



**LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMINEN TOIMITUSKETJUN
HALLINNASSA – CASE WALMART**

Kauppätieteiden kandidaatintutkielma

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Kauppätieteiden kandidaatintutkielma

2021

Sanni Seppänen

Tarkastaja: Minttu Laukkanen

Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
1.1 Tutkimuksen rajaus ja keskeisimmät käsitteet	1
1.2 Tutkimuskysymykset ja tavoitteet.....	3
1.3 Tutkimusmenetelmä.....	3
2. Teoreettinen viitekehys	4
2.1 Lohkoketjuteknologia	4
2.2 Toimitusketju	6
2.2.1 Elintarvikkeiden toimitusketjut	8
2.2.2 Keskeiset ongelmakohdat toimitusketjuissa.....	9
2.2.3 Toimitusketjujen nykyiset seurantajärjestelmät	10
3. Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen toimitusketjussa.....	11
3.1 Hyperledger Fabric	13
3.2 Läpinäkyvyys	14
3.3 Tehottomuus.....	15
3.4 Informaation kulku.....	16
3.5 Kustannukset.....	17
3.6 Haasteet	18
4. Case Walmart	20
4.2. Yritysesittely	20
4.3 Walmartin tuotteiden seuranta	20
4.4 Lohkoketjuteknologian integroiminen	21
5. Tutkimustulokset.....	23
6. Johtopäätökset.....	29
Lähdeluettelo.....	32

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT-kauppakorkeakoulu

Kauppätieteet

Sanni Seppänen

Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen toimitusketjun hallinnassa – Case Walmart

Kauppätieteiden kandidaatintutkielma

2021

33 sivua, 4 kuviota

Tarkastaja: Tutkijatohtori Minttu Laukkanen

Avainsanat: lohkoketjuteknologia, toimitusketjut, elintarvikkeiden toimitusketju, RFID, IoT, esineiden internet

Tässä kandidaatintutkielmassa tarkoituksena on tutkia, millaisia hyötyjä lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä on toimitusketjun hallinnassa. Tutkimusta rajaamaan on valittu elintarvikkeiden toimitusketjut.

Tutkielman empiirinen osuus on toteutettu laadullisena tutkimuksena ja tapaustutkimuksessa käsitellään Walmartin elintarvikkeiden toimitusketjujen pilottiohjelmiaan hyödyntämää lohkoketjuteknologiaa.

Keskeisimpinä tutkimustuloksina voidaan todeta, että lohkoketjuteknologian hyödyntäminen toimitusketjujen seurannassa on ollut menestyksekkästä tutkimuksen puitteissa. Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen on kuitenkin toistaiseksi vasta alkuvaiheessa ja vaatii lisää empiiristä tutkimusta, jotta sitä voidaan hyödyntää laajemmin yritystoiminnassa käytännössä. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että toistaiseksi lohkoketjuteknologiaa hyödynnetään vasta vähän yritystoiminnassa etenkin muulla kuin finanssialalla, vaikka käytännön kokeilut ovat osoittautuneet menestyksekkäiksi.

ABSTRACT

Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT

School of Business and Management

Business Administration

Sanni Seppänen

Utilization of blockchaintechnology in supply chain management – Case Walmart

Bachelor's thesis

2021

33 pages, 4 figures

Examiner: Postdoctoral reasearcher Minttu Laukkanen

Keywords: blockchain technology, supply chain, food supply chain, RFID, IoT, internet of things

The purpose of this bachelor 's thesis is to investigate the benefits of utilizing blockchain technology in supply chain management. Food supply chains have been chosen to limit the study.

The dissertation has been carried out as a qualitative study and the case study has examined the blockchain technology utilized by Walmart in its food supply chain pilot programs.

The most important research results were that the utilization of blockchain technology in supply chain monitoring has been successful. However, the exploitation of blockchain technology is still in its infancy and requires more empirical research to be used more widely. The study shows that, so far, there is little use of blockchain technology in business, especially in the non-financial sector, although practical experiments have proved to be successful.

1. Johdanto

Tässä kandidaatintutkielmassa tarkoituksena on havainnollistaa lohkoketjuteknologian hyödyntämistä hankintatoimessa ja erityisesti sen käyttöön ottamisen mahdollisia hyötyjä toimitusketjujen hallinnan sekä läpinäkyvyyden parantamisessa. Tutkimuksessa tarkastellaan myös lohkoketjuteknologian omaksumisen realistista mahdollisuutta ja verrataan lohkoketjuteknologian integroimisen lopullisia hyötyjä nykyisiin toimitusketjujen prosesseihin. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää lohkoketjuteknologian mahdollisen potentiaalin käyttöönoton vaikutuksia ja seurauksia kokonaisvaltaisesti toimitusketjujen hallinnassa.

Tutkimuksen aluksi esitellään tutkimuksen kannalta keskeisimmät käsitteet, jotka ovat lohkoketjuteknologia sekä toimitusketjut. Tämän jälkeen syvennyttään tarkastelemaan, miten lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää toimitusketjuissa ja kuinka se käytännössä voidaan liittää osaksi toimitusketjun toimintaa. Tutkimuksessa tarkastellaan toimitusketjujen nykyisiä toimintaprosesseja sekä perinteisiä teknologioita, joilla tuotteiden ja informaation kulkua on tähän asti seurattu ja hallinnoitu. Jotta tutkimuksen aihe saadaan konkreettisesti havainnollistettua, käydään aiemmin käsiteltyjä asioita läpi yritysesimerkin avulla. Yritykseksi valikoitunut Walmart on hyödyntänyt elintarviketoimitusketjussaan lohkoketjuteknologiaa. Tutkimuksen lopuksi tehdään yhteenveto tutkimustuloksista ja johtopäätökset lohkoketjuteknologian integroimisen potentiaalisista hyödyistä toimitusketjujen hallinnassa. Tutkimustuloksia tarkastellaan myös kriittisesti asettaen vertailuun lohkoketjuteknologian tuottamat edut ja kustannukset sekä mahdolliset ongelmakohdat, jotka yritysten tulee huomioida integroidessaan teknologiaa osaksi toimintaansa. Johtopäätöksissä käydään läpi myös mahdollisia jatkotutkimusaiheita, jotka olisivat relevantteja aiheen tulevaisuuden kannalta.

1.1 Tutkimuksen rajaus ja keskeisimmät käsitteet

Aiheen laajuuden johdosta tutkimusta rajaamaan on valittu elintarvikkeiden toimitusketjut, joihin tutkimus perehtyy pääosin. Elintarvikkeiden toimitusketjut valikoituivat tutkimuksen kohteeksi, sillä lohkoketjuteknologiaa on hyödynnetty erityisesti elintarvikkeiden

toimitusketjuissa, ja tutkimuksen case esimerkkiyritys Walmart on integroinut lohkoketjuteknologian osaksi kahden eri elintarvikkeen toimitusketjua.

Toimitusketjut ovat perusluonteeltaan monimutkaisia kokonaisuuksia, niiden hallitseminen sitoo toimintaansa useita eri osallisia ja toimitusketjujen kannattavuuden ylläpitäminen on yhä hankalampaa (Booth, 2010, 3). Toimitusketjun muodostuvat tuotteiden valmistajat, toimittajat, logistiikkayritykset ja vähittäiskauppiat, jotka toimivat yhdessä toimittaakseen lopputuotteet kuluttajille. Tuotteet kulkevat monien osapuolien kautta ja tästä johtuen toimitusketjujen haasteet liittyvät niiden läpinäkyvyyteen, jäljittämiseen ja luotettavuuteen. Toimitusketjun osallisilla on usein eriävät oikeudet tuotteiden ja prosessien tietoihin ja informaatioon, mikä aiheuttaa prosessin kulkuun ongelmakohtia ja epäselvyyttä. Useiden eri osapuolien kautta kulkevat toimitusketjut tekevät toimitusketjujen seurannan yrityksille hankalaksi ja hitaaksi. Lohkoketjuteknologiaan perustuva toimitusketjun hallinta voisi mahdollistaa informaation tasaisen jakautumisen osapuolien kesken. (Gayvoronskaya, Meinel, 2021, 94) Yllättävien ongelmatilanteiden ennakoiminen toimitusketjuissa on myös haastavaa ja tämä haittaa toimitusketjujen tehokkuutta ja aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia ja jopa tappioita yritystoiminnassa (Kshetri, 2021, 1).

Lohkoketjuteknologia on yksinkertaisimmillaan tietokanta, jossa informaatio tallennetaan erillisiin ketjutettuihin lohkoihin. Kun yksittäinen lohko on täynnä, liitetään lohko osaksi ketjua, joka muodostuu aiemmista lohkoista ja näin lohkoketjut muodostavat kokonaisia tietosarjoja. (Quinones & Nakamoto, 2021, 37.) Lohkoketjuteknologia liitetään yleisimmin Bitcoinin, jonka arvonnousun myötä lohkoketjuteknologia on saavuttanut merkittävän huomion kansainvälisesti ja teknologian hyödyntämisen potentiaaliset edut ovat herättäneet kiinnostuksen muillakin toimialoilla kuin finanssialalla, esimerkiksi logistiikka-aloilla. (Kuutti, 2017, 102.) Lohkoketjuteknologia on toistaiseksi hyvin tuore aihe sekä finanssialalla ja etenkin muilla aloilla sovellettuna. Aiheen ympärillä on paljon uutta informaatiota ja tutkimuksia. Tutkimuksia aiheeseen liittyen tehdään jatkuvasti ja lohkoketjuteknologian hyödyntäminen etenkin muulla kuin finanssialalla on toistaiseksi hyvin alku vaiheessa. Kuitenkin teknologian hyödyntäminen vaatii tutkimustyötä.

1.2 Tutkimuskysymykset ja tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää tutkimuskysymysten avulla, millaisia etuja lohkoketjuteknologian hyödyntäminen toimitusketjun hallinnassa mahdollistaisi. Lisäksi tutkimuksen tarkoitus on luoda kokonaiskuva lohkoketjuteknologian eduista toimitusketjujen toiminnassa, sekä minkälaisia nykyisiä ongelmia on mahdollista vähentää tai ennakoida teknologiaa hyödyntämällä. Tutkimuksen lopuksi käydään läpi teoriaa case-esimerkin avulla. Kohdeyrityksenä case-esimerkissä toimii Walmart.

Pääkysymys on muotoiltu seuraavasti:

”Millaisia hyötyjä lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä on toimitusketjujen hallinnassa?”

Alakysymykset on muodostettu tukemaan pääkysymystä ja tarkentamaan, sekä rajaamaan tutkimusta. Alakysymyksiä on kolme ja ne ovat seuraavat:

”Millaisia etuja lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä olisi elintarvikkeiden toimitusketjuissa?”

”Millaisia ongelmakohtia toimitusketjun hallinnasta voidaan poistaa lohkoketjuteknologiaa hyödyntämällä?”

”Miten toimitusketjujen läpinäkyvyys paransi lohkoketjuteknologiaa hyödyntämällä?”

1.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimus toteutetaan laadullisena tutkimuksena ja tutkimuksen lopussa tehdään havainnollistus aiheesta tapaustutkimuksena. Laadullisen tutkimuksen tarkoituksena on lisätä tietämystä ja pyrkiä ymmärtämään tutkimuksen kohteena olevaa ilmiötä. (Juuti & Puusa, 2020). Laadullinen tutkimus ei ole luonteeltaan ainoastaan datan keräämistä, vaan siihen liittyy myös vuorovaikutusta. Laadullisen tutkimuksen voi toteuttaa usealla eri tavalla ja tutkimuksen tiedon keruuseen voidaan käyttää esimerkiksi haastatteluita tutkimuksen kohteilta. Tämän tutkimuksen data on kerätty sekundääridatana saatavilla olevista lähteistä.

