

# Mogućnosti primjene Blockchain tehnologije u logističkim tvrtkama

---

Miloš, Ante

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:695659>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Ante Miloš**

**MOGUĆNOSTI PRIMJENE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U LOGISTIČKIM  
TVRTKAMA**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, veljača 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**DIPLOMSKI RAD**

**MOGUĆNOSTI PRIMJENE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U LOGISTIČKIM  
TVRTKAMA**

**POSSIBILITIES OF APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IN  
LOGISTICS COMPANIES**

Mentor: prof. dr. Sc. Kristijan Rogić

Student: Ante Miloš

JMBAG: 0135232566

Zagreb, veljača 2022.

Zagreb, 3. ožujka 2022.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Distribucijska logistika I**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6565

Pristupnik: **Ante Miloš (0135232566)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Mogućnosti primjene Blockchain tehnologije u logističkim tvrtkama**

Opis zadatka:

U radu je potrebno prikazati i objasniti tehnologiju rada Blockchain koncepta te mogućnosti primjene tehnologija Blockchaina u logističkim sustavima i procesima.

Na primjeru je potrebno rokazati prednosti i nedostatke primjene Blockchain tehnologije u logističkim tvrtkama, te područja primjene.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

prof. dr. sc. Kristijan Rogić

## **SAŽETAK**

Od svog začetka, 2008. godine, blockchain pokazuje veliki potencijal za primjenu u različitim sektorima, od financijskog i bankarskog sektora pa sve do logistike i transporta. Blockchain dobiva sve više važnosti iz dana u dan. Ova tehnologija je ponajviše postala popularna iz rastuće potrebe za transparentnim sustavima i većom razinom sigurnosti. Neke od najvećih svjetskih korporacija, poput Wal-Mart, Maerska i IBM-a su uvidjeli važnosti i potencijal blockchaina te su investirali značajna sredstva u razvoj ove tehnologije. Unutar logističkog sektora blockchain pruža brojne prednosti. Počevši od veće transparentnosti i mogućnosti dijeljenja informacija unutar opskrbnog lanca, smanjenja grešaka, lakšeg praćenja paketa te onemogućavanja manipulacije informacijama. Dakle, predmet ovog rada je mogućnost primjene blockchain tehnologije u logističkim sustavima. Detaljnije će se opisati blockchain tehnologija, moguća primjena, trenutna primjena te opće značajke logističkih sustava.

**KLJUČNE RIJEČI:** Blockchain, logistički sustav, moguća primjena blockchaina, trenutna primjena blockchaina

## **SUMMARY**

From its very beginning, in 2008, blockchain shows great potential for application in various sectors, from the financial and banking sectors to logistics and transport. Blockchain gets more and more importance from day to day. This technology has mainly become popular from the growing need for transparent systems and a higher level of security. Some of the world's largest corporations, such as Wal-Mart, Maerska and IBM, have recognized the importance and potential of blockchains and have invested significant funds in the development of this technology. Within the logistics sector, blockchain offers many advantages. Starting with greater transparency and the ability to share information within the supply chain, reduce errors, facilitate package monitoring and prevent information manipulation. So the subject of this paper is the possibility of applying blockchain technology in logistics systems. Blockchain technology, possible application, current application and general features of logistics systems will be described in more detail.

**KEY WORDS:** Blockchain, logistics system, possible use of blockchains, current use of blockchains

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OPĆE ZNAČAJKE LOGISTIČKIH SUSTAVA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Logistika i opskrbeni lanac .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Elementi logističkog sustava .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1. Distribucija.....</b>	<b>5</b>
2.2.1.1. Sudionici distribucije .....	6
2.2.1.2. Oblici i pokazatelji distribucije .....	8
2.2.1.3. Temeljni zadaci distribucije.....	9
2.2.1.4. Kanali distribucije i fizička distribucija .....	9
<b>2.2.2. Skladištenje.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.3. Manipulacija tereta .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.4. Informacijski sustavi u logistici .....</b>	<b>18</b>
<b>3. KONCEPT BLOCKCHAIN-A.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1. Blockchain podjela .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2. Blockchain struktura .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3. Centralizirani i decentralizirani sustav .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4. Karakteristike Blockchain tehnologije .....</b>	<b>25</b>
3.4.1. Kriptografija .....	25
3.4.2. Kriptografija u blockchain tehnologiji .....	25
3.4.3. Dokaz rada (eng. „ <i>Proof of work</i> “) .....	26
3.4.4. Metoda „ <i>Proof of stake</i> “ .....	28
3.4.5. Sigurnosti u blockchain tehnologiji .....	29
3.4.6. Privatni i javni ključ .....	29
3.4.7. Blockchain komponente .....	31
<b>3.5. Značaj blockchain tehnologije .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6. Nedostaci Blockchain-a .....</b>	<b>32</b>
<b>4. PRIMJENA BLOCKCHAIN-A U LOGISTIČKIM SUSTAVIMA .....</b>	<b>34</b>
4.1. Brža i preciznija logistika na globalnoj razini .....	35
4.2. Automatizacija komercijalnih procesa u logistici s pametnim ugovorima .....	37
4.3. Početak primjene blockchain tehnologije u logistici.....	39
<b>5. PRIMJERI PRIMJENE BLOCKCHAIN KONCEPTA U LOGISTIČKIM SUSTAVIMA .....</b>	<b>41</b>
5.1. Walmart .....	41

5.2.	IBM + MAERSK: TradeLens.....	42
5.3.	<i>Vinchain</i> : Povijest performansi vozila .....	44
5.4.	Blockchain u Republici Hrvatskoj .....	44
<b>6.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>46</b>
	<b>LITERATURA</b> .....	<b>48</b>
	<b>POPIS SLIKA</b> .....	<b>51</b>

# 1. UVOD

Prema riječima mnogih vodećih stručnjaka, blockchain tehnologija jedna je od najvažnijih tehnoloških inovacija u 21. stoljeću. Kao i kod svake nove tehnologije, mišljenja su podijeljena, ali učinak je neosporiv. Izazovi koji se javljaju u logističkom lancu postaju svakim danom sve veći, a rast tehnologija vuče cijeli sustav naprijed ka modernizaciji i digitalizaciji cijelog opskrbnog lanca. Blockchain tehnologija omogućava da se digitalna informacija distribuira između svih čvorova koji sudjeluju u sustavu. Tako svaki čvor održava svoju kopiju svake relevantne informacije i nema potrebe za središnjim autoritetom koji kontrolira informacije. Kontrola je također distribuirana, pomoću mehanizma za validaciju svaki čvor može biti siguran da je informacija zapisana na blockchain, točna.

Svrha ovog rada je istražiti mogućnosti primjene blockchain tehnologije u logističkim sustavima. Rad je strukturiran kroz šest poglavlja.

Osim uvoda i zaključka kao prvom i posljednjem poglavlju, govorit će se o općim značajkama u logističkim sustavima. Poglavlje je podijeljeno u dva dijela u kojima se opisuju logistika i opskrbni lanac te elementi logističkog sustava.

Treće poglavlje govori o konceptu blockchaine, o njegovoj podjeli, strukturi, centraliziranom i decentraliziranom sustavu, karakteristikama, značajkama, nedostacima te primjeni iste u Republici Hrvatskoj.

Četvrto poglavlje objašnjava primjenu blockchain-a u logističkim sustavima.

Naposlijetku u petom poglavlju prikazani su primjeri primjene blockchain-a u logističkim sustavima.



## 2. OPĆE ZNAČAJKE LOGISTIČKIH SUSTAVA

Sve brži razvoj tehnologija, znanosti, proizvodnih snaga i društvenih odnosa dovodi do potrebe za dobro organiziranim i praćenim logističkim sustavima. Najvažnije pravilo sustava je da je svaki sustav zapravo istovremeno i podsustav sustava više razine. U okviru univerzalnog logističkog sustava svaka zasebna vrsta logistike je poseban podsustav te ima svoja bitna i posebna logistička obilježja kao što su misija, cilj, struktura, elementi, logistička aktivnost, pravila ponašanja, informacije, složenost, veze između sustava i ograničenja. Navedena obilježja moraju imati svi aktivni sudionici, menadžeri i svi specijalizirani stručnjaci, određenih logističkih sustava koji sudjeluju kod proizvodnje logističkih proizvoda. U literaturi se može pronaći nekoliko definicija logističkih sustava od kojih njih dvije najtočnije opisuju:

*„Logistika je 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“.*[1]

*„U najširem smislu, pod logističkim sustavom se podrazumijeva prostorno-vremenska transformacija dobara i potrebnih informacija u procesu reprodukcije gdje se pomoću logističkih procesa, koji podrazumijevaju poslove i zadatke, realizira logistička usluga“.*[2]

Struktura univerzalnog logističkog sustava sastavljena je od većeg broja povezanih, komplementarnih, kompatibilnih i složenih specijalističkih podsustava i sustava.

### 2.1. Logistika i opskrbeni lanac

Opskrbeni lanac treba razumjeti kao sustav koji omogućuje zadovoljavanje potreba potrošača (kupaca), ostvarujući pritom komercijalnu dobit. Sustav opskrbnog lanca obuhvaća međudjelovanje uključenih subjekata, kao što su kupci, dobavljači sirovina i repromaterijala, proizvođači finalnih proizvoda, distributeri (veletrgovci), maloprodajni trgovci, logistički operateri, prijevoznici.

Pojam opskrbeni lanac može se razmatrati u užem smislu, s aspekta pojedinog gospodarskog subjekta, primjerice tvrtke koja se sastoji od više geografski disperziranih poslovnih jedinica u kojima su sirovine, sirovine, poluproizvodi ili gotovi proizvodi nabavljaju, proizvode ili distribuiraju. Uz to, opskrbeni lanac obuhvaća informacijske i financijske tokove.

Potreba i trend smanjenja troškova u suvremenim gospodarskim sustavima su postavili nove uvjete poslovanja u poduzećima i tvrtkama. U razvoju tehnologija i proizvodnje može se postići vrlo malo, stoga sve veći značaj imaju logistika i optimizacija opskrbenih lanaca. Uvođenje

adekvatnih logističkih optimizacija u svakodnevno poslovanje postaje primarna zadaća suvremenih poduzeća. [3]

Logistika se definira kao upravljanje tokovima robe i sirovina, procesima izrade završenih proizvoda i pridruženim informacijama od točke izvora do točke krajnje uporabe u skladu s potrebama kupca. Glavni zadatak logistike je krajnjem potrošaču omogućiti sustav pravi proizvod u pravo vrijeme. Može se definirati kao znanost i kao aktivnost. Ako se logistiku promatra kao znanost može se reći da je to skup interdisciplinarnih i multidisciplinarnih znanja koja izučavaju i primjenjuju zakonitosti mnogobrojnih i složenih aktivnosti koje funkcionalno i djelotvorno povezuju sve djelomične procese savladavanja prostornih i vremenskih transformacija materijala, dobara, stvari, ljudi u sigurne, brze i racionalne jedinstvene logističke procese, tokove i protoke materijala od točke isporuke preko točke ili točaka razdiobe, odnosno točke koncentracije do točke primitka, ali s ciljem da se uz minimalne resurse maksimalno zadovolje zahtjevi tržišta. Logistika kao aktivnost predstavlja skup planiranih, koordiniranih, reguliranih i kontrolnih nematerijalnih aktivnosti kojima se funkcionalno i djelotvorno povezuju svi djelomični procesi savladavanja prostornih i vremenskih transformacija materijala, dobara, stvari u sigurne, brze i racionalne jedinstvene logističke procese, tokove i protoke materijala od pošiljatelja do primatelja, ali s ciljem da se uz minimalno uložene potencijale i resurse maksimalno zadovolje zahtjevi tržišta.

Dvije su ključne razlike između opskrbnog lanca i logistike: Prva (ključna) razlika – upravljanje opskrbnim lancem se odnosi na tokove duž cijelog opskrbnog lanca (njegov obuhvat prelazi granice jednog sudionika opskrbnog lanca – npr. trgovca na malo). Druga (ključna) razlika – učinkovito upravljanje opskrbnim lancem obuhvaća logistiku, marketing, financije, razvoj novog proizvoda, usluge kupcima, te po potrebi i druge funkcije tvrtki u opskrbnom lancu koje mogu omogućiti bolji tok. [4]

Na Slici 1 prikazane su razlike između opskrbnog lanca i logistike. Iz slike je vidljivo kako opskrbni lanac obuhvaća više različitih poslovnih procesa među kojima je i logistika, kao dio opskrbnog lanca.



Slika 1. Prikaz razlike između logistike i opskrbnog lanca

Izvor: [5]

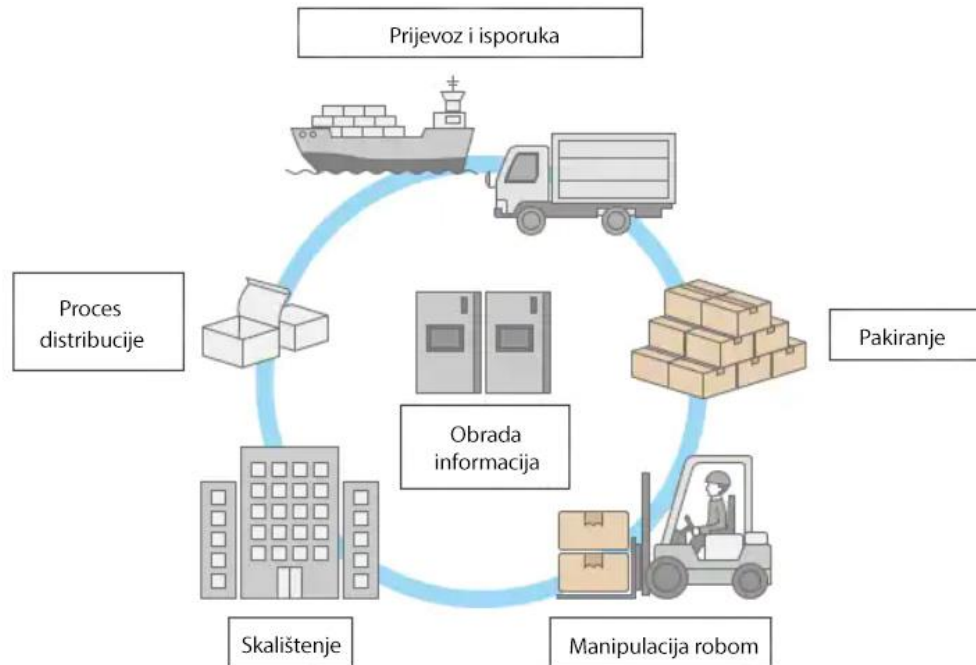
Cilj je svakog poduzeća ili tvrtke postići što veći prihod uz minimalizaciju troškova. Opskrbni lanac shodno tome i logistika, ima za svrhu kroz optimalno djelovanje smanjenje troškova i povećanje dobiti, pridodajući proizvodu dodanu vrijednost od početka proizvodnje (repromaterijali, gotovi proizvodi) do same potrošnje. Kupac kao krajnji korisnik u lancu opskrbe je jedini koji generira prihode opskrbnom lancu, ostali financijski tokovi su samo razmjena sredstava između ostalih subjekata u opskrbnom lancu.

## 2.2. Elementi logističkog sustava

Logistički sustav sastoji se iz niza elemenata međusobno logički povezanih, koji na bilo koji način utječu na troškove transporta, skladištenja te manipulacijom proizvoda. Sustav koji isporučuje robu brzo i na vrijeme od lokacije proizvodnje do potrošača nazivamo logistički tok i prikazan je na Slici 2. Logistika također uključuje elemente koji pomažu objasniti koje se logističke aktivnosti i procesi podrazumijevaju u opskrbnom lancu.

### Glavni elementi logističkog sustava [6]:

- Distribucija
- Skladištenje
- Pakiranje
- Rukovanje teretom
- Informacijski sustavi

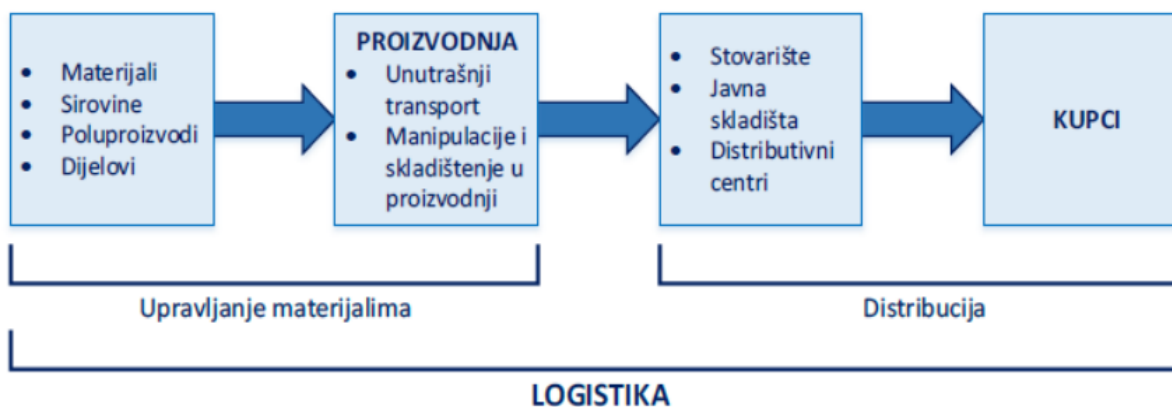


Slika 2. Elementi logistike

Izvor: [6]

### 2.2.1. Distribucija

Danas se distribucija najčešće sagledava s dva aspekta. S općeg gospodarskog aspekta, pod distribucijom se podrazumijevaju sve aktivnosti, koje služe raspodjeli proizvodnih dobara potrošačima, a s aspekta pojedinačnog gospodarskog subjekta, distribucija se odnosi na sve poduzetničke odluke i radnje koje su povezane s kretanjem proizvoda do konačnog kupca. Distribucija nije sinonim za trgovinu. Trgovina obavlja samo dio distributivnih funkcija, dok drugi dio obavljaju proizvodna, prometna i neka neproizvodna poduzeća. U znanstvenoj literaturi općenito je prihvaćen stav, da distribucija predstavlja užu pojam od logistike. Logistika, osim distribucije, u sebi sadrži upravljanje (management) materijalom, sirovinama, poluproizvodima i dijelovima od izvora do proizvodnog procesa i upravljanje njegovim određenim segmentima. Distribucija obuhvaća tijek gotovih proizvoda, od završetka procesa proizvodnje do konačne potrošnje, prikazano na Slici 3. [7]



Slika 3. Odnos logistike i distribucije

Izvor: [8]

