadržaj završnog rada..... | 2 |
| 2. | Industrija 4.0..... | 4 |
| 2.1. | Pregled industrijskih revolucija | 6 |
| 2.1.1. | <i>Prva industrijska revolucija.....</i> | <i>7</i> |
| 2.1.2. | <i>Druga industrijska revolucija</i> | <i>7</i> |
| 2.1.3. | <i>Treća industrijska revolucija</i> | <i>8</i> |
| 2.1.4. | <i>Četvrta industrijska revolucija.....</i> | <i>9</i> |
| 3. | Sustavi i teorije sustava | 11 |
| 4. | Logistika i logistički sustavi..... | 13 |
| 4.1. | Podjela logističkih sustava | 13 |
| 4.2. | Logistika kao potporni proces | 14 |
| 5. | Blockchain tehnologija | 16 |
| 5.1. | Povijest blockchaina..... | 17 |
| 5.2. | Rad blockchaina..... | 18 |
| 5.3. | Struktura bloka..... | 19 |
| 5.4. | Kriptografija i blockchain..... | 20 |
| 5.5. | Prednosti i nedostaci blockchain tehnologije | 21 |
| 6. | Blockchain u logistici | 23 |
| 6.1. | VeChain..... | 25 |
| 6.2. | Everledger..... | 26 |
| 6.3. | TradeLence | 27 |
| 6.4. | Yojee | 27 |
| 7. | Utjecaj blockchaina na upravljanje logističkim sustavom..... | 29 |
| 8. | Zaključak | 31 |
| 9. | Literatura..... | 32 |
| 10. | Popis slika | 34 |
| 11. | Popis tablica | 35 |

1. Uvod

Logistika i lanci opskrbe postaju sve složeniji. Razlog za to je što sve više zainteresiranih strana izravno ili neizravno postavlja sve više zahtjeva vezanih uz pravovremeno osiguranje dovoljne količine resursa, a za što je upravo zadužena logistika i lanac opskrbe. No, osim spomenutih zahtjeva, jedan od zahtjeva koji se javlja je i sigurnost koja je posebno važna zbog razvoja Industrije 4.0. Blockchain se pojavljuje kao moguće rješenje za problem sigurnosti transparentnosti i decentralizacije, a sve kako bi se postigla ravnopravnost između dva ili više partnera koji žele međusobno surađivati ili su uključeni u lanac opskrbe. Opisano je od posebne važnosti zbog sve veće turbulentnosti okoline u kojoj egzistira svaki dionik uključen u lanac opskrbe, odnosno zahtjeva za održivosti, a koji naglašava potrebno osiguranja transparentnosti ali s druge strane i sigurnosti što se može postići upravo primjenom blockchaina.

Ako se govori o pojmovnom određenju, blockchain je temeljna tehnologija koja omogućuje razmjenu podataka preko digitalnih mreža. Drugim riječima, on podrazumijeva postojanje velikog broja čvorova koji predstavljaju računala, a svaki čvor služi kao baza podataka tj. spremište za podatke koji cirkuliraju mrežom. S povećanjem broja čvorova raste i sigurnost mreže, odnosno raste transparentnost budući da svi čvorovi mogu pristupiti podacima i imati uvid u podatke koji su spremljeni ili trenutno cirkuliraju na mreži.

Nažalost, trenutno još ne postoji blockchain rješenje koje bi moglo riješiti sve probleme ali postoje rješenja za većinu problema, kao što su praćenje robe, sigurnost robe, decentralizacija, itd. U budućnosti se očekuje razvoj novih inovacija kao i unaprjeđenje postojeće blockchain tehnologije koje će omogućiti rješavanje velikog broja problema vezanih uz transparentnost i sigurnost, što je od posebne važnosti ako se govori o lancu opskrbe i logističkom sustavu.

Dokaz o značajnosti i potencijalu blockchain tehnologije je njezina primjena, odnosno ocjena koju daju organizacije poput J.P Morgan, Wells Fargo, Goldman Sachs, itd. koje naglašavaju kako je blockchain tehnologija jedna je od najvažnijih tehnoloških inovacija u 21. stoljeću. Međutim, sa svakom novom tehnologijom dolaze i podijeljena mišljenja pa tako i s blockchainom pa je dio organizacija zabrinut zbog moguće zlonamjernosti trećih strana koje bi mogle biti upletene u komunikaciju između čvorova ili zloupotrebu same blockchain mreže.

1.1. Problem, predmet i objekt istraživanja

Problem ovog završnog rada jest postojeće znanje znanstvenika, koji se bave primjenom same blockchain tehnologije. Predmet završnog rada jest sama blockchain tehnologija, njezina podjela i primjena u logističkom sustavu. Objekt jest kako blockchain tehnologija utječe na samo upravljanje logističkim sustavom.

1.2. Svrha i cilj istraživanja

U odnosu na predmet istraživanja u radu određena je svrha i cilj rada. Svrha ovog završnog rada je pregled postojećih dostignuća blockchaina koji se mogu koristiti prilikom upravljanja u logističkim sustavima. Cilj ovog završnog rada je istraživanje primjene blockchain tehnologije prilikom upravljanja u logističkim sustavima.

1.3. Znanstvene metode

Tijekom pisanja završnog rada primijenjene su sljedeće znanstvene metode : metoda sinteze i analize, metoda deskripcije, komparativna metoda te metoda kompilacije.

1.4. Stručni doprinos

Stručni doprinos ovog znanstvenog rada jest prikazati blockchain tehnologiju primamljivom za tvrtke, kako bi jednog dana tvrtke implementirale samu blockchain tehnologiju i time poboljšale svoje upravljanje, opskrbni lanac, transparentnost, sigurnost, brzinu i efikasnost.

1.5. Sadržaj završnog rada

Ovaj završni rad pod naslovom Primjena blockchain sustava u upravljanju logističkim sustavima podijeljen je na 8 poglavlja.

U prvom poglavlju, pod naslovom uvod, predstavljen je problem i predmet istraživanja, svrha i cilj istraživanja, znanstvene metode, stručni doprinos te sadržaj završnog rada

U drugom poglavlju, pod nazivom industrija 4.0 , definiran je pojam Industrije 4.0 , te je prikazan kratki povijesni pregled industrijskih revolucija.

U trećem poglavlju, pod nazivom sustav i teorije sustava objašnjeno je što je to sustav, te podjele sustava.

U četvrtom poglavlju pod nazivom, logistika i logistički, definiran je sam pojam logistike te logističkog sustava u kratko je prikazan povijesni pregled same logistike i njezinog nastanka, podjela same logistike i prikaz logistike kao potporni proces.

U petom poglavlju, pod nazivom, blockchain tehnologija, prikazana je sama blockchain tehnologija, njezina povijest, princip na kojem radi, struktura bloka, kriptografija, te prednosti i nedostaci same blockchain tehnologije.

U šestom poglavlju, pod nazivom blockchain u logistici, prikazana je primjena blockchain tehnologije u logistici, te su prikazane platforme koje pridonose poboljšanju efektivnosti i otpornosti logističkog sustava.

U sedmom poglavlju, pod nazivom Utjecaj Blokchain tehnologije na upravljanje logističkog sustava, opisane su primjene u različitim sektorima logističkog sustava.

U osmom poglavlju, pod nazivom Zaključak, prikazana su završna razmatranja, te ograničenja i preporuke za buduće istraživače.

Posljednji dio rada je literatura u kojoj se prikazuje popis izvora svih literatura korištenih za pisanje završnog rada, te slijedi popis slika i tablica.

2. Industrija 4.0

Industrija 4.0 smatra se industrijskom revolucijom 21. stoljeća, a sa sobom donosi razvoj novih tehnologija koje imaju značajan utjecaj na razvoj i funkcioniranje proizvodnih sustava. Neke od tehnologija koje se razvijaju unutar Industrije 4.0 prikazane su u Tablici 1.

Zbog pojave Industrije 4.0, okruženje organizacija postaje sve više promjenjivo, pojavljuju se nove tehnologije koje mogu uzrokovati disrupciju poslovnih modela, a što će rezultirati padom konkurentnosti ostalih organizacija koje ne usvoje takve modele te porastom konkurentnosti organizacija koje razvijaju disruptivne modele.

Posljedično tome u organizacijama se događaju znatne promjene ne samo u kontekstu tehnike koju organizacija primjenjuje već se javlja i potreba za promjenom kompetencija ljudi, točnije zaposlenika, kako bi zaposlenici mogli obavljati aktivnosti, odnosno koristiti novo implementiranu tehnologiju temeljenu na Industriji 4.0 [1].

Implementacija visoko razvijene tehnologije, kao što je umjetna inteligencija, koja se može primjenjivati za donošenje odluka u mnogim sektorima, kao što su opskrbeni lanac, transport, skladištenje, rješavanje problema itd. jedan je od primjera tehnologija koje omogućuju spomenutu distribuciju, a implementacijom koje organizacija može postati konkurentnija.

Industrija 4.0 unutar sebe sadrži tehnologije kao što su robotika, umjetna inteligencija, „Cybersecurity“, Internet stvari (*IoT*), Big data, radiofrekvencijska identifikacija (*RFID*), umjetna inteligencija (*AI*) itd. Pored navedenog, Industrija 4.0 podrazumijeva promjene u standardizaciji, pouzdanosti informacija, dostupnosti kvalitetne radne snage, novih poslovnih modela, dostupnosti krajnjih produkata, radnih procesa te promjena samih organizacija [2].

Tablica 1: Prikaz tehnologija Industrije 4.0.