Tapaustutkimuksessa strategia on hyödyntää useita datalähteitä ja siinä voidaan hyödyntää sekä primääri- sekä sekundäärilähteitä. Tapaustutkimuksessa perehdytään empiriaan tutkimalla ilmiötä tapausesimerkin avulla. Tapaustutkimuksella ilmiötä voidaan tutkia sen luonnollisessa ympäristössä ja sen kautta saadusta ymmärryksestä pystytään luomaan

merkityksellinen ja relevantti teoria. Metodi myös mahdollistaa myös ilmiön ymmärtämisen ja käytännön esimerkin avulla. (Farquahar, 2012, 5).

2. Teoreettinen viitekehys

Tutkimuksen teoriaosuudessa avataan tutkimuksen kannalta tärkeimmät käsitteet. Aluksi käsitellään lohkoketjuteknologian peruseriaate, jonka jälkeen siirrytään käsittelemään toimitusketjujen toimintaa ja miten lohkoketjuteknologian integroiminen toimitusketjuun käytännössä toimisi sekä kuinka muuttaisi sen toimintaa.

2.1 Lohkoketjuteknologia

Seuraavaksi tarkastellaan tarkemmin lohkoketjuteknologian toimintaperiaatetta. Tarkoituksena on avata lohkoketjuteknologia käsitteenä ja havainnollistaa sen toimintaperiaate ja miten sen integroiminen on mahdollista toimitusketjuihin.

Ajatus lohkoketjuteknologiasta on syntynyt 1990-luvulla. Teknologian kehittämisen taustalla olivat turvallisuuden sekä salauksen parantaminen ja tietojen peukaloimisen estäminen. (Quinones et. al, 2021, 36.) Tämän jälkeen Satoshi Nakamoto, anonymi henkilö tai ryhmä henkilöitä esitteli lohkoketjuteknologiaan perustuvan hajautetun virtuaalivaluutan, Bitcoinin. Bitcoinin periaatteena oli vastata dilemmaan kolmannen osapuolen tarpeellisuudesta, kahden ihmisen välisessä maksutransaktiossa. (Biswas & Gupta, 2019.) Lohkoketjuteknologian peruseriaatteena toimii vertaisverkko (eng. peer-to-peer). Sen avulla voidaan muodostaa hajautettuja rahajärjestelmiä, älykkäitä sopimuksia, sekä muita verkossa hallittavia resursseja. (Al-Rakhami M. & Al-Mashari M., 2021.)

Lohkoketju muodostuu erillisistä lohkoista, joihin tieto tallennetaan. Yksittäisessä lohossa on tallennettuna informaatio edellisestä lohokosta. Jokainen lohko sisältää edellisen lohkon tiivisteen, uuden tiivisteen sekä lohkoon tiivistetyt informaatiot. Kun lohko täyttyy, se liittyy osaksi ketjua ja näin lohkoista muodostuu yhtenäinen hajautettu tietokanta, lohkoketju. Lohkoketjuihin voidaan tallettaa tietoa kuten esimerkiksi sopimuksia ja maksutapahtumia. (Vyas et al. 2021, 76). Lohkoketjuja on kolmea eri tyyppiä. Ne voivat olla julkisia ja täysin avoimia tietokantoja, jolloin kenellä tahansa on pääsyoikeus tarkastelemaan lohkoihin

tallennettua informaatiota. Lohkoketjuja on myös suljettuja. Tämän tyyppiset lohkaketjut ovat rajoitettuja, jolloin käyttäjä tarvitsee erillisen käyttöoikeuden ketjun sisältämään informaatioon. Kolmas lohkaketjutyyppi on hybridi-lohkaketju. (Kshetri, 2021, 18.)

Iansiti ja Lakhani (2017) esittävät yhteenvedon lohkaketjuteknologian viidestä peruseriaatteesta, joita ovat:

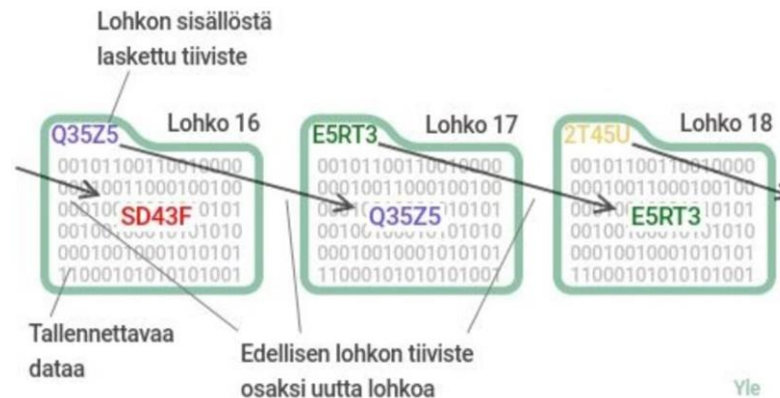
(1) Hajautettu tietokanta, joka tarkoittaa, että kaikilla jäsenillä on pääsy tietokantaan eikä kukaan yksittäinen osapuoli ei hallitse ketjun dataa ja kaikki osalliset voivat varmentaa informaation oikeellisuuden.

(2) Vertaisverkkoon perustuva kommunikaatio, jossa informaatio ei kulje vain yhden keskitetyn tietokannan läpi, vaan jokainen solmukohta tallentaa ja välittää tiedot seuraavalle solmulle.

(3) Läpinäkyvyys, joka tarkoittaa, että jokainen ketjussa tehty tapahtuma näkyy kaikille osapuolille, joilla on pääsy järjestelmään. Käyttäjät voivat valita pysyvänsä nimettöminä tai todistavansa identiteettinsä muille osapuolille.

(4) Tietojen muuttumattomuus, joka tarkoittaa, että kun tapahtuma on kerran syötetty tietokantaan, tietoja ei pysty muuttamaan, sillä ne ovat linkitetty jokaiseen aiempaan lohkoketjuun. Erilaiset laskennalliset algoritmit varmentavat, että tietokanta on pysyvä, kronologisesti etenevä sekä saatavilla kaikille, joilla on pääsy tietokantaan. Lohkoketjuun voidaan myös tallettaa informaatiota osallisten toimesta ja kerran talletettu tieto pysyy muuttumattomana lohkoketjussa ja tallentuu tätä seuraaviin lohkoketjuun. Näin ollen tiedon muuttaminen yksittäisessä lohkoketjussa jälkikäteen on mahdotonta. (Quinones et al., 2021)

(5) Lohkoketjun tapahtumat voivat olla sidottuja laskennalliseen logiikkaan, joka tarkoittaa, että käyttäjät voivat määritellä algoritmeja ja sääntöjä, jotka automaattisesti käynnistävät tapahtumia solmujen välillä.



Kuvio 1, Lohkoketjuteknologiaa havainnollistava kuva, YLE, 2018

Kuvio 1 havainnollistaa lohkoketjun yksittäisten lohkojen toimintaperiaatteen. Lohkon sisältö koostuu tallennettavasta datasta. Jokaisella loholla on oma tiivistenumerosa, joka kopioituu osaksi seuraavia lohkoja. Näin ollen jokaisen lohkon informaatio ja sisältö tallentuu koko lohkoketjuun, eikä lohkoihin tallennettua dataa voida muokata jälkikäteen.

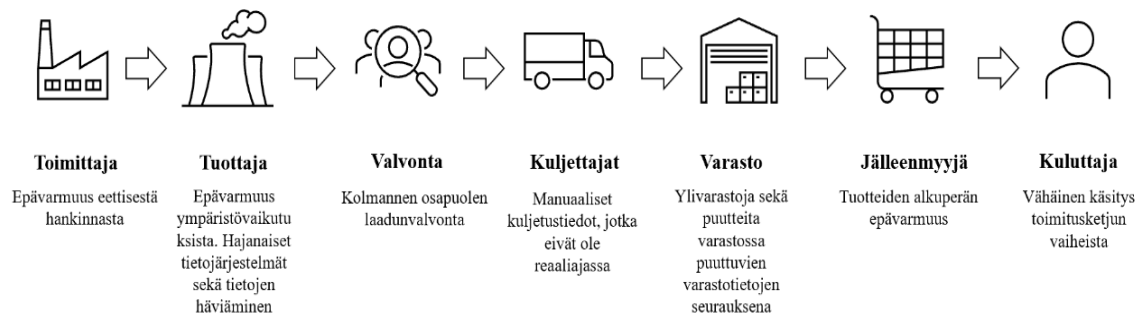
2.2 Toimitusketju

Handfield ja Nichols (2002) määrittelevät toimitusketjun kattavan kaikki organisaation toiminnot, jotka liittyvät tavaroiden kulkuun ja kuljetukseen raaka-ainevaiheesta valmiiksi tuotteeksi ja sen toimittamiseen loppukäyttäjälle. Toimitusketjuun liittyy merkittävästi myös toimituksen informaatiovirrat. Toimitusketjuissa materiaalit ja tiedot kulkevat ketjun kaikkien osapuolten välillä. Toimitusketjun johtaminen on toimitusketjuorganisaatioiden integrointia ja hallintaa yhteistyösuhteiden avulla. Näitä apuvälineitä ovat toimivan informaation jakaminen sekä tehokkaat liiketoimintaprosessit, joilla pyritään luomaan arvojärjestelmä, joka tarjoaa toimitusketjun kaikille osapuolille kestävästä kilpailuetua.

Toimitusketjun eri vaiheiden läheisyys vaihtelee läpi toimitusketjun. Toimitusketjujen hallinnassa on tärkeää määritellä sopiva kumppanuuden taso toimitusketjun eri osapuolten välillä, eikä kaikkia toimitusketjun linkkejä tule koordinoita ja integroida yhtä tiivistä, sillä tämä veisi yritysten resursseja turhaan, ilman merkittävää hyötyä. Toimitusketjun hallinnassa on valittava sopiva toimintatapa, jossa otetaan huomioon erityiset olosuhteet ja painottaa huomiota toimitusketjun niihin osiin, jotka ovat toimitusketjun kannalta tärkeimpiä ja tuottavat eniten hyötyä yritykselle. (Lambert, Douglas, Enz, 2017, 66.)

Informaatio ja sen saatavuus eripuolilla toimitusketjua on tärkeä osa toimitusketjun toimintaa. Se on yhteys kaikkien toimitusketjun osapuolien ja toimintojen välillä. Kun informaation hallinta ja jakaminen on toimitusketjussa vakaalla pohjalla, kaikki osapuolet toimitusketjussa kykenevät tekemään toimintansa kannalta kannattavia päätöksiä ja koko toimitusketjun kannattavuus maksimoituu. (Hewitt, 1994, 147). Informaation tulee olla täsmällistä, oikea-aikaista sekä virheetöntä, jotta se hyödyttää koko toimitusketjua ja sen kaikkia osallisia. Informaatio voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan. Koordinoiva informaatio tarkoittaa tietoja, jotka ohjailevat toimitusketjun päivittäistä toimintaa ja toimitusketjun eri osatekijöitä kuten tuotantoa, varastointia, sijaintia sekä kuljetusta. Tällaista informaatiota ovat esimerkiksi tiedot tuotteiden kysynnästä ja tarjonnasta, tuotantoaikatauluista, varastotasoista, sekä kuljetusreiteistä. Taktista informaatiota hyödynnetään tulevaisuuden tarpeiden ennakoimiseen ja näihin tarpeisiin vastaamiseen. Tietoa hyödynnetään ennustamaan kuukausittaisia sekä neljännesvuosittaisia tuotantoaikataulujen laatimiseen. Informaatiota käytetään myös strategiaan päätöksiin, kuten uusien tilojen rakentamiseen, uusille markkinoille laajentamiseen tai jo olemassa olevalta markkinalta poistumiseen. Rungas ja täsmällinen informaatio toimitusketjussa voi mahdollistaa erittäin tehokkaita toimintapäätöksiä ja parantaa ennustettavuutta, jonka takia informaation liikkuvuus ja kerääminen on erittäin merkittävässä roolissa toimitusketjun tehokkuuden kannalta. Tällaisten tehokkaiden ja täsmällisten informaatiojärjestelmien asentaminen saattaa kuitenkin vaatia organisaatioilta merkittäviä resursseja ja investointeja. (Lambert et al., 2017, 16.)