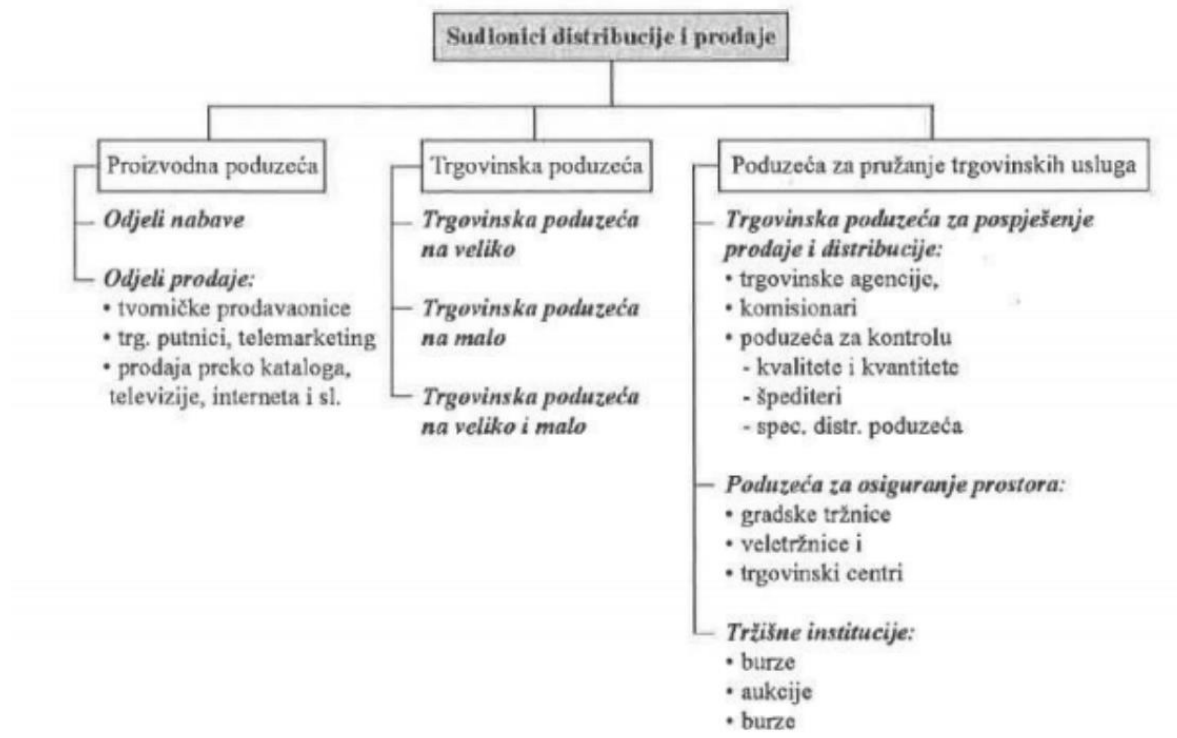
Najšire prihvaćenu definiciju pojma distribucije dala je Međunarodna trgovačka komora (eng. International Chamber of Commerce – ICC) 1947. godine koja glasi: „Distribucija je faza koja slijedi proizvodnju dobara od trenutka njihove komercijalizacije do isporuke potrošačima. Ona obuhvaća razne aktivnosti i operacije koje osiguravaju da se roba stavi na raspolaganje kupcima, bilo da se radi o prerađivačima ili o potrošačima, olakšavajući izbor, kupnju i upotrebu robe.“ Pod distribucijom se podrazumijeva djelotvoran prijenos dobara (roba ili usluga) od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje uz minimalne troškove i odgovarajuću razinu zadovoljenja zahtjeva kupaca. U kontekstu prometnog sustava, distribucija je sastavni dio prijevoznog lanca budući da funkcioniranje sustava distribucije uvijek uključuje određeni oblik prijevoza. [3]

Budući da predmeti distribucije mogu biti materijalni i nematerijalni proizvodi, distribucija je okosnica sustava reprodukcije: proizvodnje, raspodjele, razmjene i potrošnje. Sukladno tome, moglo bi se reći da distribucija općenito znači disperziranje, odnosno strujanje materijalnih i nematerijalnih dobara između proizvođača i potrošača, odnosno proizvođača i korisnika, bez obzira na prostorne i vremenske dimenzije, vrstu i zamršenost distribucijskog kanala, fizičku distribuciju i logističku distribuciju. Distribucija kao znanost i distribucija kao aktivnost najviše su se afirmirale u posljednjih stotinjak godina, ponajprije u visokorazvijenim tržišnim gospodarstvima, i to u sustavu trgovine na veliko i trgovine na malo. [9]

#### 2.2.1.1. Sudionici distribucije

Usporedno s općim razvitkom proizvodnih snaga društva i sve veće podjele rada, razvijaju se i mijenjaju pojavni oblici i tehnike rada sudionika u procesu prodaje i distribucije. Što je veći stupanj razvitka proizvedenih snaga društva, to je veća i potreba za posebnim oblicima obavljanja prodajne i distribucijske funkcije. Na niskom stupnju razvitka proizvođači obavljaju neke ili sve distribucijske poslove. U distributivnom i prodajnom procesu osim proizvođača sudjeluju i drugi

gospodarski entiteti, kao što je i vidljivo na Slici 4. To se odnosi na trgovinska poduzeća, poduzeća za pružanje trgovinskih usluga i konačno na potrošače. Značaj gospodarskih entiteta očituje se u činjenici što bez znatnog povećanja troškova pridonose povećanju kvalitete prodajnih i distribucijskih usluga. Bez navedenih sudionika ne može se ni zamisliti funkcioniranje tržišnog gospodarstva. [10]



Slika 4. Sudionici distribucije, [10]

Proizvodna poduzeća kao sudionici u distribuciji imaju značajno mjesto, bez obzira, radi li se o pomoćnoj karici sa snažnim utjecajem na ostale sudionike distribucije ili o nastojanju da se što izravnije stupi u kontakt s kupcima vlastitih proizvoda. Sudjelovanje proizvodnih poduzeća u procesu distribucije ima prednosti i nedostataka. Prednost je, što proizvodna poduzeća izravnom prodajom robe potrošačima imaju bolju kontrolu prodaje, ostvaruju izravan uvid u ponašanje potrošača i njihove zahtjeve u pogledu kvalitete i asortimana robe. Nedostatak je, što često imaju veće troškove distribucije, nego da su je povjerali posredniku, što slabi njihov angažman u proizvodnji.

Trgovačka poduzeća su najvažniji nositelji distribucije. Javljaju se u obliku trgovačkih poduzeća na veliko, trgovačkih poduzeća na malo i trgovačkih poduzeća na veliko i malo. Trgovačka poduzeća na veliko pružaju trgovačke usluge proizvođačima, trgovačkim poduzećima na malo i velikim potrošačima (bolnice, radnički restorani, domovi i dr.). Ti sudionici procesa

distribucije, kroz držanje znatne količine zaliha različite robe, omogućuju ravnomjerno odvijanje proizvodnje i prodaje.

Trgovačka poduzeća na malo prodaju robu izravno potrošačima. To čine, kroz različite institucionalne oblike, koji su izloženi stalnim promjenama. Najčešće se spominju: klasične prodavaonice, pokretne prodavaonice, samoposluge, hipermarketi, super-marketi, robne kuće, kataloške kuće, diskontne kuće i robni automati. Trgovačka poduzeća na veliko i malo imaju određene prednosti u odnosu na prethodne oblike trgovačkih poduzeća. Prednost se sastoji u tome, što povezuju proizvodnju i potrošnju, a to uvjetuje veću proizvodnost rada i bolje korištenje raspoloživih kapaciteta.

U sustav trgovačke mreže u širem smislu ubraja se i niz posebnih institucija koje su organizacijsko-tehnički oblikovane za pružanje mogućnosti povezivanja ponude i potražnje odnosno prodavača i kupaca. One se ne bave kupnjom i prodajom robe u svoje ime i za svoj račun i ne javljaju se kao vlasnici robe nego pružaju različite usluge u procesu distribucije. [7] Agenti i brokeri ne preuzimaju rizik i nemaju pravo na robu. Obično se specijaliziraju za pojedine proizvode i kupce. Brokeri povezuju kupce i prodavatelje te sudjeluju u pregovorima dok agenti učestalije zastupaju kupca i prodavatelja od brokera.

#### 2.2.1.2. Oblici i pokazatelji distribucije

##### **Dva su oblika distribucije:**

- neposredna distribucija - distribucija bez posrednika, a karakteristična je za tzv. proizvodnu potrošnju, dok se roba konačne potrošnje kreće kroz dvije ili više faza distribucije, tj. više posrednika. Ona je najjednostavniji kanal distribucije, iz razloga jer u njemu izravno kontaktiraju proizvođač i potrošač.
- posredna distribucija - distribucija koja se sastoji od kanala distribucije ili marketinških kanala, čiji je zajednički cilj olakšati prijenos robe i vlasništva od proizvođača do kupca [11]

##### **Pokazatelji distribucije mogu se podijeliti na dva načina:**

- stupanj distribucije
- gustoća distribucije

Stupanj distribucije pokazuje odnos realiziranih i mogućih prodajnih mjesta koja žele proizvođači ili očekuju potrošači. Zapravo, stupnjem distribucije označava se prisutnost nekoga proizvoda u trgovini, tj. mogućnost njegove kupovine. Gustoća distribucije pokazuje odnos mjesta ponude s brojem stanovništva ili površinom nekog prodajnog područja. Kao pokazatelji gustoće distribucije obično se uzimaju broj stanovnika na jednu prodavaonicu i broj prodavaonica na jedan km<sup>2</sup> ukupne površine neke zemlje. [12]

#### 2.2.1.3. Temeljni zadaci distribucije

Temeljni zadaci distribucije kao faze opskrbnog lanca koja prethodi potrošnji, općenito se sastoje u sljedećem:

- skraćenje puta i vremena potrebnog da roba (ili usluga) stigne od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje
- povećanje konkurentnosti robe
- vremensko i prostorno usklađenje proizvodnje i potrošnje
- programiranje proizvodnje prema zahtjevima (potrebama) potrošača
- plasman novih proizvoda ili usluga na tržištu
- stvaranje i mijenjanje navika potrošača

Omogućiti dostupnost proizvoda ili usluga kupcima, u odgovarajućoj količini i asortimanu, u odgovarajućem vremenu i na odgovarajućem mjestu, osnovna je svrha distribucije kao djelatnosti. [3]

Poduzeća koja su investirala u analizu i shvaćanje distribucijskog sustava uspješno su smanjili troškove poslovanja, povećali profit ili smanjili cijene svojih proizvoda kako bi pobijedili konkurenciju na tržištu. Bez odgovarajućeg kanala, ne može se ostvariti željeni uspjeh na tržištu. Tijekom devedesetih godina prošlog stoljeća, želja kompanije Coca-Cola bila je omogućiti veću dostupnost njihovih proizvoda diljem svijeta. Kao rezultat sada je vidljivo da su njihovi proizvodi dostupni svega nekoliko minuta od mjesta gdje god se nalazili. Mnoge kompanije su i dalje neuspješne u ostvarenju dostupnosti njihovih proizvoda odnosno ne pronalaze odgovarajuće kanale za stavljanje svojih proizvoda na tržište. [13]

#### 2.2.1.4. Kanali distribucije i fizička distribucija

U distribucijskom sustavu osim potražnje za robom bitni su i distribucijski kanali odnosno skup mjera i aktivnosti kojim roba stiže do krajnjeg potrošača. Distribucijski kanali ili marketinški kanali distribucije jesu spona između proizvodnje i potrošnje koja koordiniranim akcijama skupa institucija pokreće robu od proizvođača do potrošača. Marketinški kanali su skup međuovisnih institucija, odnosno posrednika povezanih zajedničkim poslovnim interesom: olakšati prijenos i vlasništva od proizvođača do potrošača. Distribucijski kanal tako čine razni gospodarski subjekti, odnosno razne organizacije, poduzeća, pravne osobe, kao što su trgovina na veliko, trgovina na malo, transportne organizacije, skladišta, ali i fizičke osobe, pojedinci kao što su prodavatelji, trgovci, agenti, odnosno posrednici. Često se u praksi kanalima distribucije ne posvećuje primjerena pozornost i zanemaruje činjenica da odluke o marketinškim kanalima presudno utječu na profitabilnost proizvođačkih poduzeća. Izabrani distribucijski kanali bitno i izravno utječu na sve druge marketinške odluke. [10]



Ako se kanal promatra kao tvorevina skupina institucija koje izvršavaju aktivnosti u svrhu kretanja proizvoda od proizvodnje do potrošnje tada se može reći da taj niz institucija raspolaže međusobno komplementarnim resursima čije povezivanje doprinosi uspješnijem funkcioniranju distribucije. Potrebno je osvijestiti sudionike distribucije, koji imaju nadasve različita institucionalna obilježja, kako bi zajednički iskoristili prednosti suvremenih računalnih marketing alata. Informacijska tehnologija tako predstavlja jedno od polazišta funkcioniranja kanala na globalnom planu. Ona istovremeno postaje i strateški resurs kojeg menadžment kombinira s drugim raspoloživim resursima kako bi učinkovito upravljao. [14]

Osim distribucijskih kanala sustav distribucijske logistike obuhvaća i fizičku distribuciju. Fizička distribucija je skup aktivnosti koje omogućuju djelotvorno kretanje gotovih proizvoda s kraja proizvodnog procesa do potrošača. U nekim slučajevima uključuje kretanje sirovina od izvora nabave do početka proizvodne linije. Ove aktivnosti obuhvaćaju: [7]

- sustav narudžbe i isporuke robe
- upravljanja zalihama
- skladištenja
- manipulacije robom
- pakiranje
- prijevoz

Fizička distribucija u sebe uključuje planiranje i kontrolu fizičkih tijekova robe od njenog izvora do mjesta uporabe, kako bi se uz ostvarenje profita što bolje zadovoljile potrebe kupaca, odnosno potrošača. Troškove fizičke distribucije bi trebalo minimizirati, jer su oni presudni za rentabilnost tvrtke, stoga i alternativne kanale distribucije treba razmatrati u odnosu na troškove. Potrebna je analiza cijelog kanala, a ne samo pojedinog posrednika, jer dužina kanala ne mora biti razmjerna troškovima. Troškove uvijek treba razmatrati u odnosu na učinke, pa se sagledava djelotvornost sustava fizičke distribucije. Izbor sustava fizičke distribucije podrazumijeva istraživanje ukupnih troškova distribucije u različitim predloženim sustavima i odabir onoga koji minimizira ukupne troškove, uključujući i troškove izgubljene prodaje zbog zastoja isporuke. [7]

Područje fizičke distribucije obuhvaća sve logističke aktivnosti koje se odnose na prostorni, vremenski i količinski transfer proizvoda od završnog proizvodnog procesa do neposrednog preuzimatelja. Dakle, fizička distribucija je samo uski segment cjelokupnog procesa distribucije koji se odnosi na fizičko kretanje proizvoda. Kanalom distribucije upravljaju proizvođač, posrednik i potrošač te oni čine jednu cjelinu, dok radnje koje ih povezuju spadaju pod upravljanje fizičkom distribucijom prikazane na Slika 5. [10]



Slika 5. Upravljanje kanalom distribucije i fizičkom distribucijom, [15]

U distribuciji je bitan stalan tijek materijala tj. proizvoda, a taj tijek može doživjeti zastoje na određenim točkama gdje se roba dorađuje, pakira, prekrcava itd. Ciljevi fizičke distribucije su da se roba distribuira u pravo vrijeme, na pravo mjesto, u optimalnim količinama, u odgovarajućem asortimanu i uz najniže troškove. Cilj fizičke distribucije uvjetovan je s jedne strane potrebom proizvođača za učinkovitim plasmanom proizvoda na tržište, a s druge strane potrebom korisnika za dostupnošću proizvoda.

Kako bi se ciljevi ostvarili, treba pri izvršavanju logističko-distribucijskih aktivnosti koristiti odgovarajuća načela [16]:

- osigurati kvalitetu proizvoda ili usluga prema zahtjevima kupaca
- isporučiti narudžbu na pravo mjesto
- osigurati isporuku robe u odgovarajuće vrijeme
- distribucijske aktivnosti obaviti uz najniže troškove

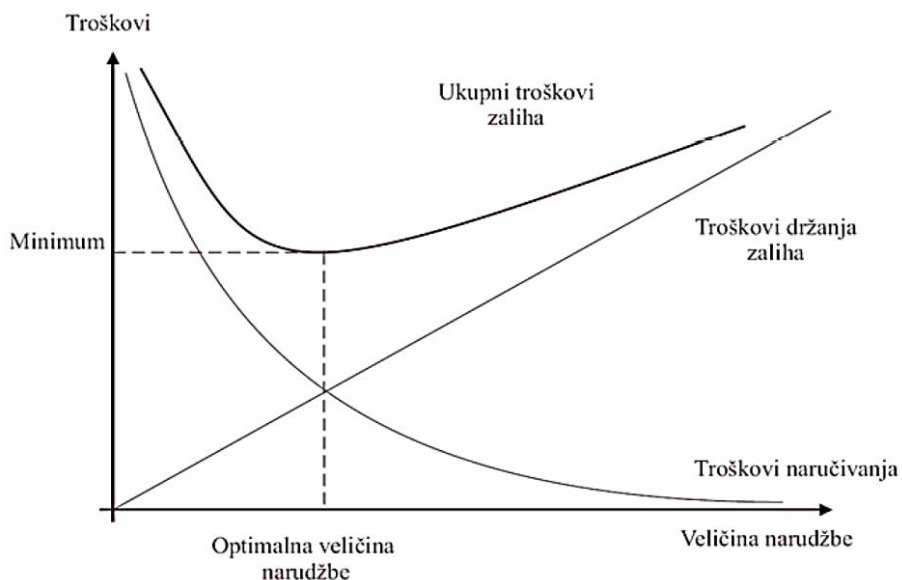
Odnos fizičke distribucije i marketinga je vrlo važan zbog toga da bi se formulirala učinkovita marketinška strategija. Fizička distribucija osim što ima zadaću stavljanja robe na raspolaganje kupcima u pravo vrijeme, na pravom mjestu i odgovarajućem asortimanu, putem odgovarajućeg skladištenja i transporta može još bitno utjecati na druge elemente marketinga kao primjerice, dizajn proizvoda, promocija i cijena robe.