| Tehnologije koje se javljaju kao posljedica razvoja Industrije 4.0 | |
|--|---|
| IoT | IoT omogućuje povezivanje ljudi, uređaja i strojeva preko interneta. IoT je jedna od temeljnih tehnologija koja potiče razvoj Industrije 4.0., a upotrebljava se u različitim sektorima te omogućuje razmjenu informacija u realnom vremenu te značajno učinkovitije i djelotvornije upravljanje sustavima. [3] |
| RFID | RFID tehnologija koristi tehniku frekvencijskih radiovalova za razmjenjivanje podataka između čitača i uređaja tj. transmitera. Radiofrekvencijska identifikacija nudi znatne prednosti za upravljanje opskrbnim lancem, kontrolu inventara i druge primjene, tj. pretežno se koristi za identifikaciju proizvoda koji se transportiraju, skladište ili popisuju. [3] |

| | |
|--------------------------|--|
| Cybersecurity | Cybersecurity koristi se kao pojam za zaštitu od softverskih i hakerskih napada, tj. u smislu da povezani uređaji mogu biti napadnuti, te može doći do curenja bitnih informacija neke tvrtke. Korištenje tehnologije olakšava pohranjivanje i navigaciju podacima što također pomaže kod jednostavnijeg i bržeg planiranja logistike. Cybersecurity imperativ je tvrtkama koje koriste računalne sustave, RFID, AI ili bilo koju drugu vrstu kako bi se spriječilo da treća neovlaštena strana ima pristup informacijama. [3] |
| Big Data | Podrazumijevaju veliku količinu nestrukturiranih podataka koji se prikupljaju iz raznih izvora s različitom namjenom. Također Big Dana služi za učinkovito upravljanje i korištenje baza podataka te olakšavaju selekciju i analizu važnih podataka. [4] |
| Robotika | Primjena robotike u logistici trebala bi osigurati optimizaciju unutarnjih tokova materijala, bolju učinkovitost, stabilnost i fleksibilnost. Amazon, kao jedan od najvećih američkih platforma za online trgovinu, svoju logistiku bazira na robotskoj tehnologiji kao što su to roboti za paletiziranje, robotske dizalice za teški teret, itd. Prema Amazonovim podacima roboti povećavaju učinkovitost, sigurnost zaposlenika te bržu pohranu robe u skladište. [5] |
| Kognitivno računarstvo | Kognitivno računarstvo podrazumijeva načela koja su sadržana unutar funkcioniranja umjetne inteligencije i obrade signala, te obuhvaća strojno samoučenje, interakciju računala s čovjekom, obradu jezika, analizu podatak , itd. Cilj kognitivnog računarstva jest riješiti probleme s nesigurnošću i dvosmislenošću [4]. |
| Machine to Machine (M2M) | M2M koristi se kako bi stvorile interakcije između više različitih strojeva koji se nalaze u, primjerice, proizvodnom pogonu. Ovakva tehnologija slična je IoT tehnologiji po svojim načelima funkcioniranja. [6] |
| Digital Twins | Digital Twins stvara povezanost između virtualnog i stvarnog fizičkog svijeta, omogućuje nadzor, upravljanje sustavim i njihovim komponentama. Isto tako, Digital Twins pomaže u dokumentiranju i analizi detalja povezanih s operativnim učinkom, inovacijama proizvoda i usluga te kraćim rokovima isporuke, kao i digitalizaciju fizičkih sustava. [7] |
| Virtualna realnost (VR) | Pomoću VR tehnologije može se napraviti simulacija transportnih modela korištenjem resursa u stvarnom vremenu. Posebno je značajna prilikom edukacije zaposlenika budući da zaposlenike stavlja u stvarno okruženje, koje je virtualizirano, te omogućuje interakciju sa stvarima koje se nalaze u takvom svijetu. |
| Proširena stvarnost (AR) | AR je tehnologija koja kombinira virtualne informacije sa stvarnim svijetom. Tehnička sredstva koja koristi uključuju multimediju, 3D- modeliranje, praćenje u stvarno vremenu, interakcije itd. Može se koristiti kao pomoć prilikom obavljanja |

| | |
|--|---|
| | različitih operacija. |
| Umjetna inteligencija (AI) | AI široka je grana računalne zanosnosti koja se bavi izgradnjom pametnih strojeva sposobnih za obavljanje zadataka koji obično zahtijevaju ljudsku inteligenciju. Nadalje, to je tehnologija koja omogućuje strojevima da repliciraju sposobnost ljudskog uma. |
| Cyber physical System (CPS) | Povezuje robotiku, IoT i AI. CPS se može protumačiti kroz mehanički proces koji automatski kontrolira softver, koristeći senzore i druge ulaze iz mehaničkih komponenti, softver pokreće algoritme koji određuju kako treba kontrolirati strojeve, opremu ili infrastrukturu |
| Računarstvo u oblaku (Cloud Computing) | Računarstvo u oblaku čini računalne resurse i računalne tehnologije poput pohrane podataka i računalne snage dostupnim na zahtjev. Koristi jednu od tri modela; Softver kao usluga, Platforma kao usluga ili Infrastruktura kao usluga. Svi korisnici spomenutih usluga spajaju se svojim računalima na servere na kojima imaju mogućnost korištenja nekih od spomenutih tehnologija, odnosno spomenutih resursa. |

Izvor: Prilagodio autor prema Saturno, M., Pertel, V. M., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R. (2017). Proposal of an automation solutions architecture for Industry 4.0. In 24th International Conference on Production Research, Poznan, Poland.

Tehnologije se neprestano razvijaju s ciljem razvoja i unaprijeđena performansi sustava, proizvoda i učinkovitosti tj. djelatnosti procesa. Neka od temeljnih dostignuća razvijena u sklopu Industrije 4.0 koja pronalaze primjenu u industriji prikazana su u Tablici 1. Primjena i kombinacija opisanih tehnologija može rezultirati stvaranjem tzv. disruptivnih modela koji mogu osigurati konkurentsku prednost organizacijama na tržištu koje ih razvijaju, odnosno može poslužiti kao osnova za povećanje funkcionalnosti proizvoda ili usluga.

2.1. Pregled industrijskih revolucija

Nova ekonomija je doživjela velik napredak od svoje pojave na početku industrijske revolucije u 18. Stoljeću. Do napretka dolazi krajem 18. stoljeća dolaskom prve industrijske revolucije, čiji je brzi uspon vodio do sljedećeg proizvodnog doba.

Najvažniji faktor koji je pokrenuo prvu industrijsku revoluciju jest razdoblje osnivanja manufaktura u srednjovjekovnim gradovima. To je najviše pridonijelo pred-industrijalizaciji koja je imala važne demografske i socio-ekonomske značajke [2].

Isto tako, potrebno je naglasiti kako je svaka od industrijskih revolucija osigurala temelje za pojavu nove industrijske revolucije te kako svaka industrijska revolucija sadrži različite tehnološke inovacije koje su imale značajan utjecaj na odvijanje procesa.

Povijesno gledano, industrijske revolucije mogu se podijeliti na njih četiri :

- Prva industrijska revolucija – 1760. Do 1840.
- Druga industrijska revolucija – 1870 do 1914.
- Treća industrijska revolucija (Digitalna revolucija) – 1960 te i dalje traje.
- Četvrta industrijska (nadogradnja na Digitalnu revoluciju) početak 2011. Godine te se odvija i dalje [8].

2.1.1. Prva industrijska revolucija

Prva industrijska revolucija započela je u 18. stoljeću otkrićem parnog stroja. Razvojem sustava temeljenih na parnom stroju postojeći kapaciteti sustava povećavaju se do osam puta u odnosu na prijašnje kapacitete. Parni stroj mogao se koristiti za pogon tkalačkih strojeva koji su do sad bili pokretani ljudskom snagom. Osim što je bio jači od vodenog kotača i snage ljudi, parni je stroj pružao i veću fleksibilnost proizvodnje što se ocrvalo na način funkcioniranja ondašnjih organizacija, odnosno utjecalo na produktivnost [8].

Uz porast učinkovitosti i obujma proizvodnje, male su organizacije prerasle iz opsluživanja malog broja klijenata u velike organizacije koje zapošljavaju veći broj ljudi s raznolikim zanimanjima te opslužuju značajno veći broj klijenata.

Tehnološki napredak koji je pokrenuo izum parnog stroja potaknuo je početak industrije željeza dok je zamjena ugljena koksom značajno snizila cijene resursa za proizvodnju u industriji željeza. U potrazi za većom produktivnošću, potaknut je razvoj alatnih strojeva, pa su postupke koji su se nekada izvodili ručno, zamijenili alatni strojevi. Rast je zabilježila i željeznička infrastruktura, kemijska industrija i građevinska industrija proizvodnjom cementa i stakla [8].

2.1.2. Druga industrijska revolucija

Druga industrijska revolucija započinje u 19. stoljeću otkrićem električne energije i montažne trake. Pojava masovne proizvodnje povećala je učinkovitost upotrebom izmjenjivih komponenti i montažnih linija. Osim toga, značajan utjecaj na razvoj druge industrijske revolucije ima i otkriće izmjenične struje za što je zaslužan Nikola Tesla. Paralelno uz to, javlja se i mogućnost prijenosa

električne energije na velike udaljenosti što također utječe na brzinu razvoja druge industrijske revolucije [8].

Veliki pomak vidio se u ostalim industrijama te se paralelno razvijaju i druge industrije kao što su zračna industrija, industrija prerade metala i kemijska industrija.

Jedan od najvećih izuma druge industrijske revolucije prvi je automobil koji razvija i predstavlja Karl Benz te traka za masovnu proizvodnju koju razvija i predstavlja Henry Ford, a što je utjecalo značajno na daljnji tijek razvoja društva, odnosno razvoja industrije.

Općenito, može se zaključiti da je pojavom druge industrijske revolucije konkurencija počela jačati. Elektrifikacija tvornica uvelike je pridonijela povećanju razine proizvodnje. Međutim, s početkom Prvog svjetskog rata, dolaze novi izazovi te se javlja potreba za masovnom proizvodnjom vojne opreme. Paralelno s razvojem masovne proizvodnje vojne opreme dolazi i do poboljšanja vezanih uz industrijsku proizvodnju te se isto tako javljaju nove inovacije [8].

2.1.3. Treća industrijska revolucija

Tehnološki razvoj treće industrijske revolucije posljedica je značajnih troškova za istraživanje i razvoj od strane vlade i sveučilišta. Brojne operacije koje su se tradicionalno izvode ručno automatizirane su. Dolazi i do razvoja pojma napredna proizvodnja (*Advanced Manufacturing Technology* - AMT) koji nastaje 1980-ih, a odnosio se na niz tehnologija kao što su računalno utemeljena integrirana proizvodnja, računalno potpomognuto projektiranje, računalno potpomognuta proizvodnja, fleksibilni obradni mehanizmi, itd.

Cilj ovakvih inovacija bio smanjiti vrijeme proizvodnje i razvoja novih proizvoda, personalizirati proizvode, brže i učinkovitije odgovoriti na naprednije zahtjeve potrošača, poboljšati upravljanje procesima i poboljšati točnost.

Izum i proizvodnja niza elektroničkih uređaja, uključujući tranzistore i integrirane sklopove, značajno je poboljšalo strojeve, što je rezultiralo smanjenim naporom, većom brzinom, većom preciznošću i većom učinkovitošću, a u određenim slučajevima, čak i potpunom zamjenom čovjeka u proizvodnji.

Kao jedna od posebno značajnih tehnologija razvijena u sklopu treće industrijske revolucije ističe se programirajući logički kontroler (*Programmable Logic Controller* - PLC) koji je prvobitno razvijen 1960-ih, a omogućio je automatizaciju strojeva i uređaja koji se koriste u proizvodnji, odnosno smanjio je potrebu za intervencijom zaposlenika u odvijanje procesa.

2.1.4. Četvrta industrijska revolucija

Glavni pokretači četvrte industrijske revolucije je razvoj interneta, tj. razvoj aplikacija i infrastrukture povezane s internetom. Četvrta industrijska revolucija donijela je brojne promjene, kao što je to stvaranje pametnih tvornica, stvaranje virtualne kopije fizičkog svijeta (temeljeno na DT) te mogućnost udaljenog upravljanja sustavima koje se temelji na CPS-u [9].