Yritykset pystyvät itse hallitsemaan kuinka paljon tietoa pitävät yksityisenä ja kuinka paljon jaetaan muiden yritysten kanssa. Mitä enemmän informaatiota on tuotetarjonnasta, asiakaskysynnästä, markkinaennusteista sekä tuotantoaikatauluista, sitä herkempää on yritysten reagointikyky. (Hugos, 2018, 69). Avoimuutta saattaa kuitenkin rajoittaa yritysten huoli tietojen liiallisesta jakamisesta, jolloin kilpailijayritykset voivat hyödyntää tietoja yritystä vastaan. (Lambert et al., 2017, 20.)



Kuvio 2. Toimitusketjun ongelmakohdat vaiheittain (mukaillen: Amazon, 2021)

Kuviossa 2 havainnollistetaan ongelmakohdat eri toimitusketjun vaiheissa. Kuvioista voidaan myös huomata, kuinka informaation jakelu on yksisuuntaista ja jokaisen yksittäisen osapuolen vastuulla on antaa oikeat ja todellisuutta vastaavat tiedot tuotteiden kulkemisesta toimitusketjun eri vaiheiden läpi. Ongelmat voivat kumuloitua suuriksi, jos esimerkiksi informaatioissa on virheitä tai puutteita jo ketjun alkuvaiheessa. Yksittäisten virheiden tai ongelmakohtien havaitseminen on hidasta ja monimutkaista, sillä yhtä hajautettua tietokantaa ei ole ja ongelman paikantamiseen kuluu merkittävästi aikaa. Tämä luo myös epävarmuuden tuotteiden lopulliselle kuluttajalle tuotteen alkuperästä ja toimitusketjun eri vaiheiden vastuullisuudesta.

2.2.1 Elintarvikkeiden toimitusketjut

Tutkimuksen kannalta tärkeää on käsitellä elintarvikkeiden toimitusketjuja, sillä ne ovat luonteeltaan hieman erilaisia ja vaativat erilaista seuranta. Tutkimuksessa käytetty case-esimerkki käsittelee myös elintarvikkeiden toimitusketjuja, joten on tärkeää nostaa esille niiden ominaispiirteitä ja toimintaperiaatetta.

Maailman terveysjärjestö WHO on luokitellut elintarvikkeiden saastumisesta lähtöisin olevat sairaudet yhdeksi suurimmista 2000-luvun kansanterveysuhista (World Health Organisation, 2007). Tyypillisimmin taudit alkavat leviämään elintarvikkeista, mikäli niiden toimituksessa tai säilytyksessä on ollut ongelmia esimerkiksi epäsopeva lämpötila toimituksen aikana. Elintarvikkeiden saastuminen on usein tahatonta ja inhimillisten virheiden seuraamusta, mutta seuraamukset voivat olla hyvinkin merkittäviä. Kuluttajien

elintarvikkeista lähtöisin oleva sairastuminen aiheuttaa luottamuspulaa yrityksen tuotteisiin ja tuo huonoa julkisuutta brändille. Elintarvikehävikki aiheuttaa yritykselle myös konkreettisia tappioita. (Smith, 2018).

Keskeisin ero elintarvikkeiden toimitusketjuilla verrattuna muihin toimitusketjuihin on jatkuva muutos tuotteiden laadussa siitä lähtien, kun raaka-aineet lähtevät tuottajalta siihen hetkeen, kun tuote siirtyy kuluttajalle. Tuotteiden laatu riippuu siitä, kuinka elintarvikkeita on käsitelty koko toimituksen ajan ja jokaisessa toimitusketjun solmukohdassa. (Aung, Seok, Chang, 2013, 179.) Elintarvikkeiden laadun ja turvallisuuden takaaminen vaatii tehokasta koordinoitua kaikkien sidosryhmien välillä. Elintarvikkeiden toimitusketjujen suurimmat ongelmat ovat läpinäkyvyys, jäljitettävyyden puute ja tehottomuus. (Kramer et al., 2021, 6.) Elintarvikkeiden toimitusketjujen hallinnassa luotettavuutta rakennetaan kahdella metodilla. Ensimmäinen keino on erilaiset säädökset, standardit ja sertifikaatit. Toinen keino on hyödyntää jäljitysjärjestelmiä, jotka tallentavat toimitusketjun logistiset vaiheet sekä tuotantoprosessien jäljitys- ja seurantatiedot. Jäljitysjärjestelmien tehokkuus riippuu niiden kyvystä seurata ja jäljittää jokaista yksittäistä tuotetta sellaisella tavalla, joka mahdollistaa tuotteen jatkuvan seurannan koko matkan ajalta alkutuotannosta kuluttajalle. Elintarvikkeet ovat hyvin herkkiä pienille muutoksille esimerkiksi lämpötilassa, valon määrässä sekä kosteudelle, joten on tärkeää, että näitä tietoja pystytään keräämään toimitusketjusta reaaliajassa. Tietojen jatkuva kerääminen ja ajantasaisuus edesauttaa myös ongelmakohtien paikantamisen nopeammin toimitusketjuissa. (Aung, et al. 2013, 175.)

2.2.2 Keskeiset ongelmat toimitusketjuissa

Kuten aiemmin tutkimuksessa on ilmennyt, nykyisen toimintamallin toimitusketjut sisältävät useita haavoittuvaisuuksia ja heikkouksia, joista voi seurata yrityksille konkreettisia pääoman ja resurssien menettämistä. Merkittävin ongelma toimitusketjuissa on läpinäkyvyys. Tärkeää informaatiota puuttuu usein liittyen tuotteiden sijaintiin, statukseen ja muihin tuotteiden, komponenttien sekä materiaalien ominaisuuksiin. Tämän seurauksena esimerkiksi inventointijohtajien ja muiden päätöstentekijöiden työn hankaloituu ja koko yrityksen reagoitukyky hidastuu.

Toinen merkittävä ongelma toimitusketjuissa on niiden tehottomuus. Esimerkiksi USDA:n tekemän tutkimuksen mukaan elintarvikejätettä on noin 30 prosenttia koko

elintarviketoimitusketjusta. Kolmas ongelmakohta on toimitusketjussa kulkevan informaation tehokas todentaminen. (Kshetri, 2021, 2.) Toimitusketjuja on hyvin paljon erilaisia ja esimerkiksi elintarvikealan toimitusketjut eroavat huomattavasti vaatealan toimitusketjuista. Vaikka toimintaperiaate toimitusketjuissa noudattaa samaa kaavaa, toimitettavien tuotteiden tyyppi kuitenkin vaikuttaa erityisesti toimitusketjun toimintaan. Toimitusketjussa kulkevista tuotteista riippuen informaatio, jota kerätään ja missä määrin vaihtelee. Myöskin toimittajien määrä riippuu toimitettavista tuotteista.

Toimitusketjujen eettisyys on myös keskeinen kehittämiskohta. Kshetrin (2021, 90) mukaan monet yrityksen etenkin elintarvikealalla hyödyntävät epäeettisiä ja vastuullisesti kestäättömiä toimintatapoja. Esimerkiksi palmuöljyn toimitusketjut ovat läpinäkymättömiä sekä niiden säädökset ovat hyvin epäselkeitä etenkin vastuullisuuden osalta. Kuluttajille ei ole tarjolla tarpeeksi informaatiota siitä onko heidän kuluttamansa tuotteet vastuullisesti tuotettuja vai eivät. Toinen keskeinen ongelmakohta, jonka Kshetri (2021, 90) nostaa esille on työntekijöiden palkkaus erityisesti pienviljelijöiden keskuudessa. Esimerkiksi kahvin tuotannon arvo on 200 miljardia dollaria, mutta kahvin tuottajien osuus tästä on ainoastaan 2 % kahvikupillisen hinnasta ja vain 10 % tästä summasta on arvioitu jäävän kahvin tuottajien kotimaahan. Tutkimuksen keskeinen tarkoitus on tutkia näitä ongelmia toimitusketjuissa ja lohkoketjuteknologian tarjoamia mahdollisuuksia ongelmien ratkaisuna.

2.2.3 Toimitusketjujen nykyiset seurantajärjestelmät

Nykyiset toimitusketjujen seurantajärjestelmät perustuvat keskitettyyn seurantaan ja informaation tallentamiseen. Usein käytössä on kolmas osapuoli, joka tallettaa ja jakaa informaatiota toimitusketjun eri osapuolille. Lohkoketjuteknologian erilaisia integroimismahdollisuuksia on esimerkiksi yhdistäminen osaksi nykyisiä toimitusketjun seuranta- ja hallintateknologioita. Useimmat seurantajärjestelmät ovat paperisia ja kuluttavat paljon resursseja. Prosessit ovat usein hitaita ja sitovat useita henkilöitä toimiakseen.

RFID järjestelmä tarkoittaa komponenttien tunnistusjärjestelmää. RFID:n toiminta perustuu elektromagneettisten aaltojen sisältämän informaation liikkumiseen tunnisteen ja tunnisteen lukijan välillä. Lohkoketjuteknologian integroiminen viimeisiin

innovaatioihin, kuten esineiden internettiin (engl. Internet of Things, IoT) mahdollistaisi pysyvien tietueiden kehityksen, joita voitaisiin jakaa toimitusketjun osapuolien kesken. Esineiden internet on fyysisten esineiden esimerkiksi laitteiden sekä koneiden ja asioiden verkosto. Verkostoon on sisällytetty elektroniikkaa, ohjelmistoja sekä sensoreita, jotka sisältävät yksilöityjä tunnisteita. Tunnisteet pystyvät siirtämään tietoa ympäri verkostoa ja se vaatii minimaalisen työmäärän ihmisiltä. (Gacovski, 2019, 24.) Esineiden internetissä kerätty data latautuu alustalle, jotka hyödyntävät tyypillisesti pilvipalveluiden algoritmeja. Data analysoidaan reaaliaikaisesti ja tekee päätöksen sen perusteella, tarvitseeko tietojen perusteella ryhtyä toimenpiteisiin. Yleisin esineiden internetin hyödyntämisen muoto on lisätä radio taajuisia tunnisteita (engl. RFID- tag) tuotteisiin ja yhdistää RFID lukijat esineiden internettiin, jotta voidaan reaaliaikaisesti paikantaa ja tunnistaa tuotteet. (Kshetri, 2021, 74.)

3. Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen toimitusketjussa

Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen toimitusketjuissa mahdollistaisi potentiaalisesti ketjujen paremman ennakoitavuuden, luotettavuuden, reagoitakyvyn sekä vastuullisuuden etenkin läpinäkyvyyden osalta. Lohkoketjuteknologian toimintaperiaatteen ansiosta useat osapuolet vahvistavat liiketapahtuman, joka parantaa toimitusketjun läpinäkyvyyttä sekä tapahtumien tarkkuutta. Lohkoketjut voivat myös parantaa viestintä- ja tiedonvaihtomenetelmiä. Lohkoketjuteknologia itsessään ei ole kaiken kattava teknologia, eikä näin ollen riitä yksinään tuottamaan lisäarvoa toimitusketjuihin. Lisäarvoa kyetäänkin luomaan vain yhdistämällä lohkoketjuteknologia muihin jo olemassa oleviin teknologioihin. (Kshetri, 2021)

International Data Corporation (2021) esittää lohkoketjuteknologiaan perustuvien ratkaisujen investointien yrityksissä kasvavan vuoteen 2024 mennessä 17,9 dollarin arvoiseksi. Lohkoketjuteknologiaan käytettyjen resurssien arvo organisaatioissa on kasvanut vuosien 2019–2020 välillä jopa 50 %. Osittain tätä merkittävää nopeaa kasvua lohkoketjuteknologian hyödyntämisessä selittää COVID-19-pandemia, joka on tuonut täysin uudella tavalla esille yritysten heikkouksia ja haavoittuvaisuuksia toimitusketjujen hallinnassa (Kshetri, 2021, 3). Pandemian seurauksena yhteiskunnat ovat joutuneet

asettamaan laajoja sulkutiloja, jotka aiheuttivat ongelmia erityisesti laajalle hajautuneissa ja monimutkaisissa toimitusketjuissa (Pinto & Meier, 2020, 3).