Odnos fizičke distribucije i proizvodnje je vrlo važan jer je potrebno proizvesti robu odgovarajuće vrste i kvalitete koju potrošači žele i hoće kupiti, uz troškove koji su prihvatljivi i kupcima i tržištu. Suвременa poslovna strategija temelji se na maksimalnoj efikasnosti prema

zahtjevima kupaca s time da se smanje proizvodni troškovi te troškovi distribucije. Zbog toga je cilj svakog poduzeća proizvesti proizvod koji će količinom i cijenom odgovarati potrebama i zahtjevima kupaca. Nosioци distribucije imaju posredničku ulogu između potrošnje i proizvodnje pa je zbog toga međuzavisnost proizvodnje i distribucije sve veća. [11]

### 2.2.2. Skladištenje

S logističkog stajališta skladište je čvor ili točka na logističkoj mreži na kojem se roba prije svega prihvaća to jest skladišti ili prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže. U širem smislu skladište je ograđeni ili neograđeni prostor, zatvoreni ili poluzatvoreni (natkriveni) prostor, za uskladištenje robe i svega onog što je u izravnoj vezi sa skladištenjem, te kao takav predstavlja njegov sastavni dio. S toga gledišta, skladište predstavlja prostor namijenjen držanju zaliha s ciljem zaštite poslovanja i proizvodnje u uvjetima neizvjesnosti, ekonomičnom nabavom i proizvodnjom te kako bi se omogućio tok materijala unutar poslovnog sustava, prikazano na Slici 6. [17] Kako bi se optimirao rad skladišta odnosno držanje zaliha treba voditi računa o nepredvidivosti potražnje, dugim vremenima isporuke, nepouzdanim procesima dobave, velikim brojem artikala, te kratkim vremenskim razdobljem potražnje za određenim proizvodima. [18]



Slika 6. Prikaz troškova zaliha robe u jedinici vremena, [18]

Skladišne operacije su brojne, među kojima se posebno ističu [17]:

- prijem robe
- smještaj i čuvanje
- izdavanje i otprema robe
- komisioniranje

**1.) Prijem robe** - U prijem robe spadaju poslovi i zadaci: definiranja zone iskrcaja, bilježenje podataka o dolasku vozila, provjera dokumentacije, osiguranje vozila za iskrcaj, iskrcaj vozila, slaganje robe u zoni prijema, provjera robe, premještanje robe iz prijemne zone skladišta. Posebnu pozornost treba posvetiti količini i kvaliteti robe koja se zaprima u skladište. Roba se u skladište zaprima na temelju kvantitativne i kvalitativne kontrole. Da bi se prijem robe pravilno izvršio, osoblje zaduženo za prijem treba poznavati uzuse, koji reguliraju preuzimanje robe u robnom prometu. Prema njima prijem robe se obavlja na temelju: stručnog pregleda, uspoređivanja s uzorkom, kemijske analize, fizičkog mjerenja i vađenja uzoraka.

**2.) Smještaj i čuvanje robe** - Poslovi i zadaci smještaja i čuvanja robe su: sortiranje, pronalaženje mjesta za smještaj robe, dopunsko pakiranje (ako je potrebno), čuvanje, osiguranje i kontrola visine zaliha uskladištene robe. Smještaj i rukovanje robom tijekom skladištenja i unutarnjega transporta treba obavljati u skladu s fizičko-kemijskim obilježjima robe i racionalnim korištenjem skladišnog prostora. Čuvanje robe sastoji se u poduzimanju potrebnih aktivnosti, glede zaštite robe od mogućeg količinskog propadanja, zagađenja, kvarenja i krađe. Posebice treba paziti na skupocjenu robu, eksplozivne materijale, robe podložne kvarenju, koroziji, kaliranju i robe koje negativno utječu na drugu robu i materijale koji se skladište u istom skladištu.

**3.) Izdavanje robe iz skladišta** - Poslovi i zadaci izdavanja i otpreme robe su: priprema dokumenata za izdavanje i otpremu robe, komisioniranje narudžbe (podrazumijeva aktivnosti prikupljanja, sortiranja i pripremanja materijala za izdavanje), pakiranje, izdavanje, kontrola točnosti izdavanja i utovara robe na transportna sredstva. Učinkovitost izdavanja robe u dobrom dijelu ovisi o: pravovremenoj pripremi dokumenata, pravilnom smještaju, rasporedu i pakiranju robe, te organiziranosti i opremljenosti skladišta.

**4.) Komisioniranje** – ili podizanje robe je operacija koja prema mišljenju osoblja koje upravlja skladištem jedna od najkritičnijih skladišnih operacija. Ova operacija predstavlja središnji dio protoka roba od dobavljača do kupca, a to je ujedno i točka na kojoj je najviše vidljiva razina profesionalnosti rada pojedinog skladišta. Komisioniranje je operacija tijekom koje se prema zahtjevima korisnika prikuplja roba u skladištu i formira pošiljka spremna za otpremu. Podizanje robe (komisioniranje) čini oko 55% operativnih troškova skladišta i može se promatrati prema slijedećim elementima [17]:

- unutarnji transport u skladištu -> 55% vremena
- pretraga -> 15% vremena
- raspakiranje (ako je potrebno) -> 10% vremena
- dokumentiranje -> 20% vremena

Iz navedenih elemenata operativnih troškova vidljivo je da se većina vremena pri komisioniranju troši na unutrašnji transport, pa se iz tog razloga pri dizajniranju skladišta nastoji

smanjiti vrijeme potrebno za lociranje pojedine vrste roba i skraćenje vremena potrebnog za realizaciju unutrašnjeg transporta.

Najvažnija zadaća skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova materijala, količinski i prostorno u svim fazama poslovnog procesa. Uz učinkovitu primjenu unutarnjeg transporta, skladište treba osigurati neprekidnost proizvodnje. Taj se kontinuitet osigurava tako da tok materijala teče po unaprijed određenom redu, planski i sustavno, bilo da se radi o ulazu sredstava za proizvodnju u proizvodni sustav, bilo o toku materijala unutar proizvodnog sustava, njegovoj preradi i doradi u procesu proizvodnje, bilo da se radi o izlazu materijala radi prodaje. Proces skladištenja treba realizirati uz najniže troškove skladištenja i uz najmanja moguća financijska sredstva angažirana u zalihe. Skladište treba racionalno ubrzavati tok materijala, kako bi se skratio proces poslovanja (npr. ciklus proizvodnje) i time ubrzao koeficijent obrtaja sredstava vezanih u zalihe. Svojim poslovanjem skladište treba utjecati na povećanje konkurentske sposobnosti poslovnog sustava. [18]

**Glavne komponente skladišnog sustava su [17]:**

- skladišni objekti (zgrade, uređene površine,...),
- sredstva za skladištenje i sredstva za odlaganje materijala (sredstva za oblikovanje jediničnih tereta),
- transportna sredstva,
- pomoćna skladišna oprema (računalna oprema, oprema za pakiranje, sredstva za paletizaciju i de paletizaciju, za kontrolu i mjerenje,...)
- dodatna oprema (protupožarna, oprema za grijanje i hlađenje, rasvjeta, oprema održavanja čistoće itd.).

**Prema funkciji u logističkom sustavu postoje [17]:**

- skladišta za izdavanje
- skladišta za pretovar
- skladišta za distribuciju robe

Skladišta za izdavanje se najčešće nalaze uz proizvodne pogone ili trgovinska poduzeća, jer služe za uskladištenje gotovih proizvoda namijenjenih distribuciji i prodaji potrošačima.

Skladišta za pretovar preuzimaju robu na kratak rok radi pretovara s jednog na drugo transportno sredstvo. Tu je važnija brzina pretovara robe od kapaciteta skladišta.

Skladišta za distribuciju robe su karakteristična po tome što su, po važnosti, uravnotežene djelatnosti čuvanja i izdavanja robe. Funkcija distribucije sastoji se od procesa prihvata i isporuke robe. U ovim skladištima se najčešće prikuplja roba od raznih dobavljača u velikim količinama i prosljeđuje se ujedno ili više proizvodnih ili trgovinskih poduzeća u malim količinama. Po tome

su, primjerice karakteristični distribucijski centri. Međutim, u skladištu se može i ujediniti više malih pošiljaka u jednu veliku (primjerice, pri otkupu poljoprivrednih proizvoda). Koncentracija robe u veće pošiljke česta je i u prekomorskom prijevozu, jer se tako smanjuje broj individualnih pošiljki i transport čini bržim i lakšim. Ova skladišta imaju ključnu ulogu u logističkom sustavu. [17]

### 2.2.3. Manipulacija tereta

Aktivnosti koje pomažu kretanju robe prilikom njenog skladištenja, utovara, istovara i drugih radnji, naziva se manipulacija robom. Manipulacija teretom odnosi se na ukupne aktivnosti u skladištima i logističkim centrima, kao što su utovar i istovar tereta, transport, skladištenje, komisioniranje i sortiranje. Manipulacija teretom je vrlo važan dio logistike, a gubici izravno povećavaju logističke troškove. [19]

#### **Elementi manipulacije robom [19]:**

- Pakiranje
- Paletizacija
- Kontejnerizacija

#### **1. Pakiranje**

Pakiranje robe je postupak stvaranja ili umotavanja robe u odgovarajuće kutije, posude, omote, tube i razne druge materijale odgovarajuće kakvoće, oblika i zatvaranja, a dijeli se na ručno i strojno. Svrha pakiranja je zaštititi robu od mehaničkih, kemijskih, klimatskih, ekoloških i drugih utjecaja i zagađenja, potom, olakšati skladištenje, transport, ukrcaj i iskrcaj robe, pružiti što bolju prezentaciju robe potrošačima i što bolje ih informirati o sadržaju upakirane robe.

#### **Temeljna funkcija pakiranja robe**

- Zaštitna funkcija robe (roba mora stići budućem vlasniku u ispravnom stanju)
- Pakiranje robe u funkciji skladištenja, transporta, ukrcaja i iskrcaja (roba mora biti što pogodnija za skladištenje, transport, ukrca i iskrcaj)
- Pakiranje u funkciji prepoznavanja robe kupcima (od likovnog izraza i grafičkog rješenja ambalaže ovisi promocija proizvoda)
- Informatička funkcija pakiranja (mogućnost identifikacije sadržaja robe)

#### **Uloga i vrsta ambalaže**

Ambalaža se može definirati kao spremnik sačinjen od bilo koje vrste materijala u koji se određeni proizvod slaže i zatvara kako bi se dobilo pakiranje.

### **Karakteristike ambalaže:**

- Lako otvaranje
- Ponovna mogućnost zatvaranja
- Višekratna uporaba
- Ekološki prihvatljiva

### **Klasifikacija ambalaže prema:**

- Materijalu od kojeg je napravljena (drvo, metal, staklo, plastika, papir, karton, tekstil, itd.)
- Funkciji u logističkom sustavu (maloprodajna i transportna ambalaža)
- Vijeku trajanja (jednokratna, višekratna ili trajna uporaba)
- Količini proizvoda koji se u njoj pakiraju (pojedinačna i skupna ambalaža)

## **2. Paletizacija**

Paletizacija je skup organizirano povezanih tehnološko transportnih procesa, u cilju automatizacije, manipulacije i transporta od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje. Ona povezuje manje zapakirane pošiljke u veće jedinice i tako olakšava uspostavljanje neprekidnog lanca distribucije.

### **Ekonomske prednosti paletizacije:**

- Ubrzava utovar i istovar robe što znatno utječe na povećanje proizvodnosti rada gospodarskih subjekata
- Omogućuje uštede prostora pri skladištenju i transportu
- Pospješuju uporabu raznih mehanizama i automatiziranih uređaja i sredstva prilikom manipulacije što znatno ubrzava transport i distribuciju robe
- Olakšava fizički rad zaposlenika i smanjuje troškove kvara, loma, rastura, krađe i drugih gubitaka

### **Vrste paleta dijele se prema:**

- Obliku (ravne palete, palete s nadogradnjom, boks palete i specijalne palete)
- Vremenu upotrebe (palete za trajnu, višekratnu i jednokratnu uporabu)

## **3. Kontejnerizacija**

Kontejnerizacija je suvremena transportna tehnologija koja podrazumijeva prijevoz robe pomoću posebnih spremnika odnosno kako se u naravi nazivaju kontejneri. Ovu transportnu

tehnologiju krasi velika efikasnost i brzina manipuliranja robom što u konačnici rezultira manjim troškovima i manjim utroškom vremena.

#### **Ekonomske prednosti kontejnerizacije ostvaruju se kroz:**

- Mogućnost transporta robe od vrata do vrata bez prepakiranja
- Smanjenje rizika od oštećenja, krađe, loma i rastura robe
- Bolje korištenje transportnih i skladišnih kapaciteta
- Lakše i brže carinjenje robe i drugih administrativnih poslova
- Manje zagađenje okoliša

#### **Elementi kontejnerizacije:**

- **Kontejneri**
- **Odgovarajuća prijevozna sredstva**
- **Terminali s odgovarajućom infrastrukturom**
- **Manipulativna tehnika**

**Kontejneri** mogu biti otvorenog ili zatvorenog tipa, a svrha im je olakšati prijevoz i manipulaciju. Rok uporabe im je neograničen, a konstitucija im omogućava prijevoz robe različitim prijevoznim sredstvima bez rasformiranja transportne jedinice.

Vrste kontejnera dijele se prema:

- Namjeni (univerzalni i specijalni)
- Dimenzijama (mali do 3m<sup>3</sup>, srednji do 10m<sup>3</sup> i veliki od 10m<sup>3</sup>)
- Materijalu izrade (čelik, aluminij i drvo)

#### **Prometna sredstva za prijevoz kontejnera**

- Pomorski prijevoz (klasični kontejnerski brodovi, potpuno kontejnerski brodovi)
- Riječki prijevoz (specijalni kontejnerski i polu kontejnerski brodovi i šleperi)
- Željeznički prijevoz (specijalne platforme i otvorena kola opremljena uređajima za pričvršćivanje i ublažavanje udara tijekom vožnje)
- Cestovni prijevoz (teretni kamioni za kontejnere, specijalne kamionske platforme, specijalne prikolice, poluprikolice i tegljači)
- Zračni prijevoz (teretni, teretno-putnički i putnički zrakoplovi)

#### **Terminali za kontejnere**

- Terminali se definiraju kao odgovarajući prostor na kojima se prihvaćaju, raspoređuju, pretovaruju, otpremaju i dopremaju kontejneri, a grade ih poduzeća željezničkog i cestovnog transporta



## **Manipulacijska tehnika**

- Portalni prijenosnici kontejnera
- Pretovarni tornjevi ili portalne dizalice
- Mosne dizalice
- Auto dizalice
- Lučke dizalice i dizalice na brodovima preklopnog tipa
- Teški viličari

## **Prema načinu upravljanja transportna sredstva mogu biti:**

- Ručna (tačke i univerzalna ručna kolica)
- Mehanizirana (viličar, gusjeničar, traktor, dizalice)
- Automatizirana (prijenosne trake, dizalice, dizala)
- Roboti

### **2.2.4. Informacijski sustavi u logistici**

Temeljne karakteristike informacijskih sustava su njihove osnovne aktivnosti koje obavljaju. Četiri temeljne aktivnosti opisuju svojstva i ulogu informacijskih sustava u sastavu nekog stvarnog sustava. [20]

Prva aktivnost je prikupljanje podataka tj. unos podataka u informacijski sustav. Ova aktivnost se može izvršiti na više načina. Osnovni unos podataka je ručni unos, ali se on zbog velikog broja podataka, čestih pogrešaka i dugog vremena trajanja sve manje koristi. Automatizirani unos podataka i informacija u informacijski sustav je kraći i pouzdaniji proces, jer se za njega koriste programi koji znatno olakšavaju sami unos podataka. Primjena senzora za prikupljanje i unos podataka je vrlo raširena i relativno brzo omogućuje učitavanje podataka. [20]

Obrada ulaznih odnosno prikupljenih podataka također se obavlja u okviru jednog informacijskog sustava. Model transformacije ulaznog u izlazni sadržaj koji nam, zavisno od vrste informacijskog sustava govori o stanju procesa koji opisuje. [20]

Pohrana ili memoriranje podataka predstavlja bitnu aktivnost informacijskog sustava da bi se mogli u digitaliziranom ili izvornom obliku koristiti u kasnijim procesima. [20]

Distribucija podataka je potrebna da bi pravi podatak u pravo vrijeme bio dostupan na pravom mjestu. Prethodne tri aktivnosti ovise o distribuciji jer bez pravilne i točne distribucije. [21]

Uz logističke troškove i razinu usluga, informacije predstavljaju najznačajniju pokretaču snagu za dalji razvoj logističkih sustava. Shodno tome informacijska i komunikacijska tehnologija imaju ključnu ulogu u dostizanju logističkih ciljeva i to prije svega kroz [20]:

- brzu obradu i točnost informacija
- sigurno i efektivno odvijanje poslovnih aktivnosti čime se stvaraju uvjeti i za snižavanje troškova poslovanja
- u uvjetima globalnog tržišta, realiziranje fleksibilno i vremenski optimiziranog logističkog menadžmenta
- postizanje više razine transparentnosti i kvalitete u logističkom sektoru

**Ciljevi primjene informacijskih tehnologija sa aspekta upravljanja su [20]:**

- povezivanje svih sudionika u logističkom i opskrbnom lancu
- prikupljanje informacija oko stanja repromaterijala, sirovina i poluproizvoda, stanja svakog proizvoda od pripreme za njegovu proizvodnju do trenutka naručivanja i isporuke
- osiguranje potpune transparentnosti tokova i procesa kod svih sudionika u logističkom i opskrbnom lancu
- mogućnost pristupa bilo kojem podatku koji se nalazi u sustavu u svakom trenutku
- mogućnost analize, planiranja aktivnosti i razmjene podataka i informacija između korisnika i davatelja usluga

Infrastruktura informacijskih tehnologija je najvažniji čimbenik za uspjeh ili neuspjeh uvođenja bilo kojeg drugog sustava, ujedno je i osnova koja omogućava sakupljanje podataka, realizaciju transakcija, pristup sustavima i komunikaciju, a obično se sastoji iz sljedećih komponenti [20]:

- uređaja za prezentaciju
- komunikacijskih uređaja
- baza podataka
- arhitekture sustava

**Prvi** i osnovni cilj informacijskih tehnologija je povezivanje svih sudionika od mjesta opskrbe sirovina ili poluproizvoda za proces proizvodnje, pa do mjesta isporuke ili naručivanja, pri čemu je neophodna sinkronizacija informacijskog toka s robnim tokom. Na ovaj način se omogućava planiranje, praćenje i određivanje vremena od pojave nekog zahtijeva do konačne realizacije na bazi realnih podataka. Svaki sudionik lanca bi trebao imati pristup informaciji o tome gdje se nalazi određeni proizvod. [20]

Sukladno **drugom** postavljenom cilju, moraju biti zadovoljeni sljedeći uvjeti [20]:

- da se informaciji može pristupiti s bilo kojeg mjesta
- da informacija bude istog sadržaja za sve njene korisnike, tj. sudionike u lancu
- da informacija bude istog sadržaja bez obzira na to koji se način pretraživanja koristi (telefon, Internet, fax, ...)