Jedan od glavnih pojmova tj. tehnologija koji se povezuju uz Industriju 4.0 je IoT, koji omogućuje povezivanje stvari, ljudi i strojeva preko interneta. Sa industrijskog gledišta IoT omogućuje povezivanje IT sustava sa procesima proizvodnje (Industrijski IoT – iIoT), unutarnjim i vanjskim objektima, povezivanje dobavljača i krajnjeg korisnika (M2M), itd. Drugim riječima, IoT je jedna od temeljnih tehnologija koja je omogućila razvoj ostalih tehnologija kao i napredak u razvoju četvrte industrijske revolucije. No, osim na IoT. Industrija 4.0 oslanja se na i na CPS tehnologiju gdje se mehatronički, elektronski i komunikacijski sustavi integriraju s IT-om [10].

Industrija 4.0 može se opisati kao organizacija rada koja se temelji na proizvodnim procesima, odnosno primjeni tehnologija i uređaja koji međusobno autonomno komuniciraju. Drugim riječima, radi se o modelu tvornice budućnosti, gdje računalni kontrolni sustavi nadziru fizičke sustave. Tako su proizvodni sustavi vertikalno umreženi s IoT tehnologijom, tvornice i tvrtke horizontalno su povezane u mrežu lanca, te se stvorenim sustavom može upravljati u stvarnom vremenu.

Nadalje, temeljno načelo naglašeno u Industriji 4.0 je transformacija strojeva u sustave koji su autonomni i samoučeći kako bi se poboljšala njihova učinkovitost, djelatnost, upravljanje i održavanje interakcije s okolinom. Opisano je karakteristično za tzv. pametne tvornice. U pametnoj tvornici radnici, strojevi i resursi lakše i učinkovitije komuniciraju.

Također, razvojem Industrije 4.0 javljaju se i pametni gradovi. Temeljni razlog za to je povećanje kompleksnosti upravljanja tradicionalnih gradova zbog sve većeg broja stanovništva i opterećenja urbane infrastrukture. Upravljanje ovakvim sustavom značajno je olakšano primjenom tehnologija koje naglašava Industrija 4.0 [11].

Već sad primjena interneta, senzora, mreža kojima se razni uređaji mogu spojiti omogućava prikupljanje podataka i stvaranje baze u kojoj se ti podaci i detaljno analiziraju i obrađuju. Da ne bi došlo do zlouporabe sistema, jer se radi o osjetljivim podacima, i da bi se spriječili hakerski napadi na pametne gradove potreban je veliki nivo sigurnosti, koji bi blockchain tehnologija mogla omogućiti zbog svoje decentralizacije.

Pametni gradovi mogu se analizirati iz dvije različite perspektive, jedna je iz perspektive javnog sektora a drugi iz perspektive građana. Drugim riječima, razvoj pametnih gradova omogućuje digitalizaciju zbog koje dolazi do porasta transparentnosti, odnosno olakšava

upravljanje gradom kao složenim sustavom posredstvom tehnologija Industrije 4.0 ali i promjene paradigme dosadašnjeg načina upravljanja zbog stvaranja nove paradigme do koje dolazi razvojem nove svijesti potaknute razvojem Industrije 4.0.

3. Sustavi i teorije sustava

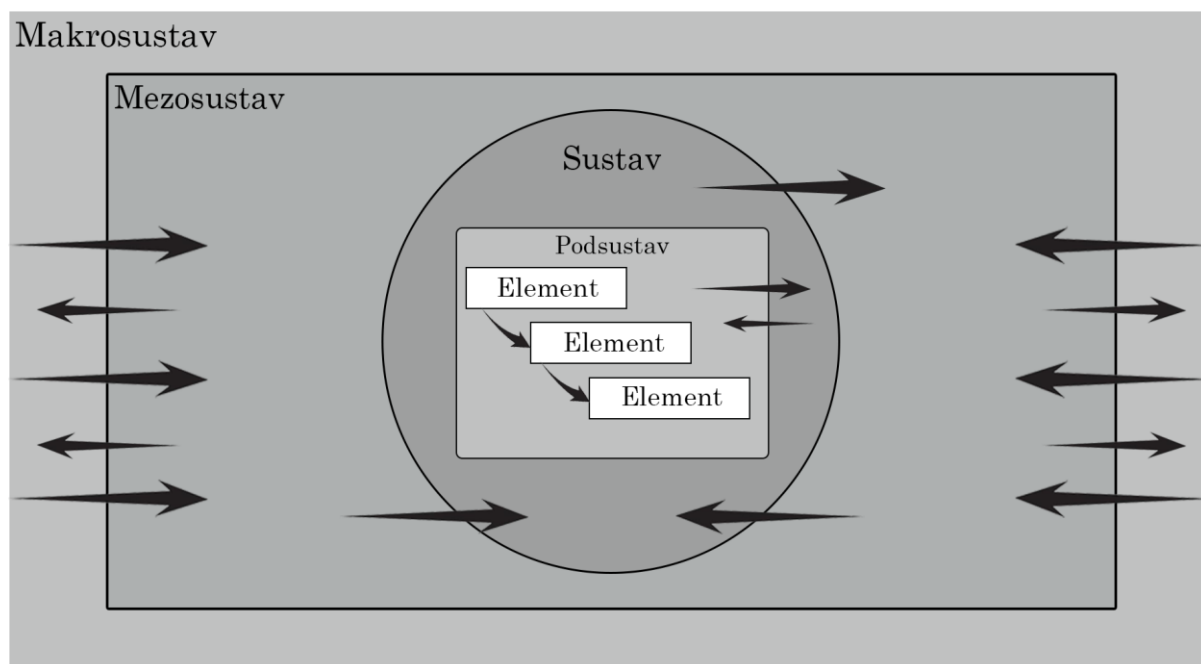
Pojam opće teorije sustava prvi je formulirao Ludwing von Bertalanffy koji je predstavio koncept opće teorije sustava te matematički opisao svojstva sustava. Prije razvoja opće teorije sustava, javljaju se druge teorije kao što su društvena teorija sustava, matematička teorija sustava, teorija živih sustava, itd. No, ni jedna od spomenutih teorija sustava nije omogućila stvaranje osnova za proučavanje složenih sustava zbog čega dolazi do popularizacije i primjene opće teorije sustava, odnosno njezina prihvaćanja kao univerzalnog jezika znanosti [12].

Opća teorija sustava naglašava da se sustav sastoji od više komponenti koje su sve međusobno povezane. Svaka komponenta unutar sustava ima svoje performanse koje impliciraju performanse ostalih komponenti. Osim toga, međusobno povezane komponente su okružene granicom sustava koja sustav čini sustavom [12]. Drugim riječima, zakonitosti opće teorije sustava mogu se koristiti za analizu utjecaja Industrije 4.0, odnosno analizu utjecaja primjene tehnoloških rješenja razvijenih unutar Industrije 4.0 na razvoj, primjerice, organizacije. Nadalje, zakonitosti omogućuju analiziranje interakcija između različitih podsustava u organizaciji koji imaju implementirane tehnologije Industrije 4.0.

Jedna od najvažnijih postavki koju naglašava teorija sustava je činjenica da se maksimum cjeline ostvaruje kroz osiguranje optimuma parcijalnih dijelova sustava. Drugim riječima, ako se organizacija može predočiti kao sustav koji se sastoji od niza organizacijskih funkcija (podsustava), optimiziranje performansi svake od funkcija kao posljedicu ima ostvarenje maksimuma cjelokupne organizacije. Neophodno je napomenuti da se upravljanje i razmišljanje menadžmenta mora temeljiti na sustavnom pristupu upravljanju i da menadžment mora promatrati širu sliku svake odluke koju donosi. Svaka odluka ne implicira samo objekt na koji je odluka usmjerena, već i okolinu objekta. Sve komponente u sustavu pod djelovanjem su utjecaja iz vanjske, ali i unutarnje okoline [12].

Komunikacija s vanjskim sustavom neophodna je za opstojnost sustava. Bez razmjene informacija, resursa i ostalih varijabli a okolinom, sustav teško može ostvariti svoju svrhu. Drugim riječima, ako se organizacija promatra kao sustav koji se sastoji od funkcija podsustava, za funkcioniranje podsustava neophodno je osigurati sve resurse koje organizacija kao takva ne može proizvesti. S druge strane, jednom dobiveni resursi iz okoline, transformiraju se u organizaciji. Transformacija se odvija u organizacijskim funkcijama koje su međusobnoj interakciji. Nesukladnost ili ostvarenje rizika u jednoj od organizacijskih funkcija kao posljedicu ima utjecaj na druge organizacijske funkcije, a posljedično i na organizacijsku okolinu kojoj se proizvod ili usluga koju organizacija nudi isporučuje. Slika 1 prikazuje sustav sa svim njegovim komponentama. [13].

Slika 1: Organizacija kao poslovni sustav



Izvor: Buntak, K., Kovačić, M., Martinčević, I., Sesar, V. (2020). Menadžment – praktikum. Sveučilište Sjever. Koprivnica

Svaka organizacija sastoji se od više funkcija koje su međusobno povezane. Unutar funkcija nalaze se odjeli, odnosno podsustavi, a podsustave čini radna mjesta, odnosno komponente. Organizacije i podsustavi međusobno su povezani i utječu jedni na druge. Ako je utvrđeno je da je podsustav neispravan, ta će se pogreška vjerojatno proširiti na cijelu organizaciju. Važno je na vrijeme otkloniti sve pogreške i rizike, odnosno upravljanje sustavom temeljiti na prevenciji.

4. Logistika i logistički sustavi

Logistika kao takva razvija se u sklopu vojnog sustava, odnosno kao potpora odvijanju vojnih operacija, a tek kasnije dolazi do razvoja tj. primjene logističkih načela u poslovnim sustavima. No, općenito govoreći bez obzira o kojem se kontekstu radi, vojnom ili poslovnom, logistika se može definirati kao „... proces planiranja, implementacije i kontrole efikasnog i efektivnog tijeka i skladištenja materijala (sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda), usluga i povezanih informacija od točke izvora do točke potražnje u svrhu zadovoljenja zahtijeva korisnika“ [14].

Pojam logistike veže uz aktivnosti koje obavljaju kako bi se učinkovito realizirale osnovne djelatnosti. Drugim riječima, logistika mora osigurati sve potrebne resurse kako bi se temeljni proces, bez obzira o kakvom se procesu radi, mogao učinkovito odvijati. Ako se govori o vrstama logistike, odnosno logistikama koje osiguravaju učinkovito odvijanje temeljnog procesa, može se govoriti o podjeli logistika na primarne, sekundarne, tercijarne, kvartarne i kvintne grane logistike, a prema tome i pripadajuće djelatnosti [14].

U današnje vrijeme, važnost logistike povećana je u mnogim gospodarskim granama, posebno u industriji i poslovanju. Logistika se smatra znanošću koja se bavi integriranim upravljanjem svim tokovima materijala, odnosno informacija od dobavljača do krajnjeg potrošača. Važnost i obujam protoka materijala i informacija posebno raste u suvremenom globalnom okruženju, kada se subjekti iz različitih zemalja i kontinenata integriraju u proizvodnju i poslovanje [14].

4.1. Podjela logističkih sustava

Logistički sustavi mogu se podijeliti kako je prikazano u Tablici 2. Zbog široke podjele logistike, logistika se ne može gledati samo sa stajališta distribucijske aktivnosti. Drugim riječima, logistika kao takva značajno je širi pojam u odnosu na transport.