Yritykset ymmärtävät yhä enemmän hajautetun pääkirjatekniikan (engl. distributed ledger technology, DLT) ja lohkoketjun etuja toimitusketjun heikkouksien korjaamisessa. Hajautetut pääkirjat tarkoittavat tietokantaa, joka on hajautettu eri sivustoihin, maihin ja ovat tyypillisesti julkisia. Tiedot tallennetaan peräkkäin jatkuvaan pääkirjaan sen sijaan että ne lajiteltaisiin erillisiin osioihin, mutta ne voidaan lisätä vain silloin kun osalliset ovat päätäntävaltaisia. Logistiikka-aloilla hajautettujen pääkirjojen keskeisimpiä etuja ovat läpinäkyvyyden parantaminen sekä tehokkuuden lisääminen eripuolilla toimitusketjua.

Toimitusketjut sisältävät toiminnan kannalta ratkaisevien resurssien virtoja, joita ovat konkreettisten fyysisten tavaroiden siirtymisen lisäksi tiedon ja pääomien siirtyminen. Lohkoketjuteknologian hyödyntämisen edut toimitusketjussa keskittyvät tiedon ja pääomien siirtymiseen. Lohkoihin voidaan tallettaa tietoja myös tuotteiden ominaisuuksista, kuten väristä ja olomuodoista. Tämän lisäksi tietoa voidaan tallettaa esimerkiksi ympäristöolosuhteista, kuten lämpötilasta, mikä on hyödyllistä erityisesti esimerkiksi elintarvike- ja farmasia-alojen toimitusketjuissa. (Kshetri, 2021, 5.)

Toimitusketjun vaihe	Ongelmakohdat	Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen
Toimittaja	Epävarmuus eettisestä hankinnasta	Varmennus hankintojen eettisyydestä
Tuottaja	Epävarmuus ympäristövaikutuksista. Hajanaiset tietojärjestelmät sekä tietojen häviämisen riski.	Ympäristövaikutusten mittaaminen sekä rajoittaminen. Datan täysi läpinäkyvyys hajautetussa pääkirjassa.
Valvonta	Kolmannen osapuolen laadunvalvonta.	Älysopimukset korvaavat kolmannen osapuolen ja huolehtivat laadun varmistamisen toimitusketjun läpi.
Kuljettajat	Manuaaliset kuljetustiedot, jotka eivät ole reaaliajassa.	Automatisoidut kuljetustiedot reaaliajassa.
Varasto	Ylivarastoja sekä puutteita varastossa puuttuvien varastotietojen seurauksena.	Varastojen hallinnan automatisointi reaaliaikaisella datalla.
Jälleenmyyjät	Tuotteiden alkuperän epävarmuus	Tuotteiden alkuperä nopeasti ja yksinkertaisesti varmennettavissa
Kuluttajat	Vähäinen käsitys toimitusketjun vaiheista ja tuotteen alkuperästä.	Täysi läpinäkyvyys tuotteen toimitusketjuun, joka helpottaa kulutus päätöksen tekemistä ja lisää luottamusta yrityksen tuotteisiin.

Kuvio 3, Lohkoketjujen hyödyntämisen edut toimitusketjussa

Aiemmin esitelty kuvio 2 havainnollistaa perinteisen toimitusketjun keskeisimmät ongelmakohdat eri toimitusketjun vaiheissa sekä informaation yksisuuntaisen kulun. Kuvio 3 esittää kuinka lohkoketjuteknologian hyödyntäminen vaikuttaisi eri toimijoihin koko toimitusketjun läpi ja millaisia muutoksia toimitusketjun ongelmakohtiin tulisi, mikäli lohkoketjuteknologiaa hyödynnettäisiin. Periaate lohkoketjuteknologian hyödyntämisessä on, että informaatio on hajautettua ja jatkuvasti päivitettyä ja tämä on kulmakivi toimitusketjujen informaation kulun ja läpinäkyvyyden kannalta. Informaation kulkusuunta ei ole yksisuuntainen, vaan data on saatavilla jatkuvasti ja ajankohtaisena kaikille sitä tarvitseville osapuolille. Älysovimukset korvaavat aiemmin tarvittujen kolmannen osapuolten laadun valvonnan ja prosessi muuttuu täysin automatisoiduksi.

3.1 Hyperledger Fabric

Mahdollisuuksia integroida lohkoketjuteknologia osaksi yrityksen toimintaa on useita, mutta tutkimuksen kannalta merkittävin on Hyperledger Fabric, joka tarjoaa yritykselle valmiin alustan sovellukselle lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen. Tutkimuksen kannalta on tärkeää havainnollistaa Hyperledgerin toiminnasta sillä esimerkkiyritys Walmart on hyödyntänyt toiminnassaan Hyperledgeriä.

Hyperledger on avoimen lähdekoodin poikkitoimialainen yhteisö, joka keskittyy kehittämään vakaita viitekehyksiä, työkaluja sekä erilaisia informaatiokirjastoja yrityksille, jotka suunnittelevat lohkoketjuteknologian integroimista toimintaansa. Avoimella lähdekoodilla tarkoitetaan järjestelmää, jossa ohjelmiston lähdekoodi on kaikkien saatavilla ja muokattavissa.

Hyperledger on maailmanlaajuinen, sitä isännöi Linux- säätiö ja siihen kuuluu erityisosajia, jotka ovat erikoistuneet johtamiseen, pankkitoimintaan, esineiden internettiin, toimitusketjuihin, tuotantoon sekä teknologiaan. Verkon osallistujat tuntevat toisensa ja siksi heillä on luontaisesti intressi osallistua konsensusprosessiin. Hyperledger Fabric on lohkoketjuihin pohjautuvan viitekehysten toteutus ja yksi Linux-säätiön johtamista Hyperledger projekteista. Hyperledger Fabric on kehitetty sovellusten perustaksi ja se mahdollistaa komponenttien, kuten konsensus- ja jäsenpalveluiden käytön ja hyödyntämisen. Hyperledger määrittelee hajautetun pääkirjan tarkoittavan monen osapuolen tietokantaa ilman keskitettyä luotettua viranomaista ja että keskeisimpänä periaatteena

tapahtumien käsittely lohkoissa, lohkoketjun järjestyksen mukaisesti, jonka tuloksena on hajautettu pääkirja. (Hyperledger Foundation, 2021)

Hyperledger Fabric on osoittautunut yritysten keskuudessa suosituksi alustaksi integroitaessa lohkoketjuteknologiaa toimitusketjuihin. Esimerkiksi IBM, SAP ja Microsoft tarjoavat yrityksille lohkoketjuteknologiaratkaisuja, jotka perustuvat Hyperledger Fabric:iin. Hyperledger Fabriciin perustuvan lohkoketjun perustamiseen sisältyy kaksi eri kustannuskomponenttia. Nämä ovat infrastruktuuriin liittyvät kustannukset sekä kehityskustannukset. (Wolfson, 2018). Alustaa hyödyntävien yritysten ei tarvitse huolehtia infrastruktuuri-, tallennus- tai verkkokustannuksista ja alustalla on myöskin jakamis-, salaus- ja konsensusalgoritmit sekä vertaisverkko. Hyperledger Fabricin ansiosta myös pienemmät yritykset ovat pystyneet hyödyntämään lohkoketjuteknologiaan perustuvia ratkaisuja. (Kshetri, 2021, 165)

3.2 Läpinäkyvyys

Toimitusketjujen läpinäkyvyys on yksi merkittävimmistä tekijöistä, kun tarkastellaan toimitusketjun haavoittuvaisuutta ja ongelmakohtia. Kshetri (2021) jakaa lohkoketjuteknologian mahdollistamat edut läpinäkyvyyden osalta kolmeen tärkeimpään tekijään. Ensinnäkin lohkoketjuteknologian avulla toimitusketjuihin liittyvää dataa ja informaatiota pystytään keräämään jatkuvasti, eikä ainoastaan tietyin väliajoin. Toiseksi, toisin kuin perinteisessä toimitusketjussa, jossa informaatio kulkee ainoastaan yksisuuntaisesti, lohkoketjuteknologiaa hyödyntämällä toimitusketjun informaation kulku ei ole säädelty vain yhteen suuntaan, vaan tiedot on tallennettu hajautettuun tietokantaan, josta tarvittava data on saatavilla osapuolille ajasta riippumatta. Kolmanneksi lohkoketjupohjaiset toimitusketjujärjestelmät pyrkivät jatkuvasti varmistamaan järjestelmään syötettyjen tietojen oikeellisuuden. Esimerkiksi toimitusketjun osapuolet eivät voi hyödyntää väärennettyjä tulliselvitystodistuksia.

Lohkoketjuteknologian edut korostuvat myös tietosuojaturvallisuuden näkökulmasta, sillä hajautettua lohkoketjuverkostoa ei voida ajaa alas palvelunestohyökkäyksellä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kun jokainen verkoston osallinen tallentaa ja tarkastelee dataa ja tiedot ovat koko ajan liitettyinä toisiinsa, on mahdotonta murtautua verkostoon, eikä sitä voida lukea ilman käyttöoikeuksia. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2019)

Lohkoketjuteknologian avulla parantuneen läpinäkyvyyden ansiosta ennustetaan organisaatioiden kannustimien korkealaatuisten tuotteiden valmistamiseen kestäväillä työtavoilla kasvavan. Kshetri (2021) esittää lohkoketjuteknologian yhdeksi monista mahdollisuuksista toimitusketjun hallinnassa heikommassa työoloissa työskentelevien ryhmien hyvinvoinnin parantumisen. Lohkoketjuteknologialla pystytään varmentamaan heikommassa asemassa olevien ryhmien kohtelu esimerkiksi varmistamalla oikean arvoinen korvaus tehdystä työstä ja eliminoimalla mahdollisia työolosuhteisiin liittyviä terveyshaittoja. Etenkin suuryrityksissä läpinäkyvyys tuotteiden taustasta mahdollistaisi oikeuksia toimitusketjun eri vaiheiden työntekijöille.

Joissain tapauksissa on mahdollista arvioida lohkoketjuteknologiaan tallennetun informaation todenmukaisuutta. Esimerkiksi mikäli maanviljelijä on kasvattanut palmupuuta tietulle maa-alueelle ja informaatio on lisätty lohkoketjun tietoihin, asianomaiset osapuolet, kuten esimerkiksi sertifiointitoimistot voivat tarkastella tietoja ja vertailla tallennettua dataa todelliseen tilanteeseen ja älysovimuksia hyödyntämällä voidaan varmentaa dokumenttien vastaavan vaatimuksia. (Kshetri, 2021, 6)

Kuluttajat ovat yhä tietoisempia kulutuskäyttäytymisestään ja ovat uteliaita kuluttamiensa tuotteiden alkuperästä ja vastuullisuudesta. Tuotteilta odotetaan korkeaa laatua, avoimuutta alkuperästä, sekä yksityiskohtaisia tietoja toimittajista, tuotannosta ja kuljetusolosuhteista (Kramer et. al, 2021, 4.). Mikäli lohkoketjuteknologia mahdollistaisi läpinäkyvyyden selkeän parantumisen, pystyisivät yritykset hyödyntämään yksityiskohtaista informaatiota tuotteistaan ja lisäämään tämän myötä kuluttajien luottamusta sekä sitoutumista. Lohkoketjuteknologia mahdollistaisi runsaan ja yksityiskohtaisen tiedon tuotteiden alkuperästä.