Stoga je neophodno svim omogućiti pristup podacima u stvarnom vremenu i to preko bilo kojeg uređaja. Dobar primjer su bankarske aplikacije, gdje se informacija o stanju na računu može dobiti sa skoro bilo kojeg mjesta, bez obzira da li se koristi telefon, računalo ili bankomat. Ovakve vrste sustava mogu imati određene slabosti pri povezivanju svih računa korisnika u jedinstvenu točku pretraživanja. [20]

**Treći** cilj se odnosi na analiziranje podataka, kako bi se stekla slika o cjelokupnom logističkom ili opskrbnom lancu. Osim mogućnosti analize, informacijski sustav treba podržavati pronalaženje najefikasnijih načina proizvodnje, montaže, skladištenja i distribucije proizvoda, drugim riječima, najbolji način za funkcioniranje cijelog opskrbnog lanca. Na bazi dobivenih informacija mogu se donositi različite odluke [20]:

- **operativne odluke** podrazumijevaju načine realizacije (obrade) narudžbe korisnika, rukovanje robom, transport i dr.
- **taktičke odluke** se odnose na dodjeljivanje robe određenom skladištu ili za određivanje tromjesečnog plana proizvodnje i dr.
- **strateške odluke** se odnose na izbor lokacije skladišta ili na određivanje vrste usluga i proizvoda koje treba razvijati i proizvoditi

### 3. KONCEPT BLOCKCHAIN-A

Najvažnija tehnologija na kojoj se zasniva većina današnjih krypto valuta je blockchain. Prijevod same riječi na hrvatski jezik je lanac blokova. Blokovi predstavljaju digitalne zapise koji su međusobno povezani kriptografskim algoritmima. Ti algoritmi osiguravaju autentičnost i sigurnost informacija pomoću složenih matematičkih formula. Na ideju blockchain-a, došlo već 1991. godine, ali tek je 2008. godine uspješno dizajniran. [22] Za njegov nastanak zaslužan je Satoshi Nakamoto, no još uvijek nije poznato odnosi li se ime na jednu osobu ili na grupu ljudi. [23] Zato je poznato da je svrha njegovog nastanka biti glavna komponenta krypto valute Bitcoin. Preciznije rečeno, blockchain ima ulogu javne transakcijske knjige u čiji zapis može bilo tko imati uvid. Posebnost ove „knjige“ je u tome što rješava problem duple potrošnje sredstava bez potrebe za centralnim poslužiteljem ili pouzdanim autoritetom. Način na koji to rješava leži u samoj njenoj strukturi. Blockchain se ne nalazi na jednom računalu, nego na više njih. Svaka osoba može preuzeti lanac, tako da ne postoji centralna vlast koja kontrolira informacije nego svaka osoba koja je preuzela lanac. Kad se doda novi blok u lancu taj lanac može biti prihvaćen jedino ako se čitava mreža usuglasi da je ispravan. Kako bi došlo do opće suglasnosti između korisnika mreže pravila po kojima se dolazi do suglasnosti su precizno određena.

Algoritam konsenzusa se koristi kod distribuiranih i decentraliziranih sustava kao što je blockchain, te za postizanje dogovora o vrijednosti podataka. Osmišljeni su kako bi se postigla pouzdanost u mreži koja uključuje više nepouzdatih čvorova. [24]

Bitcoin koristi algoritam konsenzusa pod nazivom „Dokaz o Radu“ (*engl. Proof of Work*). [25] Dokaz o radu je podatak kojega je zahtjevno financijski, energetski i vremenski proizvesti, ali je lako ostalim korisnicima mreže provjeriti ispravnost tog podatka. Pomoću tog algoritma se potvrđuju transakcije i proizvode novi blokovi. Blok je prihvaćen od strane mreže jedino ako korisnik koji je izrudario blok ima dokaz o radu kojim potvrđuje ispravnost svih podataka unutar bloka.

Sigurnost proizlazi iz činjenice da lanac nije moguće mijenjati. Lancu je jedino moguće dodati novi blok. Pokušaj mijenjanja bloka unutar postojećeg lanca mijenja čitavi lanac jer je svaki blok povezan s prethodnim blokom s već spomenutim kriptografskim algoritmom. To znači da se zajednica ne bi usuglasila s izmijenjenim lancem i time se eliminira mogućnost izmjene lanca.

Kako se točno povezuju blokovi kod krypto valuta? Blok unutar sebe ima ugrađen „hash“ bloka prije njega, a nakon što dobije vlastiti „hash“ taj se blok dodaje u lanac. [26] „Hash“ je niz znakova čija je veličina fiksno određena, a dobije se pomoću kriptografskog „hash“ algoritma koji koristi složene matematičke algoritme kako bi, na osnovi ulaznih podataka, vratio podatke točno određene veličine koje nazivamo „hash“. [27] Ulazni su podatci u slučaju blockchain-a „hash“ i

transakcije. Transakcije nisu obavezne, dok „hash“ prethodnog bloka jest. Kriptografski „hash“ algoritam jednosmjerni je algoritam, što znači da ne možemo dobiti ulazne podatke na osnovi „hash-a“.

Nakon toga se mora potvrditi ispravnost transakcije, a provjera je zadatak mreže računala. Ako je provjera prošla informacije o transakciji kao što su iznos te digitalni potpis pošiljatelja i primatelja se spremaju unutar bloka. Svi blokovi u lancu su javno dostupni, što znači da bilo tko ima pristup informacijama kao što su vrijeme dodavanja bloka ili visina lanca na kojem je dodan.

### 3.1. Blockchain podjela

Blockchain se može podijeliti na tri osnovna tipa [28]:

- javni blockchain
- privatni blockchain
- hibridni blockchain

**Javni blockchain** je blockchain kojem može pristupiti svatko, kao korisnik, developer ili član zajednice. U potpunosti je transparentan, sve su transakcije javne i dostupne svima na uvid, a zabilježene su redoslijedom kojim su provedene. U potpunosti je decentraliziran i ne postoji središnje kontrolno tijelo. Zbog toga je javni blockchain vrlo otporan na bilo koji oblik cenzure ili pokušaja gašenja. Kao primjer javnog blockchain-a možemo navesti Bitcoin i Ethereum.

**Privatni blockchain** nije dostupan svima – kako bi netko pristupio potrebno je dobiti odobrenje zajednice. Sve su transakcije privatne i vidljive su samo članovima. Privatni blockchain najčešće koriste veliki poslovni sustavi, kao siguran način razmjene informacija, bez opasnosti od neovlaštenih vanjskih upada. Ovaj blockchain nije u potpunosti decentraliziran već postoji tijelo koje daje odobrenja ili odbija zahtjeve za pristup. Hyperledger i R3 Corda primjer su privatnog blockchain-a.

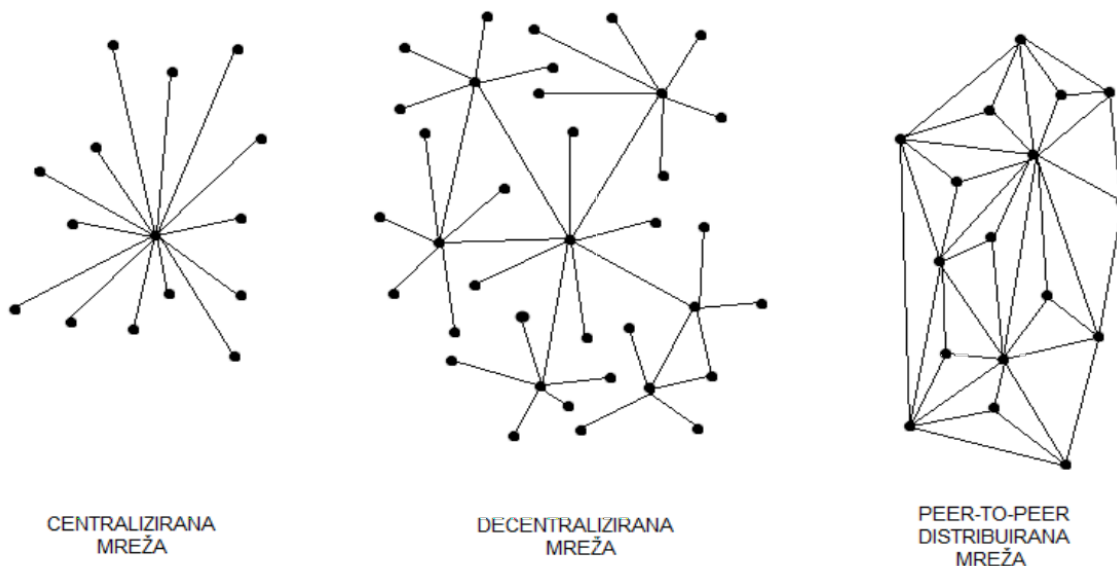
**Hibridni blockchain** ima karakteristike i javnog i privatnog blockchain-a. U praksi, to znači da postoji fleksibilnost koja omogućuje da dio podataka bude javan i vidljiv svima, a dio podataka ostaje privatn i vidljiv samo nekim članovima. Ovaj blockchain koriste poslovni sustavi koji na taj način distribuiraju informacije, uz jednostavnu kontrolu pristupa i bez potrebe za stvaranjem klasične baze podataka. Primjer ovakvog blockchain-a je Dragonchain.

### 3.2. Blockchain struktura

Blockchain se temelji na decentraliziranoj „peer-to-peer“ mreži. To je način povezivanja računala u mrežu bez centralne točke prikazano na Slici 7.

„Peer-to-peer“ predstavlja koncept umrežavanja računala bez poslužitelja, gdje je svako računalo inteligentna radna stanica, koja pronalazi druga računala putem „broadcast ethernet“ paketa i komunicira s njima izravno, bez potrebe autorizacije na nekom centralnom poslužitelju.

Primjer takve mreže su Microsoftove radne grupe („*Workgroups*“), za razliku od domene („*Domain*“) gdje se korisnici moraju prijaviti na centralni poslužitelj domene. [29]



Slika 7. Prikaz centralizirane, decentralizirane i "peer-to-peer" mreže

Izvor: [29]

Svaka točka predstavlja čvor („*node*“), odnosno računalo unutar mreže. Čvorovi su pojedinačna računala koja obavljaju neku funkciju nad inputima u mreži. Ne postoji središnje računalo ili server nego svako računalo unutar mreže komunicira direktno s drugim računalom unutar mreže, bez „posrednika“. Sve transakcije se verificiraju i ovjeravaju u samoj mreži, stvaraju se novi blokovi i lanac stalno raste. Zbog decentralizacije i „*peer-to-peer*“ mreže, podaci su dodatno osigurani. Jednom zabilježene podatke gotovo je nemoguće manipulirati ili mijenjati, a ako dođe i do kvara na dijelu mreže, sustav može neometano funkcionirati i dalje.

Ovaj oblik umrežavanja dijeli cjelokupno radno opterećenje među svim sudionicima na mreži. Na taj se način olakšava i ubrzava rad i protok podataka cijele mreže. Istovremeno je povećana i sigurnost cijele mreže, jer ne postoji centralna jedinica preko koje se vrši protok podataka.

### 3.3. Centralizirani i decentralizirani sustav

Distribuirani sustav je model gdje računala na mreži komuniciraju i koordiniraju radnje prosljeđivanjem poruka. Ključno svojstvo decentraliziranih sustava je nepostojanje središnje kontrolne točke. [30]

U knjizi „*The Gospel of Technology*“, autor Naskar piše da „*svrha centraliziranog financijskog sustava ili bilo kojeg drugog sustava nije iskorištavanje ljudi, već osiguravanje stabilnosti u društvu.*“ [31]

Vitaly Dmitriyevich "Vitalik" Buterin, suosnivač „Ethereum“ kripto valute i časopisa „Bitcoin Magazine“, smatra da postoje tri aspekta decentralizacije:

- **Arhitektonska decentralizacija** – ovaj aspekt decentralizacije određuje kako je distribuirana mreža, a ovisi o broju fizički neovisnih hardverskih sustava u mreži, broja fizičkih računala spojenih na mrežu i broju koliko se njih može istovremeno pokvariti, a da se ne ugrozi rad cijele mreže
- **Politička decentralizacija** – ovaj aspekt određuje kojim stranama mreža vjeruje, odnosno koliko je donositelja odluka na mreži i koliko pojedinaca ili entiteta kontrolira računala u mreži,
- **Logička decentralizacija** – ovaj aspekt bavi se konsenzusom na mreži, podrazumijeva da mreža može imati više varijacija vrijednosti za jednu stvar.

Vodeći se ovom teorijom, blockchain mreža je arhitektonski i politički decentralizirana. Arhitektonski jer se sastoji od mnogo računala lociranih širom svijeta, a politički je ni jedna strana ne kontrolira rad mreže. Iako se neki dijelovi blockchain zajednice ne slažu i logički je decentralizirana, cijeli sustav radi na jednom cilju.

**Tri su glavna argumenta decentralizacije i blockchain-a [30]:**

- **Tolerancija greške** – obzirom da se cijeli sustav oslanja na mnoštvo odvojenih komponenti, mala je vjerojatnost da će decentralizirani sustav otkazati i prekinuti s radom.
- **Otpornost na napade** – decentralizirani sustavi nemaju središnju točku neuspjeha, ne postoji točka napada koja bi srušila cijeli sustav. Zbog toga je decentralizirani sustav otporniji na napade, a sami napadi traže više resursa.
- **Nemogućnost dogovora** – dogovori sudionika u decentraliziranom sustavu s ciljem zlouporabe malo su vjerojatni. Kod centraliziranih sustava ovakav scenarij je moguć. Potrebno je nekoliko sudionika ili samo jedan u centralnoj točki kako bi došlo do zlouporabe. Kod decentraliziranih sustava, potreban bi bio dogovor većine korisnika mreže, što je skoro nemoguće.

**Glavni nedostaci decentralizacije [30]:**

- **Gubitak fokusa** – prevelika sloboda neovisnog odlučivanja na svim razinama sustava može stvoriti nejasnoće oko glavnih ciljeva i smanjiti njihovu važnost. Pojedini donositelji odluka mogu pokretati akcije koje su korisne za njihov segment, a nisu nužno korisne za cijeli sustav. Kod centraliziranih sustava, središnje tijelo donosi sve odluke, a ostatak sustava postupi po tim odlukama. Kod decentraliziranih sustava upravljanje je složeno, a donošenje odluka je sporo i ponekad zakašnjelo.
- **Dupliciranje poslova** – po svojoj strukturi, decentralizirani sustavi su sigurni zbog koncepta suvišnosti. Svaki član sustava ponavlja isti zadatak, a to stvara ne ekonomičan sustav te se stvara nepotreban trošak resursa kao što su energija i novac.

- **Brzina reakcije** – decentralizacija dovodi do gubitka brzine, odnosno produljuje se vrijeme postizanja konsenzusa određenog broja sudionika sustava. Napor potreban da se konsenzus postigne usporava proces donošenja odluka, dodatno troši resurse i smanjuje fokus na zajedničke ciljeve.

### 3.4. Karakteristike Blockchain tehnologije

Glavna karakteristika blockchain-a je da je potpuno decentraliziran, što znači da nema vlasnika, nema fizičku adresu niti je kontroliran od strane neke institucije ili organizacije. Blockchain može koristiti svatko, bez ograničenja i bez potrebe za osobnim podacima korisnika sustava. Kao što je već spomenuto blockchain je zapravo baza podatak koja sadrži podatke, najčešće o financijskim transakcijama kao u slučaju bitcoin blockchain-a.

Glavno pitanje koje proizlazi iz gore navedenog je na koji se način ovaj sustav koji nema jasnog regulatora održava sigurnim.

Tri su ključna faktora koja osiguravaju sigurnost blockchain-a:

- Kriptografija
- Rudarenje
- Decentraliziran i distribuiran sustav

U nastavku će se služiti primjerom virtualnih valuta u svrhu objašnjenja karakteristika sveukupne tehnologije koja stoji iza blockchain-a. [32]

#### 3.4.1. Kriptografija

Definicija kriptografije glasi: „*Kriptografija je znanstvena disciplina koja se bavi proučavanjem metoda za slanje poruka u takvom obliku da ih samo onaj kome su namijenjene može pročitati.*“ [33] Kriptografija ima dugu povijest, te je već korištena kod starih Grka i Rimljana. Svrha kriptografije je omogućiti dvjema osobama komunikaciju putem nesigurnog kanala tako da osoba koja ima pristup tom kanalu ne može razumjeti poruke koje osobe izmjenjuju. Nakon što primalac primi tekst koji je šifriran potrebno je znati unaprijed dogovoreni ključ pomoću kojeg je moguće pročitati pravo značenje teksta. Kriptografski algoritam označava matematičku funkciju koja služi za šifriranje i dešifriranje. U kriptografiji se također primjenjuju javni i privatni ključ. Kod asimetričnih kripto sustava imamo javni ključ koji je svima dostupan za šifriranje, ali iz njega se ne može praktično izračunati ključ za dešifriranje. [33]

#### 3.4.2. Kriptografija u blockchain tehnologiji

Svaki blok je zapravo paket koji sadrži podatke, odnosno sadrži podatke o transakcijama u nekom vremenu. Blokovi se vežu jedan na drugi uz pomoć kriptografskog potpisa koji ima istu vrijednost na starom i na novom bloku. Taj potpis se zove „*hash*“. „*Hash*“ je zapravo niz znakova koji na prvi pogled nemaju smisla. Ti znakovi su dobiveni uz pomoć složene „*hash*“ matematičke funkcije koja bilo koji digitalni sadržaj putem matematičkih operacija pretvara u digitalni potpis.