Tablica 2 Prikaz podjele logistika

| Grana logistike | Opis |
|----------------------|---|
| Primarna logistika | Glavni zadatak primarne logistike je povezivanje izravnih i neizravnih sudionika u proizvodnji, kako bi se osigurala što učinkovitija upotreba inputa u primarnome sektoru i povećala učinkovitost proizvodnje. No, potrebno je naglasiti i kako se, u kontekstu primarne logistike, zadatak logistike odnosi na osiguranje svih potrebnih resursa za industrijsku proizvodnju. |
| Sekundarna logistika | Sekundarna logistika bazirana je na pojedinim granama prerađivačke industrije, radne snage, transporta, opskrbu vodom i energijom. Temeljni cilj sekundarne logistike osiguranje je svih potrebnih mehanizama kako bi se resursi koje osigurava primarna |

| | |
|----------------------|--|
| | logistika mogli preraditi, odnosno pripremiti za industrijsku proizvodnju tj. preradu. |
| Tercijarna logistika | Tercijarna aktivnost bavi se poboljšanjem efikasnosti aktivnosti unutar tercijarnog sektora, tj. djelatnosti koje se bave pružanjem klasičnih ili tradicionalnih gospodarskih usluga, a to su trgovine na malo i veliko, hoteli, restorani, špedicija, skladištenje i transport. Osim toga, tercijarna logistika ima zadatak osigurati sve potrebne mehanizme za normalno funkcioniranje organizacija čija se temeljna djelatnost može svrstati u tercijarni sektor. |
| Kvartarna logistika | Kvartarna logistika ima temeljni značaj osiguranja svih mehanizama za normalno funkcioniranje organizacija čija se temeljna djelatnost odnosi na kvartarni sektor. Drugim riječima, ima zadatak osigurati resurse za normalno odvijanje procesa u bankama i sličnim organizacijama. |
| Kvintarna logistika | Glavni zadatak kvintarne logistike je osigurati potrebne mehanizme kako bi se osiguralo normalno odvijanje procesa karakterističnih za kvintarni sektor kao što je to zdravstvo ili vojska. |

Izvor : Zelenika, R., Pupovac, D. (2001). Suvremeno promišljanje osnovnih fenomena logističkog sustava. *Ekonomski pregled*, 52(3-4), 354-378.

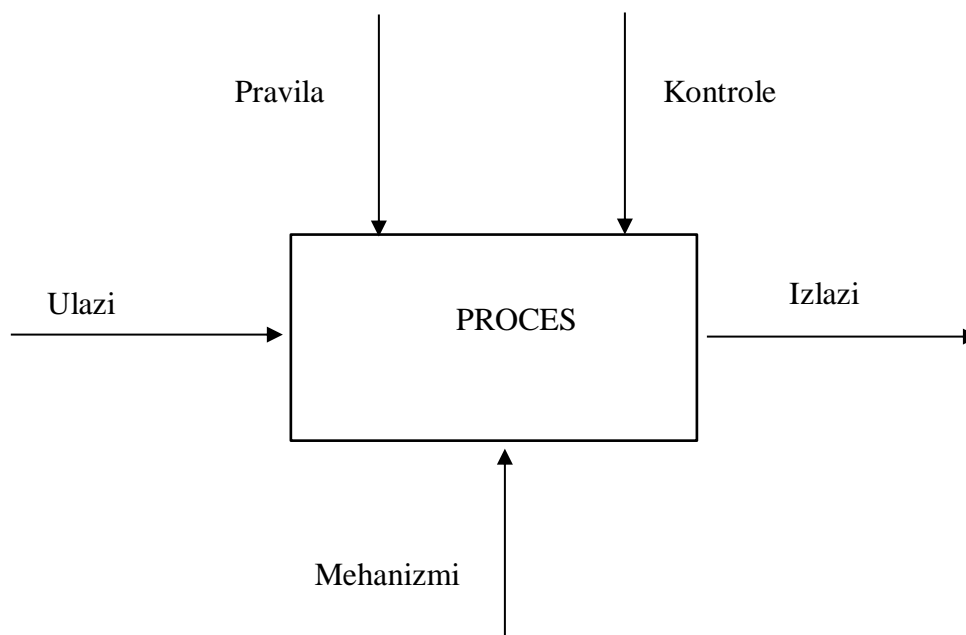
Logistika kao takva ima mnogo podjela, samu logistiku nemoguće je u cijelosti podijeliti. Tako postoje još i vojna logistika, medicinska logistika, itd.

4.2. Logistika kao potporni proces

Proces se može definirati kao skup povezanih aktivnosti koje se moraju poduzeti kako bi se ulaz pretvorio u izlaz, tj. kako bi se realizirali postavljeni ciljevi kao što je prikazano na Slici 2. Za pretvorbu ulaza u izlaze koriste se resursi kao što su energija, sirovine i materijali, oprema koja podrazumijeva strojeve i uređaje, odnosno sredstva za rad, itd. [15].

U tom kontekstu, logistika kao takva mora osigurati ulaze i mehanizme, točnije resurse kojima se zaposlenici koriste za preradu ili strojnu obradu kako bi uopće došlo do početka procesa. Bez osiguranja navedenog, ne može se očekivati učinkovito i djelotvorno odvijanje poslovnih procesa, a što znači i nemogućnost zadovoljenja zahtjeva zainteresiranih strana koje zainteresirane strane postavljaju na organizaciju. Drugim riječima, logistika ima presudni značaj za odvijanje procesa na učinkovit i djelotvoran način.

Slika 2 Prikaz procesa prema IDEFO



Izvor: Prilagodio autor prema Buntak, K., Kovačić, M. Premužić, B. (2020). Upravljanje poslovnim procesima – praktikum. Sveučilište Sjever. Koprivnica.

Ako se govori općenito o podjeli procesa u organizaciji, procesi se mogu podijeliti na temeljne procese, upravljačke procese i procese potpore. Upravljački procesi su usmjereni vertikalno prema dole i omogućuju tj. stvaraju osnovu za osiguranje djelotvornosti. Temeljni procesi usmjereni su horizontalno i imaju temeljni cilj zadovoljenje zahtjeva zainteresiranih strana, dok su potporni procesi zapravo logistički procesi koji su usmjereni vertikalno prema gore, a koji omogućuju učinkovito odvijanje procesa.

Drugim riječima, upravljački procesi definiraju potrebu za mehanizmima s obzirom na transformaciju koja se odvija u temeljnom procesu, a koja je determinirana ne samo temeljnom djelatnosti organizacije već i zahtjevima zainteresiranih strana. Na temelju toga definiraju se potrebni resursi koje potporni proces tj. proces logistike mora osigurati kako bi se osiguralo učinkovito i djelotvorno odvijanje procesa.

No, proces logistike ne odnosi se isključivo na osiguranje učinkovitog i djelotvornog odvijanja temeljnog procesa već i na isporuku proizvedenih proizvoda kupcima tj. zainteresiranim stranama zbog kojih se transformacija uopće odvija. Isto se odnosi i na primjer potpornog procesa u funkcioniranju sustava bez obzira na njegovu vrstu ili njegova obilježja.

5. Blockchain tehnologija

Blokchain je tehnologija na kojoj se zasnivaju sve današnje kriptovalute. Prijevod same riječi blokchain na hrvatski jezik je lanac blokova. Tehnologija blokchain je skup različitih lanaca podataka koji su međusobno povezani kriptografski tj. kriptografskim hashovima. Hash je veličina fiksne duljine koja se izvodi iz zadanog dokumenta ili poruke [16].

Primjena blockchain tehnologije omogućuje sigurnije i transparentnije pohranjivanje podataka, odnosno omogućuje decentralizaciju spremanja podataka. U tehnološkom smislu, Blockchain je distribuirani sustav koji pohranjuje sve transakcije u obliku blokova od svog početka, a koji se sastoje od podataka koje korisnici šalju.

Nadalje, blockchain je skup čvorova koji se distribuiraju preko dijeljene mreže koja je tolerantna na greške, kao i samo dodavanje što rezultira nepromjenjivim lancem, bilježeći takozvane dodane blokove.

Glavna karakteristika sigurnosti dolazi s implementacijom korisnika Blockchaina koji mogu čitati blokove, ali ih ne dodavati ili mijenjati. Stoga su sve transakcije vidljive svakom korisniku budući da svaki blok sadrži hash vrijednost svog prethodnog bloka zajedno s nekoliko provjerenih transakcija, kao i vremensku oznaku s informacijom o vremenu stvaranja.

Ako se govori o vrstama blockchaina, vrste blockchaina prikazane su u tablici.

Tablica 3. Vrste blockchaina

| Vrsta blockchaina | Opis |
|---------------------|--|
| Javni blockchain | Javni blockchain je vrsta blockchaina koji se koristi javno, tj. koji je "za ljude, od napravljen od strane ljudi i od ljudi". Ovdje ne postoji glavna osoba i svatko može sudjelovati u čitanju/pisanju/reviziji blockchaina. Ove vrste blockchaina su otvorene i transparentne, stoga ih svatko može pregledati u određenom trenutku. U ovim vrstama blockchaina, donošenje odluka se događa pomoću različitih decentraliziranih mehanizama konsenzusa kao što su dokaz rada (POW) i dokaz o udjelu (POS) itd. [16]. |
| Privatni blockchain | Za razliku od javnog blockchaina, kod privatnog blockchaina postoji nadležna provjera procesa čitanja/pisanja ili pojedinačno pravo pristupa. Ovdje je postignut konsenzus oko središnje osobe koja može upravljati pravima pristupa dodijeljenim različitim skupinama korisnika. Ova funkcionalnost čini privatni blockchain 'centraliziranim'. Također je kriptografski zaštićen sa stajališta tvrtke i isplativiji je [16]. |

| | |
|-------------------------|---|
| Konzorcijski blockchain | Ova vrsta blockchaina pokušava ukloniti isključivo autonomiju koja se dodjeljuje samo jednom entitetu korištenjem privatnih blockchainova. Dakle, ovdje umjesto jednog zaduženog ima više od jednog zaduženog. U osnovi grupa tvrtki ili reprezentativnih pojedinaca okupljaju se i donose najbolje odluke za dobrobit cijele mreže. Takve se grupe nazivaju konzorcijske grupe [16]. |
|-------------------------|---|

Izvor : Prilagodio autor prema Al-asmari, A. M., Aloufi, R. I., & Alotaibi, Y. (2021). A Review of Concepts, Advantages and Pitfalls of Healthcare Applications in Blockchain Technology. *International Journal of Computer Science & Network Security*, 21(5), 199-210

Samim time blockchain je izgrađen na temelju kriptografije, tj. šifriranje adresa i informacija pomoću računalnih operacija, cijeli sustav započeo je s javnim ključem te je on temelj samih kriptovaluta, dok je privatni ključ više zaključan i smatra se kao lozinka, dok se kod konzorcijskog ključa pojavljuje više od jednog zaduženog.