3.3 Tehottomuus

Lohkoketjuteknologian sisällyttäminen osaksi yrityksen toimintaa ei välttämättä tuo merkittäviä integrointikustannuksia. Etenkin yritykset, jotka jo entuudestaan ovat hyödyntäneet toiminnassaan IoT:ta tai muita vastaavanlaisia seurantajärjestelmiä, on lohkoketjuteknologian integroiminen suhteellisen yksinkertaista, eikä kustannuksia tule uusien järjestelmien hankinnasta, vaan se voidaan liittää osaksi jo aiemmin käytössä olleita järjestelmiä.

Näiden perusteella toimitusketjun osallisilla olisi paremmat valmiudet nopeampaan reagointikykyyn. Tällainen integrointi mahdollistaisi järjestelmän, joka yksinkertaistaisi yritysten tapaa jäljittää ja valvoa tuotteitaan. Tämä parantaisi niiden lopputuotteiden sekä toiminnan totuudenmukaisuutta sekä aitoutta. Tämän seurauksena koko toimitusketjun tehokkuus ja luotettavuus paranisi. Lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää esimerkiksi IoT:n maataloussovellutuksissa. Esimerkkinä toimii kiinalaisten maataloustarvikkeiden jäljittäminen, joka hyödyntää RFID sekä lohkoketjuteknologiaa. Järjestelmän tavoitteena on parantaa elintarvikkeiden turvallisuutta ja laatua sekä vähentää tappioita logistiikassa. (Al-Rakhami M. et al. 2021.)

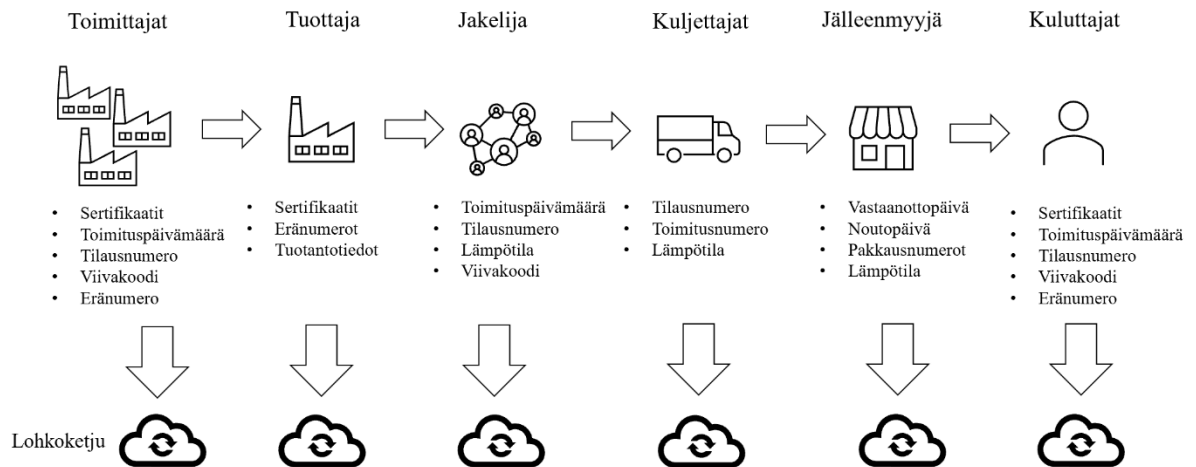
Esimerkiksi elintarvikkeiden toimitusketjuissa yhdistämällä IoT-sensoreista kerätty data liittyen esimerkiksi lämpötilaan, kemialliseen koostumukseen tai muihin relevantteihin indikaattoreihin, voidaan lohkoketjuteknologiaa hyödyntäen kustannustehokkaasti varmentaa todellisiksi informaatiot kyseisen toimitusketjun historian osalta. Lohkoketjuteknologian integroimisen rajakustannukset voivat pysyä hyvin matalalla, lähes nollatasolla, mikäli teknologiaa integroiva yritys on jo aiemmin hyödyntänyt seurantaan ja mittaamiseen IoT:n tai RFID:n kaltaista teknologiaa. (Kshetri, 2021, 46.)

Inhimillisten virheiden, ennustevirheiden ja hitaiden käsittelyaikojen lisäksi yritysten on puututtava informaation hajanaisuuteen sekä mahdollisiin järjestelmähäiriöihin. Yritykset voivat hyödyntää lohkoketjuteknologiaan perustuvaa jäljitysjärjestelmää esimerkiksi suorituskyvyn mittaamiseen, jolloin toiminnan tehokkuutta voidaan parantaa erilaisilla toimenpiteillä. Lohkoketjuteknologian käyttäminen voisi myös parantaa varastonhallintaa ja nopeuttaa tiedon varmentamista oikeaksi. Kustannuksia voitaisiin karsia toimitusketjun toiminnassa myös lohkoketjuteknologian mahdollistaman tarkemman ennustettavuuden ansiosta. (Hastig, Sodhi, 2018, 944.)

3.4 Informaation kulku

Tämänhetkisissä toimitusketjuissa informaation kulku nojaa pitkälti paperisiin sopimuksiin, laskuihin, dokumentteihin, alkuperätodistuksiin sekä esimerkiksi lasteihin liittyviin asiakirjoihin. Esimerkiksi IoT helpottaa ja nopeuttaa informaation kulkua toimitusketjuissa, mutta se ei poista ongelmaa siitä, että tiedon vaihto tapahtuu edelleen kahden osapuolen välisesti sen sijaan että se olisi kaikkien saatavilla jatkuvasti. Lähes 80 % kaikista

asiakirjojen siirtymisestä tapahtuu edelleen paperisesti. Tämä sitoo resursseja ja altistaa prosessin inhimillisille virheille sekä väärennöksille. (Gurtu, Johny, 2019, 5)



Kuvio 4, Havainnollistava kuva lohkoketjuun tallennetusta informaatiosta

Kuvio 4 havainnollistaa tilannetta, jossa asiakirjat on kertaalleen ladattu toimitusketjun lohkoketjuteknologiaan pohjautuvalle alustalle. Tämän seurauksena tiedot ovat kaikkien asianomaisten osapuolien saatavilla ajasta ja paikasta riippumatta. Tämä helpottaa ja nopeuttaa asiakirjojen siirtymistä sekä varmentamista huomattavasti nykyisiin hitaisiin paperisiin prosesseihin verrattuna.

3.5 Kustannukset

Yritykset voisivat hyödyntää lohkoketjuteknologiaa myös kustannusten vähentämisessä, sillä kolmannen osapuolen merkityksellisyys vähenisi esimerkiksi informaation jakamisessa ja aiemmin hitaat ja vanhanaikaiset prosessit, jotka vaativat useita ihmisiä voitaisiin automatisoida. Myös rahan vaihto voitaisiin automatisoida, jolloin älysopimusten ehtojen täyttyessä raha ja tuotteet vaihtaisivat omistajaa automaattisesti. Tämä lisäisi luottamusta toimitusketjun osapuolien välillä, sillä informaatiot olisivat kaikkien nähtävillä ja pääkirjoja ylläpidettäisiin ajan tasalla kaikkien osallisten toimesta.

Merkittävä kustannuserä toimitusketjujen ylläpitämisessä on jo aiemmin mainittu hävikki, jota syntyy toimitusketjun erivaiheissa inhimillisten virheiden sekä informaation hitaan kulkemisen seurauksena. Innovatiiviset muutokset tavaroiden jäljitettävyydessä parantavat toimitusketjun läpinäkyvyyttä ja vähentävät merkittävästi seurantaprosessien kustannuksia. Tämän seurauksena esimerkiksi vakuutuskustannukset eri puolilla toimitusketjua pienenisivät merkittävästi. (Quieroz, Telles, Bonilla, 2020)

3.6 Haasteet

Ongelmakohdat lohkoketjuteknologian integroimisessa toimitusketjuihin liittyvät tyypillisesti esimerkiksi kehittyviin markkinoihin. Tutkimuksia, tietoa ja näyttöä esimerkiksi latinalaisen Amerikan sekä Afrikan instituutioista on hyvin vähän ja tämä hankaloittaa teknologian sulauttamista toimitusketjuihin. Ongelman ydin on myös tietotaidon puutteellisuus lohkoketjuteknologian integroimiseen liittyen näillä alueilla. Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen toimitusketjuissa on toistaiseksi hyvin varhaisessa vaiheessa ja informaatiota sen hyödyntämisestä esimerkiksi kehittyvillä markkinoilla on erittäin vähän. Toimitusketjujen nykyiset ongelmat on kuitenkin noteerattu ja nykyiset toimintamallit ovat jäämässä jälkeen teknologiakehityksessä ja kaipaavat päivitystä uuteen tehokkaampaan toimintamalliin. (Quieroz et. al, 2020)

Toimitusketjussa olevien tietojen on tarkoitus heijastaa varastoa, tavaroita tai tilauksia koskevaa fyysistä todellisuutta. Vaikka tiedot ovat muuntumattomia lohkoketjussa, ei voida taata, että syötetyt tiedot todella heijastavat todellisuutta. Aivan kuten tietoja voidaan väärentää antamalla vääriä tietoja nykyisissä toimitusketjuissa, väärennettyjä tietoja voidaan syöttää myös lohkoketjuihin. Tukiteknologiat, joita tarvitaan lohkoketjun tietojen yhdistämiseen fyysiseen maailmaan esimerkiksi RFID-tunnisteet ovat myös korruptoituvia. (Hastig et. al, 2018, 947.)

Haasteita aiheuttaa myös organisaatioiden puutteellinen tieto lohkoketjuteknologiasta ja sen ominaisuuksista sillä toistaiseksi lohkoketjuteknologiaa toimitusketjuissaan käyttäviä yrityksiä on vähän ja useimmat yritykset, jotka ovat jo omaksuneet lohkoketjuteknologian käytäntönsä ovat vasta pilottivaiheessa, eikä tutkimuksia teknologian toimimisesta ole toistaiseksi niin merkittävästi, että siihen investoiminen olisi yrityksille täysin riskitöntä. (Kopyto, Lechler, von der Gracht & Hartmann, 2020.)

Vaikka lohkoketjuteknologialla pystytään estämään datan manipulointi, datasyötteiden aitoutta ei voida välttämättä taata. Tämän ongelman ratkaisemiseksi fyysisten todisteiden kuten esimerkiksi todistukset työoloista ja myrkyllisten materiaalien käytöstä, on oltava helposti siirrettävissä digitaalisen muotoon. Maailmanlaajuisesti sovellettavia ja toimivia ratkaisuja tähän ongelmaan ei ole odotettavissa vuoteen 2035 mennessä, joten on oletettava, että kestävän kehityksen standardien noudattaminen ja niistä raportointi varmistetaan edelleen perinteisillä keinoilla mahdollisesti korkeintaan rinnakkain valikoivalla lohkoketjupohjaisella tuella. Vaikka lohkoketjuteknologian potentiaalia olisikin mahdollista hyödyntää toimitusketjujen läpinäkyvyyden ja informaation jakelun parantamisessa, on tärkeää huomioida teknologian integroimisen haasteet. Lohkoketjuteknologian integroimisen ongelmakohtia ovat teknologian korkea sähkönkulutus, skaalautuvuusongelmat, lohkoketjuihin liittyvien lakien ja säädösten puuteet ja globaalien toimitusketjujen monimutkainen ympäristö. (Kopyto et al., 2020, 9.)