Tako možemo od bilo koje slike, pdf dokumenta ili nekog brožčanog zapisa dobiti „hash“. Bitna karakteristika „hash-a“ je da je uvijek iste duljine, nebitno o vrsti i količini ulaznih podataka. Bitno je također naglasiti da ako na iste datoteke primjenjujemo hash funkciju da ćemo uvijek dobiti isti „hash“, no ako se i najmanji dio te datoteke izmjeni, dobiveni „hash“ će izgledati potpuno različito. Na Slici 8 prikazana je „hash“ funkcija koja za unesene riječi, na ovom primjeru „**Fakultet prometnih znanosti**“ izbacuje šifriranu funkciju koja se vidi na Slici 8. Ukoliko se na istom primjeru doda ili oduzme jedan znak, „hash“ zapis više neće biti isti kao što se vidi na Slici 9. U ovome primjeru se koristila „hash“ funkcija SH – 256. [32]



Slika 8. Rezultat hash funkcije, [34]



Slika 9. Rezultat hash funkcije nakon dodavanja zareza, [34]

U blockchain sustavu na ovaj način se potpisuju blokovi sa transakcijama. Generirani potpis na bloku automatski postaje dio sadržaja idućeg bloka. U slučaju pokušaja izmjene podataka u bloku, to automatski uzrokuje neispravnost potpisa. Ako napadač pokuša generirati ispravan potpis preko „hash“ funkcije za izmijenjene podatke, dolazi automatski do greške u idućem bloku jer je on potpisan „hash“ vrijednošću koja je dobivena na osnovu starog potpisa. Samim time idući blok postaje neispravan. Na taj način se u slučaju napada događa lančana reakcija, što znači da napad na blockchain ne može ostati neprimijećen. Ova osobina blockchain tehnologije je jedna od glavnih poluga sigurnosti cijelog sustava. [32]

#### 3.4.3. Dokaz rada (eng. „Proof of work“)

Dokaz rada ili „proof of work“ na engleskom jeziku je još jedna postavka koja omogućuje sigurnost blockchain sustava. Naime, izvršavanje „hash“ funkcije ne iziskuje veliku procesorsku

snagu računala. Samim time se otvara mogućnost napada na blockchain jer je moguće istovremeno promijeniti sve potpise u lancu i na taj način uspješno manipulirati cijelim sustavom. No idejni tvorci Blockchain su uspjeli riješiti i taj problem na način da blok nije moguće potpisati sa bilo kojim „hash“ vrijednošću. Da bi „hash“ bio valjan, mora počinjati sa određenim brojem nula. [32]

U „hash“ funkcija ulaze sljedeće varijable:

- indeks bloka
- „hash“ prethodnog bloka
- podaci o transakciji
- „nonce“ ili promjenjiva vrijednost

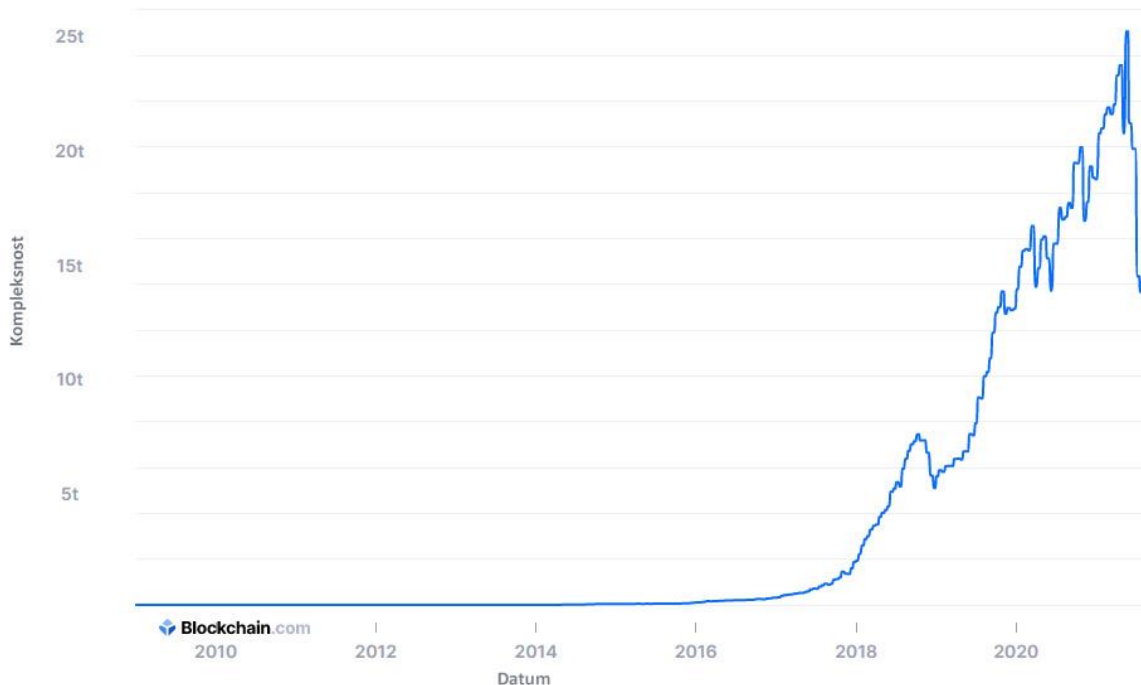
Varijabla „nonce“ je jedina varijabla koju ju dopušteno mijenjati od svih podataka koji ulaze u „hash“ funkciju. Pošto je „hash“ vrijednost vrlo jednostavno izračunati postavlja se pitanje zašto rudari troše toliko sredstava na infrastrukturu i na električnu energiju za verificiranje novih blokova. Razlog tome leži u već spomenutoj postavki blockchain-a da „hash“ mora počinjati sa određenim brojem nula. Parametar koji se koristi kao mjera težine izračuna se zove „difficulty“. Kada algoritam odluči da novi blok mora imati na početku četiri nule, rudar mora tražiti „hash“ sve dok ne zadovolji zadani kriterij. Od svih varijabli koje ulaze u „hash“ funkciju jedino se smije mijenjati „nonce“ varijabla. Mijenjanje vrijednosti „nonce“ varijable je jedini način da se dođe do tražene „hash“ vrijednosti. Nakon pronalaska ispravne vrijednosti rudar šalje prema mreži ispravan „hash“. Cilj algoritma unutar mreže je da se novi blok generira svakih 10 minuta. Algoritam mijenja težinu izračuna na bazi prethodnih 2016 generiranih blokova. Sama zahtjevnost izračuna je jako bitna jer čini mogućnost prevare težom. [35]

Također bitno je spomenuti i pojam „Hash rate“ ili „Hash power“ odnosno koliko „hash“ vrijednosti neki rudar generira u jednoj sekundi. Na primjer, računalo koje generira 60 „hash“ vrijednosti u sekundi ima „hash rate“ 60. Za same rudare bitno je nekoliko faktora koji utječu na samu profitabilnost djelatnosti. To su ponajprije cijena električne energije i cijena infrastrukture za rudarenje. [36]

U početku bitcoin blockchain-a bilo je moguće rudariti i uz pomoć osobnog računala dok se sada na tržištu mogu naći specijalizirani ASIC uređaji bez kojih rudarenje nema isplativosti. Cijene navedenih uređaja se kreću od 500 američkih dolara pa do nekoliko tisuća dolara. Za uspješnije rudarenje mnogi se udružuju u takozvane bazene rudara ili „mining pool“ na način da udruže procesorsku snagu i tako ostvaruju prednost ispred ostalih individualnih rudara. [37]

# Kompleksnost mreže

Relevantni pokazatelj kompleksnosti rudarenja novog bloka u Blockchain-u



Slika 10. Težina rudarenja na bitcoin blockchain-u

Izvor: [37]

Kompleksnost mreže je pokazatelj težine rudarenja „Bitcoin“ bloka, prikazano na Slici 10. Visoka kompleksnost naznačuje da je potrebno više računalne snage za „miniranje“ istog broja blokova, čime će mreža biti sigurnija od napada. Prilagodba kompleksnosti izravno je povezana s ukupnom procijenjenom rudarskom snagom procijenjenom u grafikonu „Total Hash Rate“.

## 3.4.4. Metoda „Proof of stake“

Metoda dokaza rada je prvotni princip kojeg je osmislio Satoshi Nakamoto čime je riješen problem vjerodostojnosti. Problem metode dokaza rada je taj što se troši iznimno puno električne energije i procesorske snage pošto se svi rudari natječu tko će prvi naći ispravnu „hash“ vrijednost. Metoda „Proof of stake“ nudi potencijalno rješenje za navedene nedostatke. Ova metoda se temelji na ulaganju postojećih virtualnih kovanica čime se ostvariva pravo na sudjelovanje u verifikaciji transakcija u mreži. Zarada tim korisnicima dolazi od transakcijske naknade koju plaćaju drugi korisnici kada transferiraju virtualnu valutu drugom korisniku. No, ipak postoje mnogi potencijalni nedostaci kod ove metoda, najprije mogućnost da rudar istovremeno verificira više blokova pošto nema troška energije i resursa da se blok potpiše kao u metodi dokaza rada. [35]

#### 3.4.5. Sigurnosti u blockchain tehnologiji

Blockchain se među njegovim zagovornicima smatra za jednim o najboljih načina za osiguranje transakcija. Razlog tome je što je svaki blok koji sadrži podatke koji su najčešće transakcije povezan sa svim blokovima ispred i iza sebe. Samim time jako je teško promijeniti jedan zapis jer bi to značilo da treba mijenjati i zapise u povezanim blokovima. Zapisi na blockchain-u su osigurani putem kriptografije. Sudionici mreže imaju svoj privatni ključ koji je povezan na njihove transakcije i služi kao osobni digitalni potpis. U slučaju promjene zapisa, potpis će postat nevaljan te će cijela mreža odmah saznati da se nešto dogodilo. U cijelom procesu je bitno da je mreža brzo obaviještena kako bi se spriječila zloupotreba. Također još jedna temeljna postavka blockchain tehnologije je distribuiranost blockchain-a preko cijele mreže. To mu omogućava svojstvo da nema takozvane „*single point of failure*“ odnosno da se mrežom ne može manipulirati sa jednog mjesta u sustavu. [38]

Jedna od mogućih sigurnosnih ugroza za blockchain je „51% napad“. Pretpostavimo da napadač želi manipulirati mrežom tako da može dva puta potrošiti neku količinu virtualne valute. Kako bi to uspio napadač mora izgraditi lanac koji je dulji od istinitog lanca i počinje se odvajati prije trenutka kad je potrošio virtualnu valutu. Da bi napad bio uspješan svi bi se blokovi morali ponovno verificirati, a pošto je za to potrebna ogromna procesorska snaga koja bi nadjačala ostatak „poštenih“ korisnika mreže, napada je skoro nemoguće izvesti. [39]

#### 3.4.6. Privatni i javni ključ

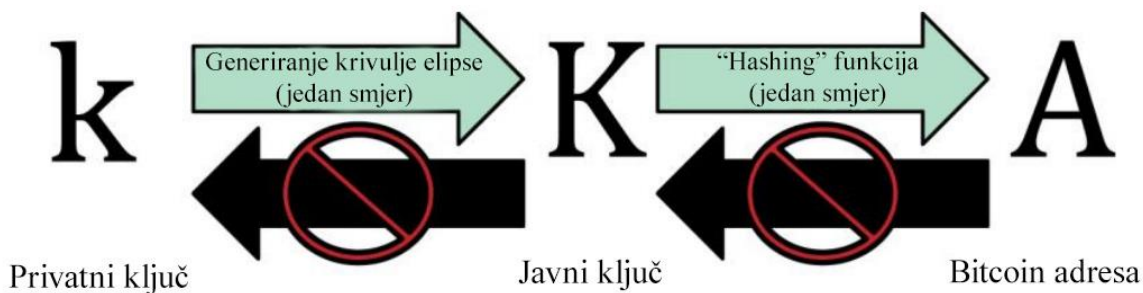
Privatni ključ je oblik kriptografskog zapisa koji omogućava korisnicima pristup podacima koji su dostupni samo njima. Upotreba privatnog ključa je jedan od temeljnih dijelova cijele blockchain tehnologije. Kod virtualnih valuta svaki korisnik ima javnu adresu i privatni ključ. Javni ključ je kreiran od privatnog ključa uz pomoć kompleksnih matematičkih operacija, no praktično nije moguće od javnog ključa operacijama dobiti privatni ključ.

Privatni ključ ima nekoliko različitih formi, obično kao niz brojeva i slova. Sustav privatnog i javnog ključa se najbolje može objasniti uz pomoć primjera poštanskog sandučića. Javni ključ je kao adresa koju svatko zna i svatko može ubaciti u sandučić što god želi ali samo osoba koja ima ključ od sandučića može upravljati sadržajem istog. Zbog toga je bitno čuvati privatni ključ na sigurnom. Digitalni novčanik sprema privatni ključ od korisnika. Kada dođe do transakcije, digitalni novčanik kreira digitalni potpis iz privatnog ključa. Potpis služi kako bi se potvrdilo da transakcija dolazi od nekog korisnika i osigurava da je nije moguće kasnije promijeniti. Ako korisnik izgubi privatni ključ više nije moguće pristupiti niti upravljati svojim računom. Privatni ključ se može spremati na eksternoj memoriji, u obliku QR koda ili ga samo isprintati na papir. Ključ se može spremati i putem servisa koji su povezani na internet kao na primjer na mobilne novčanike. [40]

E9873D79C6D87DC0FB6A5778633389F4453213303DA61F20BD67FC233AA33262

Slika 11. Primjer privatnog ključa u bitcoin blockchain-u, [41]

Iz privatnog ključa Slika 11, generira se javni ključ Slika 13, a iz javnog ključa se skraćivanjem dolazi od javne adrese prikazane na Slici 14, a prikaz cijelog odnosa je prikazan na Slici 12. Razlog skraćivanju je iznimno dug niz simbola koji sadrži javni ključ. Da bi se moglo uči u interakciju sa drugim korisnikom potrebno je obznaniti javnu adresu. Javna adresa se može shvatiti kao broj bankovnog računa. Pošiljatelj mora znati broj računa kako bi mogao poslati novac dok primatelj ima privatni ključ koji mu omogućuje pristup tim sredstvima. [42]



Slika 12. Javni ključ, privatni ključ i javna adresa

Izvor: [43]

3048 0241 00C9 18FA CF8D EB2D EFD5 FD37 89B9 E069 EA97 FC20 5E35 F577 EE31 C4FB C6E4 4811 7D86 BC8F  
BAFA 362F 922B F01B 2F40 C744 2654 C0DD 2881 D673 CA2B 4003 C266 E2CD CB02 0301 0001

Slika 13. Javni ključ, [44]

1BvBMSEYstWetqTFn5Au4m4GFg7xJaNVN2

Slika 14. Javna adresa, [45]

### 3.4.7. Blockchain komponente

#### Osnovne komponente od kojih se sastoji blockchain:

- **Čvor** – računalo ili korisnik unutar blockchain mreže, naziva se još i „*node*“
- **Transakcija** – najmanji dio blockchain sustava
- **Blok** – struktura podataka koja sadrži informacije o transakcijama, distribuira se na sva računala u mreži
- **Lanac** – niz međusobno povezanih blokova
- **Rudari** – čvorovi koji rješavaju određene zadatke u svrhu verificiranja bloka
- **Konsenzus** – skupna pravila za izvođenje blockchain operacija

#### Način funkcioniranja blockchain-a može se objasniti u nekoliko koraka:

1. **Želi se izvršiti transakcija s točke A na točku B** – transakcije se ne moraju odnositi samo na kripto valute, može se raditi o dokumentima, tablicama, slikama, odnosno bilo kojim informacijama u digitalnom obliku.
2. **Transakcija generira blok** – blok je potrebno ovjeriti.
3. **Blok se šalje svima na mreži** – transakcija je vidljiva svima.
4. **Transakcija se verificira unutar mreže** – verifikacijom se provjerava imaju li strane koje vrše transakciju odobrenje. Verifikacija može biti izvršena odmah, ali i ne mora. Postoji nekoliko načina verifikacije, a najčešći je „*proof-of-work*“ način.
5. **Blok se dodaje u „public ledger“** – time se stvara trajni zapis transakcije i ti se podaci više ne mogu mijenjati.
6. **Transakcija prema točki B je izvršena** – željena transakcija je izvršena.

Blockchain je povezani popis koji sadrži podatke ali sadrži i „*hash*“, koji služi kao poveznica s prethodnim blokom i na taj se način stvara lanac. Zbog toga je blockchain toliko siguran način zaštite.

### 3.5. Značaj blockchain tehnologije

Značaj same tehnologije se ogleda u njezinoj univerzalnosti primjene. Internet je donio revoluciju u sve slojeve života. Ta revolucija se i dalje oslanja velikim dijelom na baze podataka. Samim time što je blockchain distribuirana baza podataka koja nosi mnoge prednosti u odnosu na klasičnu organizaciju i upravljanje podacima, ima veliki potencijal i bezbrojne mogućnosti primjene. Blockchain je već postao „novac za internet“ i može postati „*Internet of Money*“ za financijske usluge spajajući korisnike na isti način na koji su spojeni uređaji u „*Internet of things*“ mreži. [46] Unatoč tome utjecaj virtualnih valuta na globalnoj razini je zanemariv. Na dan 14. prosinca 2017. u svijetu je bitcoinom provedeno oko 490 tisuća transakcija dok je ukupan broj prosječnih dnevnih bezgotovinskih platnih transakcija u 2016. godini samo u euro području iznosio 484 milijuna, a u cijeloj 2016. godini provedene su 122 milijarde platnih transakcija, prikazano na Slici 15.

U Republici Hrvatskoj prosječno se dnevno izvrši više od 2,9 milijuna bezgotovinskih transakcija.

Iz navedenog je jasno da su transakcije bitcoinom kao glavnim predstavnikom virtualnih valuta zanemarive na ukupan broj transakcija. Prema HNB-u upotreba virtualnih valuta u sadašnjem opsegu ne donosi rizik za provođenje ključnih ciljeva središnje banke poput stabilnosti cijena, financijske stabilnosti bankovnog sustava i stabilnosti platnog prometa. [47]



Slika 15. Broj transakcija na bitcoin blockchain-u

Izvor: [48]

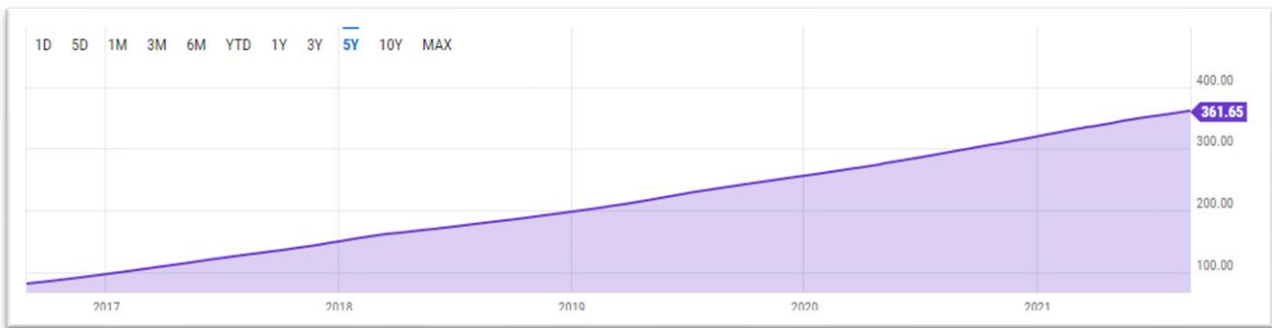
### 3.6. Nedostaci Blockchain-a

Unatoč mnogim prednostima, blockchain ima i nedostataka. Iako je blockchain zbog svoje tehnologije i strukture jedna od najsigurnijih tehnologija, nije imun na zlouporabu.

Postojeći algoritmi kao što su PoW (proof-of-work) i PoS (proof-of-stake) također nisu savršeni. PoW troši previše električne energije, a kod PoS postoji mogućnost fenomena obogaćivanja bogatih, odnosno korištenje ove tehnologije zahtjeva znatna financijska sredstva. Govoreći o nedostacima, posebno se izdvajaju sljedeći:

- **Veličina** [30]

Ovaj problem najlakše je prikazati na primjeru kripto valuta, gdje je blockchain temelj cijelog sustava. Svakodnevnim povećavanjem broja transakcija, raste broj blokova i samim time povećava se sam blockchain.



Slika 16. Prikaz rasta Bitcoin blockchain-a, [52]

Slika 16 prikazuje veličinu Bitcoin blockchain-a na dan 30.08.2021. iznosila 361,65 GB. Prema istom izvoru, razvidno je da je u odnosu na isto razdoblje prošle godine zabilježen porast od 11,71%. Sve se transakcije moraju zabilježiti i zbog toga raste svakodnevno. Kod Bitcoin-a, veličina bloka ograničena je na 1 MB i za rudarenje jednog bloka potrebno je oko 10 minuta. Ograničenje veličine bloka i vrijeme potrebno da se stvori novi blok, ograničava blockchain na 7 transakcija u sekundi, što ne može zadovoljiti zahtjeve obrade milijuna transakcija u realnom vremenu i čini ga nekonkurentnim u visokofrekventnom trgovanju.