5.1. Povijest blockchaina

Osnovne ideje koje stoje iza blockchain tehnologije pojavile su se krajem 1980-ih godina kada je Leslie Lamport razvio Paxos protokol. Paxos protokol odabire jednu vrijednost od jedne ili više predloženih vrijednosti, a zatim tu vrijednost prosljeđuje svim povezanim računalima. Ovi su koncepti kombinirani i primijenjeni na elektronički novac 2008. godine te su opisani u radu, „*Bitcoin: Peer to Peer Electronic Cash System*“ koji je pod pseudonimom objavio Satoshi Nakamoto [17]. Globalno gledano, povijest blockchaina može se podijeliti na 3 generacije:

- Prva generacija: prvu generaciju blockchain tehnologije determinirao je Satoshi Nakamoto 2009. godine u kontekstu Bitcoin kripto valute uz korištenje primarnog koncepta blockchaina. Smatra se da je Nakamoto pseudonim koji se koristi pojedinac ili grupa ljudi koji su predložili tehnologiju Blockchain infrastrukture koja bi podržavala sigurne P2P transakcije bez potrebe za pouzdanim trećim stranama. Bitcoinova ili blockchain arhitektura predstavljena je 2008.g , izgrađena na tehnologijama i konceptima iz prethodnih desetljeća. Nakamotov dizajn uveo je „lanac blokova“, te je to omogućilo dodavanje blokova bez prisutstva treće strane koja bi služila za povjerenje [18].

- Druga generacija: za drugu generaciju Blockchaina može se reći da je široko rasprostranjena i šira od svoje prve generacije. Koristi se za razmjenu imovine što čini korak naprijed od razmjene isključivo novca. Također Bitcoin u drugoj generaciji dostiže cijenu od 5 dolara veći dio 2012 godine. Bitcoin se i dalje kretao uzlaznom putanjom te je u veljači 2013. Godine Coinbase oglasio prodaju bitcoina u vrijednosti od milijun dolara u jednom mjesecu po prosječnoj cijeni od 22 dolara. Do kraja ožujka, s 11 milijuna bitocina u opticaju ukupna vrijednost premašila je milijardu dolara, te se iste godine napravio prvi bitcoin bankomat u Vancouveru [18].
- Treća generacija: započinje uvođenjem pametnih ugovora. Pametni ugovor je ugovor koji je daleko drugačiji od stvarnog ugovora zbog svojih programabilnih kvaliteta. Svaki korisnik mreže provjerava pametni ugovor i stoga ga temeljito nadzire kako bi se vidjelo da dvije strane koje su se pridružile ugovoru slijede sve što je napisano u njemu. Stoga se može reći da pametni ugovor čini strane uvjerljivijim da se pridržavaju ugovora jer su to svi primijetili na točno javan način [19].

5.2. Rad blockchaina

Rad blockchain tehnologije temelji se primarno na podacima, hashu i hashu prethodne vrijednosti. Blockchain tehnologija radi načelu Peer-To-Peer (P2P), Peer-to-Peer je zapravo preklapajuća mreža za distribuirano pohranjivanje podataka, pretraživanje i dijeljenje. P2P je decentralizirana platforma u kojoj dvije osobe međusobno komuniciraju, bez posredovanja treće strane. Hash funkcije, njezin digitalni potpis, javni i privatni ključevi koriste se za provjeru valjanosti transakcije nakon što se ona doda u blockchain sustav. Hash funkcija koristi se za povezivanje blokova u blockchain sustavu na način da je zaštićena od neovlaštenog mijenjanja. Digitalni potpis koristi se za identifikaciju identiteta korisnika tako da nije moguće poreći vlastite aktivnosti u blockchain mreži. Svrha digitalnog potpisa je da će čvor potpisati dokument i proslijedit ga dalje zajedno s transakcijom, što znači da ostali čvorovi mogu provjeriti potpis. Privatni se ključ koristi za potpisivanje poruke, dok se javni koristi za provjeru potpisa.

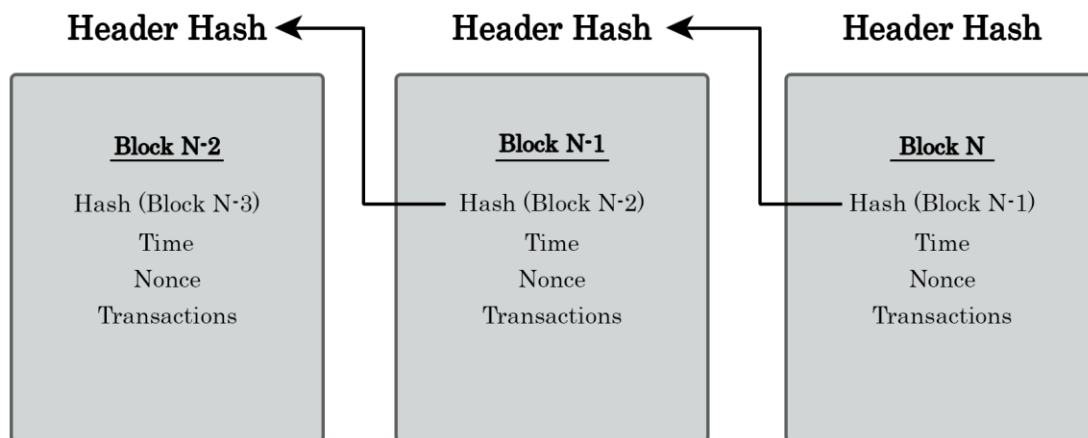
No, jednostavnije rečeno, blockchain i način funkcioniranja blockchaina temelji se na tome da se svaki blok sadrži dio podataka i izračunati dio hasha svojeg prethodnog bloka, tj. svaki novi blok koristi se hash-om prethodnog bloka. Podaci koji su pohranjeni unutar bloka ovise o vrsti blockchaina. Blok se također sastoji od unaprijed izračunatih hash vrijednosti koja nudi sličnu funkcionalnost kao i korištenje mehanizma za otisak prsta kojom se provjerava autentičnost. Nakon što je blok kreiran izračunava se njegova hash vrijednost, a svakim ažuriranjem bloka

dolazi do promjene u hash vrijednosti. Posljednji element unutar svakog bloka je hash prethodnog bloka, zbog kojeg se stvara lanac blokova, te to čini blockchain tehnologiju vrlo sigurnom [20].

5.3. Struktura bloka

Blok je najosnovnija komponenta blockchaina. Sastoji se od zaglavlja bloka koje sadrži blok verziju koja se koristi za označavanje pravila provjere valjanosti koja se trebaju slijediti kao skup, što je kombinacija svih blokova hash vrijednosti transakcija, vremenska oznaka koja se koristi za držanje vremena u određenom formatu koji je uobičajen u cijelom svijetu, "nBits" koji se koristi za držanje praga ciljanog valjanog hash bloka, "nonce" koje je polje od 4 bajta koje sadrži određenu vrijednost koja se povećava sa svakim hashom te se koristi kao referenca na točku prethodnog bloka. Također blok se sastoji i od tijela bloka koje sadrži brojač transakcija (što ovisi o veličini bloka i veličini svake transakcije) i same transakcije. Hash služi za pretvorbu podataka prethodnog bloka u nasumične podatke fiksne duljine. Prvi blok poznat je kao Genesis blok.

Slika 3 Prikaz Genesis bloka



Izvor: https://www.researchgate.net/publication/347192831_A_Study_on_Blockchain_Technology_Application_and_Future_Trends

Blok postanka ili genesis blok jest izvorni blok svakog blockchaina. Budući da ne postoji prethodni blok vrijednost mu je uvijek kodirana. Kako prije njega nije postojao prethodni blok, prethodni hash ostaje „0“. Sve transakcije se održavaju u kasnijim blokovima, a sljedeći blok će

pohranit Hash vrijednost Genesis bloka u odjeljku prethodni blok kao što je prikazano na Slici 3. Genesis blok kreira se prema zadanim postavkama, svaki zapis za dano razdoblje pohranjuje se u prvi blok. Zatim se kreira hash vrijednost trenutnog bloka. Hash vrijednost je pohranjena u novom bloku. Pri tome su ova dva bloka povezana. Novi blok sprema hash prethodnog bloka, i sve njegove ostale specifikacije (vremenski zapis, nove zapise i hash vlastitih zapisa).

5.4. Kriptografija i blockchain

Kriptografija je znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem metoda za slanje poruka u takvom obliku da ih samo onaj kome su namijenjene može pročitati. Kriptografija se stoljećima u nazad primjenjivala za sigurnost posebice u vojne i diplomatske svrhe. Postupci kriptiranja svodili su se na različite kombinacije znakova unutar teksta ili njihove zamjene. Smatra se da znanstveno razdoblje kriptografije započinje dijelom C.E Shannona „Komunikacija teorija tajnih sustava“ Tim dijelom utemeljene su osnove kriptologije kao znanstvene discipline [21]. Kriptologija se može podijeliti na dvije vrste, jedna koja se bavi postupcima odgonetanja poruka bez poznavanja ključa naziva se kriptozanalizom, te simetrična kriptologija koja se bavi postupcima odgonetanja poruka pomoću poznavanja ključa.

Danas, u doba razmjene poruka globalnim računalnim komunikacijskim mrežama, kriptografija se primjenjuje za osiguravanje privatnih poruka, tajnost pošiljatelja, npr. kod slanja naloga u elektroničkom bankarstvu. U oba se slučaja kriptografija bavi podacima u digitalnom obliku. Iako se prvi znanstveni radovi na temu kriptografskih povezanih blokova javljaju još početkom 1990- ih godina, lanac blokova u današnjem smislu definiran je i opisan 2008. godine, kada je „Satoshi Nakamoto“ podigao internet stranicu bitcoin.org i na njoj objavio svoj rad u obliku pdfa pod imenom „Bitcon: a Peer – to-Peer Electronic Cash System“.

Njegov rad je iste godine doživio veliku popularnost među ostalim kriptografima te je izazvao poprilični interes [21].

Kriptografija se može podijeliti na:

- Asimetrična kriptografija: korisna je jer se koriste dva različita ključa (privatni i javni ključ). Privatni ključ se koristi za potpisivanje poruka i dešifriranje podataka, dok se javni ključ koristi za provjeru valjanosti potpisa i šifriranje podataka. Upotreba asimetričnih ključeva čini kriptografiju javnog ključa idealnom za blockchain tehnologiju. Radnje poduzete korištenjem privatnog ključa mogu se potvrditi korištenjem odgovarajućeg javnog ključa. Blockchain tehnologija koristi asimetrični kriptografiju za upravljanje identitetom i autentifikaciju transakcija.

- Simetrična kriptografija: Najveća razlika kod simetrične i asimetrične je ta da kod simetrične obje strane posjeduju (tj. pošiljalatelj i primatelj oboje posjeduju zajednički tajni ključ koji samo oni znaju, ključ je prethodno dogovoren zajedničkim kriptografskim algoritmom) isti ključ dok kod asimetrične kriptografije svaka strana ima različit ključ. Prednosti su brzina šifriranja velikih količina podataka dok prevagu ovdje nose nedostaci, jer zbog porasta broja korisnika raste i broj ključeva, npr. pošto je za svako šifriranje potrebno 2 ključa ako postoji 5 korisnika potrebno je 10 ključeva, te se ne mogu koristiti za digitalno potpisivanje [22].