Haasteita saattaa myös aiheuttaa tietyiltä osin lohkoketjujen avoimuus. Tämä parantaa läpinäkyvyyttä, mutta tietyissä tapauksissa informaation yksityisyys on välttämätöntä. Lohkoketjun taustalla toimiva prosessi, jossa koko tapahtumahistorian kopiointi jokaisessa solmussa voi olla laskennallisesti kallista etenkin suurissa verkostoissa. (Hughes, Dwivedi, Misra, Rana, Raghavan, Akella, 2019, 49.)

4. Case Walmart

Aiemmin tutkimuksessa on avattu keskeisimmät käsitteet ja toimintaperiaatteet liittyen lohkoketjuteknologiaan sekä toimitusketjuihin. Tutkimuksessa myös vertaillaan potentiaalisia hyötyjä sekä haittoja lohkoketjuteknologian integroimisessa osaksi toimitusketjua. Seuraavaksi teoriaa havainnollistetaan yritysesimerkeillä. Tutkimukseen on valittu yritysesimerkiksi Walmart, joka on ottanut käyttöön pilottiohjelmat lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä toimitusketjuissaan.

Elintarvikkeiden toimitusketjut ovat tyypillisesti hyvin pitkiä, maailmanlaajuisia sekä sisältävät hyvin useita vaiheita. Nämä ominaisuudet yhdistettynä inhimillisiin virheisiin toimitusketjun eri vaiheissa aiheuttavat usein ongelmia elintarvikkeiden turvallisuuden takaamisessa.

4.2. Yritysesittely

Walmart on vuonna 1962 perustettu yhdysvaltalainen vähittäiskauppaketju. Yrityksellä on 10 500 myymälää 24 eri maassa ja yrityksen liikevaihto vuoden 2021 tilikaudella oli 559 miljoonaa dollaria. Walmart edellyttää toimittajiltaan tuotteiden, toimintatilojen sekä tietojen auditointeja ja tarkastuksia yrityksen omien käytäntöjen mukaisesti. Toimittajan tuotteista riippuen yritys edellyttää toimittajiltaan auditointeja elintarviketurvallisuudesta, tuoteturvallisuudesta, hankintojen vastuullisuudesta sekä toimitusketjun turvallisuudesta. Walmartilla on myös käytössä Global Ethics & Compliance- ohjelma, joka on suunniteltu hallitsemaan riskejä, jotka liittyvät esimerkiksi korruption estämiseen sekä elintarviketurvallisuuteen toimittajien keskuudessa. (Walmart, 2021.)

4.3 Walmartin tuotteiden seuranta

Ennen lohkoketjuteknologian käyttöönottoa, Walmartin toimitusketjut ovat perustuneet perinteiseen paperisiin ja manuaalisiin informaation tallennusjärjestelmiin. Tällaiset järjestelmät ovat hyvin hitaita. Etenkin suuryritysten tallennettavan datan suuren volyymin vuoksi prosessit sitovat paljon työntekijöitä. Tästä on seurannut tietojen epätarkkuus, inhimilliset virheet ja informaation hidaskulkeminen toimitusketjun eri vaiheiden välillä.

Walmart on kokeillut toimitusketjuilleen monia eri ratkaisuvaihtoehtoja tehostaakseen niiden toimintaa, mutta ne eivät ole vastanneet yrityksen tavoitteita. 1980-luvulla Walmart alkoi toimia suoraan yhteistyössä tuottajien kanssa, jotta se pystyi poistamaan ylimääräisiä linkkejä toimitusketjusta. Tämän ansiosta Walmart pystyi leikkaamaan kustannuksia ja optimoimaan toimitusketjun hallintaa. Myöhemmin Walmart otti käyttöönsä VMI:n (engl. Vendor Managed Inventory), jonka kautta toimittajat ottivat itse vastuun omien lopputuotteidensa hallinnasta Walmartin varastoissa. VMI:n ansiosta Walmart pystyi luottamaan lähes täydellisesti siihen, että tavaratilaukset täytettiin aina ajallaan.

Viimeisimpänä yritys päätti antaa lohkoketjuteknologialle mahdollisuuden kahdessa eri pilottiohjelmassa ja ne osoittautuivat menestyksekkäiksi. Hyperledger säätiö on toteuttanut tapaustutkimuksen Walmartin käyttämän lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä ruoan toimitusketjussa. Tutkimuksessa seurattiin kahta toimitusketjua, ensimmäinen projekti oli seurata Walmartissa myytyjä mangoja ja toinen projektin kohde oli Kiinan myymälöissä myytävää sianlihaa. Elintarviketuotannossa on erittäin tärkeää, että toimitusketjusta pystytään nopeasti paikantamaan ongelmakohdat, mikäli esimerkiksi ruoan välityksellä leviäviä tauteja esiintyy lopputuotteissa.

4.4 Lohkoketjuteknologian integroiminen

Walmart on toiminut yhteistyössä IBM:n kanssa kehittäessään lohkoketjuteknologiapohjaista ratkaisua lisäämään läpinäkyvyyttä elintarviketoimitusketjussa, tekemällä siitä digitaalisen. Walmart valitsi yhteistyön IBM:n kanssa, sillä ideologiana oli, ettei toimitusketjua tarvitse keksiä uudelleen, vaan tarkoituksena on hyödyntää jo olemassa olevia tekniikoita jäljitettävyyden ja läpinäkyvyyden parantamiseksi Hyperledgerin avulla (Kamarath, 2017, 7). Vuonna 2016 yritys haki patentin applikaatiolle, joka kuvailee IoT-tunnisteiden lisäämistä tuotteisiin, jotka toimivat Bluetoothilla ja RFID:llä tai muilla vastaavilla teknologioilla. Tunnisteet monitoroivat tuotteiden kulutusta ja applikaatio täyttää tilaukset automaattisesti monitoroinnin mukaan. Nämä tunnisteet mahdollistaa tuotteiden reaaliaikaisen seurannan tuotteen elinkaaren alusta saakka. (Kshetri, 2021, 47.) Walmart toteutti hajautetun pääkirjan pilottiohjelmansa yhteistyössä voittoa tavoittelemattoman organisaation, Hyperledger Fabricin kanssa. Jokainen lohkoketjun solmu edustaa koko elintarvikkeita käsitellyttä

kokonaisuutta, mikä helpottaa ja nopeuttaa esimerkiksi tuotteiden mahdollisten ongelmien jälittämistä. (The Leadership Network, 2020.)

5. Tutkimustulokset

Tutkimuksessa avattiin keskeisimmät käsitteet lohkoketjuteknologia sekä toimitusketjut. Tämän jälkeen syvennyttiin tutkimaan, kuinka lohkoketjuja voitaisiin hyödyntää toimitusketjujen keskeisimpien ongelmakohtien korjaamisessa. Case esimerkki Walmart havainnollisti aiemmin tutkimuksessa esitetyt keskeisimmät hyödyt lohkoketjuteknologian hyödyntämisessä. Walmartin molemmille tuotteille luodut lohkoketjuteknologiapohjaiset jäljitysjärjestelmät toimivat. Sianlihaa varten järjestelmä mahdollisti aitoustositeiden lataamisen lohkoketjuun, mikä lisäsi selkeästi luotettavuutta tähän toimitusketjuun, jossa luotettavuus on ollut yksi merkittävimmistä ongelmista. Yrityksen mukaan myös mangojen jäljityksen järjestelmä oli toimiva ratkaisu ja se nopeuttikin tuotteen alkuperän jäljittämistä Yhdysvalloissa 7 päivästä 2,2 sekuntiin. Aiemmin viikon kestäneestä informaation välityksestä päästiin reaaliaikaiseen datan siirtoon. (Hyperledger Foundation, 2021.) Informaatio sisälsi tiedot muun muassa sijainnista, sadonkorjuuajasta, päivämäärästä, jolloin tuotteet olivat läpäisseet Yhdysvaltain tullin, missä tuotteita oli säilytetty ja minkälaisessa lämpötilassa sekä kuinka kauan tuotteet odottivat ennen kuin ne toimitettiin jälleenmyyjälle. Nopean ja tarkan informaation siirron johdosta yrityksen on helppo jäljittää mahdolliset ongelmakohdat toimitusketjussa ja parantaa yrityksen reaktiokykyä sekä parantaa luottamusta kuluttajille. (Kshetri, 2021, 47.)

Ensimmäinen alatutkimuskysymys oli ”*Millaisia etuja lohkoketjuteknologialla olisi elintarvikkeiden toimitusketjujen edistämässä*”

Walmartin yritysesimerkistä voidaan huomata, että merkittävin etu lohkoketjuteknologian hyödyntämisessä elintarvikkeiden toimitusketjussa on informaation nopea liikkuminen. Mangojen toimitusketjussa muutamassa sekunnissa kyettiin jäljittämään tuotteen alkuperä. Näin nopea alkuperän jäljitys mahdollistaa ongelmakohtien paikantamisen todella nopeasti ja parantaa yritysten reaktiokykyä mahdollisiin ongelmiin. Tämä parantaa myös ennustettavuutta ja riskienhallintaa, sillä informaatiota toimitusketjun erivaiheista kyetään seuraamaan jatkuvasti ja reaaliaikaisesti.

Toinen merkittävä etu on luotettavuuden parantuminen. Lohkoketjuun tallennettua informaatiota ei ole mahdollista peukaloida jälkikäteen, joten väärennetyn informaation määrää toimitusketjujen osalta voidaan vähentää. Kuten Walmartin esimerkistä voidaan huomata, sianlihan toimitusketjussa aitoustodisteiden tallentaminen lohkoketjuun on

lisännyt luotettavuutta, joka on aiemmin ollut merkittävä ongelma sianlihan toimitusketjussa.

Erityisesti elintarvikkeiden toimitusketjut voisivat hyötyä lohkoketjuteknologiasta, sillä toimitusketjun tuotteet ovat hyvin sensitiivisiä ympäristöolosuhteiden muutoksille. Yritysten tulee myös pystyä takaamaan lopputuotteiden laatu, jotta voidaan välttyä elintarvikkeista lähtöisin olevista taudeista. Läpinäkyvyys ja jäljitettävyys ovat keskeisimpiä käsitteitä elintarvikkeiden toimitusketjujen hallinnassa. Läpinäkyvällä toimitusketjulla voidaan taata loppukäyttäjälle tuotteen alkuperä ja tuotantoprosessi. Jäljitettävyys on välttämätöntä, jotta toimitusketjusta voidaan paikantaa mahdolliset ongelmakohdat ja parantaa ennustettavuutta.

Informaation kuljetettavien tuotteiden kuljetusolosuhteista kuten kosteudesta, lämpötilasta ja valon määrästä tallentaminen lohkoketjuun tarjoaisi merkittäviä etuja elintarvikkeiden toimitusketjun toimintaan. Tämä voisi potentiaalisesti parantaa elintarvikkeiden laatua, tuottajien ja toimittajien mainetta, pientuottajien oikeudenmukaisuutta sekä tehokkuutta saastuneiden elintarvikkeiden saastumislähteiden selvittämisessä.

Walmart aikoo jatkaa kokeiluja, mittaamista ja oppimista lohkoketjuteknologiasta hyödyntämällä pilottiohjelmiään. Yritys on suunnitellut laajentavansa järjestelmän käyttöä lähiaikoina useammille tuotteille. Walmartille lohkoketjuteknologian integroimista käytettiin erityisesti ratkaisemaan sosiaalisia ongelmia elintarvikkeiden toimitusketjuissa ja helpottamaan ongelmakohtien paikantamista. Tärkeänä tavoitteena on myös lisätä luottamusta Walmartin ja asiakkaiden välille. (Kamarath, 2017, 7.)