Sve ovo usporava rad cijele mreže i dovodi do mogućnosti neželjenog grananja blockchain-a. Rješenje u smislu povećanja veličine bloka znači da je potreban veći prostor za pohranu, što opet dovodi do smanjene brzine cijele mreže. S vremenom došlo bi i do centralizacije kako bi se uspio održati ovako veliki blockchain.

- **Curenje informacija [30]**

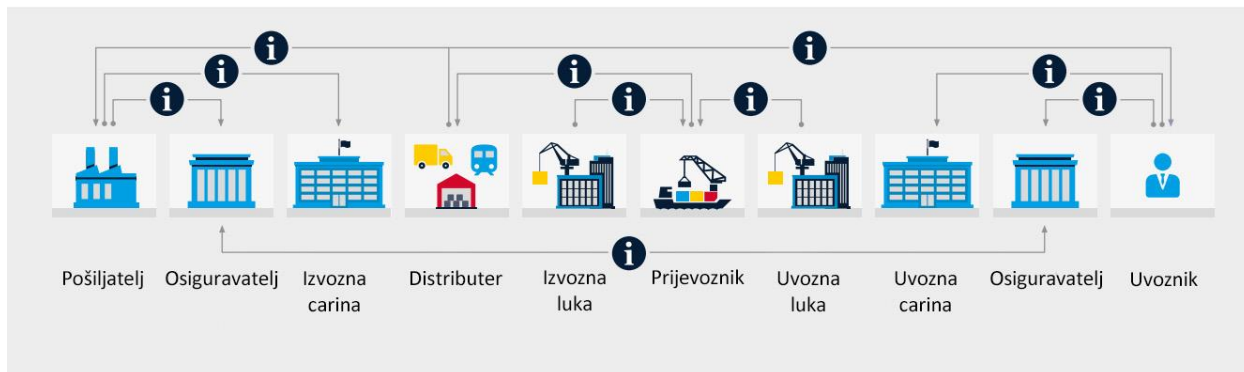
Sigurnost blockchain-a je u tome da korisnici obavljaju samo generiranje transakcije, a ne obavljaju svoje podatke. Međutim, budući da su sve transakcije i stanja vrijednosti vidljive za svaki javni ključ, blockchain ne može jamčiti potpuni privatnost.

Praćenjem određene transakcije i identificiranjem mrežnih čvorova preko kojih je provedena, može se doći do korisničke IP adrese, što opet dovodi do mogućnosti identificiranja pojedinca koji koristi tu IP adresu za pristup internetu.



## 4. PRIMJENA BLOCKCHAIN-A U LOGISTIČKIM SUSTAVIMA

Postizanje izvrsnih rezultata u logistici podrazumijeva suradnju s drugim sudionicima opskrbnog lanca kako bi se optimizirao protok fizičkih dobara, informacija i financijskih transakcija, vidljivo na Slici 17.



Slika 17. Tok informacija u međunarodnoj trgovini

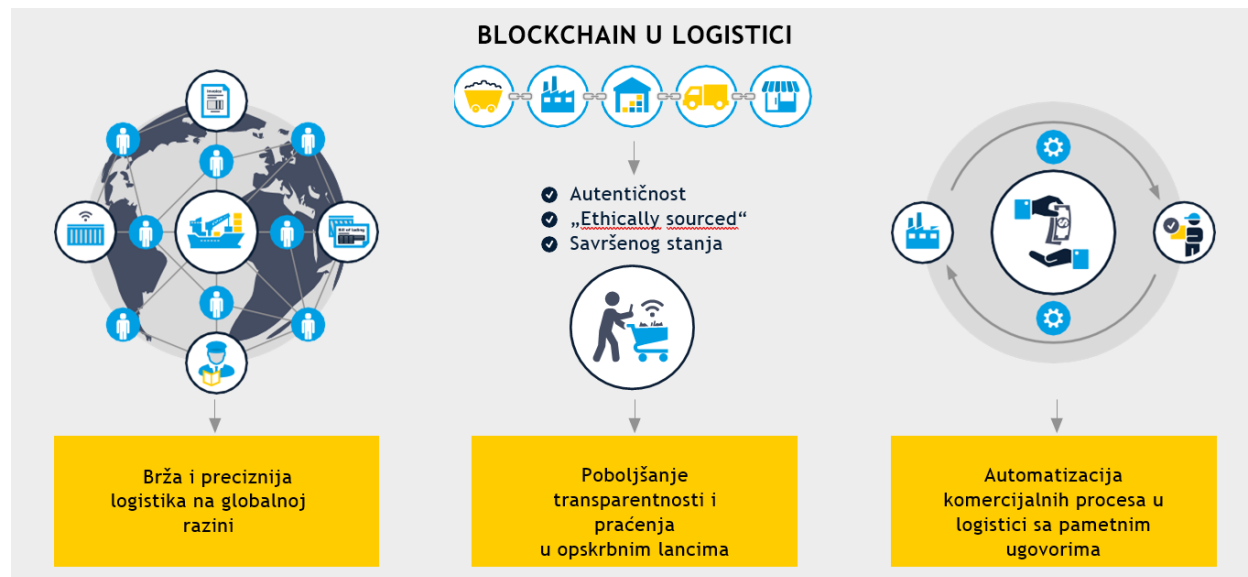
Izvor: [53]

Danas postoji znatna količina zarobljene vrijednosti u logistici, koja uglavnom proizlazi iz rascjepkanosti i konkurentnosti logističke industrije. Primjerice, samo u SAD-u procjenjuje se da postoji preko 500.000 pojedinačnih kamionskih prijevoznika. [54] S tako velikim brojem sudionika uključenih u opskrbni lanac, često se stvara: niska transparentnost protoka informacija za potpuno planiranje i kontrolu opskrbnog lanca, nestandardiziranost procesa, velika količina podataka i različita razina usvajanja te korištenja tehnologija.

Propisom od strane regulativnih tijela, mnoga poduzeća u logističkom lancu su još uvijek primorani obrađivati podatke ručno jer svi procesi nisu još digitalizirani i automatizirani. Primjerice, poduzeće se često mora oslanjati na ručni unos podataka i papirnatu dokumentaciju kako bi se pridržavali carinskih postupaka. Sve to otežava praćenje porijekla robe i status pošiljatelja duž opskrbnog lanca. Blockchain može potencijalno pomoći u prevladavanju ograničenja u logistici i ostvarivanju značajnog napretka u logističkim procesima. Blockchain tehnologija omogućuje transparentnost i pristup podacima među relevantnim sudionicima lanca opskrbe, stvarajući povjerenje. Osim toga, blockchain nudi potencijalna rješenja za nove logističke usluge i inovativnije poslovne modele.

U ovom poglavlju istražuju se neki od najistaknutijih primjera uporabe blockchain-a u područjima globalne logistike, sustavu transparentnosti i praćenja opskrbnog lanca te komercijalnih procesa u logistici prikazano na Slici 18.

U završnom djelu ovog poglavlja izloženi su ključni faktori za uspješno industrijsko usvajanje blockchain tehnologije.



Slika 18. Blockchain u logistici

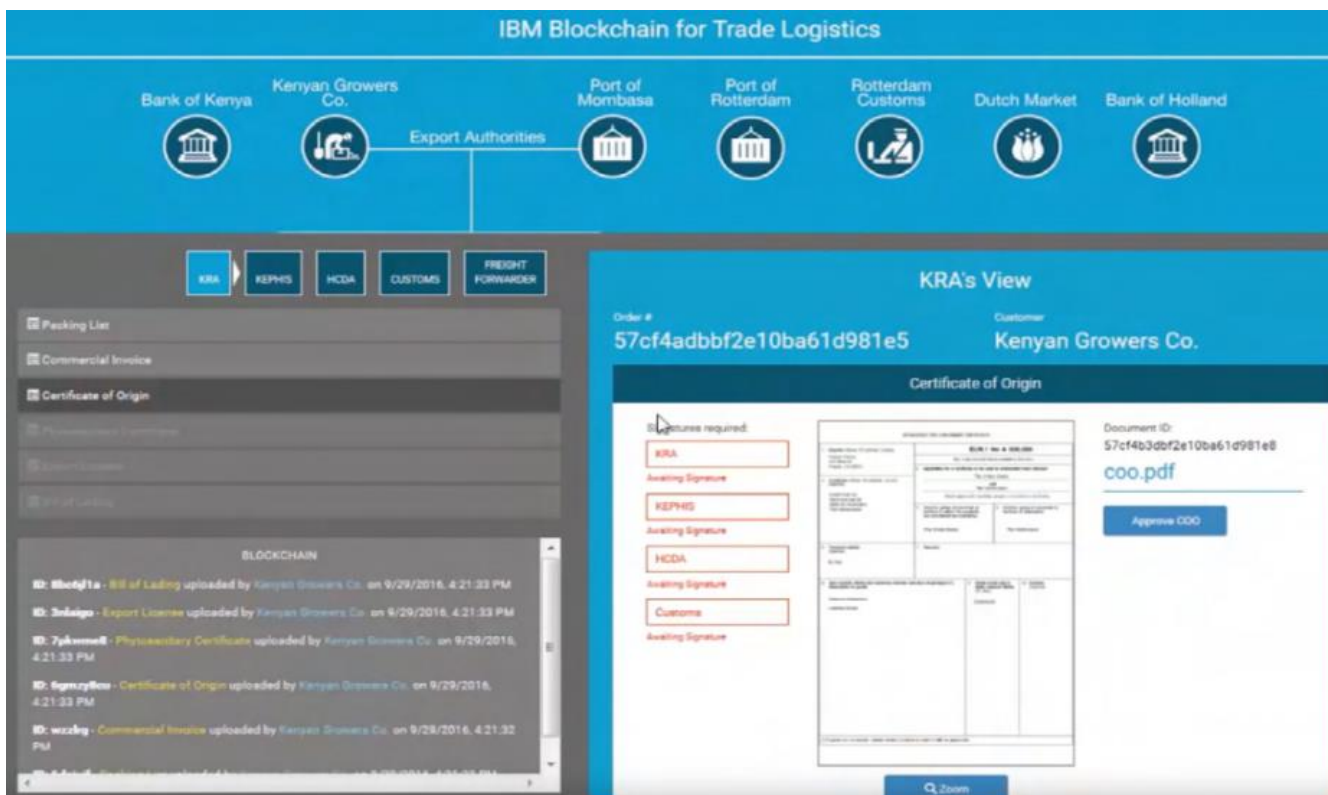
Izvor: [55]

#### 4.1. Brža i preciznija logistika na globalnoj razini

Logistika se često smatra „krvotokom“ modernog svijeta, a procjenjuje se da 90% svjetske trgovine svake godine obavlja međunarodna brodarska industrija.[56] Logistika koja stoji iza globalne trgovine je vrlo složena i kompleksna te često uključuje mnoge subjekte sa suprotstavljenim interesima i prioritetima kao i uporabu različitih sustava za praćenje pošiljaka. Stoga će nove tehnologije imati značajan utjecaj na globalnu ekonomiju. Prema jednoj procjeni „Svjetskog gospodarskog foruma“, smanjenje prepreka trgovini u lancu opskrbe može povećati globalni bruto domaći proizvod (BDP) za skoro 5%, a globalnu trgovinu za 15%. [57]

Blockchain tehnologija može pomoći u ublažavanju mnogih ograničenja u globalnoj trgovini, uključujući nabavu, upravljanje prijevozom, praćenje, carinsku suradnju i financiranje trgovine (*eng. trade finance*). Blockchain tehnologija ima velik potencijal u segmentu optimizacije vremenskih i finansijskih troškova povezanih s trgovinskom dokumentacijom i administrativnom obradom prekoceanskih pošiljki tereta.

Da bi ostvarili učinkovitost u prekoceanskom transportu, **Maersk** i **IBM** su pokrenuli uspostavu globalnog blockchain sustava za digitalizaciju svih procesa u prijevoznom lancu, od transporta, carinjenja, utovara i istovara robe, praćenja robe, skladištenja te ostalih procesa u svrhu poboljšanja kvalitete usluge, zadovoljstva kupca te finansijskog benefita poduzeća. Na Slici 19 je prikazan izgled sučelja preko kojeg sudionik može vršiti radnje te imati nadzor nad robom.



Slika 19. Prikaz sučelja „IBM Blockchain for Trade Logistics“, [58]

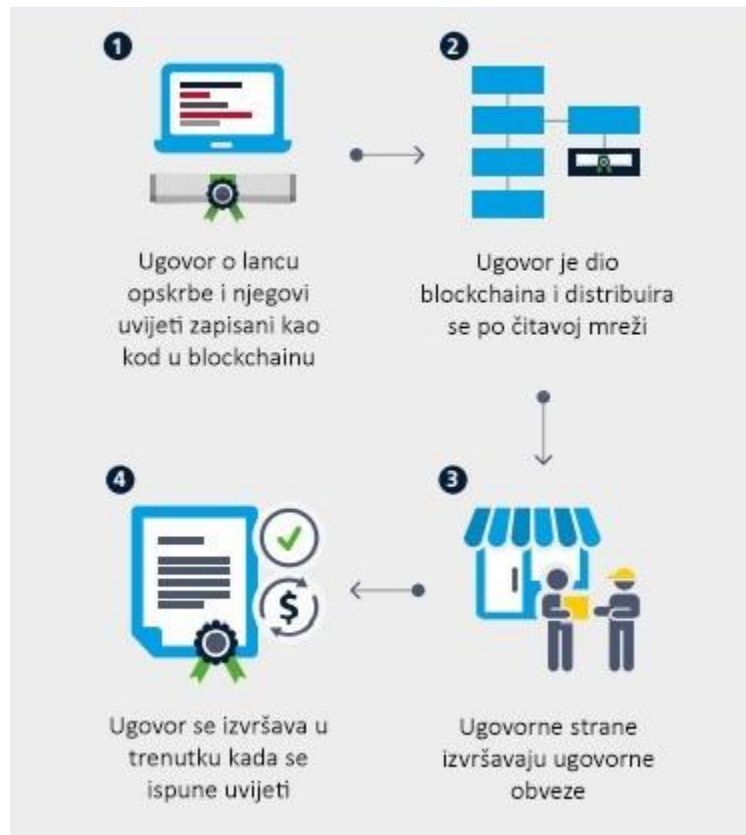
Sustav omogućuje svakom sudioniku opskrbnog lanca pregled stanja robe kroz opskrbni lanac te lokaciju kontejnera u tranzitu. Sudionici mogu vidjeti status carinjenja, teretnice i druge dokumente. Blockchain tehnologija osigurava sigurnu razmjenu podataka i ne ometan pregled dokumentacije. Ove dvije kompanije očekuju da će se korištenjem ovog rješenja moći sustavno pratiti desetine milijuna kontejnera na godišnjoj bazi. [59]

Pomorska prijevozna tvrtka **ZIM** provela je pilot projekt digitalizacije stvarnih teretnica, koja je ujedno i jedna od najvažnijih dokumenata u pomorskom transportu a koja u sebi sadržava račun i ugovor za robu koja se isporučuje. Informacije koje sadrži teretnica su ključne jer sadržavaju sve potrebne pojedinosti kao što su opis pošiljke, količina, odredište te način tretiranja robe putem **Incoterms-a**.

Tijekom ispitivanja blockchain sustava u pilot projektu koje je razvila tvrtka **Wave BL, ZIM** i pilot sudionici, objavili su, prenijeli i uspješno primili originalne elektroničke dokumente putem decentralizirane mreže. Kontejneri otpremljeni iz Kine u Kanadu, isporučeni su uvoznicima bez problema. Iako je još u pilot fazi, industrijsko usvajanje digitalne teretnice bilo bi značajno i pružilo bi veliku podršku lancima opskrbe u smanjenju troškova, eliminaciji pogrešaka u dokumentaciji i brzom prijenosu originalnih dokumenata. [60]

## 4.2. Automatizacija komercijalnih procesa u logistici s pametnim ugovorima

Trenutačne procjene industrije pokazuju kako 10% svih otpremnica sadrže netočne podatke koji dovode do sporova jednako kao što postoje i brojne druge neučinkovitosti u procesu u logističkoj industriji. [62] Taj je problem toliko raširen, da samo u naftnoj i energetskej industriji s uvođenjem automatizacije komercijalnih procesa, godišnja potrošnja bi se smanjila za najmanje 5%. Konzultantska tvrtka „Accenture“ kojoj je primarni opseg poslovanja savjetovanje u području tehnologije, poslovanja i upravljanja, očekuje da bi se primjenom pametnih ugovora najmanje 5% godišnje potrošnje smanjilo s boljom točnošću računa i smanjenjem preplaćenih iznosa. [63] Blockchain ima značajan potencijal za povećanje učinkovitosti cijelog opskrbnog lanca i rješavanja sporova, uključujući financiranje trgovine i pomoć u rješavanju sporova u logističkoj industriji. Kako se digitalizirani dokumenti i podaci o pošiljkama u stvarnom vremenu ugrađuju u blockchain sustave, dobivene informacije mogu se koristiti za stvaranje pametnih ugovora vidljivo na Slici 20. Ti ugovori mogu automatizirati komercijalne procese čim se ispune dogovoreni uvjeti poslovanja.



Slika 20. Prikaz funkcioniranja pametnih ugovora u logističkoj industriji

Izvor: [64]

„ShipChain“ je jedan od prvih startupova koji primjenjuje pametne ugovore u logističkoj industriji. To je poduzeće koje je dizajniralo sveobuhvatan blockchain sustav za praćenje proizvoda od trenutka napuštanja tvornice do konačne dostave na vratima kupca. Sustav je projektiran tako da obuhvaća sve načine prijevoza tereta te se planira uključiti i otvorena API arhitektura koja se može integrirati s postojećim softverom za upravljanje teretom. Sve relevantne informacije o lancu opskrbe zabilježene su u bazi podataka utemeljenoj na nepromjenjivom blockchain-u koja može izvršavati pametne ugovore jednom kad su ispunjeni uvjeti (primjerice, u trenutku kad vozač pošalje potvrdu o uspješnoj isporuci).

API („*Application programming interface*“) arhitektura odnosi se na implementaciju i proces razvoja programskog sučelja koji obrađuje i dijeli informacije krajnjim korisnicima. Primjer API-a je vremenska prognoza na „Apple“ uređajima. „Google i Apple“ nemaju svoje temperaturne senzore postavljene diljem svijeta nego sve informacije uzimaju od kompanije „The Weather Channel“. API-a pruža drugim aplikacijama i servisima da izmjenjuju informacije. [65]

Ključni element za rješavanje procesa automatizacije jest digitalna valuta „ShipChain“ koja se zove „SHIP tokens“. Sudionici platforme „ShipChain“ kupuju te žetone kako bi platili teret i namirili transakcije na platformi. Drugim riječima, digitalna valuta služi kao digitalno sredstvo plaćanja u nekom novom digitalnom svijetu.

Primjena blockchain tehnologije u kombinaciji s „Internet of Things“ (IoT) u logističkoj industriji omogućit će još pametnije ugovore o logistici. Na primjer, prilikom isporuke pametne palete, automatski će prenositi potvrde o stanju robe, trenutnoj lokaciji na kojoj se nalazi te vremenu isporuke koja se automatski unosi u blockchain sustav. Sustav zatim automatski provjerava isporuku - provjerava je li roba isporučena u skladu s dogovorenim uvjetima (npr. temperatura, vlaga, nagib) te nakon toga pušta ispravna plaćanja odgovarajućim stranama. Svime navedenim znatno se povećava učinkovitost i integritet. Blockchain se može dodatno koristiti u kontekstu IOT-a za automatizaciju plaćanja između strojeva (npr. pregovaranje među povezanim strojevima i ekskluzivna cijena do koje se došlo na temelju obavljenih logističkih aktivnosti).

Drugi primjer pametnih ugovora u logističkoj industriji je digitalizacija akreditiva („*Letter of Credit*“, L/C) kako bi se ubrzala priprema i provedba standardnog L/C (koji se temelji na papirnatom obliku), što je proces koji trenutačno traje od nekoliko dana do nekoliko tjedana.

Akreditiv je dokument banke koji jamči plaćanje. Postoji nekoliko vrsta akreditiva, a oni mogu pružiti sigurnost pri kupnji i prodaji proizvoda ili usluga. Za primjer, proizvođač prima narudžbu od novog kupca u inozemstvu. Da bi se ogradio od rizika, prodavatelj koristi sporazum koji zahtijeva od kupca da plati akreditivom čim se isporuka izvrši. Kupac mora podnijeti zahtjev za akreditiv u banci u svojoj zemlji. Banka će prodavatelju uplatiti sredstva tek nakon što prodavatelj dokaže s važećim dokumentima da je pošiljka ispostavljena.

U literaturi se kao primjer pametnih ugovora u logističkoj industriji navedenog navode Bank of America Merrill Lynch (BofAML), HSBC i Infocomm Development Authority of Singapore (IDA) koji su zajedničkim snagama razvili prototip za uvođenje skupog procesa L/C u blockchain. Sustav

omogućuje razmjenu informacija između izvoznika, uvoznika i njihovih banaka na sigurnoj blockchain platformi. To omogućuje automatsko izvršavanje trgovinskih sporazuma nizom digitalnih pametnih ugovora. Osim banaka i institucija, postoji još jako puno startupova koji rade na ovoj tematici, a kao primjer navodi se Libelli. Libelli je startup koji je razvio rješenje kako bi djelovala kao agent između bilo kojeg prodavača i bilo kojeg kupca radi sklapanja pametnog ugovora. Na taj način se zaobilazi potreba da kupci i prodavatelji angažiraju banke te se uklanja papirologija tradicionalno povezana s L/C. Libelli nastoji pružiti transparentnost svim dionicima tijekom procesa, te tvrdi da se automatizacijom tog komercijalnog procesa smanjuje vrijeme do izvršenja L/C na nekoliko minuta, a sve uz troškove deset puta manje nego što ih trenutačno naplaćuju banke. [66] Ostale funkcije koje bi mogle biti automatizirane primjenom blockchain tehnologije su upravljanje vanjskim izvorima prijevoza, normativnu sukladnost, planiranje rute, raspored isporuke, upravljanje flotom, otpremu tereta i povezanost s poslovnim partnerima.

#### 4.3. Početak primjene blockchain tehnologije u logistici

Jednom kada poduzeće shvati i prepozna potencijal blockchain tehnologije za poticanje učinkovitosti i vrijednosti, sljedeći korak je uspostaviti plan za primjenu te tehnologije u poslovanju. Kako bi se došlo do primjene blockchain tehnologije u poslovanju nekog poduzeća, potrebna je spremnost na suradnju te uključivanje svih sudionika u izgradnju znanja i sposobnosti blockchain-a s naglaskom dodanu vrijednost koju znanje i primjena blockchain-a nosi za sve sudionike. [64]

Za svaku inicijativu primjene blockchain tehnologije u praksi postoje tri glavna faktora uspjeha [64]:

##### 1. Stvoriti kulturu suradnje

Kada poduzeće pristane raditi s blockchain tehnologijom, ono pristaje na intenzivan suradnički pothvat. Razlog tome je što velik dio podrazumijeva olakšavanje pouzdane suradnje među više strana, uključujući javna i privatna tijela svih vrsta – vladine agencije, industrijske organizacije, regulatore, partnere, pa čak i konkurente.

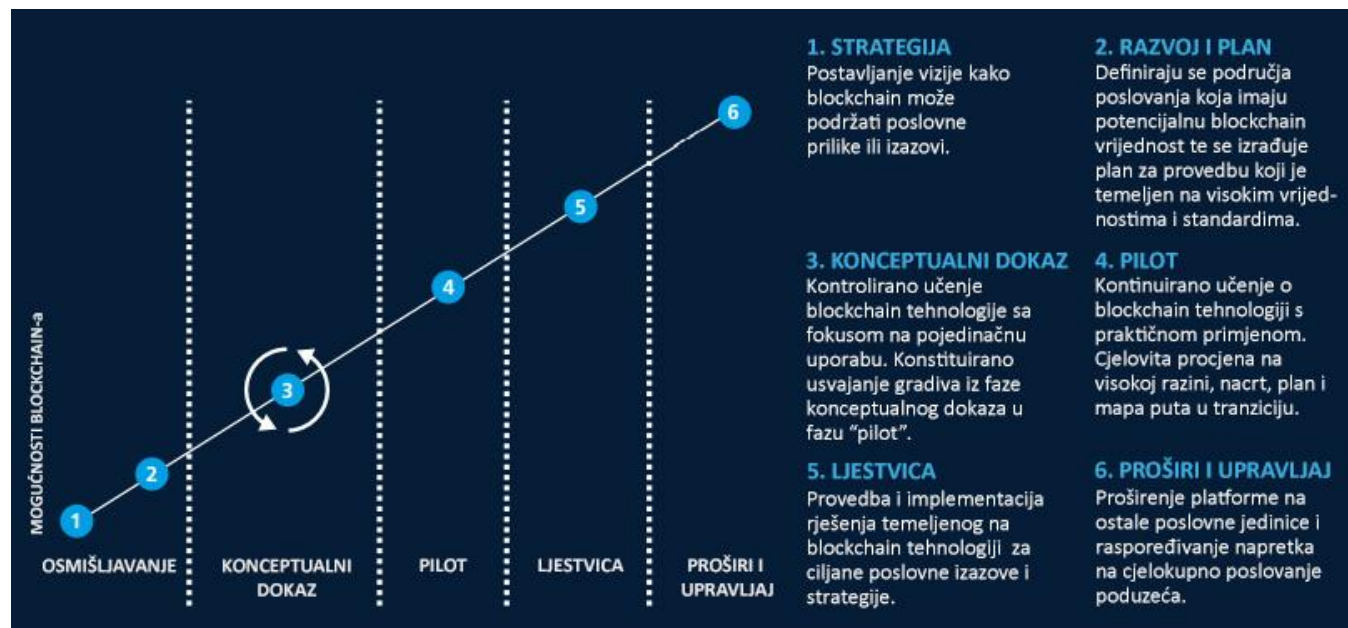
##### 2. Izgradnja blockchain znanja i vještina

Znanja, vještine i sposobnosti omogućuju organizacijama da utvrde i ostvare vrijednost novih operativnih modela, odnosno primjenu blockchain tehnologija u poslovanju. Za sve to potrebno je osigurati vrijeme, alate i resurse potrebne za uspješan doprinos svakom blockchain projektu, a svi do prinositelji trebaju biti povezani i imati mogućnost učinkovito se povezati unutar ekosustava blockchain-a s tehnološkim igračima, partnerima u provedbi te udrugama.

##### 3. Usredotočenost na vrijednost i angažiranost sudionika na blockchain tehnologiji

Sudjelujući u prototipima temeljenim na blockchain-u, sudionici mogu dokazati i razumjeti poslovnu vrijednost nove inicijative, kao i utvrditi tehničku izvedivost. Važno je postaviti realna

očekivanja i priznati da blockchain tehnologija ostaje u ranoj fazi životnog ciklusa softvera. Još se treba primijeniti na određenoj razini skale. Shvaćanje pune vrijednosti ove tehnologije ovisi o suradnji s cijelim ekosustavom sudionika, a sudionici moraju biti spremni za to. Prilikom identificiranja obećavajućih slučajeva upotrebe blockchaina, tvrtke bi trebale pomno proučiti svaku ideju kako bi ustanovile njezinu ovisnost na blockchain tehnologiji.



Slika 21. Koraci za implementaciju blockchain-a

Izvor: [64]

Na Slici 21. prikazan je graf s fazama i mogućnostima blockchain-a. Koraci za implementaciju blockchain-a su podijeljeni u šest faza [64]:

1. **Strategija** – bitno je odrediti viziju kako blockchain može podržati poslovne procese, izazove i prilike u poduzeću.
2. **Faza razvoja i plana** – definiraju se područja poslovanja koja imaju potencijalnu blockchain vrijednost te se izrađuje plan za provedbu koji je temeljen na visokim vrijednostima i standardima.
3. **Konceptualni dokaz** – kontrolirano učenje blockchain tehnologije s fokusom na pojedinačnu uporabu.
4. **Pilot faza** – kontinuirano učenje o blockchain tehnologiji s praktičnom primjenom.
5. **Ljestvica** – potpuna provedba i implementacija rješenja temeljenog na blockchain tehnologiji za ciljane poslovne izazove i strategije.
6. **Faza proširi i upravljaj** – proširenje platforme na ostale poslovne jedinice i raspoređivanje napretka na cjelokupno poslovanje poduzeća.

## 5. PRIMJERI PRIMJENE BLOCKCHAIN KONCEPTA U LOGISTIČKIM SUSTAVIMA

U ovom poglavlju dani su neki od primjera međunarodnih poduzeća koji koriste Blockchain sustav u svom poslovanju. Navedeni su i primjeri s domaćeg tržišta te pametni plan Grada Zagreba koji planira izraditi posebnu strategiju za upotrebu blockchain tehnologije.

### 5.1. Walmart

U potrošačkoj i maloprodajnoj industriji poduzeća kao što su Unilever i Wal-Mart istražuju upotrebu blockchain tehnologije za poboljšanje transparentnosti opskrbnog lanca te praćenje podrijetla roba i proizvoda. S obzirom na prirodu poslovanja, Wal-Mart kao najveći svjetski trgovački lanac, usredotočio se posebno na praćenje hrane, sljedivost i sigurnost kako bi svojim kupcima osigurao izuzetno kvalitetne proizvode.

Zajedno s partnerima, Wal-Mart je proveo blockchain test koji je dizajniran na način da prati podrijetlo proizvoda te vodi cjelokupnu brigu o prehrambenim proizvodima poput svinjetine iz Kine ili manga iz Meksika. Prva prednost upotrebe blockchain tehnologije je ta što je Wal-Mart na ovaj način osigurao dokumentiranost podrijetla svakog određenog prehrambenog proizvoda te u slučaju bilo kakve zagađenosti ili nedovoljne kvalitete proizvoda u svakom trenutku može znati tko je odgovoran za taj dio odstupanja. Drugo, ispitivanjem su uspostavljeni mehanizmi za utvrđivanje i ispravljanje neprimjerene skrbi o prehrambenim proizvodima tijekom transporta od proizvođača do krajnjeg korisnika. Primjerice, budući da se pošiljke mesa ne smiju zagrijati iznad određene temperature, za provedbu ovog blockchain testa su uzeti temperaturni podaci senzora koji su bili pričvršćeni na prehrambene proizvode te su se ti podaci pohranjivali u bazu podataka blockchain sustava. Sustav automatiziranim postupcima osiguranja kvalitete obavještava relevantne strane u slučaju pojave bilo kakvih neoptimalnih transportnih uvjeta. Kolika je važnost upotrebe blockchain sustava u logistici govori i činjenica kako je Wal-Mart od početka ovog testiranja najavio uspostavu blockchain Saveza za sigurnost hrane, opsežno partnerstvo za primjenu praćenja, sljedivosti i sigurnosnih koristi koji se odnose na prehrambene lance u Kini. [61]

Ono što je bitno naglasiti je da je ključni zahtjev za aplikacije koje služe praćenju usvajanje sve više sigurnih i inteligentnih oblika digitalnog identiteta za svaki proizvod. Očekuje se prelazak s bar koda ili serijskog broja na puno sofisticiranije načine praćenja kao što je interaktivnost primjenom „*Internet of Things*“ (IoT) senzora. Na taj način, pametni uređaji mogu biti sigurno povezani ili ugrađeni u fizički proizvod te samostalno bilježiti i prenositi podatke o uvjetima u kojima se nalazi proizvod, uključujući i varijacije temperature, a sve kako bi se osigurala cjelovitost



proizvoda. Bitno je naglasiti kako je na ovaj način osigurana i kvaliteta proizvoda jer se može ući u trag svakom neovlaštenom mijenjanju proizvoda.

Tradicionalni prijenos brodske teretnice može trajati 5 – 10 dana ovisno o brzini kurirske službe. Zahvaljujući TradeLens-u elektronička teretnica može biti poslan primatelju u svega par sekundi. [68]

## 5.2. IBM + MAERSK: TradeLens

TradeLens je otvorena i neutralna platforma za upravljanje teretom u pomorskoj plovidbi i opskrbnim lancima, a stvorena je na temelju blockchaina. TradeLens bi mogao probuditi revoluciju u industriju oceanskog brodarstva, koja premješta oko 3,2 bilijuna dolara robe diljem svijeta. Razvili su je Maersk i IBM. Maersk je najveća svjetska broderska tvrtka aktivna u pomorskom i unutarnjem teretnom prijevozu kao i povezanim uslugama poput upravljanja lancem opskrbe i rada luka. IBM je američka tvrtka koja je jedna od pionira u razvoju računarstva i informacijskih tehnologija. TradeLens omogućuje automatiziranu razmjenu informacija i drugih vrijednosti između svih sudionika u opskrbnom lancu [69]:

- Brža interakcija među sudionicima
- Minimalističke pogreške
- Ne zahtijeva provjeru treće strane
- Manja cijena korištenja platforme

Platforma okuplja sve sudionike opskrbnog lanca koji se povezuju i komuniciraju unutar zajedničke mreže, gdje su procesi standardizirani i automatizirani.

### **TradeLens se temelji na prilično jednostavnom konceptu [69]:**

- Na teret, transportnu i lučku opremu postavljaju se senzori koji prate lokaciju, a po potrebi i neke druge pokazatelje kao na primjer: temperatura, vlažnost, itd. Podaci sa senzora se bilježe u stvarnom vremenu na blockchain-u i postaju dostupni svim zainteresiranim strankama.
- Senzori mogu međusobno komunicirati putem pametnih ugovora. Na primjer, ako senzor kontejnera dođe na teretni brod, tada šalje podatke da se nalazi na brodu. Kada brod stigne u luku, njegov senzor šalje luci podatke o plovidbi i o tome koje terete prevozi.
- Ti se podaci koriste za automatsko popunjavanje dokumenata i drugih interakcija: financijski izračuni, plaćanje carine, revizije i slično. Zahvaljujući automatskim interakcijama sustav uvelike ubrzava i pojednostavljuje tijek rada, čini financijske izračune pouzdanijim i sigurnijim.

Blockchain ima ulogu baze podataka koja je odgovorna za pohranu, prijenos i zaštitu informacija, a služi i kao „izvor istine“, gdje se pod „izvorom istine“ misli na jamstvo da su informacije točne i ispravno unesene u sustav.

### **Prednosti TradeLens-a [69]:**

- Vlasnici tereta – smanjeni troškovi, povećana predvidljivost, smanjenje zalihe, povećano povjerenje potrošača, mogućnost praćenja radnji partnera te smanjenje rokova isporuke.
- Operatori terminala – čini sve procese učinkovitijima, smanjuje zastoje brodova na minimum. Daje više podataka o svakom plovilu, kontejneru i teretu, što pomaže u smanjenju broja pogrešaka i slučajeva prevare.
- Pomorski prijevoznici – smanjuje zastoje luka, povećava učinkovitost opskrbnih lanaca i transparentnost prijevoza tereta
- Vladine agencije - automatizacija procesa smanjuje troškove i povećava brzinu obrade informacija.
- Kopneni prijevoznici – transparentnost i automatizacija poboljšavaju kvalitetu planiranja i učinkovitost transportnih procesa, manji redovi, brže izvršenje i popunjavanje dokumenata, automatski financijski izračuni itd.
- Špediteri – povezivanje sa sustavom daje pristup alatima za učinkovitije i brže carinjenje, praćenje robe i njezinog stanja u stvarnom vremenu.
- Pružatelji financijskih usluga (banke, investicijski fondovi, osiguratelji itd.) – kad su spojeni na sustav, dobivaju pristup pouzdanim i ažuriranim izvorima informacija.

### **Pilot projekt TradeLens-a (2014.) – Lanac isporuke cvijeća iz Afrike u Europu [69]**

Maersk je analizirao pošiljku cvijeća poslanu iz Mombasa, Kenija u Rotterdam, Nizozemska. Ispostavilo se da je ta pojedinačna isporuka generirala više od 200 interakcija između 30 različitih organizacija, uključujući proizvođače, logističke tvrtke, banke i vladine agencije. Tih 200 interakcija stvorilo je hrpu papirnatih dokumenata visoku oko 25 centimetara.

Nakon toga su Maersk i IBM sve sudionike ove isporuke povezali s TradeLens blockchain-om (u to vrijeme *Global Trade Digitalization ili GTD*) i poslali novu isporuku cvijeća. Čim je proizvođač poslao popis pakiranja putem računala ta je radnja zabilježena na blockchain-u i paralelno s tim pokrenut je pametni ugovor. Pametni ugovor pratio je teret u cijelom lancu opskrbe, automatski popunjavajući dokumente, i izrađujući financijske izračune. Svi ti procesi zabilježeni su u blockchain-u.

Pilot projekt je otkrio niz problema kao što su nedostatak jedinstvenih standarda i odgovarajuće komunikacije između stranaka kao i potreba za obukom osoblja tvrtki uključenih u proces kao i vladinih organizacija.

### **Korištenje TradeLens platforme pokazalo je sljedeće [69]:**

- Smanjenje troškova papirologije - Na primjer, prilikom slanja cvijeća iz Mombase u Rotterdam troškovi papirologije čine oko 300 američkih dolara što iznosi 15-20% ukupne cijene dostave. TradeLens je smanjio ove troškove za 70-90%.