Kriptografija je najvažnija znanost koja omogućuje bilo kakvi postanak blokchaina jer bez kriptografije ne bi bilo ni blockchainova. Razvoj kriptografske tehnologije promiče i ograničava daljnji razvoj blokchaina, te kriptografija razrađuje blockchain. Tehnologija digitalne enkripcije prolazi kroz čitav blockchain sustav i temeljna je stavka blokchaina. Samim time ulaganjem u kriptografiju ulaže se i u samu blockchain tehnologiju i njezina unaprjeđenja.

5.5. Prednosti i nedostaci blockchain tehnologije

Blokchain tehnologija ima svoje mane i prednosti, pogotovo jer još uvijek nije dovoljno istražena niti raširena dovoljno u svijetu. Zsigurno je da će blockchain tehnologija u budućnosti imati veliku ulogu unaprjeđenju poslova, procesa, itd. Prednosti blockchain tehnologije opisane su u tablici 4.

Tablica 4 Prednosti i nedostaci blockchain tehnologije

| Prednosti | Nedostaci |
|--|---|
| Osigurana transparentnost od početka do kraja: Kombinirajući podatke svih procesa u lancu opskrbe | Blokchain tehnologija još je uvijek u ranoj fazi razvoja i razumijevanja. |
| Praćenje izvedbe: Praćenje povijesti izvedbe partnera i dobavljača na blockchainu daje pouzdane informacije o prošlim performansama. | Iako je sigurniji od konvencionalnih sustava nije bez ranjivosti, ponekad anonimnost tehnologije može olakšati posao hakerima i prevarantima |
| U cijelom opskrbnom lancu, blockchain pruža dokaz o podrijetlu, kao i jamstvo usklađenosti i sigurnosnih standarda. | Blokchain može biti opasan zbog korištenja digitalnog jezika kako bi se dobilo monopolizirano tržište te prisiljavanje ljudi da kupuju od jednog kupca, a da nisu ni svjesni da bi tako mogli monopolizirati tržište. |
| Povećanje vidljivost u stvarnom vremenu: Transparentnost temeljena na blockchainu pruža | Sporost u razvoju i distribuciji |

| | |
|---|--|
| informacije u stvarnom vremenu o događajima i statusu različitih oblika prijevoza | |
| Provjera autentičnosti podataka i dokumenata: Blockchain pruža sigurno i zaštićeno okruženje za razmjenu podataka i dokumenata zbog svojih nepromjenjivih svojstava stečenih enkripcijom. | |

Prilagodio autor prema: Tijan, E., Aksentijević, S., Ivanić, K., & Jardas, M. (2019).

Blockchain technology implementation in logistics. *Sustainability*, 11(4), 1185.

U industriji i poslovanju, blokchain tehnologija pruža inovativna rješenja za mnoge probleme, značajke ove tehnologije povećavaju povjerenje osiguravajući transparentnost svih podataka, robe i financijskih transakciji. U logističkoj primjeni, blokchain može jednostavno pružiti sigurne kooperativne operacije, iako postoje nedostaci. U blokchain tehnologiju zasigurno bi se trebalo više ulagati samim time dobili bi pouzdaniji opskrbeni lanac, a time i sve ostalo.

6. Blockchain u logistici

Logistička industrija je okosnica svih poslova diljem svijeta, a zbog pojave blockchaina sama logistička industrija će se značajno promijeniti.

Blokchain primjena ima veliki potencijal u logističkoj industriji. Proizvodnjom digitalnog zapisa koji prati robu na svakoj razini opskrbnog lanca mogu se riješiti problemi povezani uz praćenje tokova robe, odnosno sve abnormalnosti koje bi mogle uzrokovati kašnjenje pošiljke. Samim time se omogućuje organizacijama da odmah riješe probleme koji bi mogli biti uzrokom kašnjenja. Također, primjena blockchaina može automatizirati operacije budući da olakšava provjeru autentičnosti predmeta, smanjuje potrebu za dokumentima i olakšava praćenje proizvoda. Osim toga, organizacije mogu koristiti blockchain za sigurno dijeljenje podataka i učinkovitije postizanje zajedničkih ciljeva [24].

Blokchain nudi značajan potencijal za unapređenje logističkog procesa zbog njenog najvažnijeg koncepta, a to je interakcija sa stvarnim svijetom, koja zahtjeva korištenje alata i tehnologija, kao što je IoT. U industriji i poslovanju blockchain tehnologija pruža inovativnu platformu za decentralizaciju i transparentnost kod transakcija. Značajke ove tehnologije poboljšavaju povjerenje osiguravajući transparentnost u svim podacima, robi i financijskim transakcijama. Tragom toga, u logističkoj industriji, blockchain tehnologija može jednostavno pružiti sigurne korporativne operacije. [24].

Osim financijskih usluga kao što su digitalna imovina, online plaćanje i kriptovalute, blockchain tehnologija može se koristiti u upravljanju rizicima npr. moguće je pratiti robu, identificirati potencijalni nedostatak u dokumentima koji prate robu, utječe na smanjenje prijevara, itd. Također, blockchain tehnologija može se primjenjivati kod upravljanja, informacija, financija lanca opskrbe, skladištenja i transporta.

Ako se govori o upravljanju, blockchain tehnologija omogućuje prikupljanje i prijenos podataka u stvarnom vremenu što pruža menadžmentu uvid u performanse procesa, a što znači da je omogućeno pravodobno donošenje odluka na temelju točnih podataka. Međutim, jedan od najvažnijih karakteristika blockchain tehnologije je mogućnost interakcije sa stvarnim svijetom, a što primarno znači interakciju posredstvom IoT.

Nadalje, jedan od primjera primijene blockchain tehnologije u lancu opskrbe stvaranje sustava za praćenje proizvoda što dovodi do učinkovitijeg i djelotvornijeg praćenja proizvoda tj. kretanja proizvoda i usluga kroz lanac opskrbe. U tom kontekstu razvoj logističkog nadzornog sustava koji se temelji na blockchain tehnologiji omogućuje korisnicima i logističkim operaterima praćenje paketa unutar ekosustava te dobivanje informacija o paketima iz sustava. [24].

Kako bi se prikazala primjenjivost blockchain tehnologije u lancu opskrbe, potrebno je opisati način formiranja narudžbe posredstvom blockchaine. Drugim riječima, primatelj kreira narudžbu, koja uključuje kvantitetu, kvalitetu, vrijeme isporuke te mjesto isporuke. Dobavljač to potvrđuje i dokumentira, na temelju zaprimljenog naloga sastavlja ugovor o prodaji tj. smart contract. Unutar takvog ugovora su ujedno definirani i zahtjevi koji se moraju ispuniti.

Sličan način funkcioniranja blockchaine je i prilikom ugovaranja posla između dobavljača i prijevoznika. Dobavljač naruči proizvod te se svi podaci kao što su potvrda o podrijetlu, popis pakiranja, vrijeme utovara, identifikacija proizvoda, broj narudžbe pohranjuju u blok i bilježe u blockchain mreži. To znači da nema potrebe za dokumentima u papirnatom obliku budući da se ugovor o usluzi prijevoza stvara se između dobavljača i prijevoznika pomoću smart contracta. Umjesto prijevoznog lista u papirnatom obliku u tom slučaju koristi se elektronički prijevozni list te su svi podaci iz prijevoznog lista biti zabilježeni u blockchain mreži. Nakon istovara prijevoznik potvrđuje isporuku proizvoda putem elektroničkog teretnog lista.

No, izuzev opisanog, ako se govori generalno o izazovima s kojima se susreću organizacije u lancu opskrbe, takvi izazovi se mogu premostiti promjenom blockchain tehnologije. Primjeri takvih izazova su nedostatak informacija u realnom vremenu, informacije o podrijetlu robe, nedovoljna razina praćenja robe, previše dokumenata u papirnatom obliku koje uzimaju previše vremena [25]. Spomenuti problemi mogli bi dovesti do prijevare, krivotvorenja te u konačnici prekinuti opskrbni lanac. Te probleme moglo bi se riješiti uz pomoć blockchain tehnologije budući da blockchain tehnologija ima potencijal značajno smanjit kašnjenja, dodatne troškove i ljudske pogreške.

Kao primjer može se izdvojiti tvrtka Maersk koja je testirala blockchain tehnologiju na primjeru praćenja kontejnera. Kontejner kojeg su pratili bio je pun cvijeća te je bio u tranzitu iz Kenije za luku Rotterdam, a samo ugovaranje i provođenje transportnog posla rezultiralo je sa više od dvjesto interakcija između primatelja i pošiljatelja. Najvažniji dio jest praćenje potpisa agencija za odobrenje izvoza i dovršetaka dokumenta. Međutim dokaz da je blockchain tehnologija može uspostaviti povjerenje i sigurnost pri digitalizaciji tijekom rada dokumenta. Stoga se blockchain smatra kompetentnom za jačanje učinkovitosti transakcija u globalnom lancu opskrbe [26].

Ako se govori o pomorskom transportu, tj. transportu kontejnera, integracija blockchain tehnologije u otpremu ili pomorski prijevoz može povećati održivost i smanjiti prijevare, smanjiti kašnjenje dokumentacije, smanjiti otpad i brže identificirati probleme. Osim toga, prema informacijama DHL-a do 10% tereta sadrži netočne podatke koji mogu dovesti do sudskog spora, pa bi primjena blockchain tehnologije u tom kontekstu značila smanjenje ovih problema i poboljšanje logističkih procesa.

Usklađenost i transparentnost među imeprativnim su prednostima koje blockchain tehnologija nudi, također može eliminirati silose unutar logistike i opskrbnog lanca. Usprkos tome pomaže logistici i operacijama opskrbnog lanca da postanu učinkovitije i energičnije jer može pružiti podatke u stvarnom vremenu i visoku razinu transparentnosti. Osim toga blockchain, može pratiti i ući u trag narudžbama i upravljati imovinom, s toga u skladištima poboljšava kretanje i kontrole zaliha.[27]. U području logistike i skladišta različite strane uključene su u proces transakcije s višestrukim tehnologijama koje se koriste za podršku svakom procesu. Tako i danas postoje tvrtke koje se i dalje oslanjaju na ručni unos podataka i papirante dokumente. To znatno otežava praćenje te može uzrokovati razne probleme. Blockchain tehnologija može djelovati kao tehnologija-posrednik za promjene za rješavanje operativnih problema u logističkoj industriji, a posebno kod skladišnih operacija, može pomoći u pružanju bolje učinkovitosti uz transparentnost podataka zajedno sa sigurnijim podacima i informacijama.

6.1. VeChain

VeChain je platforma kreirana s ciljem poboljšanja procesa upravljanja lancem između različitih sudionika. VeChain rješava problem koji je vrlo čest u današnjoj eri globalizacije, a vezan je uz veliku količinu paketa i potrebu praćenja istih, odnosno potrebu osiguranja transparentnosti. Rješenje opisanog problema nudi upravo VeChain koji omogućuje da se svaki aspekt kretanja unutar opskrbnog lanca bilježi u distribuiranoj knjizi kako bi se osigurala transparentnost između svih uključenih strana, a to se postiže digitalizacijom sredstva gdje se proizvodima dodjeljuje jedinstveni identifikatori na platformi [28].

Primarni ciljevi VeChain su:

- kreirati distribuirani ekosustav temeljen na blockchain tehnologiji za transparentan protok informacija
- brzi i pouzdani prijenos vrijednosnih transakcija
- učinkovitost.

Kupac odnosno krajnji korisnik, trgovci na malo te proizvođači trebali bi pomoću VeChaina steći pouzdan izvor informacija o robu bez da na slijepo vjeruju jedni drugima., te da se VeChainom postignu sigurna rješenja za upravljanje opskrbnim lancem putem digitalne imovine.

Proces rada VeChaina je da svakom proizvodu koji upotrebljava platformu VeChain, dodjeli jedinstven i jasan identifikator koji se zove VID (*Vehicle Identification Device*), te se može koristiti za identifikaciju proizvoda, omogućuje praćenje povijesti vlasništva. Može biti napisan u QR kod obliku, RFID oznaci ili „*Near Field Communication*“ (NFC) tj. tagovima za komunikaciju

kratkog dometa. Osim toga, primatelj robe ima priliku provjeriti autentičnost proizvoda što se najviše traži kod imovine visoke vrijednosti, a time VeChain stvara veću transparentnost i nudi mogućnost praćenja.

VeChain već ima svoje kooperante s kojima radi, a jedan od najvećih partnera je Price waterhouse Cooper (PWC). PWC tvrtka želi ponuditi usluge trećih strana sudionicima na decentraliziranim platformama, tako zajedno šire platformu VeChaina i jačaju vrijednosti same platforme. Također, VeChain je službeno potvrdio ugovor s BMW-om, u smanjenju izrabljivanja radne snage u opskrbnom lancu.

Osim toga, Renault također surađuje s VeChainom na snimanju očitavanja brojila iz automobila. Do sada je popularna metoda pri preprodaji automobila bila snižavanje očitavanja brojila, ali Renault i VeChain rade na tome da takve prijevare budu onemogućene, nadalje među partnerima VeChaina su i modna marka Givenchy, kao i državne vlasti Kine. [29]

Implementacijom VeChaina, opskrbi lanac postao bi pouzdaniji, te bi moglo biti korisno kada kupac želi provjeriti autentičnost ili povijest robe kada je izrađena jesu li mijenjani kakvi dijelovi ako jesu gdje i kad.

6.2. Everledger

Everledger je platforma izgrađena na osnovama privatnih blockchainova, stvorena je za pružanje sigurnih i stabilnih digitalnih podataka o podrijetlu, karakteristikama i pravima luksuzne robe kao što su dijamanti, satovi, umjetnine, nakit itd., mogućnost sigurnog dijeljenja podataka i primjene pametnih ugovora uz zadržavanje privatnosti. Platforma kao takva koristi umjetnu inteligenciju (AI) za analizu podataka, što pomažu njihovim klijentima da ispune potrebnu dokumentaciju i povezane obveze pametnih ugovora.

Everledger je stvoren kako bi se prijevare svele na najmanju moguću mjeru te je ustrojen kao digitalna globalna knjiga koja prati i štiti vrijedne predmete. Everledger pohranjuje digitalne certifikate na blockchainu, a blockchain tehnologija omogućuje sigurno i nepromjenjivo bilježenje podataka dok se imovina (kao što su: dijamanti umjetnička djela i ostala luksuzna imovina) kreću opskrbnim lancem. To znači da u mreži, poput trgovca, kupaca, osiguravatelja mogu u bilo kojem trenu provjeriti autentičnost robe.

Integracijom ovog digitalnog zapisa s drugim tehnologijama može stvoriti jedinstveni digitalni identitet za imovinu i učiniti ga dostupnim svim sudionicima, posljedično će povećati transparentnost, povjerenje i postavljati temelje za napredak cijelih industrija [30].

6.3. TradeLence

TradeLence je otvorena i neutralna industrijska digitalna platforma koja pruža vidljivost od početka do kraja kroz cjelokupne procese otpreme. TradeLence okuplja sve strane u opskrbnom lancu, uključujući vlasnike tereta, špeditere, pružatelje unutarnjih prijevoza, luke i terminale, prekoceanske prijevoznike, carinu i druga državna tijela na jedinstvenu sigurnu platformu za dijeljenje podataka i poticanje suradnje. TradeLence pruža sigurno dijeljenje informacija o lancu opskrbe u stvarnom vremenu koje mogu koristiti sve strane, a uključuju pojediniosti o teretu, trgovinske dokumente, očitavanja senzora, itd., a što pojednostavljuje proces integracije podataka korisnicima logističkih usluga i smanjuje troškove operativnog poslovanja, smanjuje rizik od lažnih podataka i neusklađenosti korištenjem pouzdanih podataka u realnom vremenu i ostalo.

Također omogućuje digitalizaciju i automatizaciju poslovnih procesa koji su sastavni dio lanca opskrbe, te zahvaljujući blokchainu osigurava da su bitne transakcije transparentne, nepromjenjive i sigurne. [31] Kao primjer može se uzeti učinak TradeLence platforme na opskrbi lanac modne marke Puma. Njihov je interni carinski odjel provodio više od dva sata dnevno provjeravajući status svojih kontejnera na lučkim terminalima, te kako bi prevladali taj nedostatak vidljivosti, praćenja i primanje podatka izravno iz izvora, Puma je implementirala platformu TradeLence, koji je omogućio Puminim terminalima objavljivanje ažuriranja o kontejnerima. Što je rezultiralo time da su svi terminali u luci bili su opremljeni za dijeljenje obavijesti u stvarnom vremenu, to je radilo na 95% na 200+ kontejnera primljenih svaki tjedan. Također, to je pomoglo i smanjenje kašnjenja i troškove zadržavanja i čuvanja.

6.4. Yojee

Yojee platforma je platforma koja koristi IoT, umjetnu inteligenciju (AI), blokchain te strojno učenje kako bi olakšala logističkim tvrtkama koordinaciju voznog parka, praćenje vozila na terenu, fakturiranje, upravljanje poslova i procjenu vozača. Osim toga sustav može optimizirati i upravljati voznim parkom, eliminirajući potrebu za višestrukim dispečerima, itd.

Osim što omogućuje komunikaciju vozača i dispečera, također omogućuje razgovore između vozača i kupca. Kako Yojee platforma koristi strojno učenje, Yojee softver postaje sve sposobniji što ga više vozača koristi, samim time saznaje više o njima, a zatim im dodjeljuje posao vozaču za kojeg smatra da je najviše sposoban za taj posao.

Startup Yojee je također izbacio „*chatbot*“ koji tvrtkama za e-trgovinu omogućuje rezerviranje isporuke bez posrednika. Bot ubacuje detalje (adresu, vrijeme dostave i ostale potrebne informacije) u sustav, koji zatim organizira pravog dostavljača ili vozača.

Također primjenom Yojee smanjuje se količina vremena i novaca pojednostavljuvanjem operacija kao što su :

- ručno planiranje (pošto je Yojee softver za planiranje ruta, smanjuje resurse za planiranje dostava i olakšava put vozačima.)
- smanjuje upite kupaca tako da Yojee platforma sama rješava upite te tako smanjuje ljudski rad i vrijeme odgovaranja
- povećava profit kroz optimizaciju rute koja smanjuje broj prijeđenih kilometara što ujedno nosi veći doprinos tvrtki i smanjuje vrijeme vožnje vozača
- poboljšava kapacitet voznog parka zbog praćenja svih vozila i vozača koji su dostupni u realnom vremena.

Također, implementacija Yojee platforme potaknula bi dodatne suradnje između tvrtki. Silosi informacija se uklanjaju bez izostavljanja timova u procesu, svaka informacija integrirana u jedinstvenu platformu koja okuplja radnu snagu i tako poboljšava suradnju između timova. Omogućuje odluke temeljene na podacima te bi to olakšalo jer se lanac opskrbe brzo razvijao u skladu sa zahtjevima tržišta i kupaca stoga će softver pružiti konkurentsku prednost donošenjem praktičnih poslovnih odluka u teretnim operacijama i stvaranja većeg zadovoljstva krajnjeg potrošača. Nadalje, Yojee platforma teži ispunjavanju ciljeva održivosti, time da smanjuje dokumentaciju u papirnatom obliku te se operativna učinkovitost postiže digitalizacijom i optimiziranim rutama isporuke(manja potrošnja goriva) [28].

Zbog poboljšanja kakva nosi sama Yojee platforma i njezina tehnologija, moglo bi se reći da ima svoj vlastiti mozak. Sama implementacija Yojee platforme smanjila bi ljudske pogreške te bi se tako smanjili troškovi, smanjilo bi se onečišćenja i zagađenja.

7. Utjecaj blockchaina na upravljanje logističkim sustavom

Postizanje izvrsnosti u logistici i logističkom sustavu uključuje suradnju s drugima te se tako optimizira protok informacija i fizičkih dobara. Kako se globalizacija razvija, sve korporativne aktivnosti moraju se nositi s utjecajem kao i prilikama te rizicima koje proizlaze iz toga. Lanci opskrbe i proizvodnje postali su sve više međunarodni, ali i sve više integrirani. Samim time globalizacija i internacionalizacija donosi svoje rizike s kojima bi se blockchain trebao nositi i pokušao ih riješiti, kao što su npr. povećana geografska udaljenost (koja za sobom nosi posljedicu dužeg vremena transporta, duže praćenje robe transporta, veće troškove), povećanje protoka robe i informacija itd. Blockchain ima značajan potencijal da pomogne u prevladavanju ovih rizika u logistici i povećanju učinkovitosti cijelog procesa, također ima potencijal za optimizaciju vremena i finansijskih troškova povezanih s trgovinskom dokumentacijom i administrativnom obradom za kretanje robe preko oceana.

Nadalje prateći trend prema pametnoj logistici i korištenju komunikacijske i informacijske tehnologije na svim razinama logističkog procesa, blockchain nudi značajan potencijal za unapređenje logističkog sustava. Blockchain tehnologija može omogućiti transparentnost podataka i pristup sudionicima cijelog opskrbnog lanca, stvarajući jedinstveni izvor istine koji se pohranjuje na blockchainu, time bi se lakše upravljalo i cijelim logističkim sustavom, lakše bi bilo pratiti robu, vrijednost robe, autentičnost robe, itd., takvim poboljšanjem logističkih procesa, pogoduje opskrbnom lancu i čini ga okretnijim.

Nadalje, blockchain može postići uštedu troškova automatiziranih procesa kao primjer treba uzeti Yojee platformu, koja automatizmom odgovara na upite. Yojee platforma sama odgovara na njih te bi se time manje opteretio cijeli logistički sustav. Također praćenje podrijetla robe može omogućiti odgovorne i održive opskrbe lance, te pomoći u otkrivanju krivotvorene robe.

Stoga primjena blockchaina ima veliki potencijal u logističkoj industriji, stvaranjem šifriranog digitalnog zapisa koji prati robu na svakoj razini opskrbnog lanca, tehnologija može riješiti velike probleme. Utjecaj blockchaina u transportnoj logistici imao bi veliku ulogu, mogao bi pratiti vozača i njegovo vozilo, izračunati mu najkraći put do odredišta kojim bi se postigla bolja efikasnost samog vozača te bi se time smanjili troškovi goriva i energenata. Također blockchain može pratiti životni vijek vozila tj. pratilo bi se stanje vozila od početka kad je napustilo tvornicu, sva održavanja vozila. Time bi tvrtke koje bi htjele kupiti rabljena vozila imala transparentniju sliku njegovog stanja. Dok bi se finansijske transakcije mogle odvijati online. Takva usluga utječe na postupke opskrbnog lanca, upravljanje proizvodima i finansijske aktivnosti u cijeloj mreži.

Temeljni utjecaj koji blockchain ima na upravljanje logističkim sustavima je povećanje sigurnosti i transparentnosti. Obzirom na to da blockchain omogućuje povećanje sigurnosti financijskih transakcija, menadžment može koristiti blockchain tehnologiju za plaćanje dobavljačima u logističkom sustavu jednako kao i što može koristiti blockchain tehnologije opisane u poglavlju 6. za praćenje robe tj. tijeka robe u lancu opskrbe.

Ako se govori o održivosti, posebno značajna primjena blockchaina je upravo u povećanju održivosti budući da se povećava transparentnost. To znači da svi sudionici u lancu opskrbe mogu vidjeti, primjerice, zeleni otisak drugih dionika, jednako kao i što mogu imati uvid u radnu snagu i korištenje radne snage u lancu opskrbe. Samim time se smanjuje rizik da se u lanac opskrbe uključuje maloljetnici, odnosno da se radna snaga u lancu opskrbe iskorištava na negativan način. Sve to utječe na povećanje održivosti kao i kvalitete upravljanja.

No, s obzirom na turbulentnost i promjene koje dolaze uz turbulentnost, primjena blockchain tehnologije posebno je značajna za povećanje otpornosti lanca opskrbe, a prije svega kroz upravljanje rizicima budući da se rizici primjenom blockchain tehnologije značajno smanjuju. Temeljni razlog za to je uključivanje većeg broja čvorova tj. mjesta na kojima organizacije uključene u lanac opskrbe čuvaju svoje podatke. Zbog diseminacije dolazi do značajnog smanjenja rizika neovlaštenog pristupa, a samim time se smanjuju i rizici, primarno cyber rizici koji su posebno značajni u dobu Industrije 4.0 kada se lanac opskrbe digitalno transformira kroz primjenu različitih tehnoloških inovacija.

Globalno gledano, primjena blockchain tehnologije ima značajan utjecaj na povećanje učinkovitosti i djelotvornosti lanca opskrbe, a što ujedno znači i manje troškove. Troškovi su od posebnog značaja u lancu opskrbe zato što mogu povećati konačnu cijenu koštanja nekog proizvoda ili neke usluge, a kroz primjenu blockchaina oni se smanjuju, a što ujedno znači i smanjenje troškova proizvoda i usluga.

Dakle, primjena blockchain tehnologije može značajno olakšati upravljanje logističkim procesima kako u lancu opskrbe tako i logističkim procesima u cjelini. No, neophodno je naglasiti kako implementacija same blockchain tehnologije treba biti ispitana budući da njezina potpuna primjena može zahtijevati značajna financijska ulaganja. Isto tako, osim potrebe prilagodbe infrastrukture, potrebno je prilagoditi i kompetencije menadžmenta koji će upravljati sustavom koji ima implementiranu blockchain tehnologiju što također može predstavljati dodatan trošak za organizaciju.

8. Zaključak

Blokchain tehnologija, iako je još uvijek u svojim začecima, zasigurno ima visoki potencijal ne samo u logistici nego i u ostalim granama industrije. Bez obzira na prednosti koje nosi blokchain svojom primjenom važno je shvatiti i nedostatke koji se moraju ukloniti kako bi se primjena blokchain tehnologije proširila. Jedan od najvećih potencijalnih opasnosti same primjene blokchain tehnologije jest korištenje digitalnog zapisa za monopolizaciju tržišta i prisiljavanje ljudi da kupuju od jednog kupca, a da oni uopće nisi svjesni da bi tako mogli monopolizirati tržište.

Može se zaključiti da je blockchain apsolutna revolucija, posebice u području logistike. Primjena blockchaine u logističkim sustavima će se sve više povećavati a razlog tome je potreba za povećanjem učinkovitosti i djelotvornosti procesa, odnosno povećanje sigurnosti u lancu opskrbe. Postojeća literatura uglavnom govori o tome kako primjena blokchain tehnologije poboljšava praćenje, transparentnost, povjerljivost u logistici i opskrbnom lancu, o tome kako povećati učinkovitost i sigurnost samog opskrbnog lanca te smanjit ukupne troškove i rizike.

Rezultati ovog završnog rada pokazali su kako je blokchain tehnologija veliko poboljšanje već sada, a u budućnosti njegova primjena bit će sve šira i sve bolja, samim time budućim istraživačima preporučio bih da se više okrenu nedostacima same blokchain tehnologije, koja je sama po sebi skupa za razvoj i održavanje, samim time da pokušaju riješiti mogući problem monopolizacije tržišta, to bi znatno doprinijelo blokchain tehnologiji i njezinoj primjeni.

9. Literatura

[1]. K. Buntak, M. Kovačić, I. Martinčević: Technical and technological competence as foundation for digital transformation, Crikvenica, 2020.

[2]. I. Peko: Na putu prema četvrtoj industrijskoj revoluciji: Analiza stanja hrvatske industrije, Seminarski rad, FER, Split, 2015.

[3]. K. Buntak, M. Kovačić, M. Mutavdžija: Internet of things and smart warehouses as the future of logistics, Tehnički glasnik, br. 13, 2019., str. 248-253

[4]. M. Kovačić, M. Mutavdžija, K. Buntak, I. Pus: Using artificial intelligence for creating and managing organizational knowledge, Tehnički vjesnik, br. 29, 2022., str. 1413-1418

[5]. Y. Zhang, F. Xiong, Y. Xie, X. Fan, H. Gu: The impact of artificial Intelligence and Blockchain on the Accounting Profession

[6]. K.C. Chen, S.Y. Lien: Machine-to-machine communications: Tehnologies and challenges, Ad hoc networks, br. 18, 2014, str. 3-23

[7]. K. Buntak, M. Kovačić, M. Mutavdžija: The influence of industry 4.0 on transport and logistics in context of supply chains, Business logistics in modern management, br. 21, 2021., str. 403-422

[8]. M. Nedeljko: Industrija 4.0 – sadašnjost ili budućnost u Hrvatskoj, Diplomski rad, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2017.

[9]. B. Hlača: Poslovna logistika, Rijeka, 2006.

[10]. I.J. Petrick: Getting to industry 4.0 with the Internet of things – Industrial processes in the age of big data, security breaches, and IT/OT convergence, Germany, 2016.

[11]. K. Buntak, M. Mutavdžija, M. Kovačić: A review on measuring the success of smart city initiatives, Quality festival, 2019., str. 1011-1018

[12]. R. Zelenika, D. Pupovac: Suvremeno promišljanje osnovnih fenomena logističkog sustava, Hrčak, br. 52, 2001., str. 354-378

[13]. K. Buntak, M. Kovačić: Upravljanje kvalitetom 1: praktikum, Koprivnica, 2020.

[14]. Dylan Yaga, Peter Mell, Nik Roby, Karen Scarfone: Blockchain Technology Overview, 2018.

[15]. K. Buntak, M. Kovačić, B. Premužić: Upravljanje poslovnim procesima-praktikum, Koprivnica, 2020.

[16]. S. Pawar, S. Parade, A. Saraf, S. Sharma: Review on blockchain technology, International journal of computer applications, br. 182, 2018., str. 40-41

[17].]. Dylan Yaga, Peter Mell, Nik Roby, Karen Scarfone: Blockchain Technology Overview, 2018.

[18]. https://www.techtarget.com/whatis/feature/A-timeline-and-history-of-blockchain-technology_, dostupno: 15.08.2022.

[19]. P. Tasatanattakool, C. Techapanupreeda: Blockchain: Challenges and applications, Research gate, 2018., str. 473-474

[20]. S. Pawar, S. Parade, A. Saraf, S. Sharma: Review on blockchain technology, International journal of computer applications, br. 31, 2018., str. 40-41

[21]. S.M. Suryalakshmi, C. Vijai, M. Elayaraja: Blockchain technology in logistics: Opportunities and challenges, Asia pacific business review, br. 7, 2021., str. 147-151

[22]. [Blockchain and asymmetric cryptography - Infosec Resources \(infosecinstitute.com\)](#), dostupno: 15.08.2022

[23]. P. Potdar: Blockchain technology in logistics, Research gate, 2022., str. 3-9

[24]. M. Černý, S. Kubalák, M. Gogola, J. Ondruš: Blockchain technology as a new driver in supply chain, Transportation research procedia, br. 55, 2021., str. 299-306

[25]. Moller, A.P. Maersk (MAERSKb.CO). 2019.

[26]. S. N. Wahab, C. Seng – Say, Y. Ming- Loo: Antecedents of blockchain technology application among Malaysian warehouse industry, International journal of logistics systems and management, br. 1, 2020., str. 1

[27]. V. Shcherbakov, G. Silkina: Supply chain management open innovation: Virtual integration in the network logistics system, Global challenges of digital transformation of markets, br. 7, 2021., str. 54

[28]. <https://medium.datadriveninvestor.com/vechain-blockchain-supply-chain-tracking-54e71c12474f>, dostupno: 18.08.2022

[29]. K. Reja, S.K. Shandilya, D.M. Sharma, G. Choudhary: Blockchain in logistics and supply chain monitoring, Research gate, 2022., str 104-119

[30]. https://s3.us.cloud-object-storage.appdomain.cloud/tradelens-web-assets/Tradelens_Solution_Brief_v3.pdf, dostupno: 22.08.2022

10. Popis slika

| | |
|--|----|
| Slika 1 Organizacija kao poslovni sustav | 12 |
| Slika 2 Prikaz procesa..... | 15 |
| Slika 3 Prikaz Genesis bloka..... | 19 |

11. Popis tablica

| | |
|---|----|
| Tablica 1: Prikaz tehnologija Industrije 4.0. | 4 |
| Tablica 2 Prikaz podjele logistika | 13 |
| Tablica 3. Vrste blokchaina..... | 16 |
| Tablica 4 Prednosti i nedostaci blokchain tehnologije | 21 |



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, IZIDOR SABONIC pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog rada pod naslovom PRIMJENA EKOLOKALIN TEHNOLOGIJE U UPRAVLJANJU LOGISTIČKIM SUSTAVOM te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:


(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, IZIDOR SABONIC neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog rada pod naslovom PRIMJENA EKOLOKALIN TEHNOLOGIJE U UPRAVLJANJU LOGISTIČKIM SUSTAVIMA čiji sam autor/ica.

Student/ica:


(vlastoručni potpis)