Toinen alakysymys oli *”Millaisia ongelmakohtia toimitusketjun hallinnasta voidaan poistaa lohkoketjuteknologiaa hyödyntämällä”*

Toimitusketjun ongelmien korjaaminen lohkoketjuteknologialla perustuu suurilta osin samoihin tekijöihin, kuin aiemmin mainitut edut, joista toimitusketju saisi lisähyötyjä. Lähtökohtaisesti läpinäkyvyyden ongelmia voitaisiin potentiaalisesti korjata yhdistämällä lohkoketjuteknologia osaksi yritysten toimintaa. Tässä voidaan hyödyntää esimerkiksi jo olemassa olevia tuotteiden seurantarjestelmiä.

Lohkoketjuteknologia voisi tarjota myös potentiaalisia ratkaisuja toimitusketjujen tehottomuuden parantamiseen. Toimitusketjujen tehottomuus on lähtöisin suurilta osin

toimitusketjuissa kulkevan informaation hitaudesta ja byrokraattisuudesta. Monet dokumentit ja asiakirjat ovat edelleen paperisia ja niiden liikkuminen toimitusketjussa on hyvin hidasta ja monimutkaista. Monien osapuolien kautta hitaasti kulkeva informaatio aiheuttaa herkästi inhimillisiä virheitä kuten dokumenttien katoamista ja saattaa altistaa informaation mahdolliselle peukaloinnille. Lohkoketjuihin tallennettua tietoa ei voi muuttaa jälkikäteen ja se olisi saatavilla kaikille asianomaisille silloin kun sitä tarvitaan.

Lohkoketjuteknologian yksi keskeisimmistä eduista toimitusketjujen näkökulmasta on datan peukaloinnin mahdollisuuden poistuminen. Kun informaatio on kertaalleen tallennettu lohkoketjuihin, ei sitä pystytä jälkikäteen muuttamaan. Tämä ei kuitenkaan takaa täydellisesti tallennettavan datan laatua, vaan tästä vastuu on edelleen datan tallentajalla. Myös aiemmin toimitusketjuissa paperisena liikkuneiden dokumenttien ja informaatioiden tulisi olla muutettavissa sellaiseen muotoon, että ne voidaan tallentaa lohkoketjuihin.

Walmart on toiminut IBM:n kanssa yhteistyössä luodessaan kaksi pilottiohjelmia lohkokejuteknologian hyödyntämisessä toimitusketjussa, joiden toimiminen on ollut menestyksekkästä. Lohkoketjuteknologian integroiminen on mahdollistanut Walmartille tehokkaan jäljitys järjestelmän, jolla se voi seurata 25 eri tuotteen alkuperää 5 eri toimittajalta. Järjestelmään kuuluvia tuotteita ovat aiemmin mainittujen lisäksi esimerkiksi maitotuotteet kuten jogurtit ja erilaiset lihatuotteet. Viimeisimpänä Walmart on ilmoittanut ottavansa järjestelmän käyttöön tuoreiden vihervihannesten osalta ja aikoo vaatia järjestelmän käyttöä näiden tuotteiden toimittajiltaan

Viimeinen alakysymys oli esitetty ”*Miten toimitusketjujen läpinäkyvyys paranisi lohkokejuteknologiaa hyödyntämällä?*”

Läpinäkyvyys on yksi keskeisimmistä ongelmakohtista nykyaikaisissa monimutkaisissa toimitusketjuissa. Tuotteet kulkevat usein pitkiä matkoja monien välikäsien läpi ennenkö ne päätyvät kuluttajille käyttöön. Useista välikäsistä johtuen inhimilliset virheet tuotteiden käsittelyssä sekä informaation siirtymisessä ovat yleisiä. Tuotteiden alkuperän jäljittäminen voi olla hankalaa ja seuranta myös hidasta. Yrityksille voi koitua tappioita ja brändi voi kokea negatiivisia vaikutuksia, mikäli läpinäkyvyyttä ja tuotteiden alkuperää ja tuotteiden vastuullisuutta ei kyetä takaamaan kuluttajille.

Vastuullisuuden edistäminen lohkoketjuteknologiaa hyödyntämällä toimitusketjuissa perustuisi suurilta osin läpinäkyvyyden parantumiseen. Läpinäkyvyyden avulla voitaisiin taata loppukäyttäjille todenmukaista ja yksityiskohtaista tietoa tuotteiden alkuperästä ja toimitusprosessista. Läpinäkyvyys voisi myös taata toimitusketjun eri osapuolille, etenkin huonommassa asemassa työskenteleville työntekijöille paremmat työolosuhteet sekä paremman korvauksen työstään parantuneen läpinäkyvyyden ansiosta.

Kuten Walmartin esimerkistä voidaan todeta, että esimerkiksi elintarvikkeiden toimitusketjuissa lohkoketjuteknologian integroimisen hyödyistä on ollut selkeää näyttöä. Sianlihan toimitusketjussa pystyttiin lataamaan aitoustudistikset lohkoketjuun, joka lisäsi tuotteiden luotettavuutta. Toinen esimerkki on mangojen toimitusketju, jonka alkuperä kyettiin jäljittämään 2,2 sekuntissa, kun sen jäljittämiseen on aiemmin kulunut viikko. Tämä nopeuttaa yrityksen reagoitokykyä mahdollisissa ongelmatilanteissa ja helpottaa ongelmakohtien paikantamisen toimitusketjussa. Tällä tavoin voidaan vähentää kustannuksia esimerkiksi tuotteiden takaisinvedon sekä hävikin osalta.

Tutkimuksen pääkysymys oli ”*Millaisia hyötyjä lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä on toimitusketjujen hallinnassa?*”

Tutkimuksessa tultiin lopputulokseen, että lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä olisi useita hyötyjä yritykselle. Ensimmäinen merkittävin etu olisi läpinäkyvyyden parantuminen. Tuotteiden paikantaminen olisi nopeampaa ja helpompaa eri puolilla toimitusketjua, kun nykyiset hitaat paperiset prosessit korvattaisiin automaatiolla. Yritykset pystyisivät myös takaamaan kuluttajilleen paremman luottamussuhteen, sillä tuotteiden alkuperä olisi selkeästi jäljitettävissä ja kuluttajienkin saatavilla. Lohkoketjuteknologian integroiminen osaksi yritysten toimitusketjuja parantaisi myös tehokkuutta sekä informaation kulun nopeutta. Etenkin yritykset, jotka ovat jo aiemmin hyödyntäneet seurantateknologioita kuten IoT, olisi mahdollista liittää lohkoketjuteknologia osaksi toimintaansa ilman suuria investointikustannuksia.

Yritykset voisivat hyötyä lohkoketjuteknologiasta toimitusketjujen informaation kulkemisessa ja saatavuudessa. Kun hitaat paperiset prosessit korvattaisiin hajautetulla tietokannalla, tiedon kulkeminen nopeutuisi ja informaatio olisi jatkuvasti kaikkien osapuolien helposti saatavilla. Tämä helpottaisi myös mahdollisten ongelmakohtien

paikantamisen nopeammin ja parantaisi näin yritysten reagoitukykyä ongelmatilanteiden eliminoinnissa ja ennustettavuudessa. Etenkin elintarviketoimitusketjujen kannalta tämä etu on merkittävä, sillä tuotteiden tuoreus on kyettävä takaamaan loppukäyttäjille hyvin yksityiskohtaisesti.

Yritykset voisivat hyötyä lohkoketjuteknologiasta myös asiakkaiden sitouttamisessa yrityksen tuotteisiin. Lohkoketjuteknologia mahdollistaisi reaaliaikaista, tarkkaa ja yksityiskohtaista tietoa tuotteiden alkuperästä ja näitä informaatioita hyödyntämällä yritykset pystyvät todistamaan kuluttajilleen tuotteiden alkuperän ja matkan koko toimitusketjun läpi.

Lohkoketjuteknologian hyödyntämisellä toimitusketjun hallinnassa on kuitenkin potentiaalisia hyötyjä, jotka voisivat luoda yrityksille lisäarvoa ja tehostaa niiden toimintaa. Merkittävimmät hyödyt lohkoketjuteknologian hyödyntämisessä ovat kustannustehokkuuden ja suorituskyvyn paraneminen, inhimillisten virheiden väheneminen sekä hitaiden paperisten prosessien korvaaminen automaatiolla. Tämän lisäksi yritykset voisivat hyödyntää lohkoketjuteknologiaa läpinäkyvyyden sekä jäljitettävyyden parantamiseen, nopeuttamiseen sekä helpottamiseen. Mikäli yritykset kykenevät onnistuneesti lohkoketjuteknologiaa hyödyntämällä parantamaan toimitusketjujen jäljitettävyyttä ja läpinäkyvyyttä, lisäksi se kuluttajien luottamusta yrityksen tuotteisiin ja tämän seurauksena kuluttajat olisivat brändiuskollisempia.

Lohkoketjuteknologia olisi mahdollista integroida osaksi toimitusketjuja yhdistämällä se jo olemassa oleviin seuranta- ja jäljitysteknologioihin. Yritykset voisivat hyödyntää RFID-tunnisteita ja IoT:ta yhdessä lohkoketjuteknologian kanssa nopeuttaakseen ja parantaakseen tuotteiden seuranta. Nopeampi ja jatkuva reaaliaikainen seuranta parantaisi yritysten reagoitukykyä sekä toimitusketjun läpinäkyvyyttä. Toistaiseksi lohkoketjuteknologiaa on hyödynnetty toimitusketjuissa suurimmaksi osaksi vain suurten monikansallisten yritysten toimesta. Suuryrityksillä on paremmat valmiudet kokeilla lohkoketjuteknologian toimivuutta kuin pienemmillä yrityksillä. Hyperledger Fabricin ansiosta myös jotkin pienemmät yritykset ovat kyenneet integroimaan lohkoketjuteknologian osaksi toimitusketjujen hallintaa.

6. Johtopäätökset

Lohkoketjuteknologiaa pidetään yhtenä merkittävimmistä keksinnöistä sitten internetin keksimisen. Teknologian sovellutukset keskittyvät toistaiseksi pääasiassa virtuaalivaluuttoihin ja lohkoketjuteknologian nousu globaalisti ihmisten tietoisuuteen onkin suurilta osin Bitcoinin arvonnousun seurauksena. Muilla aloilla lohkoketjuteknologiaa on hyödynnetty toistaiseksi vähän, mutta mielenkiinto teknologian potentiaalisista hyödyistä on huomioitu useissa erilaisissa sovellutuksissa, esimerkiksi toimitusketjujen seurannassa. Tietotaito ja aiempi näyttö teknologian integroimisesta onnistumisesta toimitusketjujen toiminnassa on vähäistä, sillä lohkoketjuteknologian hyödyntäminen on vielä hyvin varhaisessa vaiheessa.

Yhtenä merkittävimmistä ongelmista on myös se, että lohkoketjuteknologia on hyvin uusi teknologia ja etenkin yritysmaailmassa vasta pilottivaiheessa ja sitä hyödynnetään toistaiseksi hyvin vähän. Informaatio lohkoketjuteknologian toimimisesta toimitusketjujen hallinnassa perustuu suurilta osin suurien, monikansallisten yritysten yksittäisiin kokeiluihin. Näyttöä kuitenkin järjestelmän toimimisesta on ja tutkimukset, kuten esimerkkiyrityksen Walmartin tapauksessa vaikuttavat lupaavilta. Huomioitavat ongelmakohdat syntyvät uuden teknologian lakien ja säädösten puutteesta sekä teknologian integroimisesta jo olemassa oleviin seuranta- ja jäljitysjärjestelmiin.