- Skraćeno vrijeme isporuke - U Sjedinjenih Država vrijeme trajanja prijevoza robe smanjilo se za 40%. Uglavnom zbog smanjenja redova i ubrzanja rada. Isporuke pošiljka na veće udaljenosti bilježe manje uštede na vremenu isporuke.
- Smanjivanje broja interakcija između korisnika eliminiranjem osnovnih operativnih pitanja, poput „gdje mi je kontejner“, s 5 do 10 pitanja po isporuci na 1 do 2 pitanja.

### 5.3. *Vinchain*: Povijest performansi vozila

Osim što poduzeća prate troškove distribucije i transporta, kao i kvalitetu isporuke proizvoda, ona prate i performanse vozila koje ima ili želi imati u svom voznom parku. Ukoliko se poduzeće odluči za kupovinu rabljenog vozila, blockchain tehnologija može biti od velike pomoći i važnosti te kao pomoć u provjeri autentičnosti podataka o performansama vozila i povijesti održavanja. Također, ona može pohraniti i potvrditi sve te podatke za kupce i prodavače bez potrebe za posrednikom. Na ovaj način se postiže puno standardiziranije i pouzdanije rješenje za određivanje cijena i drugih čimbenika kupnje rabljenog vozila. Sve navedeno već postoji, a zove se *Vinchain*. [70]

*Vinchain* je decentralizirana globalna baza podataka o vozilu koja je 100% transparentna, pouzdana i što je najbitnije lako dostupna. Upravo zbog primjene blockchain tehnologije, ona jamči da informacije nisu krivotvorene, promijenjene ili uklonjene, stvarajući sustav potpune transparentnosti i povjerenja. Podaci se dobivaju iz registara zemalja, osiguravajućih i leasing društava, povezanih usluga, privatnih registara, API -ja za plaćanje i ovlaštenih članova. Podaci se prikupljaju snimanjem izravno iz vozila putem ugrađenog dijagnostičkog uređaja (OBD), tako da su podaci dostupni uživo i ažurirani u stvarnom vremenu što uvelike olakšava brojne procese, a konkretno u ovom primjeru, poduzeću olakšava kupovinu rabljenog vozila. [70]

### 5.4. Blockchain u Republici Hrvatskoj

*„Hrvatska ne zaostaje za primjenom blockchain rješenja u industriji tvrdi Vedran Brničević, direktor domaćeg startupa Suprabit koji savjetuje i uvodi rješenja temeljena na blockchainu te osnivač prvog hrvatskog blockchain „meetupa“. Navodi da van granica Hrvatske postoji više blockchain rješenja usmjerenih na krajnje potrošače, ali da je industrija vani također u vrlo ranoj fazi primjene te tehnologije.“* [48]

*„U razvoj na blockchainu sad ulazi i Greyp Mate Rimca. Nedavno je tu tehnologiju, i to od domaćeg startup-a Tolara, uveo i Hrvatski telekom u svoj podatkovni centar. Najviše blockchain projekata kod nas dosad je u financijskoj industriji od PayCeka i Fima Paya pa sve do kripto-brokera DA Power Play-a.“* [49]

Prema podacima stranice [coinatmradar.com](http://coinatmradar.com) u Hrvatskoj je trenutačno dostupno ukupno devet bitcoin bankomata. [50] Uz bitcoin bankomate na području Hrvatske posluje i nekoliko mjenjačnica virtualnih valuta. Osim virtualnih valuta, u Hrvatskoj se javljaju i prve naznake ostalih implementiranja blockchain tehnologije.

U okvirnoj strategiji pametnog Grada Zagreba (2018), Grad Zagreb planira izraditi posebnu strategiju za upotrebu blockchain tehnologije tj. mogućnost izrade distribuiranih aplikacija i novih sustava baziranih na blockchain tehnologiji. U strategiji se navode moguće primjene u ugovaranju, zaštiti intelektualnog vlasništva, „*Internet of Things*“ i slično. Buduća strategija primjene blockchain tehnologije treba proučiti mogućnosti implementacije u hrvatski pravni sustav te predložiti nove e-usluge u Zagrebu. Osim navedenih primjera, u Hrvatskoj se održavaju i konferencije vezane za blockchain poput „*BlockSplit*“ konferencije. [51]

## 6. ZAKLJUČAK

Za blockchain tehnologiju može se s pravom reći da je još uvijek u svojim začecima, jer njena prva prava primjena vidi se tek 10-ak godina unazad.

Bez obzira na prednosti koje donosi blockchain tehnologija svojom implementacijom važno je istaknuti i nedostatke koji se trebaju riješiti kako bi se tehnologija počela masovno primjenjivati. Sam nedostatak je nedovoljan broj „rudara“ kojima treba 10 minuta za rudarenje jednog bloka. Problem nastaje u visokofrekventnoj potražnji koju „rudari“ ne mogu obuhvatiti zbog prevelike razlike ponude i potražnje. Razni timovi rade na tom problemu te bi se trebao riješiti u sljedećih nekoliko godina, a rješavanje tog problema bi omogućio daljnju realizaciju i korištenje blockchain tehnologije.

Može se zaključiti kako je blockchain apsolutna promjena, a posebice u području logistike. Uloga blockchain-a u logistici nastavit će rasti, a s njom i učinkovitost i profitabilnost cijele industrije. Svaki put se sve više kompanija okuplja kako bi se ugradile i koristile tehnologije temeljene na blockchain-u. Nakon što poduzeća shvate i prepoznaju potencijal blockchain tehnologije koja potiče učinkovitost i vrijednost te iznad svega kvalitetu proizvoda, sljedeći je korak utvrđivanje plana rada za aplikaciju te definiranje područja uporabe.

Koje područje je pogodno za uporabu blockchain tehnologije ovisi o spremnosti na suradnju uključenih strana te uključivanju izgradnje znanja i vještina blockchain-a s naglaskom na stvaranje vrijednosti za sve sudionike tog procesa. Blockchain tehnologija nudi revolucionarna i trenutno optimalna rješenja, no sama budućnost blockchainea i vrijeme koje će biti potrebno da se ono implementira u razne industrijske i logističke sustave, biti će vidljivo u narednim godinama.

Unaprjeđenje logističkih procesa na globalnoj razini bilo bi uvođenjem digitalnih teretnica baziranih na blockchain tehnologiji. Ostvarile bi se mnogobrojne prednosti uključujući ugrađeno arhiviranje i neograničenu proširivost, te bi se poboljšala efikasnost uz manje troškove. Blockchain omogućuje prijenos prava vlasništva nad teretom sigurno i transparentno, u puno kraćem roku nego što je trenutno potrebno.

Upotreba TradeLens-a nudi brojne prednosti kao što su kraće vrijeme dostave, manji troškovi, automatizirani procesi, ali isto tako ima i svoje nedostatke. Jedan od ključnih nedostataka su visoki troškovi implementacije te se zbog toga mala poduzeća teško odlučuju na upotrebu.

Blockchain sustav olakšava posao logističkim operaterima umjesto kojih obavlja dio posla te omogućuje operaterima da mogu obaviti veći broj pošiljaka. Blockchain omogućuje praćenje pošiljke od proizvođača do korisnika. Tako korisnik zna da li se s robom postupalo na pravilan način prilikom obavljanja transportne usluge npr. prijevoz hladnog lanca mora zadovoljavati

određene temperaturne zahtjeve. Blockchain tehnologija omogućuje lakše praćenje te robe. Također omogućuje praćenje podrijetla robe, prikupljanje podataka o robi kao što su: od kuda roba potječe, od čega je roba napravljena i kako se robom manipulira. Ti podaci pohranjeni su u sustavu koji se temelji na blockchain-u stoga postaju trajni i lako se dijele među sudionicima što pruža veće mogućnosti oko praćenja pošiljka. Ovaj sustav služi kao dokaz autentičnosti robe što je jako bitno u nekim industrijama kao što su npr. farmaceutska industrija.

## LITERATURA

- [1] [https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05\\_06\\_2013\\_18997\\_Skladistenije\\_TL-5\\_1.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013_18997_Skladistenije_TL-5_1.pdf) (Pristupano 20.08.2021.)
- [2] Hlača, B., Poslovna logistika, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2006.
- [3] Ivaković, Č.; Stanković, R.; Šafran, M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
- [4] [http://www.efos.unios.hr/upravljanje-opskrbnim-lancem/wp-content/uploads/sites/275/2013/04/1\\_SCM\\_UVOD.pdf](http://www.efos.unios.hr/upravljanje-opskrbnim-lancem/wp-content/uploads/sites/275/2013/04/1_SCM_UVOD.pdf) (Pristupano 20.08.2021.)
- [5] <https://jayeshlogistics.com/difference-between-logistics-and-supply-chain-management/> (Pristupano 20.08.2021.)
- [6] [https://www.keyence.eu/ss/products/auto\\_id/logistics/basic/about.jsp](https://www.keyence.eu/ss/products/auto_id/logistics/basic/about.jsp) (Pristupano 20.08.2021.)
- [7] Fakultet prometnih znanosti. Nastavni materijali iz predmeta Distribucija 1, Zagreb, 2019.
- [8] Sekso, M.: Prodaja i distribucija, Veleučilište Marko Marulić, Knin, 2010.
- [9] Zelenika, R, Pavlič Skender, H: Upravljanje logističkim mrežama, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
- [10] Šamanović, J.: Prodaja, Distribucija, Logistika, Ekonomski fakultet u Splitu, Split, 2009.
- [11] <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A118/datastream/PDF/view> (Pristupano 20.08.2021)
- [12] Segetlija, Z.: Distribucija, Ekonomski Fakultet u Osijeku, Osijek, 2006.
- [13] Dent, J.: Distribution Channels, Kogan Page, London i Philadelphia, 2008.
- [14] Dunković, D., Dunković, B.: Utjecaj informacijske tehnologije na odnose unutar kanala marketinga, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2010.
- [15] <https://pozegacv.wordpress.com/projekti/poslovno/mjesto-distubucija-i-prodaja/> (Pristupano 20.08.2021.)
- [16] Segetlija, Z. i Lamza – Maronić, M: Distribucijski sustav trgovinskog poduzeća, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2002.
- [17] Rogić, K.: Autorizirana predavanja iz kolegija Skladištenje i unutrašnji transport, Zagreb, 2008.
- [18] Šafran M.: Autorizirana predavanja iz kolegija Upravljanje zalihama, Zagreb, 2014.
- [19] <http://www.efzg.hr/UserDocImages/TRG/ikovac//12.%20MANIPULACIJA%20ROBOM.pptx> (Pristupano 16.08.2021.)
- [20] Rogić, K.: Autorizirana predavanja iz kolegija Distribucijska logistika II, Zagreb, 2016.
- [21] Marko Periša, dr. Sc. , Ivan Forenbacher, dipl.ing. , Dragan Peraković, dr. sc. , Separati s predavanja-Elementi informacijskog sustava, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [22] Beyer, S. Blockchain Before Bitcoin: A History <https://blocktelegraph.io/blockchain-before-bitcoin-history/> (Pristupano 20.8.2021.)
- [23] Goyal, S. The History of Blockchain Technology: Must Know Timeline <https://101blockchains.com/history-of-blockchain-timeline/> (Pristupano 20.8.2021.)
- [24] Rouse, M., Consensus algorithm <https://whatis.techtarget.com/definition/consensus-algorithm> (Pristupano 20.08.2021.)

- [25] Lisk, Proof of Work <https://lisk.io/academy/blockchain-basics/how-does-blockchain-work/proof-of-work> (Pristupano 20.8.2021.)
- [26] Crypto Beginners, Blockchain explained in 1000 words <https://cryptobeginners.info/blog/what-is-blockchain/> (Pristupano 20.08.2021.)
- [27] Faife, C. Bitcoin Hash Functions Explained <https://www.coindesk.com/bitcoin-hash-functions-explained> (Pristupano 20.08.2021.)
- [28] Glowacki J., (2018), Blockchain: Public, Private or Hybrid?, <https://medium.com/@jackglowacki/blockchain-public-private-or-hybrid-664d4a413331> (Pristupano 20.08.2021.)
- [29] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Peer\\_to\\_peer](https://hr.wikipedia.org/wiki/Peer_to_peer) (Pristupano 15.09.2021.)
- [30] Vlahović M. Blockchain-nova tehnologija zaštite podataka, Diplomski rad, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2020.
- [31] Naskar A., The Gospel of Technology, 2020.
- [32] <https://www.netokracija.com/sto-je-blockchain-132284> (Pristupano 20.08.2021.)
- [33] <https://web.math.pmf.unizg.hr/~duje/kript/osnovni.html> (Pristupano 20.08.2021.)
- [34] <http://www.sha1-online.com/> (Pristupano 20.08.2021.)
- [35] <https://www.bug.hr/tehnologije/sto-je-u-stvari-blockchain-i-kako-radi-3011> (Pristupano 20.08.2021.)
- [36] <https://www.buybitcoinworldwide.com/mining/hash-rate/> (Pristupano 20.08.2021.)
- [37] <https://www.blockchain.com/en/charts/difficulty?timespan=all> (Pristupano 20.08.2021.)
- [38] <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2017/12/blockchain-security-what-keeps-your-transaction-data-safe/> (Pristupano 20.08.2021.)
- [39] Kraft, D. (2015); Difficulty Control for Blockchain-Based Consensus Systems, University of Graz, Graz, str. 3
- [40] <https://www.investopedia.com/terms/p/private-key.asp> (Pristupano 20.08.2021.)
- [41] [https://en.bitcoin.it/wiki/Private\\_key](https://en.bitcoin.it/wiki/Private_key) (Pristupano 20.08.2021.)
- [42] <https://www.investopedia.com/terms/p/public-key.asp> (Pristupano 20.08.2021.)
- [43] <https://www.oreilly.com/library/view/mastering-bitcoin-2nd/9781491954379/ch04.html> (Pristupano 20.08.2021.)
- [44] <https://www.comodo.com/resources/small-business/digital-certificates2.php> (Pristupano 20.08.2021.)
- [45] <https://en.bitcoin.it/wiki/Address> (Pristupano 20.08.2021.)
- [46] Swan, M. (2015): Blockchain: Blueprint for a New Economy, O'Reilly Media, Sebastopol, str. 5.
- [47] <https://www.hnb.hr/-/sto-su-virtualne-valute-> (Pristupano 20.08.2021.)
- [48] <https://www.blockchain.com/en/charts/n-transactions?timespan=all> (Pristupano 20.08.2021.)
- [49] <https://www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-ne-zaostaje-u-primjeni-blockchain-tehnologije-u-industriji-360764> (Pristupano 15.09.2021)
- [50] <https://coinatmradar.com/country/54/bitcoin-atm-croatia/> (Pristupano 20.08.2021.)
- [51] Grad Zagreb (2018): Okvirna strategija pametnog Grada Zagreba, str.39



- [52] YCharts.com, Bitcoin blockchain size, 2021., raspoloživo na:  
[https://ycharts.com/indicators/bitcoin\\_blockchain\\_size](https://ycharts.com/indicators/bitcoin_blockchain_size) (Pristupano 30.08.2021.)
- [53] <https://kodiakrating.com/2018/07/30/blockchain-the-technology-reshaping-supply-chain-management/> (Pristupano 30.08.2021.)
- [54] <https://usspecial.com/how-many-trucking-companies-in-the-usa/> (Pristupano 30.08.2021.)
- [55] <https://www.dhl.com/global-en/home/press/press-archive/2018/dhl-and-accenture-unlock-the-power-of-blockchain-in-logistics.html> (Pristupano 30.08.2021.)
- [56] <http://www.ics-shipping.org/shipping-facts/shipping-and-world-trade> (Pristupano 30.08.2021.)
- [57] [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_SCT\\_EnablingTrade\\_Report\\_2013.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_SCT_EnablingTrade_Report_2013.pdf) (Pristupano 30.08.2021.)
- [58] <https://www.ibm.com/uk-en/blockchain/industries/supply-chain> (Pristupano 30.08.2021.)
- [59] <https://www-03.ibm.com/press/us/en/photo/51717.wss> (Pristupano 30.08.2021.)
- [60] <http://www.zim.com/newsandpress/recentnews/pages/zim-block-chain-technology.aspx> (Pristupano 30.08.2021.)
- [61] <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/53487.wss> (Pristupano 30.08.2021.)
- [62] <https://www.intra.com/assets/documents/ced97146-272c-436e-8c54-131313915625.pdf> (Pristupano 30.08.2021.)
- [63] <https://www.accenture.com/us-en/blogs/blogs-blockchain-can-drive-saving> (Pristupano 30.08.2021.)
- [64] <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-blockchain-trend-report.pdf> (Pristupano 30.08.2021.)
- [65] <https://www.akana.com/blog/api-architecture> (Pristupano 15.09.2021.)
- [66] <http://www.libelli.com> (Pristupano 30.08.2021.)
- [67] <https://www.tradelens.com/ecosystem> (Pristupano 30.08.2021.)
- [68] [https://www.unescap.org/sites/default/files/Session%204 IBM%20Research.pdf](https://www.unescap.org/sites/default/files/Session%204%20IBM%20Research.pdf) (Pristupano 30.08.2021.)
- [69] <https://merehead.com/blog/maersk-blockchain-use-case/> (Pristupano 30.08.2021.)
- [70] <https://ignasisayol.com/en/how-to-implement-blockchain-in-logistics-6-real-examples/> (Pristupano 30.08.2021.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz razlike između logistike i opskrbnog lanca .....	4
Slika 2. Elementi logistike.....	5
Slika 3. Odnos logistike i distribucije.....	6
Slika 4. Sudionici distribucije, [10] .....	7
Slika 5. Upravljanje kanalom distribucije i fizičkom distribucijom, [15] .....	11
Slika 6. Prikaz troškova zaliha robe u jedinici vremena, [18].....	12
Slika 7. Prikaz centralizirane, decentralizirane i "peer-to-peer" mreže.....	23
Slika 8. Rezultat hash funkcije, [34] .....	26
Slika 9. Rezultat hash funkcije nakon dodavanja zareza, [34] .....	26
Slika 10. Težina rudarenja na bitcoin blockchain-u.....	28
Slika 11. Primjer privatnog ključa u bitcoin blockchain-u, [41].....	30
Slika 12. Javni ključ, privatni ključ i javna adresa .....	30
Slika 13. Javni ključ, [44].....	30
Slika 14. Javna adresa, [45] .....	30
Slika 15. Broj transakcija na bitcoin blockchain-u.....	32
Slika 16. Prikaz rasta Bitcoin blockchain-a, [52].....	33
Slika 17. Tok informacija u međunarodnoj trgovini.....	34
Slika 18. Blockchain u logistici.....	35
Slika 19. Prikaz sučelja „IBM Blockchain for Trade Logistics“, [58].....	36
Slika 20. Prikaz funkcioniranja pametnih ugovora u logističkoj industriji.....	37
Slika 21. Koraci za implementaciju blockchain-a .....	40

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ diplomski rad  
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom MOGUĆNOSTI PRIMJENE BLOCKCHAIN TEHNOLOGIJE U LOGISTIKIM TVRTKAMA, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 26.02.2022.

Ante Miloš

(ime i prezime, potpis)