Toistaiseksi näyttö lohkoketjuteknologian integroinnista on ollut lupaavaa ja teknologian käytön ennustetaan kasvavan lähivuosina merkittävästi. Mitä enemmän lohkoketjuteknologian hyödyntämisen positiivisia vaikutuksia pystytään noteeraamaan, sitä enemmän teknologiaa tullaan hyödyntämään.

Tulevaisuuden näkymissä tulee kuitenkin huomioida, että lohkoketjuteknologia on edelleen hyvin varhaisessa kehitysvaiheessa oleva teknologia, kun pohditaan esimerkiksi sen hyödyntämistä logistiikka-aloilla. Tutkimuksia tehdään jatkuvasti ja informaatio teknologiasta lisääntyy ja muuttuu jatkuvasti. Walmartin kaltaiset suuryritykset ja näiden yritysten tuottamat pilottiohjelmat ovat avainasemassa tutkimuksen edistämässä ja informaation keräämisessä. Voidaankin todeta, että nykyiset monimutkaiset ja hitaat paperiset prosessit informaation jakamisessa toimitusketjun eri osapuolien välillä on jäämässä vanhanaikaiseksi. Nämä vanhat käytännöt myös tekevät toimitusketjujen hallinnasta hankalaa ja toimitusketjuista tehottomia.

Lohkoketjuteknologian integroimiseen liittyy haasteita, jotka vaikeuttavat toistaiseksi teknologian laajaa omaksumista yritysten käyttöön. Ongelmana on esimerkiksi skaalautuvuusongelmat, jotka liittyvät vahvasti esimerkiksi kehittyvien maiden puutteelliseen tietotaitoon sekä informointiin näiden toiminnasta. Tutkimuksia siitä, kuinka lohkoketjuteknologian toimiminen kehittyvissä maissa onnistuisi, ei oikeastaan ole. Koska monimutkaiset ja laajat toimitusketjut kulkevat useiden maiden läpi, vaatii niiden toiminta tarpeeksi tietoa myös kehittyvien maiden toimintaprosesseista sekä siitä, kuinka lohkoketjuteknologian hyödyntäminen onnistuisi näiden maiden osalta. Lohkoketjuteknologian tuoreen luonteen johdosta myös lait ja säädökset eivät toistaiseksi ole tarkkaan määriteltyjä, mistä johtuen teknologian ottaminen laajalti käyttöön yritystoiminnassa on toistaiseksi vähäistä.

Voidaan todeta, että lohkoketjuteknologian potentiaali on huomattu ja sen mahdollisuudet kiinnostavat yrityksiä. Etenkin COVID-19 pandemia on korostanut toimitusketjujen haavoittuvaisuutta ja tuonut aiempaa enemmän esille ongelmakohtia toimitusketjuissa. Tämä on haastanut yrityksiä pohtimaan mahdollisia ratkaisuja tehostamaan toimintaansa. Aiempi näyttö erityisesti elintarvikkeiden toimitusketjujen pilottiohjelmista, joissa on hyödynnetty lohkoketjuteknologiaa, on ollut menestyksekkästä. Lohkoketjuteknologia on kuitenkin vasta hyvin alku vaiheessa kehityksessä ja vaatiikin toistaiseksi edelleen enemmän tutkimusta ja Walmartin toteuttamien pilottiohjelmien kaltaisia kokeiluja sekä lisää empiiristä tutkimusta aiheen ympärillä, ennenkö teknologiaa voidaan alkaa laaja-alaisesti hyödyntää toimitusketjujen hallinnassa. Lohkoketjuteknologia ei ole ratkaisu kaikkia toimitusketjun ongelmakohtia, mutta tarjoaa ratkaisuja ainakin läpinäkyvyyden ja jäljitettävyyden haasteellisuuteen.

Tutkimuksen tarkoituksena oli etsiä vastauksia lohkoketjuteknologian hyödyntämisen etuihin erityisesti elintarvikkeiden toimitusketjussa ja selvittää yritysesimerkin avulla, voiko lohkoketjuteknologiaa hyödyntämällä läpinäkyvyyttä parantaa. Tutkimustulokset näyttävät, että läpinäkyvyyden paraneminen onkin keskeisin etu lohkoketjuteknologian integroimisessa toimitusketjujen hallintaan. Walmartin esimerkin mukaisesti lohkoketjuteknologian integroiminen jo aiemmin hyödynnettyihin seurantajärjestelmiin nopeutti prosessia ja teki siitä tehokkaamman.

Tutkimuksessa pyrittiin käyttämään mahdollisimman tuoreita lähteitä mahdollisimman ajankohtaisen ja realistisen lopputuloksen aikaansaamiseksi. Jatkotutkimusta aiheen

ympärillä on tärkeää tehdä, jotta informaatio ja empiria lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä lisääntyy ja vakiintuu. Esimerkiksi jatkotutkimuksen muiden kuin elintarvikkeiden toimitusketjujen osalta ovat tärkeitä. Tämän lisäksi tutkimukset lohkoketjuteknologian hyödyistä ja eduista pienien ja keskisuurten yritysten osalta on tärkeää, jotta voidaan selvittää hyötyvätkö muutkin kuin suuryritykset lohkoketjuteknologiasta, vai tuottaako teknologian integroiminen enemmän kustannuksia etuihin nähden. Eettisyys- ja vastuullisuuskysymykset ovat yhä enemmän kuluttajien mielessä ja tuotteiden vastuullisuudella saattaa olla merkittävä painoarvo kulutus päätöksen tekemisessä. Tulevaisuudessa läpinäkyvyyden ansiosta lohkoketjuteknologia voisi mahdollisesti luoda sitä hyödyntäville yrityksille merkittävää kilpailuetua myös vastuullisuusnäkökulmasta.

On mielenkiintoista seurata lohkoketjuteknologian kehitystä muuallakin yritystoiminnassa, kuin ainoastaan finanssialalla. Lohkoketjuteknologian hyödyntämiselle ja sovellutuksille on asetettu korkeita odotuksia ja jää nähtäväksi, kuinka lohkoketjuteknologian kehitys sekä sovellutukset tulevat tulevaisuudessa vastaamaan näitä odotuksia. Kuten Walmart on esimerkillään näyttänyt, on lohkoketjuteknologian hyödyntämisellä ollut positiivisia vaikutuksia toimitusketjujen läpinäkyvyyden ja tehokkuuden edistämisessä. Walmart suunnittelee lohkoketjuteknologian hyödyntämisen jatkamista ja laajentamista eri tuotteiden toimitusketjuihin. Mikäli lohkoketjuteknologian käyttö vakiintuu yritysten toiminnassa laajemmin, tulee se muuttamaan toimitusketjujen vakiintuneita toimintaprosesseja, jotka on nykyään huomattu olevan tehottomia ja vanhan aikaisia.

Lähdeluettelo

- Al-Rakhami, M. S., & Al-Mashari, M. (2021). A Blockchain-Based Trust Model for the Internet of Things Supply Chain Management. *Sensors*, 21(5), 1759.
- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food control*, 39, 172-184.
- Biswas, B., Gupta, R. (2019) Analysis of barriers to implement blockchain in industry and service sectors. *Computers & industrial engineering*
- Booth C. (2010) *Strategic Procurement – Organizing suppliers and supply chains for competitive advantage*. London: Kogan Page Limited
- Farquhar, J. D. (2012). *Case study research for business*. London: Sage.
- Gacovski, Z. (2019). *Internet of Things*. Arcler Press.
- Gayvoronskaya T., Meinel C., (2021). *Blockchain – Hype or Innovation Switzerland*: Springer
- Gurtu, A., Johny, J. (2019). Potential of blockchain technology in supply chain management: A literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*
- Hastig, G. M., & Sodhi, M. S. (2020). Blockchain for supply chain traceability: Business requirements and critical success factors. *Production and Operations Management*, 29(4), 935-954.
- Hewitt, F. (1994). Supply chain redesign. *The International Journal of Logistics Management*, 5(2), 1-10.
- Hughes, L., Dwivedi, Y. K., Misra, S. K., Rana, N. P., Raghavan, V., & Akella, V. (2019). Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda. *International Journal of Information Management*, 49, 114-129.
- Hugos, M. (2018). *Essentials of Supply Chain Management (4th Edition)*.
- Hyperledger. (2021). Walmart How Walmart brought unprecedented transparency to the food supply chain with Hyperledger Fabric. [verkkodokumentti]. [Viitattu: 18.11.2021]. Saatavilla:

- https://www.hyperledger.org/wpcontent/uploads/2019/02/Hyperledger_CaseStudy_Walmart_Printable_V4.pdf
- Iansiti M., Lakhani K., (2017). The Truth About Blockchain; It will take years to transform business, but the journey begins now.
- Kamath, R. (2018). Food traceability on blockchain: Walmart's pork and mango pilots with IBM. *The Journal of the British Blockchain Association*, 1(1), 3712.
- Kopyto, M., Lechler, S., von der Gracht, H. A., Hartmann, E. (2020). Potentials of blockchain technology in supply chain management: Long-term judgments of an international expert panel. *Technological Forecasting and Social Change*, 161
- Korpela, K., Dahlberg, T., Mikkonen, K., Lammi, M., Nykänen, L., & Lankinen, M. (2019). Hajaantuneesta hajautettuun: Dokumenteista dataan, toimijakeskeisyydestä yhteen toimiviin ekosysteemeihin.
- Kramer, M. P., Bitsch, L., & Hanf, J. (2021). Blockchain and its impacts on agri-food supply chain network management. *Sustainability*, 13(4), 2168.
- Kshetri, N. (2021) *Blockchain and Supply Chain Management*. Amsterdam: Elsevier
- Kuutti W., (2017) *Kryptovaluutat ja lohkoketjut, mahdollisuus vai uhka?* Helsinki: Books on Demand
- Lambert, D. M., Enz, M. G. (2017). Issues in supply chain management: Progress and potential. *Industrial marketing management*
- Liikenne- ja viestintäministeriö (2017). Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä. [verkkodokumentti]. [Viitattu 17.10.2021]. Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80667/LVM_12_2017_Lohkoketjuteknologian%20soveltaminen.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meier, M., & Pinto, E. (2020). Covid-19 supply chain disruptions. *Covid Economics*, 48, 139-170.
- Mäntylä J., (2017). Bitcoin on tuomittu kuplaksi, mutta samaa teknologiaa käytetään pian asuntokaupassa, kuljetuksissa, viennin rahoituksessa ja jopa sotessa [verkkodokumentti]. [Viitattu 10.10.2021]. Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-9989602>

Puusa, A., Juuti P. (2020) Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus.

Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2019). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply Chain Management: An International Journal*.

Quinones A., Nakamoto S. (2021) Bitcoin ja Monero -kryptovaluuttojen kuninkaat. Helsinki: Oppian

Smith M., (2018) In Wake of Romaine E. coli Scare, Walmart Deploys Blockchain to Track Leafy Greens [verkkodokumentti]. [Viitattu 3.11.2021]. Saatavilla: <https://corporate.walmart.com/newsroom/2018/09/24/in-wake-of-romaine-e-coli-scare-walmart-deploys-blockchain-to-track-leafy-greens>

Vyas, N., Beije, A., & Krishnamachari, B. (2019). *Blockchain and the supply chain: concepts, strategies and practical applications*. Kogan Page Publishers.

Wolfson R., Understanding How IBM And Others Use Blockchain Technology To Track Global Food Supply Chain (2018). [verkkodokumentti]. [Viitattu: 3.11.2021]. Saatavilla: <https://www.forbes.com/sites/rachelwolfson/2018/07/11/understanding-how-ibm-and-others-use-blockchain-technology-to-track-global-food-supply-chain/?sh=411de1962d1e>

World Health Organisation (2007). Who estimates of global burden of foodborne diseases. [verkkodokumentti]. [Viitattu 17.10.2021]. Saatavilla: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf