



<input type="checkbox"/>	Kandidaatintutkielma
<input checked="" type="checkbox"/>	Pro gradu -tutkielma
<input type="checkbox"/>	Lisensiaatintutkielma
<input type="checkbox"/>	Väitöskirja

Oppiaine	Tietojärjestelmätiede	Päivämäärä	26.10.2021
Tekijä	Nina Aittokangas	Sivumäärä	73+liitteet
Otsikko	Lohkoketjujen tulevaisuuden skenaariot Suomessa		
Ohjaajat	FL Antti Tuomisto ja FT Jani Koskinen		

COVID-19 pandemia ajaa digitalisaatiota eteenpäin kovemmin kuin koskaan. Yrityksillä on tarve muuntautua ja ottaa käyttöön uutta teknologiaa, jotta organisaatiot pystyvät toimimaan muuttuvassa maailmassa. Digitalisaatio ajaa yrityksiä omaksumaan uusia teknologioita, joista lohkoketjujen sanotaan olevan yksi merkittävimmistä. Lohkoketjut tulivat tunnetuksi Bitcoin virtuaalivaluutan myötä, mutta lohkoketjuteknologiaa hyödynnetään maailmalla laajalti eri toimialoilla. Tämän pro gradu- tutkielman tarkoituksena on muodostaa lohkoketjuteknologian tulevaisuuden skenaariot Suomessa.

Tutkin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla mitkä ovat lohkoketjuteknologian tunnistettavat hyödyt ja haasteet, sekä miten lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää eri toimialoilla. Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valikoitui 19 alan keskeistä artikkelia arvostetuista julkaisuista. Kirjallisuuskatsauksen lisäksi tutkimusta täydentävät Delfoi-asiantuntija-haastattelut, jotka tehtiin viidelle suomalaiselle lohkoketju asiantuntijalle. Tutkimuksessa ilmeni lohkoketjun suurimmaksi eduksi uudenlaisen luottamuksen tarjoaminen, lohkoketjujen turvallisuuden, läpinäkyvyyden ja muuttumattomuuden avulla. Keskeisimmät syyt lohkoketjujen käyttämättömyyteen ovat teknologian kypsymättömyydestä johtuvat tekniset haasteet, kuten suuri energian kulutus, sekä organisaatioissa lohkoketjuteknologian tiedon- ja osaamisen puute. Suomessa lohkoketjuteknologian käyttöönottoa hidastavat myös virtuaalivaluuttojen negatiivisesta uutisoinnista johtuva huono maine.

Tämän pro gradu- tutkielman lopputuloksena on muodostettu systemaattisen kirjallisuuskatsauksen, sekä Delfoi-menetelmällä tehdyn asiantuntija haastatteluiden avulla lohkoketjuteknologian kolme erilaista tulevaisuuden skenaariota Suomessa. Lohkoketjujen todennäköiseen tulevaisuuteen kuuluvat lohkoketjuteknologian arkipäiväistyminen ja yleinen käyttöönotto viiden vuoden sisään mm. digitaalisen ID:n osalta. Vältettävässä tulevaisuudenkuvassa lohkoketjuteknologiaa ei oteta suuresti käyttöön ja suuret toimijat kuten korttiyhtiöt pystyvät hidastamaan ja laittamaan teknologian kehitykselle stopin. Yllättäviin hyötyihin lukeutuvat uudenlaiset ansaitsemisen mahdollisuudet, jolloin tuotteiden kuluttajat ansaitsevat käyttämällä tuotetta mm. pelaamalla tai katselemalla mainoksia. Selkeiden tulevaisuuden näkymien avulla organisaatioiden päättäjät voivat käyttää tutkimusta suunnan antajana ja tiedon lähteenä päätöksenteossa siinä, mihin suuntaan he haluavat lähteä organisaation tulevaisuutta rakentamaan.

Avainsanat	Lohkoketju, tulevaisuuden skenaariot, lohkoketjujen hyödyt, lohkoketjujen haasteet
------------	--







**TURUN  
YLIOPISTO**  
Kauppakorkeakoulu

# **LOHKOKETJUN TULEVAISUUDEN SKENAARIOT SUOMESSA**

Tietojärjestelmätieteen  
pro gradu -tutkielma

Laatija:  
Nina Aittokangas

Ohjaajat:  
FL Antti Tuomisto  
FT Jani Koskinen

26.10.2021  
Turku



Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Tur-  
nitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

## SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>JOHDANTO.....</b>	<b>7</b>
	1.1 Tutkimusongelma.....	9
	1.2 Lohkoketjun toimintaperiaate.....	10
<b>2</b>	<b>SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS.....</b>	<b>12</b>
	2.1 Tutkimuksen toteutus.....	12
<b>3</b>	<b>TEOREETTINEN TAUSTA .....</b>	<b>16</b>
	3.1 Lohkoketjujen hyödyt.....	16
	3.2 Lohkoketjujen haasteet.....	21
	3.3 Lohkoketjut toimialoittain .....	26
<b>4</b>	<b>TUTKIMUSMENETELMÄT .....</b>	<b>35</b>
	4.1 Tulevaisuuden tutkiminen .....	35
	4.2 Tulevaisuuden skenaariot .....	36
	4.3 Delfoi-haastattelu.....	37
<b>5</b>	<b>TUTKIMUKSEN TULOKSET .....</b>	<b>41</b>
	5.1 Skenaariot ja toimintastrategiat skenaarioiden muodostamiseksi .....	50
<b>6</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....</b>	<b>60</b>
	6.1 Johtopäätökset.....	60
	6.2 Yhteenveto .....	64
	6.3 Tulosten merkittävyys.....	65
	6.4 Tutkimuksen arviointi ja jatkotutkimusehdotukset .....	67
	<b>LÄHTEET .....</b>	<b>69</b>
	<b>LIITTEET .....</b>	<b>74</b>
	Liite 1. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen artikkelit .....	74
	Liite 2. Haastattelukysymykset.....	78

## **KUVIOT**

KUVIO 1	SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS.....	15
KUVIO 2	LOHKOKETJUJEN HYÖDYT .....	20
KUVIO 3	LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HAASTEET .....	25
KUVIO 4	LOHKOKETJUJEN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET SUOMESSA .....	46
KUVIO 5	LOHKOKETJUJEN MEGATRENDIT SUOMESSA .....	49
KUVIO 6	LOHKOKETJUJEN HILJAISET SIGNAALIT SUOMESSA .....	50
KUVIO 7	TODENNÄKÖINEN LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN TULEVAISUUS .....	53
KUVIO 8	LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN UHKAKUVAT.....	56
KUVIO 9	LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN YLLÄTTÄVÄT HYÖTYJÄT .....	59

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1	LOHKOKETJUJEN HYÖDYNNETTÄVYYS TOIMIALOITTAIN .....	34
TAULUKKO 2	ASiantuntija haastateltavat .....	39
TAULUKKO 3	PESTE-ANALYYSI LOHKOKETJUJEN KÄYTTÖÖNOTOSTA .....	45





# 1 JOHDANTO

Digitalisaatio ajaa yrityksiä muutokseen ja keväällä 2019 alkanut COVID-19-pandemia on ajanut yrityksien tarvetta toimintatapojen muutokseen kovemmin kuin koskaan aikaisemmin. Organisaatioiden on täytynyt omaksua uusia toimintatapoja niin teknisesti kuin omaa toimintaansa muokkaamalla, jotta organisaatiot pysyvät toimina- ja kilpailukykyisinä. Nopea sopeutuminen pandemian asettamien rajoituksiin on ollut organisaation elinehto. Rajoitusten myötä yritykset ovat joutuneet siirtymään etätyöskentelyyn kotoa käsin. Palaverit ja tapaamiset hoidetaan internetin välityksellä Zoomin, Teamsin tai muun vastaavan palvelun kautta. (Almeida ym. 2020.) Yrityksissä on jouduttu siirtymään yhä enemmän verkossa tapahtuvaan kaupankäyntiin. Rajoitusten aikana ravintoloissa tapahtuva ruokailu on kielletty tai vahvasti rajoitettu, ainoa vaihtoehto pitää toimintaa yllä on myydä ruokaa ulos noutotilauksilla tai kotiinkuljetuksilla. Näiden tilauksen tekeminen ja tilausten vastaanottaminen hoituvat helpoiten verkon kautta. Näin yrityksillä ei mene aikaa puhelimiin vastaamiseen, vaan henkilöstö voi keskittyä muuhun työhön.

COVID-19-pandemia on pistänyt koko maailmantalouden seisahtuneeseen tilaan. Rajoitusten purkamisen jälkeen alkaa pandemian jälkeinen uusi vahvasti digitalisoitu aikakausi. (Barnes, 2020.) Suunnittelemme suuria muutoksia digitaalisessa käytössä, jotka vaikuttavat työn jokaiseen osa-alueeseen. Meidän suhtautumisemme tuleviin trendeihin vaikuttavat siihen, kuinka muutos tapahtuu. Osa organisaatioiden muutospyrkimystä on ottaa vastaan digitaalisia muutosteknologioita kuten lohkoketjut, tekoäly, esineiden internet, koneoppiminen ja pilvipalvelut. (De ym. 2020.) Sanotaankin, että digitalisoidun maailman on mahdollisuus muokata tulevaisuuden suuntaamme paremmaksi (Barnes, 2020). Digitalisoituminen auttaa meitä helpottamaan päivittäisiä rutiineja ja voimme keskittyä työhön, joka vaatii ihmisen aktiivista otetta, kuten suunnittelutyö. Uudet teknologiat korvaavat vanhat, muutamme prosesseissa tapahtuvia toimintatapoja, jolloin saamme vähennettyä kustannuksia ja parannettua suorituskykyä (Cagigas ym. 2021.) Pysyäkseen murroksessa mukana organisaatioiden tulee olla tehokkaampia, tuottavampia, muutoksiin valmiimpia, ja heidän on omaksuttava uusia toimintatapoja ja teknologioita, joista lohkoketjut ovat yksi mahdollisuus.

Lohkoketjut tulivat tunnetuksi, kun Nakamoto loi vuonna 2008 white paperin "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System", jossa hän/he esittivät ensimmäinen kryptovaluutan. Bitcoin on digitaalinen allekirjoitus, joka tarjoaa omistusoikeuden virtuaalikalikon hallintaan. Elektroninen kolikko on siis ketju digitaalisia tapahtumia, missä

tapahtumat eivät perustu luottamukseen, eikä näin ollen tapahtumalle tarvita kolmansia osapuolia. (Nakamoto, 2008.) Estääkseen kaksinkertaisen kolikoiden käytön Nakamoto (2008) ehdotti julkista vertaisverkkoa eli lohkoketjua, joka tallentaa julkisesti tapahtumahistorian kirjaamisen aikaleimasimella, joka varmistaa tapahtumien kirjautumisen oikeassa järjestyksessä.

Lohkoketjuun tallennetut tiedot ovat muuttumattomia, läpinäkyviä ja kaikkien käytettävissä, näin ollen tiedot ovat myös turvallisia, luotettavia ja käyttö on kustannustehokasta. (Nakamoto, 2008.) Lohkoketjun alkuperäinen tarkoitus oli luoda alusta virtuaalikalikolle, mutta erikoisten ominaisuuksiensa takia sitä hyödynnetään myös muilla toimialoilla. Lohkoketjulla onkin potentiaalia muuttaa yritysten liiketoimintaa teknologiansa avulla. Yritysten tulisi olla tietoisia lohkoketjun mahdollisuuksista ja markkinoiden tulisi olla valmiita sen käyttöön. (Gleim & Stevens, 2021.) Lohkoketjuja hyödynnetään tällä hetkellä esimerkiksi sovelluksien alustana, (Narayan & Tidstrom, 2020). älykkäissä sopimuksissa, (Christidis & Devetsikiotis, 2016). toimitusketjuissa, (Nandi ym. 2001). terveydenhuollossa ja (Abu-elezz ym. 2020). energiataloudessa (Andoni ym, 2019).

Ihmisten tietoisuus teknologioiden kehityksestä on ollut kasvussa jo jonkin aikaa. Lohkoketjut tarjoavat läpinäkyvyyttä, jota pystytään hyödyntämään toimitusketjuissa. Mikäli toimitusketjut laitetaan alustaan, jossa tieto on avoimesti saatavilla ovat yritykset ketterämpiä tapahtuviin muutoksiin, tuotteita on helpommin saatavilla ja toimitukset vastaavat paremmin kysyntää. (Nandi ym. 2001.) Lohkoketjuja käytetään alustana erilaisille sovellukselle. Tunnetumpia käyttöpaikkoja on ekosysteemeiden alustat, (Narayan & Tidstrom, 2020). mutta lohkoketjuja käytetään myös sosiaalisen median verkoston alustana (Guidi, 2020). Lohkoketjuja käytettäessä ekosysteemin luonti, organisointi ja hallinta ovat helpompia perinteisiin alustoihin verrattuna. Lohkoketju tarjoaa muuttumattoman tiedon jakamisen turvallisesti halutulle yhteisölle. Ekosysteemit voivat luoda organisaatioille ja tuotteille kilpailuetuja jakamalla tuotetietoja avoimemmin ympäristöön. Organisaation yhteistyökumppanit voivat keksiä tuotteille uudenlaisia käyttötarkoituksia tai tuotteeseen korvaavia, edullisempia ainesosia. (Narayan & Tidstrom, 2020.) Yritys voi siis saada tuotantokustannuksiaan alas tai saada lisää asiakkaita näkemättä siihen itse vai-  
vaa.

Lohkoketjuissa käytetään älykkäitä sopimuksia, jotka mahdollistavat monimutkaisten ja monivaiheisten prosessien automatisoinnin. Kolmansia osapuolia ei tarvita todentamaan ja varmentamaan tapahtumia, vaan lohkoketjussa tapahtumat saavuttavat saman turvan ja toiminnallisuuden ilman kolmansia osapuolia. Toimintojen automatisointi ja

kolmansien osapuolien puuttuminen säästää yrityksen kustannuksia ja aikaa. (Christidis & Devetsikiotis, 2016.)

Lohkoketjuilla on omat haasteensa, vaikka niitä käytetäänkin jo monen sovelluksen alustana. Kun haasteet saadaan voitettua, tulee lohkoketjuista entistä skaalautuvampia, tehokkaampia ja kestävämpiä. Monelle toimialalle lohkoketjujen mekanismit ovat erikseen tuttuja, mutta ominaisuuksien yhdistyessä niistä tulee kiinnostavampia. Lohkoketjujen ominaisuuksien kehittyessä, ne tulevat olemaan hyödyllisiä myös sellaisille uusille toimialoille, missä lohkoketjuteknologiaa ei vielä tällä hetkellä hyödynnetä. (Casino ym. 2019.)

Lohkoketjujen hyödyistä ja haasteista on keskusteltu tutkijoiden ja alan asiantuntijoiden kesken jo pitkään. Milloin voimme odottaa lohkoketjujen tulevan osaksi arkeamme? Onko lohkoketjuteknologiasta sellaista hyötyä organisaatioillemme, että Suomessa hyödytään lohkoketjuteknologian käytöstä? Mitä hyötyjä teknologia tuo eri toimialoille ja mitä haasteita on voitettava, että hyödyt ja lohkoketjuteknologian käyttö on järkevää?

## 1.1 Tutkimusongelma

Tämän pro gradu- tutkielman tarkoituksena on tiivistää lohkoketjujen hyödyt ja haasteet eri toimialoilla. Tutkielman tuloksena muodostetaan kolme erilaista lohkoketjujen tulevaisuuden skenaariota Suomessa. Tutkimuksen aineiston keruu on kaksiosainen. Ensimmäinen osa on systemaattinen kirjallisuustutkimus ja toinen osuus on Delfoi- asiantuntijahaastattelu, joka on osin teemahaastattelun muunnelma (Alastalo ym. 2017). Kirjallisen aineiston keruun tarkoituksena on saada selville, millä toimialoilla ja miten lohkoketjuja hyödynnetään tällä hetkellä. Kirjallisuuskatsauksen tietojen valossa muodostan tutkimuskysymykset tutkimuksen toiseen osaan eli asiantuntijahaastatteluun. Asiantuntijahaastattelussa haastatellaan viittä suomalaista lohkoketju asiantuntijaa. Asiantuntijahaastatteluiden on tarkoitus varmentaa kirjallisuustutkimuksen tuloksia ja selventää miten ja millä toimialaloilla lohkoketjuja hyödynnetään tällä hetkellä Suomessa, sekä mitkä ovat lohkoketjujen tulevaisuuden kehityssuunnat ja näkymät asiantuntijoiden mielestä.

Tutkimuskysymykset ovat

- Mitkä ovat lohkoketjujen hyödyt?

- Mitkä ovat lohkoketjujen haasteet?
- Millä aloilla lohkoketjuja hyödynnetään?
- Mitkä ovat lohkoketjujen tulevaisuuden näkymät Suomessa?

Lohkoketjuja on tutkittu paljon viimeisten vuosien aikana ja aiheesta löytyy runsaasti kirjallisuutta. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoitus on tunnistaa ja arvioida aiheeseen liittyvät oleelliset tutkimukset, jotka vastaavat asetettuihin tutkimuskysymyksiin (Kitcheham, 2004). Kirjallisuustutkimuksen lopputuleman tarkoitus on tiivistää yhteenvedona hyödyt ja haitat lohkoketjuteknologian käytöstä eri toimialoilla. Artikkeleista saatu tieto auttaa määrittelemään tulevia tutkimuskysymyksiä, joita hyödynnetään asiantuntijahaastatteluissa. (Kitcheham, 2004; Webster ja Watson, 2002.)

## 1.2 Lohkoketjun toimintaperiaate

Tässä tutkimuksessa käytetään termiä lohkoketjuteknologia/lohkoketju, jolla tarkoitetaan kaikkia hajautettujen tietokantojen yleisnimityksiä. Epäselvyyksien välttämiseksi ja termin normalisoinniksi ei käytetä hajautetun tietokannan, DLT (Distributed Ledger Technology) tai muita hajautetun tietokannan termistöjä.

Lohkoketjua kuvataan myös hajautetuksi tilikirjaksi ja tähän tilikirjaan on merkitty kaikki käyttäjien väliset transaktiot eli arvonn siirrot. Tilikirja on julkinen eli kaikilla käyttäjillä on nähtävissä tilikirjaan merkityt tapahtumat. Lohkoketjut ovat vaihtoehto perinteiselle pilvipalvelulle tai serverille. Sen sijaan, että tieto olisi tallennettu yhteen paikkaan tietylle serverille, tieto tallentuu hajautetusti kaikille niille henkilöille ja kaikille niille koneille, joihin ohjelma on ladattu. Jokainen lohkoketjuun osallistuja ylläpitää omaa kopiotaan tilikirjasta. (Johansson ym. 2019, 28,57; Kimani ym. 2020.)

Lohkoketjussa tieto tallentuu lohkoon. Kun tässä niin sanotussa lohossa on tarpeeksi tietoa, se liitetään kryptografisella salausjärjestelmällä edelliseen lohkoon. Näin syntyy lohkoista ketju ja tästä tulee sana lohkoketju. Kun lohko on hyväksytty ketjuun, se tallennetaan ja lohko saa aikaleiman, eikä lohkoketjuun syötettyjä tietoja voida enää muuttaa. Lohkoketjun ketju on siis katkeamaton ja muuttumaton. Jokaisessa ketjussa on oma salausavain, joka muodostuu edellisen lohkon salauksesta, jota kutsutaan julkiseksi avaimeksi sekä oman lohkon salauksesta, joka on yksityinen avain. Lohkon tallennettuja tietoja ei päästä muuttamaan, koska ketjua pitäisi lähteä purkamaan uusimmasta tiedosta

vanhempaan suuntaan. Ja vaikka näin onnistuttaisiinkin tekemään ei riittäisi, että tieto muutetaan yhdeltä koneelta, vaan se tulisi muuttaa kaikilta muiltakin koneilta, joihin ohjelman on asennettu. Tämä ei ole mahdollista. Ja mikäli näin päästäisiin jostain syystä tekemään, tekijä jäisi joka tapauksessa asiasta kiinni. Kyseessä on kuitenkin avoin ja kaikille läpinäkyvä tietokanta. (Nakamoto, 2008; Johansson ym. 2019, 28,56,57; Kimani ym. 2020.)

Lohkoketjun tieto tallentuu solmuun tai noodiin, joka on laite, jolla on oma Ip-osoite ja laite on kytketty internettiin. Näiden solmujen tarkoitus on ylläpitää lohkoketjujen datan kopioita tai käsitellä transaktioita, riippuen kunkin noodin tehtävästä. Lohkoketju tarvitsee toimiakseen laskentaresursseja transaktioiden varmentamiseksi ja tallentamiseksi. Lohkoketjujen yhteydessä louhinnaksi kutsutaan verkon ylläpidon mahdollistavaa toimintaa. Louhinta mahdollistaa lohkojen liittyvän toisiinsa ketjuksi. (Johansson ym. 2019, 68-69).

## 2 SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS

Lohkoketjut ovat ajankohtainen aihe, josta löytyy runsaasti tietoa ja tutkimusmateriaalia. Koska lohkokejtuista on paljon tietoa saatavilla, tutkimus aloitettiin systemaattisella kirjallisuuskatsauksella. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoitus on tunnistaa ja arvioida aiheeseen liittyvät oleelliset tutkimukset, jotka vastaavat asetettuihin tutkimuskysymyksiin. (Kitcheham, 2004; Webster ja Watson, 2002). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus esittää totuudenmukaisen tiivistelmän tutkimusaiheesta, se tiivistää nykyiset ongelmat tai tarjoaa taustaa uuden tiedon tueksi. Systemaattista kirjallisuustutkimusta käytetään myös tunnistamaan nykyisten tutkimusten tutkimusaukot. (Kitcheham, 2004.) Artikkeleita on kasattu tarpeellinen määrä, kun artikkelit eivät tuota enää uutta tietoa. (Webster ja Watson, 2002).

Tässä työssä systemaattinen kirjallisuuskatsaus antaa vastauksen tutkimuskysymyksiin, mitkä ovat lohkokejtujen hyödyt ja haasteet ja mitkä toimialat käyttävät lohkokejtuteknologiaa. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tulokset toimivat samalla teoriaosana tutkimukselle. Tutkimuksen tarkoituksena on mahdollisimman kattavasti koota yhteen tietoa nykyisistä tutkimuksista, jotka käsittelevät lohkokejtun hyödynnettävyyttä.

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tuloksena on tiivistelmät eri alojen lohkokejtujen eduista ja haitoista ja millä aloilla lohkokejtuja hyödynnetään. Artikkeleista saatu tieto auttaa määrittelemään tulevat tutkimuskysymykset asiantuntijahaastatteluihin. (Kitcheham, 2004; Webster ja Watson, 2002).

### 2.1 Tutkimuksen toteutus

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tehtiin Scopus- hakukonetta käyttäen. Yhden hakukoneen koettiin olevan riittävä tasokkaan tutkimuksen tekemiselle, koska tutkimukseen kuuluu systemaattisen kirjallisuuskatsauksen lisäksi asiantuntijahaastattelut, sekä tulevaisuuden skenaarioiden rakentaminen. Tutkimuksen keskittyessä yksinomaan systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen, olisi tutkimukseen ollut tarpeen ottaa mukaan useampia hakukoneita.

Tutkimuksen systemaattinen kirjallisuuskatsaus toteutettiin MISQ Review -mallia mukaillen. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus alkaa tutkimuskysymysten asettamisella. Tutkimuskysymykset määritellään niin, että tutkimuskysymyksen vastaukset ovat mahdollisimman hyvät ja kattavat. Tutkimuskysymysten asettamisen jälkeen määriteltiin

hakusanat. Tutkimuskysymykset on määritelty luvussa 1.1. Kirjallisuuskatsauksen osalta tutkimus kysymykset ovat:

1. Mitkä ovat lohkoketjujen hyödyt?
2. Mitkä ovat lohkoketjujen haasteet?
3. Mitkä toimialat hyödyntävät lohkoketjuja?

Hakusanoiksi määrittyivät blockchain\* ja benefit\* ja blockchain ja development. Hakusanalla blockchain ja development tuli 314 osumaa ja hakusanalla blockchain ja benefit löytyi 97 osumaa. Abstraktien luvun yhteydessä havainnointiin, että blockchain ja benefit hakusanalla olevat artikkelit vastasivat paremmin ensimmäiseen ja toiseen tutkimuskysymykseen. Blockchain ja development valikoitui mukaan, koska tutkimuksessa selvitetään lohkoketjujen tulevaisuuden näkymiä eli kehitystä Suomessa. Kehitys antaa kattavan kuvan siitä, mihin suuntaan lohkoketjua ollaan viemässä tulevaisuudessa. Artikkelit antavat näkemystä ja apuja asiantuntijahaastattelun kysymysten laadintaan.

Artikkelin hakuun käytin Scopus- tietokantaa, joka on suosittu tieteellisten artikkeleiden keskitetty hakupaikka. Scopuksessa asiointikieli on englanti, joten myös hakujen hakusanat ovat englanniksi. Hakusanoiksi valikoidut blockchain\* AND benefit\* molemmat sanat ovat katkaistu, jotta myös monikko muotoiset haut tulevat mukaan. Artikkelihaku rajattiin niin, että hakuun mukaan tuli ainoastaan englanninkieliset artikkelit, artikkelit, jotka ovat review tai conference review. Yhteensä artikkeleita löytyi 97 osumaa. Artikkelit olivat enimmäkseen vuoden 2019 ja 2020, mutta myös vanhempia ja vuoden 2021 artikkeleita löytyi.

Ensimmäisen osan haku tehtiin 23.2.2021, jonka perusteella valikoitui ensimmäiset artikkelit tutkielmaan. Ensimmäinen rajausta tehtiin hakusanan jälkeen lukemalla artikkeleiden abstraktit. (Webster ja Watson, 2002.) Abstraktien luku karsi hakutuloksen artikkeleista suuren osan pois. Artikkeleiden johdannon perusteella rajattiin pois sellaiset artikkelit, jotka eivät sisällöltään tuntuneet sopivan tähän tutkielmaan. Abstraktien luvun jälkeen listalle jäi 58 artikkelia. Abstraktien tutustumisen jälkeen tutkimuksesta karsiintui pois sellaiset artikkelit, joita ei saanut auki koulun tunnuksilla ja jotka olisivat olleet maksullisia ja artikkelit, joiden sisältö ei sopinut tutkimuskysymyksiin. Haussa tuli paljon artikkeleita, jotka koskivat terveydenhuoltoa ja siihen liittyviä tutkimuksia.

Seuraavaksi artikkeleita rajattiin artikkeleiden julkaisun perusteella, kuinka hyvän arvosanan julkaisut ovat saaneet julkaisuforumissa. Julkaisufoorumi arvioi mm. tieteellisiä lehtiä ja konferensseja arvosanoin 1–3, jossa taso 1. on perustaso ja taso 2. on johtava taso ja taso 3. on korkein taso. Julkaisut, jotka eivät saavuta vähintään tasoa 1. merkataan

tasolla 0.(julkaisufoorumi.fi.) Seuraavaksi tarkastettiin artikkeleiden siteeraus määrät ja mukaan valikoitiin artikkelit, joita oli siteerattu paljon, erityisesti silloin kun kyseessä oli vanhempia artikkeleita. Näiden jälkeen jäi 32 artikkelia, joihin tutustuttiin syvemmin.

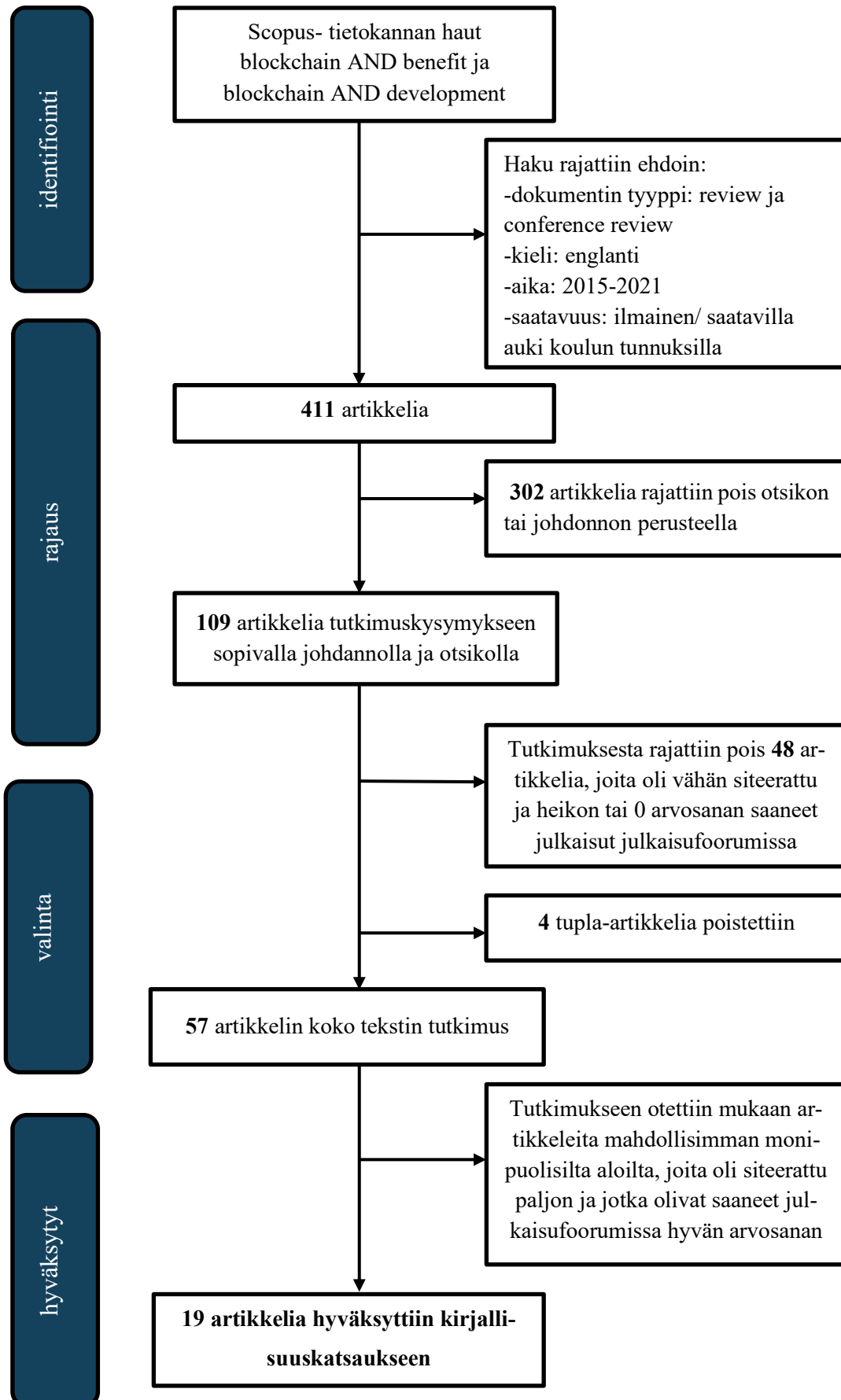
Kriteerinä tutkimukseen oli, että julkaisu on vertaisarvioitu vähintään perustason 1. mukaan. Tutkimukseen pyrittiin ottamaan mukaan mahdollisimman paljon johtavan tason 2. ja korkeimman tason 3. julkaisuja. Tutkimukseen mukaan eivät siis päässeet julkaisut, joita ei ollut arvioitu tai julkaisut, jotka eivät olleet täyttäneet tason 1. kriteereitä. Julkaisufoorumin arvioiden perusteella voimme varmistua, että tutkimus on tehty laadukkaista lähdemateriaaleista. Koska artikkeleiden julkaisun keskimääräinen taso oli perustaso eli 1, tutkimukseen päätettiin ottaa mukaan artikkeleita myös hakusanoilla blockchain ja developmen\*, jotta tutkimukseen saadaan mahdollisimman kattavan kuva siitä, miten lohkoketjuja hyödynnetään tulevaisuudessa. Blockchain ja developmen\* raja oli tarkempi, jotta materiaalia ei tule liikaa.

Blockchain AND development haku rajattiin vuosiin 2019-2021. Hakutulokseksi tuli 224 artikkelia, jossa on mukana review- ja conference review- artikkelit. Conference review artikkeleita ei haluttu rajata pois, koska siellä voisi olla tärkeitä artikkeleita koskien alan kehitystä ja kehitysnäkymiä. Abstraktien luvun jälkeen ja lähdetarkastuksen jälkeen jäljelle jäi 51 artikkelia. Seuraavaksi tarkistettiin artikkeleiden siteeraus määrät. Mikäli artikkeli oli julkaistu ennen 2015 ja sitä ei ollut siteerattu, artikkeli karsittiin pois. Mukaan otettiin mahdollisimman monipuolisesti eri ikäisiä artikkeleita. Tutkimuksessa on mukana artikkeleita, jotka ovat korkeamman tason julkaisuja, tai joita on siteerattu paljon. Tuoreimmissa artikkeleissa on pyritty ottamaan johtavan tason artikkeleita ja artikkeleita, jotka kiinnostavat tutkijaa ja ovat monipuolisesti eri aloita. Näistä valikoitui 29 artikkelia tarkempaan tarkasteluun. Yhteensä artikkeleita valikoitui kokonaan luettavaksi 61 artikkelia, joiden lukemisen jälkeen tutkimukseen valikoitui 19 artikkelia. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen artikkelit ovat liitteessä 1. Alla kuvio systemaattisen kirjallisuuskatsauksen yhteenvedosta.



## Kuvio 1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Abu-elezz ym. (2020) kuviota mukailten



### 3 TEOREETTINEN TAUSTA

#### 3.1 Lohkoketjujen hyödyt

Lohkoketjujen suurimmiksi hyödyiksi luetaan niiden hajautettu luonne, datan muuttumattomuus ja eheys, datan läpinäkyvyys ja saatavuus, toiminnan tehokkuus ja kustannusten säästö. Parhailtaan lohkoketjuissa tiedon jako eri toimijoiden välillä on tehokasta ja sujuvaa ja datan, joka on tallennettu lohkoketjuun, voidaan luottaa olevan aitoa, jolloin järjestelmät ovat vapaita kolmansista osapuolista. (Sanka ym. 2021.) Kappaleessa 3.1 esitetään lohkoketjujen hyödyt ja niiden merkitykset. Kappaleen lopussa on kuvio 2. lohkoketjujen hyödyistä.

#### **Turvallisuus**

Yksi lohkoketjun eduista on turvallisuus. (Alammary ym. 2019; Ali ym. 2020; Sanka ym. 2021; Cagigas ym. 2021; Abu-elezz ym. 2020; De Aguiar ym. 2020; Huanhuan ym. 2020; Sengupta ym. 2020; Alammary ym. 2019; Böckel ym. 2021; Ali ym. 2020; Lu ja Zheng 2020.) Turvallisuuteen liittyy datan turvaaminen, hyvä yksityisyyden suojaaminen ja tiedon eheys. (Alammary ym. 2019). Lohkoketjussa tietojen turvallisuus ja yksityisyys ovat taattu, tarkoittaen datan muuttumattomuutta ja todennettavuutta. (Böckel ym. 2021). Verkon turvallisuus on avainasemassa, jotta voidaan luottaa systeemin toimimiseen, kuten tapahtumien kirjautumiseen. (Ali ym. 2020.) Lohkoketju minimoi tietoturvaloukkaukset, eikä verkko kärsi yhdestä epäonnistumisesta (Abu-elezz ym. 2020; Sengupta ym. 2020).

Lohkoketjun eheys muodostuu salauslinkistä jokaisen aikajärjestyksessä lajitellun tietueen ja lohko välillä. Digitaalinen allekirjoitus vahvistaa jokaisen tietueen eheyden käyttämällä hajausmenetelmiä ja epäsymmetristä salausavainta. (Hewa ym. 2021.) Turvallisuutta lisää lohkoketjujen käyttämät salausalgoritmit, jotka auttavat asiakkaiden datan pysyvän yksityisenä. (Sengupta ym. 2020).

Tietojen säilytys ja jakaminen on lohkoketjussa turvallista ja tehokasta. (Cagigas ym. 2021). Data on ehyttä, eikä sitä pysty muuttamaan (Sanka ym. 2021). Lisäksi tietojen muokkaamisista jää jälki lohkoketjuun, mikäli joku pääsisi tietoihin käsiksi hän jäisi siitä kiinni. (Cagigas ym. 2021). Myös fyysisten toimintojen tarve pienenee lohkoketjuissa, mikä luo turvallisuutta datan luotettavuuteen. Tapahtumien ja maksujen ollessa

lohkoketjussa resursseja on mahdotonta tupla käyttää, joten petosten määrä vähenee. (Perera ym.2020.)

### **Muuttumattomuus ja eheys**

Datan sanotaan olevan nyky-yhteiskunnan tärkein voimavara. Lohkoketjuun tallennettu data on muuttumatonta ja pysyvää. (Duan ym. 2020; Chang & Chen, 2020; Huanhuan ym. 2020; Ali ym. 2020; Perera ym.2020; Hewa ym. 2021; Sengupta ym. 2020; Böckel ym. 2021; Ali ym. 2020). Muuttumattomuus on tietojen eheyden kannalta merkittävä muutos perinteisiin tietokantoihin verrattuna. Salauksen ansiosta lohkoketjuun syötetty data on muutoksille resistenssejä. (Hewa ym. 2021.) Lohkoketjun eheys muodostuu salauslinkistä jokaisen aikajärjestyksessä lajitellun tietueen ja lohkon välillä. Digitaalinen allekirjoitus vahvistaa jokaisen tietueen eheyden käyttämällä hajausmenetelmiä ja epäsymmetristä salausavainta. (Hewa ym. 2021.)

Lohkoketjujen avulla on mahdollista välttää tietojen peukalointi ja väärennys, (Huanhuan ym. 2020). myöskään ulkopuolinen hyökkääjä ei voi muuttaa lohkoketjussa olevaa tietoa. (Perera ym.2020). Informaatio on lohkoketjuissa autenttista, mikä luo luotettavuutta. Käsintehdyt uudelleen kirjaukset loppuvat, jolloin toiminta ei vie aikaa eikä tule tahattomia virheitä. (Duan ym. 2020; Chang & Chen, 2020.)

### **Läpinäkyvyys**

Lohkoketjuun tallennettu tieto on läpinäkyvää ja kaikkien saatavilla. (Chang & Chen, 2020; Huanhuan ym. 2020; Böckel ym. 2021; Ali ym. 2020; Sanka ym. 2021). Lohkoketjujen tarjoama läpinäkyvyys luo asiakkaille ja organisaatiolle turvallisuutta ja lisäantynyttä avoimuutta, jotka vaikuttavat markkinoiden hinnoitteluun ja kustannuksiin. (Ali ym. 2020). Tietojen hakuun ja uudelleen kirjaamiseen käytetty aika voidaan hyödyntää muualla ja tuotteiden hinnoista voidaan tehdä kilpailukykyisempiä. Tuotteiden läpinäkyvyys mahdollistaa paremman kommunikaation toimittajien ja asiakkaiden välille, kun tuotetietoihin on pääsy ja toimitusketjujen hallinnointi on helpompaa (Böckel ym. 2021.)

Organisaation hallinnon hyödyt liittyvät tietojen ja toimintojen suurempaan läpinäkyvyyteen (Haanhuan ym. 2020). Lohkoketjuista on saatavilla helposti ja nopeasti päätöksentekoon tarvittavat tiedot. Tuotteen loppukäyttäjällä on mahdollisuus

kontrolloida omia tapahtumia ja omaa datansa. Hallinnoimalla ja rajaamalla käyttöoikeuksia voidaan suojata yksityisyys- ja henkilötietoja. (Ali ym. 2020.)

### **Tehokkuus**

Lohkoketjuja käytettäessä tiedonsiirto on nopeaa, tehokasta ja samanaikaista eri toimijoiden kesken, (Abu-elezz ym. 2020; Huanhuan ym. 2020; Chang & Chen, 2020; Cagigas ym. 2021; Alammary ym. 2019). Välijärjestelmien poisjääminen mahdollistaa itsenäisemmän ja sitä kautta tehokkaamman työskentelyn. (Sanka ym. 2021). Lohkoketjuissa tapahtumat ovat automatisoidumpia, joten tietojen jako ja säilöntä eri toimijoiden kesken on turvallista (Cagigas ym. 2021). Lohkoketjuissa fyysisten tapahtumien määrä vähenee merkittävästi, mikä lisää turvallisuutta ja vähentää kustannuksia. Fyysisten toimintojen vähenemisellä tarkoitetaan esimerkiksi paperitöiden vähenemistä kuten laskutusta. Kun tapahtumat kirjataan automaattisesti vähenevät manuaalisesti tehdyt virheet. Tämä luo turvallisuutta ja automatisointi nopeuttaa toimintoja vähentäen kustannuksia. (Perera ym. 2020.)

### **Jäljitettävyys**

Lohkoketjuihin tallennettu tieto on jäljitettävissä (Sanka ym. 2021; Huanhuan ym. 2020; Cagigas ym. 2021; Abu-elezz ym. 2020; De Aguiar ym. 2020; Chang & Chen, 2020; Böckel ym. 2021; Sengupta ym. 2020). Jäljitettävyys mahdollistaa tuotteiden ominaisuuksien avoimen tiedon saannin. Tuotteen alkuperä, omistusoikeudet, työvoima- ja turvallisuustiedot ovat kaikkien saatavilla ja jäljitettävissä. (Cagigas ym. 2021.) Aikaleimojen avulla tietojen seurattavuus on helppoa ja viimeisin tieto on löydettävissä vaivattomasti (Abu-elezz ym. 2020). Lohkoketjupohjaisia ohjelmia käytetään tuotteen suuraan. (Sengupta ym. 2020). Lohkoketjuihin pystytään koordinoimaan lukemattomia liitettyjä laitteita ja keräämään ennennäkemätön määrä dataa. (Sengupta ym. 2020; Viriyasitavat ym. 2019). Jäljitettävät työkalut ja tapahtumien helpompi seurattavuus parantavat toimitusketjujen toiminnanohjausta. (Cagigas ym. 2021).

Tietojen muuttamattomuus luo seurantaan helpotusta ja jäljitettävyys helpottaa toimitusketjujen hallintaa. (Abu-elezz ym. 2020; De Aguiar ym. 2020; Huanhuan ym. 2020). Jäljitettävyys tukee organisaation päätöksentekoa, koska tietojen peukalointi ja väärennykset ovat lohkaketjun avulla vältettävissä. (Huanhuan ym. 2020). Lohkoketju

yhdistettynä IoT:hen mahdollistaa reaaliaikaisen monitoroinnin ja tuotteen tarkan seurannan esimerkiksi lämpötilojen mittauksessa ja seurannassa (Chang & Chen, 2020; Duan ym. 2020).

Organisaatiot säästävät kustannuksista, jotka aiheutuvat tietojen hankkimisesta ja tietojen alkuperän jäljittämisestä. (Chang & Chen, 2020). Varsinkin toimitusketuissa jäljitettävyyden on tärkeä ominaisuus. Mikäli tavara tai tuote ilmenee vialliseksi, tuotteen takaisinkutsu on helppoa ja se saadaan kohdistettua tiettyyn erään. (Duan ym. 2020.)

### **Hajautettu luonne**

Tietojen hajautettu luonne auttaa informaation nopean ja katkeamattoman saannin, eikä kukaan pääse manipuloimaan tietoja ja näin ollen data on turvattua. (Cagigas ym. 2021; Ali ym. 2020; Böckel ym. 2021; Abu-elezz ym. 2020; Sanka ym. 2021; De Aguiar ym. 2020). Hajauttaminen parantaa palvelun luottamusta, koska se varmentaa palvelun saatavuutta ja vähentää epäonnistumisen riskiä. (Hewa ym. 2021; Sanka ym. 2021). Läpinäkyvä ja hajautettu pääkirja laajentaa näkyvyyttä ja tarjoaa luotettavan tavan tiedon jakoon tai omistuksen siirtoon toimijalta toiselle. (Chang & Chen, 2020; Cagigas ym. 2021). Toimitusketjun kaikki osapuolet pääsevät tarvittaviin tietoihin käsiksi, eikä ylimääräisiä ohjelmistoja tarvita. (Huanhuan ym. 2020; Chang & Chen, 2020). Yhteentoinnivuus eri toimijoiden välillä on sujuvaa, eikä tarvita eri tietokantoja tai keskitettyä viiranomaista, vaan järjestelmät voivat olla itsenäisiä. (Sanka ym. 2021; Abu-elezz ym. 2020; Hewa ym. 2021; Sanka ym. 2021). Yhden osaston kaatuminen ei vaaranna lohkoketjuun tallennettuja tietoja, sillä tiedot ovat tallessa lohkoketjun toisessa haarassa. (Cagigas ym. 2021).

### **Kustannusten säästö**

Käyttämällä lohkoketjuja säästetään kustannuksia. Tapahtumasta saadaan tehokkaampi käyttämällä vähemmän resursseja kuten aikaa, materiaalia ja työtunteja. (Cagigas ym. 2021; Sanka ym. 2021.)

Lohkoketjut alentavat tapahtumakirjauksien kustannuksia, kun tapahtumakirjauksiin ei mene samalla tavalla aikaa, (Chang & Chen, 2020; Huanhuan ym. 2020). Lohkoketjuihin syötetyt tiedot saadaan jaettua lohkoketjussa olevien toimijoiden kesken, jolloin tuplakirjaukset poistuvat organisaatioiden väliltä. Lohkoketjuissa käytettävät

älysovimukset poistavat prosessivikoja ja parantavat maksujen ja sopimusten tehokkuutta (Chang & Chen, 2020; Huanhuan ym. 2020.) Lohkoketju tarjoaa taloudellisia kannustimia vähentämällä perinteisiä transaktiomaksuja kuten pankki- ja rahoituspalveluiden siirtomaksuja. (Perera ym.2020). Kustannuksia voidaan alentaa tiedonsiirtojen lisäksi tiedon varastoinnin osalta (Alammary ym. 2019).

### Todennettavuus

Salauksen ansiosta voidaan todentaa datan aitous. (Sanka ym. 2021). Datan pääsyn kontrollointi on lohkoketjussa helppoa. Lohkoketjuun voidaan määrittää kuka ja miten pääsee dataan käsiksi. Lohkoketjun sanotaan parantavan vastuullisuutta, avoimuutta ja luottamusta eri toimijoiden välillä. Tiedot ovat helposti saatavilla ja kommunikointi on helppoa. (Alammary ym. 2019; Böckel ym. 2021.) Vain todennettu henkilö pääsee dataan käsiksi, eikä kolmansia osapuolia tarvita tiedon turvaamiseen ja dataan pääsyn varmistamiseen. (Abu-elezz ym. 2020; Chang & Chen, 2020; Böckel ym. 2021). Maksutapahtumat ovat turvallisia ja riskittömiä eikä kolmansia osapuolia tarvita turvaamaan tapahtumia. (Perera ym. 2020).



**Kuvio 2** Lohkoketjujen hyödyt

### **3.2 Lohkoketjujen haasteet**

Lohkoketjujen ongelmia ovat tällä hetkellä skaalautuvuusongelmat, turvallisuus kysymykset, yksityisyyskysymykset ja käytettävyys. Ihmisten tietämättömyys lohkoketjujen käytettävyydestä, sekä säädösten puuttuminen. (Sanka ym. 2021.) Kappaleen lopussa on kuvio 3. lohkoketjujen haasteista.

#### **Korkeat kustannukset**

Nykyisten tallennusjärjestelmien vaihtaminen lohkoketjupohjaisiin ja skaalaaminen suu-  
relle väestölle on kallista ja eikä kovin ympäristöystävällistä. Organisaatiolla täytyy olla  
suuri pääoma, jotta tiedot voidaan siirtää lohkoketjuun. Lohkoketjuun siirtymisen alku-  
pääomaa on vaikea arvioida ja saattaakin olla, että lohkoketju ei hyödytä organisaatiota  
suurten siirtokustannusten takia. (Cagigas ym. 2021; Alammary ym. 2019; Hewa ym,  
2021.)

Lohkoketjuteknologian käyttö on kallista. Kustannuksia tulee laskentatehon kus-  
tannuksista, jotka koostuvat teknologian käytöstä, suuren datan hallintokustannuksista ja  
hitaiden palveluiden aiheuttamista aikakustannuksista. (Alammary ym. 2019; Cagigas  
ym. 2021; Hewa ym. 2021.)

#### **Säätelyn puute**

Lohkoketjujen käyttöönottoa rajoittaa kysymykset säädöksistä ja laista. Lait ja säädökset  
tulisivat päivittää tukemaan lohkoketjuteknologian kehitystä. Määräyksistä puuttuvat  
suunta ja hallinnonohjaus. (Abu-elezz ym. 2020; Duan ym. 2020; Hewa ym. 2021; Cagi-  
gas ym. 2021.)

Lohkoketjujen säätelyiden epävarmuus ja oikeudellisen tunnistamisen puute ovat  
ongelma ja suuri kuluerä. Monessa maissa tämä tulisi ratkaista ennen käyttöönottoa.  
(Cagigas ym. 2021; Abu-elezz ym. 2020.) Tarkasti vartioituilla aloilla tarvittavat säätelyt  
ja lait tulisi olla kunnossa ennen lohkoketjujen käyttöönottoa. (Ali ym. 2020). Yksi näistä  
säädöksistä on eri ohjelmistojen yhteentoimivuus. Yhteentoimivuus tulisi varmistaa eri  
toimijoiden kesken. (Cagigas ym. 2021; Abu-elezz ym. 2020.) Lohkoketjun muuttumat-  
tomuus aiheuttaa haasteita ottaa käyttöön teknologiaa, jossa tietojen säilytystä koskevat  
lait voivat muuttua ja virheellistä tietoa ei voida korjata. (Alammary ym. 2019).

## **Energian kulutus ja skaalautuvuus**

Lohkoketjun heikkoudet ovat siinä, että sovellukset ovat vielä prototyyppisiä, ohjelmat ovat kompleksisia ja ne syövät paljon energiaa. (De Aguiar ym. 2020; Abu-elezz ym. 2020; Chang & Chen, 2020). Kaivosprosessiin, tiedon tallennuspaikan louhintaan eli tekemiseen kuluu paljon energiaa ja tietokonetehoja (De Aguiar ym. 2020).

Lohkoketjujen haasteena ovat skaalautuvuusongelmat eli käsittelynopeuden ja tiedonsiirron viive. (Ali ym. 2020; Cagigas ym. 2021; Abu-elezz ym. 2020; De Aguiar ym. 2020; Duan ym. 2020; Chang & Chen, 2020; Sengupta ym. 2020; Perera ym. 2020; Alammmary ym. 2019). On vain rajattu määrä tapahtumia verkossa/sekunti. (Abu-elezz ym. 2020; De Aguiar ym. 2020). Jotta uudet tapahtumat tallentuvat lohkokejtuun, tulee tapahtuman olla vahvistettu yli 50% solmuista, eli laitteista johon lohkokejtuun kopiot tallentuvat ja tämä vie aikaa. Lohkoketjuissa onkin 3-20 tapahtumaa/sekunti, mikä on hidasta. Vertailun vuoksi rahoituspalvelu Visalla on 24 000 tapahtumaa / sekunti. (Perera ym. 2020.) Kehittäjät pyrkivät laajentamaan lohkokejtuun skaalautuvuutta samalla kuin verkko on hajautettu ja turvallinen. Haluttaessa skaalautuvuutta, hajautettavuutta ja turvallisuutta tällä hetkellä on mahdollisuus saada samaan aikaan näistä ominaisuuksista vain kaksi kerrallaan. (Duan ym. 2020; Chang & Chen, 2020; Cagigas ym. 2021.)

Lohkoketjussa tapahtuessa paljon tapahtumia, ylläpitokulut ja varastointikulut kasvavat suuriksi. Laitteiden synkronointi ja kommunikointi lisää tapahtumia ja kustannuksia, kun jokaisen lohkokejtuun laitettava tapahtuma tallentuu kaikkiin lohkokejtuissa oleviin ketjuihin. Myös menneet tiedot haetaan aina ketjusta, joka lisää kuormitusta lohkokejtuissa. Toiminta ei ole tehokasta, kun jokainen toiminta ja tallennus varmistetaan kaikilta osapuolilta. Energiaa menee hukkaan, koska suurin osa sovelluksista käyttää PoW protokollaa, mikä vaatii paljon laskentaa. (Sengupta ym. 2020.) Lohkoketjutoiminta on energiaa kuluttavaa, sillä kaivostoiminnan PoW vie paljon sähköä. Ratkaisuksi on muita konsensusmekanismeja tarjolla. (Perera ym. 2020.) Suuri tapahtumien määrän kasvu lohkokejtuverkossa johtaa lohkojen koon kasvuun, joka taas kasvattaa tapahtumien viivettä. (Alammmary ym. 2019). Nykyisten tallennus järjestelmien vaihtaminen lohkokejtuun pohjaisiin ja skaalaaminen suurelle väestölle on lisäksi kallista eikä kovinkaan ympäristöystävällistä. (Cagigas ym. 2021).

## **Käytettävyys ja yksityisyys**



Lohkoketjun haasteisiin luetaan myös uuden teknologian kypsymättömyys, huono käytettävyys, vaikeaselkoiset asetukset, ja tiedonhallinta (Alammary ym. 2019). Lohkoketjut pitäisi saada toimimaan nykyisillä järjestelmillä ja olemaan yhteensopivia nykyisten toimijoiden ja järjestelmien kanssa, jotta lohkaketjujen käyttö olisi sujuvaa ja mahdollista. (Ali ym. 2021; Cagigas ym. 2021.)

Lohkoketjujen yksityisyyttä ja turvallisuutta pidetään uhkana tietovuotojen ja haitallisen hyökkäysten osalta, erityisesti silloin kun lohkoketjuihin on tallennettu arkaluontoista dataa. Julkisilta lohkoketjuilta puuttuvat tiedon yksityisyys, kaikki pääsevät tietoon käsiksi eikä siihen tarvita lupaa. (Alammary ym. 2019; Perera ym. 2020; Böckel ym. 2021; Hewa ym. 2021.) Tietomurto ylettyy myös useaan paikkaan hajautetun tietokannan takia. (Hewa ym. 2021).

## **Turvallisuus**

Turvallisuus on lohkoketjujen suurin etu, mutta myös yksi suurimmista haasteista. (Cagigas ym. 2021). Lohkoketjujen yksityisyyttä ja turvallisuutta pidetään uhkana tietovuotojen ja haitallisen hyökkäysten osalta. (Alammary ym. 2019; De Aguiar ym. 2020; Böckel ym. 2021; Ali ym. 2020). Koko ekosysteemin tiedot ovat yhdessä paikassa, mikäli sinne murtaudutaan kaikkien tiedot ovat vaarassa. (Hewa ym. 2021; Hasankhani ym. 2021).

Latenssiongelmat, lohkon vahvistus prosessi voi ottaa 10 min, jolloin järjestelmän tietoturvapalvelut ovat alttiita tietoturva hyökkäyksille (De Aguiar ym. 2020; Abu-elezz ym. 2020). ja muistikohtaushyökkäyksille, jolloin lohkot tulvivat tapahtumia ja hyökkääjät voivat ottaa hallintaan suurimman osan lohkoketju verkkoa. (Abu-elezz ym. 2020). Lohkoketjulla on hajautettu arkkitehtuuri. Kaivostoiminnan keskittämisellä verkon luotettavuus heikentyy. Keskussolmu on tällöin haavoittuva ja sinne on helpompi tunkeutua. (De Aguiar ym. 2020.)

Lohkoketjujen käytön riskeihin lukeutuvat 50% haavoittuvuus, eli mikäli yksittäinen louhija toimittaa yli 50% toiminnan tehosta, pystyy hän vääristämään lohkoketjun toimintaa estämällä muita louhijoita tai vääristämällä itse lohkoketjuja. Julkisten lohkoketjujen haasteena on, että kuka tahansa pääsee koodiin käsiksi ja voi luoda omia älysojimuksia lohkoketjuun. Vaikka yksityisyys onkin avaimin suojattu, pystyy hyökkääjät pääsemään anonymiteetin jäljille seuraamalla tapahtumien IP osoitetta, jonka avulla pystytään fyysinen osoite ja sitä kautta identiteetti määrittelemään. Yksityisessä avaimessa on henkilön identiteetti ja suojaus. Avaimen hukkuessa tai mikäli avain varastetaan, häviää

avaimen mukana kaikki tieto. Lohkoketjun mahdollistamaa yksityisyyttä käytetään myös kriminaalisiin tarkoituksiin, erityisesti verkkohyökkäyksissä ja lunnaisissa virtuaalivaluuttoja käytetään maksuna. (Perera ym. 2020.)

Lohkoketju on luotettava protokolla, mutta tiedot mitkä sinne syötetään, ovat ihmisten syöttämiä. Lohkoketjut saavat kritisointia datan alkuperäisen luotettavuuden suhteen. Mikäli alkuperäiseen kirjaan laitetaan väärennetyt tiedot, kulkevat ne kaikkialle. Huolenaiheena nostettiin esille myös väriin tietojen syöttö lohkoketjuun, kuka valvoo tietojen oikeellisuutta. Tarvitaan tietojen varmennus ja sertifikointi lohkoketjun ulkopuolelta. (Böckel ym. 2021.) Tähän Duan ym (2020) ehdottaa viranomaistarkastuksia. Viranomaiset kävisivät pistokokein tarkistamassa lohkoketjuihin syötettyjen tietojen todenperäisyyden. (Duan ym. 2020.) Ihmisillä ei ole tietoa ja osaamista käyttää järjestelmää. Vain pieni joukko voi määritellä ja hallita järjestelmää, joka tuo riskin käyttäjälle. (Cagigas ym. 2021.)

Lohkoketjun heikkoudet ovat siinä, että sovellukset ovat vielä prototyyppisiä, eikä tiedon eheys ole varmaa. (De Aguiar ym. 2020). Lohkoketjuteknologia on vielä alkutekijöissä ja ongelmaksi muodostuu esimerkiksi se, ettei tietoja pystytä muuttamaan helposti tai lainkaan. Näin ollen se ei ole joustava sulautuakseen muuttuviin tilanteisiin, (Cagigas ym. 2021). myös sovellusten virheitä on vaikeaa korjata muuttumattomuuden takia. (Hewa ym. 2021).

Taloudellisiin turvallisuushaasteisiin lukeutuvat haasteet virtuaalivaluuttojen välittäjien myötä. Palvelun tarjoaja eli välittäjä voi hävitä bitcoin salkun kanssa tai käyttäjän oman bitcoin rahapussin hukkuessa tai salasanan unohtuessa häviävät myös bitcoinit. (Ali ym. 2020; Hewa ym. 2021.)

### **Ohjeistus/tunnettavuus ja tiedon puute**

Lohkoketjujen käyttöönoton yksi este on tietotaidon puute ja (Cagigas ym. 2021; Böckel ym. 2021; De Aguiar ym. 2020; Abu-elezz ym. 2020). henkilökunnan heikko tekninen osaaminen aiheuttaa käytettävyyso ongelmia. (De Aguiar ym. 2020; Abu-elezz ym. 2020). Lohkoketjut vaativat toisenlaista osaamista, joten koulutus tulee tarpeeseen. Henkilökunnan muutosvastarinta ja kulttuurilliset haasteet tulisi voittaa ennen käyttöönottoa. Lohkoketjujen myötä tiedon saatavuuden edistyessä organisaatioiden hierarkia kokee muutoksia, sekä osa töistä tulee poistumaan tarpeettomana. Hierarkiaa ei tarvita samalla tavalla, joka voi johtaa organisaation sisäiseen muutosvastarintaan johtoportaan ja

esimiestasolla. Huolta aiheuttavat henkilökunnassa myös tiettyjen töiden häviäminen ja työn luonteen muuttuminen lohkoketjun myötä. (Cagigas ym. 2021; Chang & Chen, 2020.)

Lohkoketjut lupaavat lisätä luottamusta, mutta miten luottamusta saadaan tekniikan avulla, mikäli se puuttuu alun perin. Käyttöönoton helpottamiseksi Böckel ym. (2021) ehdottaa että, lohkoketjun tyypeistä tulisi tehdä analyysyjä ja status quo analyysi olemassa olevista tapauksista, missä lohkoketjuja on käytetty ja mitkä ovat lohkoketjujen ominaisuudet. (Böckel ym. 2021.) Ekosysteemit hyötyvät lohkoketjusta, kun sidosryhmät otetaan mukaan lohkoketjuun. Kaikkien toimijoiden mukaan saaminen lohkoketjuun on kuitenkin haastavaa. (Chang & Chen, 2020; Duan ym. 2020). Osakkaat eivät luota hajautettuun asiakirjaan samalla tavalla, kun he luottavat kolmanteen luotettavaan viranomaisosapuoleen. Tarvitaan selkeämpää ohjeistusta ja neuvoa siitä minkälaiset lohkoketju pohjat sopivat mihinkin toimitusketjuihin, jotta saavutetaan luotettavuutta. Tarvitaan esimerkkejä siitä, millaisissa tapauksissa olisi tarpeen ja hyödyllistä käyttää julkisia lohkoketjuja ja milloin olisi tarpeen suljetut lohkoketjut. Kulttuurillinen ajattelutapa ja tämänhetkisten liiketoimintaprosessien on muututtava, ennen lohkoketjun laajaa käyttöönottoa (Chang & Chen, 2020.) Instituutiot eivät ole halukkaita jakamaan tietojaan, joten luottamusta pitäisi pystyä rakentamaan toimijoiden välille. (Alammary ym. 2019). Ohessa kuvio, jossa on tiivistetty lohkoketjujen haasteet.



**Kuvio 3** Lohkoketjuteknologian haasteet

### 3.3 Lohkoketjut toimialoittain

Lohkoketjuteknologian hyödynnetään vielä suhteellisen vähän, koska teknologia on vielä uutta (Cagigas ym. 2021). Tällä hetkellä lohkoketjuja kuitenkin hyödynnetään maailmalla rakennusteollisuudessa, (Perera ym. 2020.) toimitusketjuissa, (Huanhuan ym. 2020; Chang & Chen, 2020). oppilaitoksissa, (Alammary ym. 2019). terveydenhuoltoalalla, (Abuelezz ym. 2020). julkisessa hallinnossa, (Cagigas ym. 2021). energiataloudessa, (Andoni ym. 2019). rahoituspalveluissa (Ali ym. 2020.) ja yleisesti teollisuudessa. (Leng, 2020). Kappaleessa 3.3 käsitellään, miten tällä hetkellä eri toimialoilla lohkoketjuja hyödynnetään tai miten tulevaisuudessa on mahdollista hyödyntää lohkoketjuja. Kappaleen lopussa on tiivistetty taulukko 1. lohkoketjujen hyödynnettävyydestä toimialoittain.

#### **Rakennusteollisuus**

Rakennusteollisuus on pitkään laahannut teknologioiden perässä ja lohkoketjujen uskotaan tuovan tähän muutos. Lohkoketjuja voitaisiin rakennusteollisuudessa hyödyntää omaisuuden hallinnassa, esimerkiksi maarekisterit voitaisiin laittaa lohkoketjuun. Rakennusteollisuudessa on paljon tietoja, jotka pitää säilöä, mikä tuottaa ongelmia perinteisille tietojärjestelmille. Lohkoketjua käyttämällä tietojen jakaminen ja asiakirjojen hallinta on helpompaa. Rakennusteollisuus perustuu paljolti vahvuuksien/arvon hallintaan. Tieto voidaan tallentaa lohkoketjuun, jolloin tieto ja vahvuudet kulkeutuvat kaikille tiedon tarvitseville. Rakennustyömaan johdon hallintaan kuuluu luottamus, läpinäkyvyys ja turvallisuus, lohkoketjuun tallennut paperit ovat kaikkien saavutettavilla. (Perera ym. 2020.)

Rakennusteollisuuden toimitusketjujen hallinta on haastavaa. Ohjelmat ovat monimutkaisia ja niiden läpinäkyvyys on heikkoa, mikä taas vähentää osapuolten luottamusta toisiinsa sekä maksujen turvallisuutta. Toimitusketjujen ollessa lohkoketjussa lisääntyy maksujen turvallisuus, tuotteet ovat vaatimuksen mukaisia, maksut ovat tehokkaasti käsiteltävissä ja rahoituskustannukset alenevat. Lohkoketjut tarjoavat luottamusta toimittajien ja asiakkaiden välillä, myös tarkastuksille tulisi lohkoketjun käyttöönoton myötä lisää avoimuutta. (Perera ym. 2020.)

Lohkoketjuihin voidaan perustaa sopimusperusteinen alusta automaattisille maksuille. Älysopimukset huolehtivat rahan maksun ja siirron. Kunnossapitojärjestelmän ja huollon suunnittelun ollessa lohkoketjussa järjestelmä on tehokas, aikaa säästävä ja turvallinen. Huoltopyynnöt, hankintaprosessit ja maksut voidaan laittaa älysopimuksilla

automaattisiksi. Jätehuolto, energian ja vesikaupan hallinta voidaan huomioida tarjonnan ja kysynnän mukaan. (Perera ym. 2020.)

### **Toimitusketjut**

Lohkoketjut tarjoavat hyvät tekniset ominaisuudet luotettavaan tiedon jakoon ja omistuksen/ arvon siirtoon toimijalta toiselle (Chang & Chen, 2020). Lohkoketjujen tiedon muuttumattomuus ominaisuuden ansiosta, siirretty data säilyy ehyenä ja muuttumattomana ja tiedon siirto on turvallista (Huanhuan ym. 2020; Chang & Chen, 2020.) Lohkoketjuja käytettäessä tiedonsiirto on nopeampaa ja tehokkaampaa verrattaessa perinteisiin alustoihin ja tiedonsiirtoon sähköpostilla. (Huanhuan ym. 2020; Chang & Chen, 2020). Toimitusketjun kaikki osapuolet pääsevät tarvittaviin tietoihin käsiksi, eikä ylimääräisiä ohjelmistoja tarvita. Liiketoimiin meneviä maksuja voidaan pienentää, kun tapahtumakirjauksiin ei kulu samalla tavalla kustannuksia. Lohkoketjut alentavat tapahtumakirjauksien kustannuksia ja lohkaketjut ja älynsopimukset poistavat prosessivikoja ja parantavat maksujen ja sopimusten tehokkuutta. (Chang & Chen, 2020; Huanhuan ym. 2020). Kaikilla asianomaisilla toimittajilla, jakelijoilla, valmistajilla ja asiakkailta ollessa kopiot tapahtumista ja pääsy katsomaan tietoja prosessivirtauksen etenemisen seuraamiseksi, ei ole tarvetta kolmannelle osapuolelle, joka on luotettava viranomaisena. (Chang & Chen, 2020).

Lohkoketjuun tallennetut tiedot auttavat toimitusketjun toiminnan tehostumista kuten tietojen jäljitettävyyttä. (Chang & Chen, 2020; Huanhuan ym. 2020.) Organisaatiot säästävät kustannuksista, jotka aiheutuvat tietojen hankkimisesta ja tietojen alkuperän jäljittämisestä. (Chang & Chen, 2020). Lohkoketju yhdistettynä IoT:hen mahdollistaa reaaliaikaisen monitoroinnin ja tuotteen tarkan seurannan, mm. lämpötilojen seurannan ja mittauksen. (Chang & Chen, 2020; Duan ym. 2020). Mikäli esimerkiksi ruoka on pilaantunut, ruuan takaisinkutsu on helppoa ja se saadaan kohdistettua tiettyyn erään (Duan ym. 2020). Organisaation hallinnon hyödyt liittyvät toimintojen ja tietojen suurempaan läpinäkyvyyteen ja auditoitavuuteen. Tietojen peukalointi ja väärennys on lohkaketjun avulla vältettävissä, joten jäljitettävyyden tukee myös organisaation päätöksentekoa (Huanhuan ym. 2020).

Nykyisten toimitusketjujen jäljitettävyyden on tehotonta, tiedoissa on paljon epäsymmetriaa ja toimitusketjuja on vaikea hallita. Lohkoketjujen uskotaan tuovan ratkaisun näihin ongelmiin. (Duan ym. 2020.) Organisaation hallinnon hyödyt liittyvät toimintojen ja tietojen suurempaan läpinäkyvyyteen ja auditoitavuuteen. (Huanhuan ym. 2020). Jotta

lohkoketjusta tulisi yleisemmin käytetty tulisi teknisiin haasteisiin saada muutos kuten transaktioihin, turvallisuuteen, yksityisyyteen, estokapasiteettiin ja virrankulutukseen. (Chang & Chen, 2020).

### **Oppilaitokset**

Oppilastietojen hallinta ja datan vaihto on tehokasta lohkoketjussa. Oppilaiden identiteetin todennettavuus ja digitaaliset todistukset voidaan hoitaa lohkoketjun kautta. Oppilaiden arviointien siirtyessä lohkoketjuun, pystyttäisiin parantamaan oppilaiden oppimistuloksien ja suorituskyvyn arviointia. Synteesin yhteentoimivuus katsotaan lisäävän oppilaiden yhteen toimivuutta. Lohkoketjujen katsotaan myös tukevan oppilaiden tulevaisuuden uran suunnittelua. (Alammary ym. 2019.)

Lohkoketjun käyttö opetuksen yhteydessä on vielä alkutekijöissä. Lohkoketju pohjaiset sovellukset ja tutkimukset keskittyvät ensisijaisesti luottamukseen, yksityisyyteen ja turvallisuuteen liittyviin ongelma-kohtiin koulutusympäristössä. Koulutuslalla lohkoketjua voitaisiin käyttää opiskelijoiden akateemisten todistusten ja opintosuoritusten alustana. Lohkoketju tarjoaa luottamusta ja korkean yksityisyyden tason. Lohkoketju voisi toimia myös sertifiointialustana, jolloin viranomaiset voisivat pyytää lohkoketjuun tallennettuja koulutustietoja ja dataa pystyttäisiin lohkoketjun kautta jakamaan. Oppilaat pääsisivät käsiin omiin tietoihinsa ja vain tietyt sertifioidut organisaatiot saisivat tallentaa lohkoketjuun tietoja. Lohkoketjua ehdotetaan myös oppimisen ja opiskelutuloksien jakamiseen ja opiskelijoiden ammattitaidon arvioimiseen. (Alammary ym. 2019.)

Lohkoketju tarjoaa etuja koulutukseen, luomalla turvallisen alustan opiskelijoiden tiedon jakamiseen, alentamalla kustannuksia, sekä lisäämällä luottamusta ja avoimuutta. Lohkoketju tuo mukanaan myös ongelmia ja haasteita kuten turvallisuus, yksityisyys, kustannukset, skaalautuvuus ja saatavuus. Näistä syistä lohkoketjua ei vielä juurikaan käytetä opetuksessa. (Alammary ym. 2019.)

### **Terveystiedot**

Viron hallitus on ensimmäinen, joka käyttää lohkoketju pohjaista ratkaisua terveystietojen säilytykseen. (Sanka ym. 2021). Tulevaisuuden lohkoketjujen terveystietojen mahdollisuudet liittyvät IoT ja lohkoketjun yhdistymiseen terveystiedoissa. IoT laitteet antavat reaaliaikaista ja luotettavaa tietoa asiakkaiden voinnista ja potilaiden kuntoa voidaan

paremmin seurata kotoa käsin. (Abu-elezz ym. 2020; De Aguiar ym. 2020.) Nykyisen terveydenhuoltojärjestelmän ongelmiin luetaan datan epäjohdonmukaisuudet, tietojen kaksoiskappaleet ja se, etteivät potilaat pääse näkemään ja hallitsemaan omia tietojaan. Lohkoketjut nähdään mahdollisuutena ratkoa näitä ongelmia. (Sanka ym. 2021.) Tällä hetkellä lohkokejtua käytetään lähinnä terveystietojen jakamiseen ja turvaamiseen, (Sanka ym. 2021; De Aguiar ym. 2020). lääkkeiden toimitusketjujen hallintaan ja potilaiden seurantaan (De Aguiar ym. 2020).

Tietojen muuttamattomuus varmistaa myös lääketietojen oikeellisuuden ja luotettavuuden tahattomien ja tahallisten virheiden hävitessä. (De Aguiar ym. 2020; Abu-elezz ym. 2020.) Lohkoketjun käytön jälkeen on todettu vähemmän väärennettyjä lääkkeitä, (Abu-elezz ym. 2020). vaikka tämä Suomesta katsottuna olisi pieni ongelma, on sillä maailmalla merkitystä.

Ei kliinisiin hyötyihin lukeutuvat myös sairausvakuuksien hallinta. Sairasvakuutus-teollisuuden silmissä tietojen muuttumattomuus on suurin parannus. Jaetun kirjanpidon ansioista lääkärit ja vakuutusyhtiöt pääsevät asiakkaan tietoihin käsiksi ja lohkokejtu takaa tietojen muuttumattomuuden ja eheyden. (Abu-elezz ym. 2020.)

### **Kiertotalous**

Tietojen jako ja läpinäkyvyys ovat kiertotaloudessa kaiken perusta. Lohkoketjut tarjoavat hyvän alustan, jossa näitä tietoja voidaan jakaa. (Böckel ym. 2021.) Kiertotaloudessa lohkokejtuja voidaan hyödyntää kiertotalouden suunnittelussa, tuotannossa ja liiketoimintamalleissa. Lohkoketjun avulla voi rakentaa tehokkaasti tietoinfrastruktuurin, joka tukee resurssitehoa ja kiertotalouden uusiutuvaa tuotantopistettä. Lohkoketjun avulla materiaalin talteenotto, kunnostaminen ja kierrätys on vaivatonta. Valmistajat ja kuluttajat voivat seurata aine- ja resurssivirtojaan eri toimitusketjujen läpi. Lohkoketjut tarjoavat hyvän alustan tiedon jaolle, mutta lohkokejtu ei tarjoa kestävää suunnittelua, eikä tuotteiden maksimaalista käyttöä. Näihin kiertotalouden haasteisiin on keksittävä omat ratkaisut. (Böckel ym. 2021.)

### **Energiatalous**

Energiajärjestelmätoiminta voi hyötyä paljonkin lohkokejtu teknologiasta toiminnan, markkinoijan ja kuluttajan näkökulmasta. Energiataloudella nähdään olevan paljon

samoja ominaisuuksia kuin virtuaalivaluutoilla, jonka takia energiatalouden nähdään voivan hyötyä lohkoketjuista tarjoamalla läpinäkyvää, häiriötöntä ja turvallista hyödykkeiden vaihtoa. (Di Silvestre ym. 2020.) Varsinkin uudet uusiutuvat energianlähteet hyötyvät lohkoketjuista, jotka tarjoavat avoimia, keskeisiä ja väärinkäytöksiltä suojaavia liiketoiminnan tapahtumapaikan. Lohkoketjut tarjoavat uuden jakamistaloudelle sopivan alustamallin sovelluksille, jossa kuluttajilla ja pienillä tuottajilla on aktiivinen rooli. Lohkoketjut ovat kiinnostuksen kohteina monissa tutkimuksissa ja kaupallisilla puolueilla. (Andoni ym. 2019.)

### **Rahoituspalvelu**

Lohkoketjut tarjoavat asiakkaille ja organisaatiolle turvallisuutta ja lisääntynyttä avoimuutta, jotka vaikuttavat markkinoiden hinnoitteluun ja kustannuksiin. Lohkoketjut tarjoavat mahdollisuuden tallentaa eri alueiden ja eri pankkien maksuhistorioita turvallisesti ja näin estämään petoksia. Lisääntynyt tapahtumien läpinäkyvyys, tehostettu jäljitettävyys ja tapahtumien lisääntynyt nopeus tuovat yhteiskunnallisesti etuja. (Ali ym. 2020.)

Rahoituspalveluiden lisääntynyt säätely ja talouskasvun puutteesta vuonna 2008 alkanut finanssikriisi ovat ajaneet rahoituspalveluiden tarjoajia ottamaan käyttöön uutta edistyksellistä tekniikkaa, kuten lohkoketjutekniikkaa. Lohkoketju parantaa avoimuutta ja turvallisuutta, joka johtaa tehokkuuteen ja kustannussäästöihin. Lohkoketju helpottaa prosessin automatisointia ja sujuvuutta vähentämällä manuaalista työtä. Organisaatiossa säästyy aikaa ja tapahtumat lisäävät avoimuutta ja turvallisuutta. Luottamus on ongelma digimaksuissa, erityisesti mobiilimaksamisessa on tarve löytää luotettava palvelun tarjoaja, joka pystyy hoitamaan todennuksen, varmennuksen ja tilien selvityksen. P2P-verkon hajautetut transaktioalustat tarjoavat vastauksen ongelmaan. (Ali ym. 2020.)

### **Teollisuus**

Kestävyys on pakottava tarve ja tekninen haaste nykyisessä yhteiskunnassa. Kestävällä kehityksellä on sosiaalisia, taloudellisia ja ympäristöllisiä ulottuvuuksia. Tuotteiden valmistus vahingoittaa ympäristöä, mutta ihmiskunnan tarpeet ja mukavuus ajaa kehitystä. Kestävydestä on tullut koukuttava strategia riskien ja epävarmuuksien vähentämiseksi, mutta myös kuluttajien vaatimuksien tyydyttäjäksi. Kestävällä kehityksellä pyritään energian säästöön ja resurssien tuottavuuteen teollisuuden alalla. (Leng, 2020.)



Kestävä kehitys on kestävämpiä tuotteita ja palveluita, sosiaalista valmistusta, ver-  
taistuotantoa ja avointa tuotantoa. Kestävän kehityksen ensisijainen tavoite on taloudelli-  
nen kestävyys. Lohkoketju on uusi työkalu turvallisuuteen, kestävyteen, järjestelmän  
joustavuuteen ja tehokkuuteen. Tuotteiden hallinta lohkoketjussa tarjoaa tuotteen elin-  
kaaren aina hallintayhteisön suunnittelijoista, valmistajista, kokoajiin asti yhteen tieto-  
kantaan, jolloin tuotetietojen jakaminen ja sopimusten tekeminen on vaivatonta ja help-  
poa. (Leng, 2020.)

## **IoT**

IoT (Internet of Things) mahdollistaa fyysisten objektien muodostamaan yhteyden digi-  
taaliseen maailmaan. Kuitenkin IoT:n ominaisuudet luovat uudenlaisia uhkia turvallisuu-  
teen ja yksityisyyteen liittyen, jonka takia IoT ei ole vielä levinnyt laajalle. Lohkoketju-  
teknologialla ja sen ominaisuuksilla kuten hajauttamisella uskotaan olevan vastaus uh-  
kiin. (Viriyasitavat ym. 2019.)

Lohkoketjujen pysyvyys ja auditoitavuus parantavat nykyisiä ja luovat uusia liike-  
toimintamalleja kohti digitalisaatiota, avoimuutta ja automaatiota (Viriyasitavat ym.  
2019). Lohkoketju tarjoaa hajautetun tavan tallentaa tietoa, joka on muuttumatonta, luot-  
tettavaa ja lohkoketjussa toiminta on anonyymia. (Sengupta ym. 2020). Lohkoketjua voi-  
daan käyttää jäljittämiseen ja suurantaan ja lohkoketjuihin pystytään koordinoimaan lu-  
kemattomia liitettyjä laitteita ja keräämään ennennäkemätön määrä dataa. (Sengupta ym.  
2020; Viriyasitavat ym. 2019).

Lohkoketjuissa data on turvattua. Lohkoketju poistaa yksittäiset vikapisteet ja tarjoaa  
joustavan ekosysteemin laitteiden toiminnalle, mikäli yhden toimijan laitteet kaatuisivat  
eivät tiedot siltikään vaarannu. Turvallisuutta lisää lohkoketjujen käyttämät salausalgo-  
ritmit, jotka auttavat asiakkaiden datan pysyvän yksityisenä. (Sengupta ym. 2020.)

## **Julkinen hallinto**

Käytettäessä lohkoketjuja virkamiesten tehtävät muuttuisivat enemmänkin lohkoketjujen  
ylläpitämiseen, muuttamiseen ja hallintaan. Merkittävä etu olisi myös koordinointimah-  
dollisuuksien lisääminen eri toimijoiden välillä hajautetun asiakirjan välillä ja viestinnän  
tehostuminen (Cagigas ym. 2021.)

Lohkoketjut helpottavat yleisen järjestyksen ja julkisten palveluiden liittyviä toimintoja. Lohkoketjut tuovat helpotusta esimerkiksi hallinnollisiin prosesseihin, hyvinvoinnin tarjoamiseen ja säätelykäytäntöjen luomiseen. Lohkoketjut mahdollistavat taloudellisen tehokkuuden ja avoimuuden.

Kolme tärkeintä ominaisuutta, jota hyödynnetään ovat:

1. lohkoketjupohjaiset julkiset infrastruktuurit, jotka parantavat koordinoitua ja tiedon jakamista hallitusten, yritysten ja kansalaisten kesken.
2. Älykaupunkien jatkokehityksessä lohkoketjujen uskotaan olevan puuttuva palanen, joka yhdistää AI:n (tekoäly), IoT sovellukset, Big Datan ja pilvipalvelut. Kun tiedot ovat avoimessa, hajautetussa ja muuttumattomassa tietokannassa, se on tehokas ja turvallinen tapa hallita tietoa ja palveluita.
3. Viimeinen tärkeä osa missä lohkoketjuja hyödynnetään ovat toimitusketjut. Toimitusketjuissa tiedon reaaliaikainen saatavuus ja eheys sekä se, ettei tietoja tarvitse uudelleen kirjata auttavat merkittävästi kustannusten vähentämisessä. (Cagigas ym. 2021.)

Suurimmat edut liittyvät taloudelliseen tehokkuuteen ja jäljitettävyyteen. Julkisten asiakirjojen hallinnassa lohkoketju tuo parannusta palveluiden tehokkuuden parantamiseen, ajan ja rahan säästämiseen ja turvallisempaan infrastruktuuriin. Haasteena voidaan pitää säätelyyn liittyviä epävarmuuksia. (Cagigas ym. 2021.)

Julkisissa paikoissa lohkoketjuja on eniten tutkittu asiakirjojen hallinnan, terveydenhuollon, kansainvälisen kaupan, tullin, äänestyksen, ympäristön suojelun, julkisten hankinnoiden, elintarviketurvallisuuden, digitaalisen identiteetin, energian ja sosiaaliturvan osalta. Julkisten tietojen hallinnassa tietojen saatavuus paranee lohkoketjuja käytettäessä. Hajautettu tilikirja mahdollistaa tietojen nopean saatavuuden, eikä myöhästymisiä tiedon saatavuuteen tule. Lohkoketju vähentää myös rekisterimaksuja ja varmentaa, että tiedot ovat ajan tasalla kaikkialla lohkoketjussa. Dubain ja Georgian hallitukset ovat muuttamassa julkisia tietojaan lohkoketjupohjaisiin järjestelmiin. Tiedon hajautuneisuuden ansiosta data ei vaarannu yhden viranomaisen kaatumiseen. (Cagigas ym. 2021.)

Julkisten tietojen säätelyyn tarvitaan kuitenkin vielä säätelyviraston varmistamaan tarvittavat ehdot, jotta lohkoketjussa tehtävät sopimukset ovat laillisia. Myös tietojen siirtäminen useasta eri viranomaistahosta lohkoketjuun tuottaa haasteita lohkoketjun syötetyn tiedon muuttumattomuus ominaisuuden takia. Pitäisi löytää yhteiset säännöt, miten toimitaan ristiriitaisissa tiedoissa. Terveystieteiden lohkoketjuja voidaan hyödyntää tiedon jäljitettävyydessä. Potilaat pystyvät paremmin kontrolloimaan omia tietojensa.

Potilaan ja lääkärin välinen kommunikaatio ja yhteydenpito on helpompaa ja asiakkaan yksityisyys säilyy hyvin. Tämä vaatii kuitenkin opastusta ja harjoittelua, etenkin vanhemman väen keskuudessa. (Cagigas ym. 2021.)

Lohkoketjuja voitaisiin käyttää verojärjestelmässä. Veroviranomaisten ja tullitoimiston välisessä yhteistyössä lohkoketun jäljitettävyyden ja läpinäkyvyys auttaisivat pääsemään helposti ja nopeasti petosten jäljille. Lohkoketjuja voitaisiin myös käyttää parantamaan tulliviranomaisten välistä koordinaatiota. Tulli voisi käyttää tietoja tehostamalla lasteja ja keskittyä tavaroihin, joita ei ole jo esikäsitelty. Tullitoiminnalle on välttämätöntä lohkoketjujen laillistamisen standardointia. Lisäksi oikeudellisesti tulee selvittää mihin lainkäyttövaltaan sovelletaan kansainvälisiä lohkoketjuja ja mitä lakeja tulisi noudattaa. (Cagigas ym. 2021.)

Äänestyksen kannalta lohkoketju tuo turvallisuutta ja avoimuutta, tarjoten samalla käyttäjille yksityisyyttä. Lohkoketjussa äännet tallennetaan, eikä niitä pääse muokkaamaan ja äänestäjä pystyy jopa tarkastamaan, että hänen äänensä on laskettu. Täysin anonyymi äänestys ei ole mahdollinen, koska äänestäjien henkilöllisyys täytyy tarkastaa. Lisäksi skaalautuvuudessa on omat haasteensa. (Cagigas ym. 2021.)

Lohkoketju yhdistettynä IoT ympäristösuojelupolitiikkaan tulee olemaan mullistava. Älylaitteet mittaavat saasteita ja lähettävät lohkoketjuun tiedon, jolloin viranomaiset pääsevät tietojen jäljille helposti. Lohkoketju voi olla myös hyödyllinen paikka luonnon resurssien seuraamiseen ja hallintaan. (Cagigas ym. 2021.)

Julkisten tietojen asettaminen lohkoketjuun, voisi parantaa hallitusten avoimuutta ja vastuuvollisuutta. Julkiset tiedot voisivat vähentää korruptiota ja muita huolenaiheita. Sääteleykäytännöt ja turvallisuusmekanismit lohkoketjussa antavat reaaliaikaisen tiedon ja tuotteiden jäljitettävyyden. (Cagigas ym. 2021.)

Digitaalinen identiteetti lohkoketjun kautta mahdollistaa tehokkaamman ja helposti saatavilla olevan julkisen palvelun. Hallitus säästää yleiskustannuksista, jotka menevät toimistoihin, puhelinkeskuksiin ja todentamisiin. Viro on ottanut e-rekisterin käyttöön missä kansalaiset ovat vuorovaikutuksissa hallituksen ja muiden sidosryhmien kanssa ja saanut näin tehden vähennettyä kustannuksia. (Cagigas ym. 2021.)



## 4 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 4.1 Tulevaisuuden tutkiminen

Ihmiset ennakoivat toimintaansa monella elämän osa-alueilla. Meillä on tarve suunnitella tulevaa ihan perus askareiden hoidosta lähtien, kuten syömisestä tai terveyden hoidosta. Asiat sujuvat helpommin ennakoimalla tapahtumia ja tekemällä päätöksiä, joilla voidaan vaikuttaa tapahtumien kulkuun. Asiantuntijat pyrkivät saamaan tutkimuksilla tietoja tosiasiasta, kuten etu- ja ristiriidoista, jotta he osaavat tehdä mahdollisemman onnistuneen päätöksen kulloiseenkin ongelmaan. He haluavat kartuttaa tietoa, johon päätöksen voi perustella. Tulevaisuuden tutkimuksen tarkoituksena on siis kartoittaa mahdollisimman todenmukaisia erilaisia tulevaisuuden skenaarioita eli tapahtumapolkuja. (Kamppinen ym. 2002, 21-23.) Liike-elämässä ennakoimisen tarkoituksena on tunnistaa strategisia kehittämis- ja tutkimusalueita, joista hyödytään taloudellisesti, yhteiskunnallisesti tai organisatorisesti. (Ojasalo ym. 2009, 131).

Tulevaisuuden tutkimisen tarkoituksena ei ole ennustaa tulevaisuutta vaan teknisen ja tieteellisen ymmärryksen avulla kartoittaa mahdollisia tulevaisuuksia. Tulevaisuuden tutkimuksella on mahdollista muuttaa maailmaa tekemällä toimenpiteitä tai päätöksiä tiettyjen skenaarioiden suuntaan. Kuitenkin ensin on ymmärrettävä maailman nykytilanne ja se mihin suuntaan sen on mahdollista kehittyä. (Kamppinen ym. 2002, 19-20.)

Skenaario on tulevaisuudentutkimuksen yksi peruskäsitteistä. Skenaariossa on alku ja lopputilanne, joiden väliin on kuvattuna välitilanteita, josta skenaario voi haarautua. (Ojasalo ym. 2009, 131). Skenaario on synteettinen perusteltu etenemistapa, joka esittää tapahtumaketjun vaiheiden todennäköisiä tapahtumia, lopulta johtaen tiettyyn kuvailtuun tulevaisuudentilaan. (Hynynen ym. 1979, 12; Ojasalo ym. 2009, 131.)

Tarkasteltaessa tulevaisuuden tutkimuksen avulla tietotekniikan uutuuksia on viiden vuoden aikavälillä perusteltua, koska tietoteknisten sovellusten kehitystahti on niin nopeaa. (Mannermaa, 1999, 20). Tulevaisuudentutkimuksen tarkoituksena on muodostaa nykytilanteen, menneisyyden, tutkimustilastojen, asiantuntijahaastatteluiden ja aikasarjojen avulla perusteltuja kehityskulkuja tulevaisuudesta. (Mannermaa, 1999, 20-21). Tulevaisuudentutkimuksen tarkoituksena on vaikuttaa nykyhetkessä tehtäviin päätöksiin eikä etsiä tulevaisuutta koskevaa totuutta. Tulevaisuuden tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää suoraan organisaatioissa päätöksenteon apuvälineinä. Toinen vaihtoehto on tarjota yhteiskunnallisesti keskustelun aiheita ja inhimilliselle toiminnalle välineitä.

Merkitävimmissä tulevaisuudentutkimuksessa löytyvät seuraavat pääpiirteet:

1. Tulevaisuudentutkimuksen pääperiaate on, että tulevaisuuksia on useita erilaisia vaihtoehtoja yhden tulevaisuuden sijasta.
2. Ihminen hahmottaa ja ajattelee tulevaisuutta eri aikaväleillä.
3. Ajatus siitä, että ihminen pystyy vaikuttamaan tulevaisuuteen. Tulevaisuudentutkimuksessa määritellään ei toivottuja kehityssuuntia ja näin henkilöillä on mahdollista tehdä toimia ei toivottujen kehityssuuntien toteutumiseen.
4. Tulevaisuuden tutkijat toimivat etiikan mukaan, jolloin ihmisillä on halun lisäksi velvollisuus toimia niin, ettei pahimmat skenaariot toteudu. (puhuttaessa väestö ja ympäristö skenaarioista)
5. Tulevaisuudentutkimuksen kohde ja ympäristö tulisi nähdä kokonaisuutena ja ymmärtää näiden välinen vuorovaikutus.

(Mannermaa, 1999, 22-23.)

Yhteiskunta pyrkii sopeutumaan muutoksiin määrittelemällä viitekehyksiä kehityspoluista. Kun kehityspolut ovat selvillä, pystytään paremmin suuntaamaan toimintaa haluttuun lopputulemaan. Tulevaisuuden tutkimuksessa pyritään määrittelemään toivottu tulevaisuuden suunta ja löytämään kanavat, miten se saavutetaan. (Hynynen ym. 1979, 3-5.)

## 4.2 Tulevaisuuden skenaariot

Tulevaisuudentutkimuksen taustalla on kolme perusfilosofiaa: deskriptiivinen-, skenaarioparadigmanen ja evolutionaarinen ajattelutapa. Deskriptiivinen tulevaisuudentutkimus on lähestymistapa, joka esittää tulevaisuuden ennusteita kuvailevasti, jotka pohjautuvat menneisyyden kehityslinjoihin. Tätä tutkimustapaa käytetään usein väestö- ja talousennusteissa. Evolutionaarinen tulevaisuudentutkimus etsii yhteiskunnallisesta kehityksestä evolutionaarisia prosesseja. Skenaariotutkimuksessa ensisijainen tarkoitus on kartoittaa useita erilaisia laaja-alaisia hahmotelmia tulevaisuudesta käsikirjoitusten eli skenaarioiden muodossa. Skenaarioita voidaan luoda hyvin erilaisista tutkimuskohteista. Skenaarioiden arvo ei määräydy sen mukaan kuinka todennäköinen on sen todentuminen, varsinkin jos skenaariossa esitetään huomattava uhkakuva tai ilmiötä, joka olisi hyvin tavoiteltava. (Mannermaa, 1999, 25-26.) Tässä tutkimuksessa taustalla vaikuttaa skenaarioparadigmmainen lähestymistapa.

### 4.3 Delfoi-haastattelu

Tässä tutkimuksessa käytetään asiantuntijahaastattelua, joka on osin teemahaastattelun muunnelma (Alastalo ym. 2017). Ominaista teemahaastattelulle on, että vain osa haastattelun näkökohdista on lyöty lukkoon. Haastattelua määrittää ennalta määritetyt aihepiirit ja haastattelu etenee ennalta sovittujen teemojen mukaan. Haastattelijalla voi siis esittää tarkentavia kysymyksiä ja haastateltavan vastauksista esille tulevia lisäkysymyksiä. (Hirsijärvi & Hurme, 2001, 47-48.) Haastatteluja käytetään luomaan pohjana tulevaisuuden skenaarioiden muodostamiselle.

Tutkimuksessa asiantuntijahaastattelu toteutetaan Delfoi-tekniikalla, joka soveltuvatkin hyvin pohjalle, kun rakennetaan tulevaisuuden skenaarioita. (Mannermaa, 1999, 147-149; Kuusi, 2002, 207). Koska tutkimuksen tarkoituksena on selvittää lohkoketjujen tulevaisuuden näkymiä, niin haastattelut toteutettiin Delfoi-menetelmällä. Delfoi-menetelmä kehitettiin RAND-yhtiössä 1950-luvulla Yhdysvalloissa. (Tapio, 2014, 169). Delfiteknikka tai toisilta nimiltään Delphiteknikka tai Delfoiteknikka on tulevaisuuden tutkimukseen sovellettu ja kehitetty menetelmä. Alun perin Delfiteknikkaa käytettiin päätöksenteon ja suunnittelun tukena, sittemmin käyttö on laajentunut käytettäväksi myös tulevaisuuden skenaarioiden tuottamiseen. (Mannermaa, 1999, 146.)

Delfoi-menetelmän alkuperäisenä tarkoituksena on ollut koota asiantuntijoilta mahdollisimman yhtenevä mielipiteiden tulos. (Mannermaa, 1999, 146; Kuusi, 2002, 207). Vaikka Delfoi-menetelmän alkuperäinen tarkoitus on koota mahdollisimman yhteneväiset ajatukset tutkittavan asian tulevaisuudesta, tässä tutkimuksessa ei pyritä saamaan asiantuntijoiden yksimielistä näkemystä, vaan kuten Kuusi (2002, 210-211) esittää, Delfoiteknikan soveltajien tarkoituksena on saada useampia hyvin perusteltuja näkemyksiä tulevasta kehityksestä suunnasta. Tarkoituksena on tunnistaa asiantuntijoiden kannanottojen avulla vaihtoehtoisia tulevaisuuden kehityksen mahdollisuuksia ja näkemyksiä. Asiantuntijoiden näkemyksistä haetaan tietystä aiheesta yhtäläisyyksiä ja eroja. (Alastalo ym. 2017; Kuusi, 2002, 205.) Asiantuntijat hahmottelevat Delfoi-prosessin kuluessa megatrendejä ja skenaarioita. Anonyymiys edistää heikkojen signaalien esiin tuomista, koska esittäjä ei joudu alustavia näkemyksiään häpeämään (Kuusi, 2002, 212; Ojasalo ym. 2009, 134.) Delfoi-haastatteluissa haastateltavien laatu on tärkeää, eikä haastateltavien määrää. (Kuusi, 2002, 217). Tässä tutkimuksessa on keskitetty asiantuntijoiden valintaan, tästä syystä asiantuntijat haastatteluun on valittu kolmelta eri osa-alueelta. Asiantuntijalla on tietystä aihealueesta kattavaa tai erityistä tietoa, joita ei maallikolla ole.

Asiantuntijan tieto voi olla tieteeseen, ammattiin tai instituutioon perustuvaa tietoa. Asiantuntijoita haastatellaan koska, heillä oletetaan olevan erityistä tietoa tutkittavasta asiasta. Tavoitteena on hyödyntää asiantuntijoiden erityistietämystä ja niiden avulla tuottaa uutta tietoa. Kohteena ei itsessään ole asiantuntija, vaan asiantuntijalla oleva tieto. (Alastalo ym. 2017.)

Delfoi-menetelmässä on yleisesti tunnistettu kolme pääpiirrettä:

1. Tunnistamattomuus
2. Kyselykierroksia on useampia
3. Tutkimuksen palaute. (Kuusi, 2002, 206).

Perinteisesti on lähetetty kyselylomakkeita tai sähköposteja, joiden tiedot on käsitelty luottamuksellisesti. Lomakkeissa vastausprosentti jää kuitenkin usein heikoksi, (Kuusi, 2002, 206.) joten tutkimuksessa on päädytty haastattelemaan henkilöt. Haastattelija kokoaa haastateltavien näkemykset yhteen niin, ettei ne ole haastateltavien tunnistettavissa. Haastateltavien vastaukset pysyvät anonyymeinä, jotta persoonat tai statukset eivät vaikuta kommentteihin. (Alastalo ym. 2017.)

Delfoi-menetelmässä haastattelut tehdään useammassa osassa. Ensimmäisellä haastattelu ja kyselykierroksella haetaan asiantuntijoilta kommentteja ja näkemyksiä esitettyihin kysymyksiin. Näkemykset toimitetaan uudelleen haastateltaville, jolloin heillä on mahdollisuus kommentoiden ja kehittää toistensa argumentteja. Mahdollisuus on muuttaa omaa näkemystään tai antaa voimakkaampia vastalauseita eriävästä mielipiteistä. (Alastalo ym. 2017; Tapio, 2014, 169.)

Delfoi-tekniikkaa käytetään usein esitettävien tulevaisuuden skenaarioiden aineiston keräämiseen. Tekniikan hyviin puoliin lukeutuu, ettei haastateltavien tarvitse olla maantieteellisesti lähekkäin. Kaikki saavat samanarvoisesti äänensä ryhmätyössä kuuluviin, ilman että osa porukasta dominoi vastauksia. Anonyymiys mahdollistaa sen, että uskalletaan tuoda rohkeatkin tulevaisuuden visiot ilmi, ilman että on vaarana kasvojen menetys. Delfoi-menetelmä on kohdannut myös kritiikkiä siitä, että tutkimus vaati resursseja paljon (aikaa ja rahaa) ja tulokset ovat epäoleellisia. Asiantuntijoiden yksimielisyys ei takaa asioiden oikeellisuutta ja tärkeää onkin valita oikeat asiantuntijat tutkimuksen onnistumiseksi. (Kuusi, 2002, 210; Hynynen & ym. 1979, 94-96.) Tässä tutkimuksessa ei tarvitse pelätä tutkimusten tuloksien olevan itsestään selviä, koska aihe alue on niin uusi ja vähän tutkittu Suomessa tulevaisuuden skenaarioiden osalta.



## Delfoi-haastattelun toteutus

Delfoi-tutkimuksen panelistien valinta on tärkeä osa tutkimuksen onnistumisesta. Asiantuntijoiden tulee olla oman tieteenalansa huippuosaajia. Tutkimus on haastava toteuttaa, koska haastateltavat tulee saada sitoutettua myös haastattelun toiseen osaan. (Ojasalo ym. 2009, 134.) Tähän tutkimukseen on valittu henkilöitä yritys-, koulutus- ja päättäjäpuolelta. Yritystason haastateltavat ovat Suomessa tunnettuja ja johtavan tason henkilöitä. Heillä on kokemusta lohkoketjuteknologian käytöstä ja käyttöönotosta. Koulutustason henkilöt ovat henkilöitä, jotka myös ammattinsa puolesta ovat olleet lohkoketjujen kanssa tekemisissä. Heillä on työnsä puolesta ensisijaista näkemystä ja tietämystä lohkoketjujen tutkimisesta ja uusista teknologioista. Päättäjätason henkilö on valittu sillä perusteella, että henkilöllä on näkemystä ja tuntemusta lohkoketjuista julkisen puolen hankkeiden puolelta, sekä tietämystä siitä miten ollaan parhaillaan ja tulevaisuudessa valtiotasolla tukemassa lohkoketjuihin liittyviä hankkeita. Taulukossa 2. esiteltynä haastateltavien tiedot ja haastatteluiden kestot.

**Taulukko 2 Asiantuntija haastateltavat**

ID	1. Haastattelun kesto	2. Haastattelun kesto	Toimiala	Tehtävänimike	Kokemus lohkoketjuista
H1	48min	22min	Yrityspuoli	Liikkeenjohdon konsultti	kolme vuotta
H2	48min	23min	Yritys/julkinen puoli	Hajautetun kryptosysteemin asiantuntija	kuusi vuotta
H3	1h18min	44min	Opetuspuoli	Tutkija/opettaja	viisi-kuusi vuotta
H4	45min	24min	Julkinen hallinto	ITC-erityisasiantuntija	neljä vuotta
H5	1h13min		Yrityspuoli	TJ	neljä vuotta

Suomessa ollaan lohkoketju teknologian osalta vielä alussa, joten voidaan todeta haastateltavien olevan kattava ja osaava otos Suomalaisesta lohkoketju asiantuntija osaamisesta. Haastateltavilla voidaan sanoa olevan pitkä kokemus lohkoketjuista ja lohkoketjuteknologiasta, ottaen huomioon sen, että kyseessä on uusi teknologia Suomessa.

Ensimmäinen haastattelukierros toteutettiin toukokuun 2021 aikana. Haastattelut pidettiin Zoom-etäpalaverina, jotka nauhoitettiin. COVID-19- pandemian aiheuttavien rajoitusten ja haastateltavien maantieteellisen etäisyyden vuoksi Zoom oli hyvä ratkaisu haastatteluille. Haastatteluiden jälkeen haastattelut litteroitiin.

Haastatteluiden litteroinnin jälkeen tulevaisuuden skenaariot muodostettiin Kuusi & Kamppinen (2002, 163) laadintaprosessia mukaillen. Laadintaprosessi kuvataan tarkemmin kappaleessa 4.1.

Luodut skenaariot lähetettiin asiantuntijoille sähköpostitse ja pyydettiin kommentointia skenaarioista. Onko skenaariot asiantuntijoiden mielestä validit, onko jotain lisättävää tai onko jokin asia mistä heillä on eriävä mielipide. Uudet lyhyet haastatteluajat sovittiin, jossa skenaariot käytiin läpi asiantuntijoiden kanssa ja heillä oli mahdollista tarkentaa omia näkemyksiään ja lisätä skenaarioihin omia ajatuksia.

Asiantuntijoiden uudelleen kuulemisen jälkeen skenaarioita muokattiin ja ne saivat lopulliset muotonsa. Litterointi toteutettiin Microsoft Wordin litterointityökalua hyväksikäyttäen ja viimeistely tehtiin käsin korjaten. Haastattelussa tärkeintä on esiin tullut asiasältö, eikä se miten asioita on kerrottu, litteroinnin ei ole tarpeen olla kovin yksityiskohmainen. (Alastalo ym. 2010, 425). Tutkimuksessa on lainauksia hieman muutettu luettavaan muotoon, kuitenkin niin, että asiantuntijoiden sanoma on muuttumaton. Valmiiden skenaarioiden jälkeen asiantuntijoille lähetettiin lopulliset tutkimuksen lainaukset ja heillä oli mahdollisuus muokata omia lausuntojaan.

## 5 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tulevaisuustutkimuksen muodostaminen voidaan aloittaa vastaamalla kolmeen perushaasteeseen. Pyritään selvittämään mikä on todennäköistä, mikä on mahdollista ja mikä on haluttavaa. Tapahtuman todennäköisyyttä tutkitaan selvittämällä megatrendejä ja asian nykytilannetta. Mahdollisuuksien tutkimiseen käytetään heikkojen signaalien tulkintaa. Haluttavuutta tutkitaan etsimällä toimijoiden keskeisiä intressejä ja visioita. (Kuusi&Kamppinen, 2002, 163.)

Tutkielmassa on käytetty tulevaisuuden kartan laadinnassa Kuusi & Kamppinen (2002, 163) laadintaprosessia

1. Nykytilan kuvauksen luominen
2. Yhteisen vision hahmottaminen
3. Megatrendien määrittäminen
4. Heikkojen signaalien määrittäminen
5. Skenaarioiden luominen tutkimusmateriaalin avulla
6. Tapahtumapolkujen laatiminen skenaarioittain
7. Lähiajan toimenpiteiden kartoittaminen

Nykytilan kuvauksessa on käytetty haastattelussa asiantuntijoiden vastaamista kysymykseen mitä hyötyä asiantuntijat näkevät lohkoketjuteknologian tuovan, ja missä he näkevät lohkoketjuteknologian olevan tällä hetkellä. Lohkoketjuteknologian hyödyntämisessä ja käyttöönotossa ollaan Suomessa tällä hetkellä vielä hyvin alkutekijöissä. Voidaan todeta, että yleisesti kansalaisten keskuudessa virtuaalivaluutat alkavat olla tunnettu käsite, mutta teknologia sen takana on yleisesti heikosti tunnettu. Teknologiaa hyödynnetään varsin vähän ja Suomessa olemme vielä lasten kengissä asian suhteen. Haastatelussa tuli ilmi näkemyksiä Suomen yleisestä uusien teknologioiden omaksumisen mallista siitä, että helposti Suomi odottaa mitä muu Eurooppa kehittää ja Suomi pyrkii jälkijunassa nopealla aikataululla omaksumaan teknologian. Tällaisen toiminnan takana ei tarvitse ottaa riskejä, mutta hyödyt uuden teknologian ensimmäisinä omaksujina ja pioneereina jäävät saamatta.

*”Edelleenkin tuskastuttavan hitaasti on käyntiinlähtö tapahtunut erityisesti Suomessa. Muualla maailmalla on jo huomattavasti rohkeammin lähdetty liikenteeseen. Esimerkiksi tämä konkreettinen meitä kaikkia koskettava Koronavirus, niin Kreikassa rokotetodistuksen tekninen ratkaisu pohjautuu lohkoketjuteknologiaan. He lähtivät rohkeasti lohkoketjuteknologiaa hyödyntämään siinä, mikä on ihan tosi pioneerityötä siellä puolella tehty.” H4*

Vaikka yleisesti ottaen olemmekin hitaasti omaksumassa teknologiaa, on meillä ollut muutama ihan globaalisesti merkittävä ja onnistunut pioneerihanke, kuten DIAS digitaalinen asuntokauppa-alusta. Korona-pandemia joudutti hankkeen nopeata käyttöönottoa ja voidaan todeta asuntokaupan käyvän tällä hetkellä suurimmaksi osaksi lohkoketjupohjaisen sovelluksen kautta.

*”Onhan esimerkiksi Suomen tämä asuntokauppa. Asuntokauppa järjestelmät DIAS, niin sehän on kryptopohjainen nykyisin... Aika isokin juttu Suomalainen asuntokauppa, että kyllä onnistumisiakin on.” H4*

Toinen paikka missä Suomessa tällä hetkellä hyödynnetään lohkoketjuja ovat kuljetuksien seuranta. Kuljetuksen seurantaa hyödynnetään varsinkin tuore- ja kylmätavarakuljetuksissa, jolloin saadaan tuotteen ja tavaran lämpötiloista ajankohtaista tietoa. Tällä hetkellä Suomessa myös DHL käyttää tehostettua kuljetuksen seurantaa, se auttaa heitä saamaan tarkempaa tietoa missä kuljetus menee, sekä vähentämään rahtikirjojen kirjauskuluja. Nämä ovat kytkettynä globaalipohjaisiin järjestelmiin.

*”Logistisista ketjuissa olevat yritykset ovat kytkeytyneitä globaaleihin lohkoketju pohjaisiin järjestelmiin. Eräs kuljetusfirman digijohtaja kertoo, että heille se tarkoittaa vaan sitä, että he saa paremman laatuista rahtikirja tietoa aikaisemmin, kuin ne on ennen saanut. Aikaisemmassa vaiheessa parempilaatuista dataa...”*

*Sitten suomessa on krypto puolen osaamista paikoittain tosi kovaa ja se on ihan globaalisti etunenässä.” H1*

Finanssialalla on Suomessa osajia ja suomi on finanssialalla yksi huipuista. Finanssialalla on tehty myös pioneerihankkeita, jotka ovat olleet onnistuneita, mutta niitä

ei olla kuitenkaan otettu käyttöön. Suomi on etunenässä ollut kehittämässä digitaalista ID:tä, josta Suomessa vastaa mm. Findy-osuuskunta. Tutkimuksen teon aikana EU:sta on tullut päätös, että jokaisen EU- maan tulee tarjota kansalaisilleen digitaalinen identiteetti. Digitaalinen identiteetti ja asioiden digitalisoiminen tekee muun muutostyön helpoksi.

*”Ei tässä ole mistään jälkeen jääty. Mitä ne jutut mitä Suomessa esimerkiksi digitaalisen identiteetin puolella on tapahtunut, niin kyllä me ollaan ihan sillä eturintamassa. Asiat ei ole vaan kehittyneet vielä sillä tasolla, että varsinaista tuotantokäyttöä missään olisi. Sanoisin vielä pari kolme vuotta tulevaisuudessa niin silloin ollaan oikeasti uudessa maailmassa.” H2*

Lohkoketjuteknologian käyttöönotto vaatii niin teknistä osaamista kuin organisaation sisäistä hyväksyntää muutokselle. Siinä onko Suomessa osaamista ottaa lohkoketjuteknologiaa käyttöön, ollaan hieman kaksijakoisissa tunnelmissa. Osa haastateltavista uskoi, että osaamista on Suomessa tarpeeksi, mikäli on kysyntää ja mikäli osaamista ei tällä hetkellä ole, osaamiselle ei ole tällä hetkellä tarvetta. Toinen puoli haastateltavista taas uskoi, että Suomessa on osaajista pulaa. Tarvitsemme lisää osaajia, sekä lohkoketjujen teknisen toteutuksen puolelle, että kaupallisen ja hallinnollisen toteutuksen puoleen ja käyttöönottoon.

*”Suomessa nyt toistetaan sitä osaajapulaa vähän turhankin kanssa. Mutta nämä tietyt asiat perustuu ohjelmointikieliin, jotka ei ollut vielä edellisvuonna olemassa ja vaatii aika syvällistä osaamista eri osa-alueista. Sanotaan että on vaikea löytää sellaisia henkilöitä, jotka olisi edes kiinnostunut niistä kaikista alueista mitä vaaditaan sen vähän syvällisempään omaksumiseen, niin osaajapula on aika iso.” H5*

Osa asiantuntijoista uskoo osaamispulan ratkeavan itsestään, kun aika on sopiva.

*”En hirveästi olisi huolissani siitä onko osaamista. Sitten kun suunta on selvillä, että mitä pitää tehdä, niin sitten kyllä sinne porukkaa rupeaa tulemaan. Jotakin siinä vaiheessa sitä oppii. Oppii ymmärtämään, että tuonne kannattaa suuntautua ja itseänsä sivistää.” H2:*

Toimialojen kehittyminen tiettyyn suuntaan vaikuttaa siihen, miten teknologiaa omaksutaan käyttöön. Mikäli Suomesta ei tällä hetkellä löydy osaajia lohkoketjutekniikan puolelta, on siihen tulossa muutos. Oulun Yliopisto tekee muiden yliopistojen ja korkeakoulujen kanssa yhteistyötä Tehoa Lohkoketjuista- hankkeen avulla, jolloin Suomeen saadaan monipuolista ja moniosaista osaamista alalle. Lohkoketjut ovat monimutkainen asia ymmärtää, eikä auta, että pelkästään tekniikka osataan. Jotta pystymme hyödyntämään teknologiaa tehokkaasti, meidän tulee ymmärtää lohkoketjuja hyödyntävää toimialaa laajalti. Mikäli toimijoita on mukana useasta eri toimialasta ja eri koulutuspaikasta, saadaan kattava ja monipuolinen osaamisjoukko. Ei pelkästään teknologian osalta.

Haastatteluissa kävikin ilmi, jotta teknologiaa pystytään kattavasti hyödyntämään ei teknologian osaaminen ja sen kehittyminen ole suurin ongelma, vaan ennemminkin organisaatioiden sisäinen hyväksyntä ja organisaatioiden rakennemuutokset. Nämä ovat asioita, joiden muuttaminen on haastavaa ja hidasta.

*”Se tietämys kyllä saadaan kasaan, mutta se isompi ongelma on se ymmärrys siitä, että pitää miettiä omia työtapoja ja myös bisnesmallit menevät uusiksi. Jos internetti aiheutti aika monelle bisnesmalli puolueessa päänvaih-  
vaa niin You have seen nothing yet. Ja se varsinainen murros tulee siinä, kun se mitä tämmöinen hajautettu maailma tekee, niin esimerkiksi suuruuden ekonomia ei välttämättä päde niin hyvin kuin aikaisemmin. ” H2*

*” Että olisiko osaamisesta. Ei ole riittävästi. Nythän yliopistoissa opetusta tarjotaan. Vihdoinkin on tullut ja on jo näköpiirissä, että niitä osaajia varmaan tulee. H4*

--

*Niin tämän uuden arkkitehtuurin ymmärtäminen on kyllä tosi iso työ eikä tapahdu kovin nopeasti, että kyllä siihen menee aikaa. Mutta tosiaan mun mielestä ehdottomasti tarvittaisiin sitä ymmärrystä lisää ja osaamista lisää. H4*

Taulukossa 3 on esitetty Peste-analyysi lohkoketjuteknologian uhkista ja mahdollisuuksista. Analyysi on laadittu asiantuntijahaastatteluiden perusteella. Taulukon jälkeen kuviossa 4 on esitetty haastatteluissa esiin tulleet lohkoketjuteknologian heikkoudet ja vahvuudet.

**Taulukko 3 Peste-analyysi lohkoketjujen käyttöönotosta**

<b>Peste-analyysi lohkoketjujen käyttöönotosta</b>	<b>Uhat</b>	<b>Mahdollisuudet</b>
<b>Poliittinen</b>	-Lainsäädännön puuttuminen -Lainsäädännön rajoitukset -Verotuksen epäselvyys -Aluepolitiikka	-Euroopan yhtenäistämisen säädösten osalta -Tukitoimien ja rahoituksen saaminen
<b>Ekonominen</b>	-Julkisen rahoituksen puute -COVID 19 pandemian aiheuttama talouskriisi -Aloituskustannukset -Käyttökustannukset	-Pandemian jälkeinen talouskasvu
<b>Sosiaalinen</b>	-Muutosvastarinta -Suuret toimijat menettävät valtaansa -Valtaa käytetään väärin	-Koulutuksen lisääminen -Organisaatiossa työskentelyn yhdenvertaistus
<b>Teknologinen</b>	-Teknologiasia ongelmia ei saada ratkaistua mm. kustannuksien osalta	-Teknologian kehityksen myötä saadaan ongelmiin ratkaisuja
<b>Ekologinen</b>	-Eettiset kysymykset -Energian kulutus	-Ekosysteemien muodostamisen helppous, kierrätyksen helppous, tehokkuuden lisääntyminen

Lohkoketjuteknologian vahvuudet Suomessa	Lohkoketjuteknologian heikkoudet Suomessa
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koulutetaan osaajia korkeakouluissa</li> <li>• Meillä on teknistä osaamista</li> <li>• Muutama onnistunut pioneerihanke</li> <li>• Valtio mukana kehittämässä hankkeita</li> <li>• Tuleva 6G ratkoo teknisiä ongelmia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olemme vielä alkutekijöissä</li> <li>• Tarvitsemme lisää osaajia</li> <li>• Muutostarve organisaation sisällä</li> <li>• Muutostarve tiedon jakamisen asenteeseen</li> <li>• Meiltä puuttuu selkeät regulaatiot</li> <li>• Meiltä puuttuvat esimerkkitapaukset ja suunnan näyttäjät</li> </ul>

**Kuvio 4 Lohkoketjujen vahvuudet ja heikkoudet Suomessa**

Yhteisen vision luonnissa asiantuntijat ovat antaneet omat näkemyksensä siihen, missä he näkevät lohkoketjujen olevan Suomessa käytössä 5-vuoden päästä. Missä kohdassa Suomi on menossa lohkoketjuteknologian käyttöönoton elinkaari/hype käyrällä. Haastattelussa ilmeni eri teknologioiden kulkevan eri kehityspolkua. Suomessa ollaan tällä hetkellä useassa paikassa aika alussa. Kuitenkin finanssiala ja asuntokaupat ovat alana sellaisia, joissa voidaan sanoa meidän olevan maailman huippuluokkaa. Mikäli lohkoketjuja tarkastellaan hype käyrällä voidaan sanoa lohkoketjuteknologioiden olevan vielä alkutekijöissä ja innovators alueella. Ainoastaan virtuaalivaluutan ja asuntokaupan osalta voidaan sanoa olevamme jo chasmin ylittäneet. Asiantuntijat arvioivat meidän pääsevän yleisesti teknologian kehityksessä chasmin yli kolmen-viiden vuoden aikana. Tämän jälkeen kehitys on nopeaa.

Lohkoketjujen kehitystä ja käyttöönottoa ajaa tarve muuttaa toimintaa paremmaksi. Muutos lähtee tarpeesta kehittää jokin toiminto paremmaksi. Julkisella puolella tarvetta voivat ajaa rajat ylittävä luottamuksen tarve ja kustannusten säästöt, jotka tulevat paperitoimintojen poistuessa. Rajat ylittävällä luottamuksella tarkoitetaan Euroopasta tulevien säädösten toimeenpanoa. Tiedossa on esimerkiksi PEPPOL yhteneväinen laskutusstandardi, joka ajaa Eurooppaa yhteneväisemmäksi ja näin tuovat Suomelle painetta myöskin ottaa uusia tekniikoita ja teknologioita käyttöön.

*”Paljon tulee esille tätä rajat ylittäviä palveluiden, niiden toteuttamisen helpottamista erityisesti tuossa Eurooppalaisessa lohkoketju yhteistyössä. Tavallaan kun on olemassa se yhteinen lohkoketju, tai se yhteinen*



*luottamuksen taso, niin on helppo sitten ymmärtää, että siihen tietoon voi luottaa paremmin. Esimerkiksi tämä käyttötapaus mikä hyvin havainnollistaa tätä työtä on Georgian court of authors, missä pyrittiin tehostamaan Eutukien, esimerkiksi rakennerahasto tukien raportointia. --*

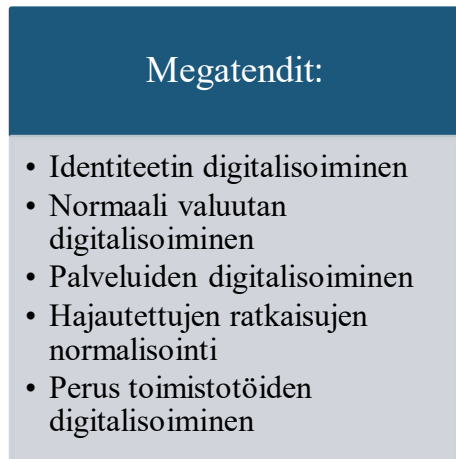
*Se että miten saataisiin virtaviivaistettua niin, että raportointityö työllistäisi huomattavasti vähemmän jäsenvaltioita, me voitaisiin läpinäkyvämmiin nähdä, että mihin niitä rahoja on käytetty. H4*

Viiden vuoden kuluttua lohkoketjuteknologia alkaa olla yleisesti tunnettu. Meillä olisi konkreettisia yrityksiä ja esimerkkejä siitä, miten teknologiaa voidaan hyödyntää. Asia olisi normalisoitunut ihmisten keskuudessa niin, ettei meidän tarvitse mennä teknologia edellä vaan voimme yleisesti puhua vain lohkoketjuteknologian tuomista hyödyistä kuten tehostetusta toiminnasta, luotettavuuden parantamisesta ja omaisuuserien digitalisoinnista. Asiantuntijat nostavat lohkoketjujen suurimmaksi eduksi luotettavuuden lisääntymisen. Lohkoketjut tarjoavat kryptografiikkaan perustuvan luotettavuuden hyödyntämisen, jolloin tieto on läpinäkyvää ja tiedon siirto on helppoa. Kun toimijat voivat luottaa annettuun tietoon ja kommunikointi perustuu todennettavaan faktaan se mahdollistaa asioiden uudelleen tekemisen. Pystytään tehostamaan ja yksinkertaistamaan perinteisiä sopimus pohjaisia ratkaisuja. Kaupankäynnin, rahoituksen ja sopimuksen prosessit tulevat muuttumaan. Tärkeimmäksi nostettu, uudenlaisen luottamuksen saavuttaminen, mahdollistaa sellaisille palveluille ja toiminnoille, missä luottamus on toiminnan avainasemassa. Kuten haastateltava toteaa:

*”Lohkoketjuteknologian avulla yritysten verkostot, ekosysteemit, toiminta tai siis arvoketjut pystyvät ryhtymään jakamaan tietoa yhteisestä arvoketjusta ilman, että kenenkään tarvitsee olla se, joka kontrolloi sitä tietoa eli tämä möinen voisi sanoa niin kuin trustless ympäristö, jossa voidaan luottaa siihen, että teknologia hoitaa sen luottamuksen yritysten välille. Eli tiedonjako yritys verkostoissa tai ihan arvoketjuissa on toinen mistä missä hyötyä saadaan.” H1*

Megatrendit tulivat tutkimuksessa esille kysyttäessä lohkoketjujen käyttöönottoa lyhyellä aikavälillä, sekä kysyttäessä lohkoketjun todennäköistä tulevaisuutta viiden vuoden päähän. Asiantuntijat arvioivat suurimmaksi megatrendin vaikuttajaksi asioiden,





**Kuvio 5 Lohkoketjujen megatrendit Suomessa**

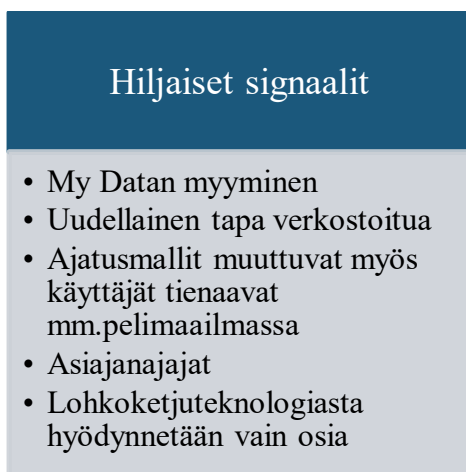
Hiljaisia signaaleita tiedusteltiin yllättävillä toimialan hyötyjillä. Yllättäviin hyötyjiin nousivat oman datan kontrollointiin ja myyntiin liittyvät asiat. Ihmisellä olisi mahdollista itse päättää oman datansa tallennuksista ja käytöstä. Ihmiset voisivat halutessaan määrittää, mitä mainoksia he sosiaalisen median kautta ovat valmiita katsomaan. Samalla tavalla pelimaailmassa asiantuntijat näkevät muutoksen niin, että tulevaisuudessa pelaista pelaajien on mahdollista saada korvausta, jolloin pelien kehittäjien lisäksi myös pelaaja voi tienata pelaamalla peliä tai menestymällä pelissä. Sosiaalisen median ja pelien osalta käyttäjän on mahdollista saada konkreettista hyötyä kuten valuuttaa/krediittiä käyttäessään tiettyjä palveluita tai tuotteita.

*”Tällä hetkellä käytetään erilaisia markkinatutkimuksia ja raateja, jotta yritykset ymmärtävät mikä on näiden asiakkaiden tai potentiaalisten asiakkaiden tarpeet. Nythän pystyisi potentiaalisten asiakkaiden massana saadun My Datan avulla räätälöidä asiakkaille potentiaalista tuotetarjontaa ja asiakas saisi käytetystä datasta korvauksen.” H3*

Uudenlaiset alustat mahdollistaisivat myös uudenlaisen verkostoitumisen ja henkilöiden hyötymisen verkostoitumisen kautta. Keskeytetyn alustatalouden muuttuminen hajautetuksi, mahdollistaa uudenlaisen verkostoitumisen. Haastatteluissa nousi esille ajatus siitä, että yrityspuolella lohkoketjuteknologiaa voitaisiin hyödyntää paloissa. Ei ajateltaisi lohkoketjun kokonaisvaltaista ja kaikkien osien hyödyntämistä, vaan pilkottaisiin lohkoketju niin sanotusti osiin ja hyödynnettäisiin vaan niitä osia, mitä kukin yritys tarvitsee toiminnassaan hyödyntää.

*”Onko lohkoketjuista apua yrityksille päätökset näen vähän yksiulotteisina, että siinä nähdään kaikki tai ei mitään. Mä näen henkilökohtaisesti, että toteutuksessa on muutamia ominaisuuksia, esimerkiksi se, että voidaan järjestelmätasolla ajaa prosesseja. --Ei sen tarvitse olla lohkoketju kaikki ne tietoturvallisuuden ja avaimen salaukseen, vaan siitä voisi ottaa vaikka sen äly sopimus osuuden tai kerroksen ja hyödyntää sitä jossain ihan muussa kontekstissa. Tällaisissa paloissa niin se on helpommin sovellettavissa. ” H5*

Esille nousi myös asianajajien yllättävät hyödyntämismahdollisuudet. Näitä hyödynnetään jo testamenttien ja sopimus pohjaisten sopimusten teossa. Älysopimukset yhdistettynä lohkoketjuun mahdollistavat uudenlaisia sopimusratkaisuja, joita asianajotoimistot voivat hyödyntää. Alla kuvio 6. hiljaisten signaalisen yhteenvedosta.



**Kuvio 6 Lohkoketjujen hiljaiset signaalit Suomessa**

## 5.1 Skenaariot ja toimintastrategiat skenaarioiden muodostamiseksi

Lohkoketjujen tulevaisuuden skenaariot on luotu viiden vuoden päähän. Skenaariot on jaettu kolmeen osaan; mikä on lohkoketjuteknologian kehityksen uhkakuva, mikä on todennäköistä, sekä mitkä alat olisivat ennalta arvaamattomat hyötyjät lohkoketjuteknologian saralla. Skenaariot ovat luotu asiantuntijahaastatteluiden perusteella.

*Skenaario 1. Lohkoketjut osana arkeamme. Todennäköinen tulevaisuudenkuva viiden vuoden päähän.*

Lohkoketjuteknologian toivottu ja todennäköinen tulevaisuus ovat hyvin lähellä toisiaan. On todennäköistä, ettei Suomi ole lohkaketjuteknologian kehityksen kärjessä, mutta emme kuitenkaan ole jääneet kehityksestä jälkeen. Meillä on muutama onnistunut pioneerihanke, joka on globaalisti merkittävä. Muuten otamme mallia siitä, miten muualla Euroopassa toimitaan ja pystymme omaksumaan nopeasti teknologiat ja innovaatiot, mitä muualla Euroopassa on kehitetty.

Lohkoketjuteknologian käyttö on yleistynyt ja ohjelmistoyrityksien tehdessä yrityksille tarjouksia, yksi mahdollinen ja todennäköinenkin vaihtoehto tehostaa yrityksen toimintaa on tarjota lohkaketjuteknologiaan perustuva ratkaisu. Lohkoketjut ovat tulleet osaksi arkea ja suuri yleisö on hyväksynyt teknologian käytön. Lohkoketjujen ongelmat kuten suuri energiankulutus ja kallis käyttöönotto saadaan ratkaistua tekniikan osalta.

*”Mä näkisin, että lohkaketju jotenkin arkipäiväistyisi, että sille kävisi vähän samalla tavalla kuin internetille kävi silloin 90- luvulla... Niin samalla lailla mä haluaisin, että se lohkaketjuteknologia jotenkin sulautuisi ja häipyisi sitten taka-alalle, että se on siellä business as usual tyyppisenä asiana mahdollistamassa asioita paljon ketterämmin ja joustavammin ja luotettavammin ja läpinäkyvämmiin. Se että jollain tavalla me päästäisiin tästä hypestä siihen konkretiaan, että se olisi se 5 vuoden tasolla ja olisi jokin alue missä se olisi lyönyt itsensä läpi todella hyvin. Se että lohkaketju olisi jo ihan arkipäivää, vaikka esimerkiksi se digitaalinen identiteetti. Se olisi minusta ihan hyvä saavutus.” H4*

Kansalaisilla on yleisesti käytössä digitaalinen ID. Digitaalinen ID mahdollistaa esimerkiksi julkisten palveluiden digitalisoinnin, joten palveluiden toteuttaminen ja tiedon siirto on nopeaa. Digitaalisen ID:n valmistumisen ja käyttöönoton puolesta puhuu valtion mukana oleminen tukemassa projektia sekä se, että Euroopassa on vastaavia hankkeita menossa. Pystymme ottamaan digitaalisen ID:n käyttöön eturintamassa muiden Euroopan maiden kanssa. Digitaalisen identiteetin myötä myös terveydenhuollon siirtyminen lohkaketjuihin on helpompaa. Tällä hetkellä terveydenhuollossa esiin tulleita lohkaketjun haasteita, kuten tietojen muuttumattomuutta voidaan ratkoa älysopimusten kanssa.

Digitaalisen ID:n lisäksi meillä on normaalivaluutan digitaalinen versio. Euron digitaaliversio ajaa verotuksen ja virtuaalivaluuttojen normalisoitumiseen ja yhdenvertaistamiseen normaalin valuutan kanssa.

Suuret yritykset saavat rahoitusta lohkoketjuhankkeisiin, heillä on suuret visiot ja tuottoprosentit oman toimialan hankkeiden kehitykseen. Avoimissa lohkoketjuissa nähdään tulevaisuus ja avoimet lohkoketjut tuovat myös pienemmille toimijoille mahdollisuuden ottaa teknologiaa käyttöön ilman yritysten suuria investointeja.

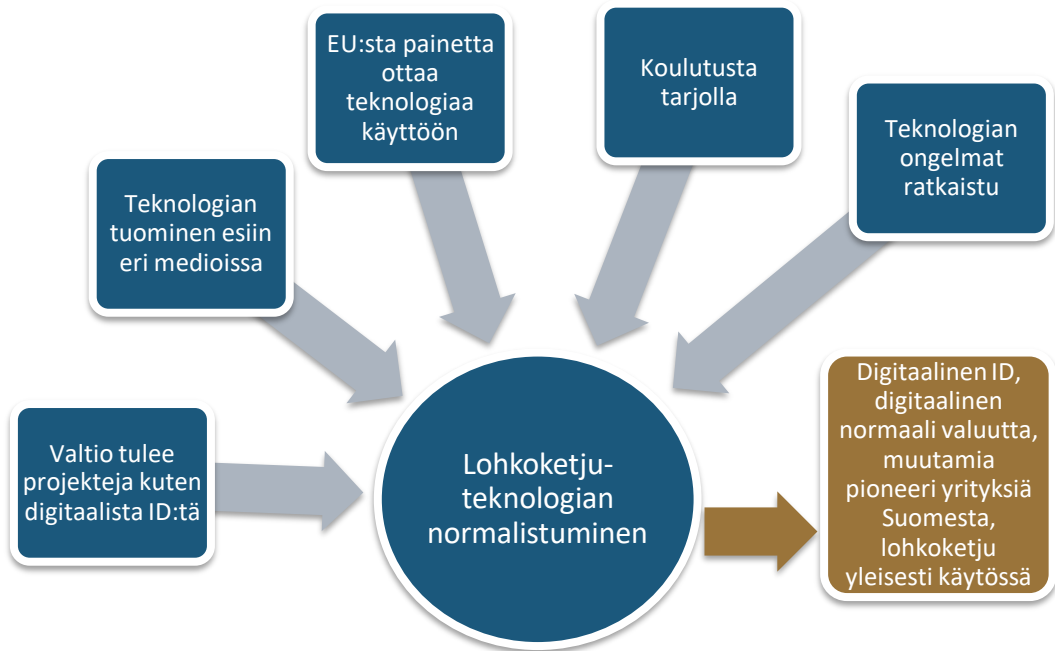
*”Nyt on vahvasti nähtävillä, että avoimemmat lohkoketjut yleistyvät kuten vaikka VeChain ja tämän tyyppiset, jotka on rakennettu ratkaisemaan joku tietty ongelma kuten toimitusketjun jäljitettävyys, mutta ne on hajautettu ja avoimia. Mä uskon, että ne tulee olemaan se mistä se todellinen kasvu tulee ja mitä yritykset alkaa käyttämään, koska muuten sä joudut rakentamaan omalla rahalla tavallaan aina uudelleen sen koko lohkoketjun johonkin IBM:n pilveen ja se on vaan kallista ja kompleksia ja siinä se hajautuksen idea jää vähän puolivillaiseks. --”H1*

Tarvitsemme konkreettisia esimerkkejä siitä, miten yritykset ovat hyötyneet lohkoketjuteknologian käytöstä. Konkretia ja kannustavat esimerkit luovat tietoisuutta teknologiasta ja kiinnostus teknologiaa kohtaan kasvaa. Teknologiaa virtuaalivaluuttojen takana tulisi tehdä tunnettavammaksi, jotta siitä osattaisiin olla kiinnostuneita. Tarvitsemme oikeita onnistumisia, ei pelkkiä pr-lupauksia ja tempauksia.

Tarve ja paine teknologian käyttöönotolle tulee Euroopasta. Säädöksen myötä tulee tarve yhtenäistää Eurooppaa esimerkiksi digitaalisen ID:n tai rajat ylittävien yhteneväisten rahtikirjojen myötä. EU luo meille paineen, jolloin meidän on pakko muuttua muun Euroopan mukana. Tarve ajaa kehitykseen, osaaminen karttuu sen mukaan, mistä on kysyntää. Suomi on alkanut vastaamaan kysyntään koulutuksen myötä. Tällä hetkellä Suomessa koulutetaan yliopistoissa ja korkeakoulujen yhteistyössä lohkoketjuosajia. Osajia tulee, kun on tarpeeksi suuri kysyntä.

Viiden vuoden kuluttua meillä on käytössämme digitaalinen ID, jota hyödynnetään mm. sote palveluissa, pankki palveluissa ja vakuutuksissa. Meillä on käytössä normaalivaluutasta digitaalinen versio ja lohkoketjuteknologiaa hyödynnetään osassa julkisissa palveluissa ja sosiaali- ja terveysalalla. Suomessa koulutustodistukset ovat siirretty

avoimeen lohkoketjuun. Asuntokaupoissa, krypto- ja finanssialalla suurimmaksi osaksi tapahtumat ovat lohkoketjuissa.



**Kuvio 7 Todennäköinen lohkoketjuteknologian tulevaisuus**

*Skenaario 2. Lohkoketjuteknologia -pelkkä hype. Lohkoketjuteknologian uhkakuvat viiden vuoden päähän.*

Lohkoketjujen hypetys ja valtamedioiden kirjoitukset heikentävät yritysten kiinnostusta ottaa lohkoketjuteknologiaa käyttöön. Lohkoketjuista kirjoittaessa puhutaan lähinnä virtuaalivaluutoista ja lohkoketjut rinnastetaan usein Bitcoineihin ja muihin kryptovaluuttoihin, siksi teknologia virtuaalivaluuttojen takana jää huomioimatta. Kryptovaluuttojen kurssien vaihtelut ja kryptokuplan puhkeamiset tuovat negatiivista uutisointia lohkoketjuihin, eivätkä yritykset ole halukkaita satsaamaan uuteen teknologiaan, kun sen yllä on tumma varjo. Lohkoketjuteknologian käyttöönottoa varjostaa myös hypetys ja epärealistiset arvostustasot. Yritysten on vaikea lähteä mukaan teknologiaan, mikäli selvää visioita ei ole näkyvillä tai odotukset ovat hyvin kaukana todellisuudesta. On todennäköistä, että virtuaalivaluuttojen maine hidastaa itse lohkoketjuteknologian käyttöönottoa mutta on epätodennäköistä, että se estäisi kokonaan teknologian käyttöönoton. Koska uuden

teknologian hyötyjä ei nähdä, ei myöskään teknologiaa hyödynnetä. Suomi jää lohkoketjuteknologian kehityksestä jälkeen eikä innovatiivisia ratkaisuja tule Suomesta.

*”Voisi sanoa melkeinpä varmasti tapahtuu niin, että tämän vuoden kolmois tai nelos kvartterilla tulee seuraava kryptokuplan puhkeaminen, niin se tulee samalla tavalla aiheuttamaan jonkunnäköisen lohkoketju krapulan, kun edellinen kryptokuplan puhkeaminen aiheutti. Mä uskon et tulee vielä muutama kuukausi hurjaa kasvua ja sitten tulee iso korjausliike ja sitten kasvu jatkuu ja loppupeleissä ollaan taas korkeammalla. Mutta kun tuommoista tapahtuu, niin siitä tullaan kirjoittamaan, siitä miten ihmiset on sijoittanut niihin ja menettäneet rahansa. Tavallaan niin kuin spekulatiivinen markkina ja teknologiakehitys iloisesti sekaisin, jonka seurauksena taas pariin vuoteen ei teemat ole sitten yritysten agendalla.” H1*

Suuret toimijat kuten pankki- ja vakuutuspuoli pystyvät vaikuttamaan paljon teknologian käyttöönoton aikatauluun. Suuret toimijat voivat jarruttaa käyttöönottoa mutta eivät täysin estää sitä. Hidastaen suuren yleisön käyttöönottoa, suuret toimijat ehtivät itse kehittämään oman vastineen uudelle teknologialle, jolloin he ovat mukana kilpailemassa siitä kenen lohkoketjua käytetään. Näin he säilyttävät kontrollin järjestelmään.

*”Jotkut panee sille stopin kun ei halua, että tämä systeemi tasa-arvostus. Tästä voi tulla myöskin se, että sitä rajoitetaan tai kielletään. Vaikea sanoa miten käy, mutta jarruttavia voimia on, se on hyvä ymmärtää. Ei tämä ole semmoinen mikään nirvana, että tässä saavutettaisiin joku onnella tällä lohkoketjutekniikalla, koska siellä on jotkut jotka menettää. Ne ei halua sitä.*

--

*Siinä mielessä mä luulen, että pankkijärjestelmä ja vakuutusyhtiöt on nyt semmoisia avain toimijoita, että lähtekö siihen mukaan vai pyrkiminen jarruttaa sitä. Kansanväliset luottokorttiyritykset on jarrutellut aika paljon. Se edellinen crypto huuma 2017, sen pani kansanväliset luottokorttiyhtiöt alas, elikkä ne sano irti kaikki nämä ja pakotti pankkeja katkaisee yhteydet näihin cryptovaluutta siis Bitcoin -Ethereum firmoihin.” H3*



Valtion tuki on tärkeässä roolissa lohkoketjujen käyttöönoton kanssa. Mikäli lakeja, säädöksiä ja verotusta ei säädetä virtuaalivaluuttoihin, eikä lohkoketjuihin sopiviksi on teknologian käyttö haastavaa. Tietyillä toimialoilla regulaatiot ovat tarkat ja mikäli näitä ei saada soveltumaan lohkoketjuihin, ei voida lohkoketjuteknologiaa ottaa käyttöön.

Tulevaisuudessa ajatellaan ekosysteemien ja jakoalustojen olevan kehittyneiden ja muuntautumiskykyisten yritysten alusta. Tämänhetkinen organisaatioiden sisäinen yrityskulttuuri hidastaa kehitystä. Yrityksen sisällä ei olla halukkaita muuttamaan organisaation rakenteita tai yrityskulttuuria. Organisaatiot eivät ole halukkaita jakamaan yrityksen sisällä olevia tietoja, vaan haluavat pitää tiedot itsellään ja ajatella tietojen olevan liikesalaisuuksia ja yrityksen omaisuutta. Lohkoketjut pystyvät helpottamaan tietojen jakamista ja tallentamista, mutta se vaatii yritysten yhteistyötä ja rakenteiden muutosta. Lohkoketjut helpottavat tiettyjä toimintoja, jotka kuitenkin toimivat tälläkin hetkellä ihan hyvin. Niin kauan, kun ei tule pakotteita muualta, organisaatioiden ei tarvitse kehittyä eikä muuntautua. Lohkoketjuteknologian transaktio kustannukset ovat tällä hetkellä niin korkeat, etteivät pienemmät yritykset pysty ottamaan käyttöön lohkoketjuteknologiaa. Teknologian tuomat hyödyt jäävät kustannusten jalkoihin, joten yrityksillä ei ole kiinnostusta ottaa lohkoketjuteknologiaa käyttöön.

Lohkoketjujen tuomat negatiiviset sivuvaikutukset liittyvät vallan käyttöön. Kenellä on valta, hän pystyy käyttämään valtaa myös väärin. Kaikki mitä teemme päättyy lohkoketjuihin. Kaikista tapahtumista jää jälki ja ihmiset menettävät yksityisyytensä. Uudenlaiset uhat tulevat näkyville. Sitä mukaan, kun tekniikka kehittyy lisääntyvät myös väärinkäytökset ja tietoa keksitään käyttää väärin.

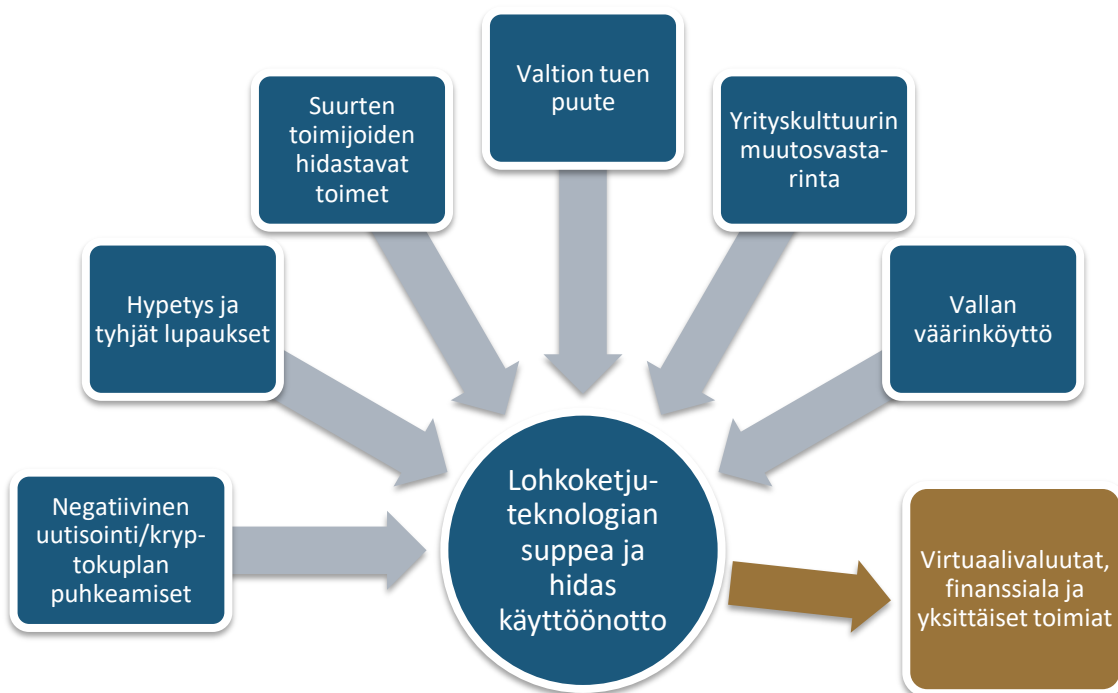
*”Isoveli valvoo on se kaikista pahin pelko elikkä nyt on se riski, että kun nämä tapahtumat on niin peruuttamattomia ja sitten niitä tapahtumia tulee hyvin eri elämän aloilta, sanotaan että sun rahat, transaktiot menee lohkoketjuun. Sitten jos sinulla on jotakin sote tapahtumia, sairaudet, niin ne menee lohkoketjuun ja sanotaan somekin menee lohkoketjuun. ” H3*

Lohkoketjujen myötä ihmiset pystyvät itse hallinnoimaan omaa dataansa. Mutta toisaalta, ihmiset voivat jakaa omaa dataansa ymmärtämättä mihin se menee. Yksittäisten ihmisten tiedon hyödynnettävyys kasvaa, mikäli digitaalinen identiteetti pystytään varastamaan, kaikki tieto menee väärin käsiin. Lohkoketjuissa tieto on teknisesti turvassa,

vaikka tietoa ei hakkeroitaisi teknisin menetelmin, tietoa pystytään urkkimaan ihmisiltä phishing menetelmillä ja huijauksilla.

*”Seurannaisvaikutukset tällaisesta yksilökeskeisestä tiedonhallinnasta. Mitä se lohkoketjuteknologia hyvinkin voi auttaa. Niiden henkilötietojen levittäminen tai se, että sä et ymmärrä kenelle sä annat niitä henkilötietoja ja tällaisen kulttuurin sisäistäminen, niin se tavallaan niitä negatiivisia asioita sitten, että vaikka teknologia mahdollistaa, mut sit me ihmiset kuitenkin käytetään sitä väärin niin. Niin se se olisi varmaan sellainen yks semmoinen synkkä tulevaisuudenkuva. ” H4*

Viiden vuoden päästä Suomessa on käytössä virtuaalivaluutat ja finanssipuolella hyödynnetään lohkoketjuja. Marginaaliset ja yksittäiset toimijat kuten asuntokauppa hyödyntää teknologiaa mutta lohkoketjuja ei yleisesti hyödynnetä yrityksissä. Vaarana on ilman vahvaa pohjaa ja perustekniikoiden hallintaa pudota lohkoketjuteknologian kehityksestä ja uusista ratkaisuista. Emme pääse hyödyntämään osaamistamme, eikä meidän osaajillamme ole mahdollista kehittyä ja menestyä myös globaalisesti.



**Kuvio 8 Lohkoketjuteknologian uhkakuvat**

*Skenaario 3. Lohkoketjut mahdollistavat uudenlaisen ansaintamallin. Lohkoketjuteknologian yllättävät hyötyjät.*

Suomessa on potentiaalia ja osaamista, halutessaan Suomi voisi olla yksi pioneerimaista ja suunnan näyttäjistä lohkoketjujen saralla. Esimerkiksi lohkoketjupohjainen DIAS-asuntokauppanke on osoitus Suomalaisesta osaamisesta, DIAS on kansanvälisestikin merkittävä onnistuminen. Tällä hetkellä valtio tukee lohkoketjuhankkeita, jotka liittyvät pääosin julkisen puolen lohkoketjuihin, kuten terveydenhuoltoon ja digitaalisen identiteetin rakentamiseen. Tällä hetkellä vain suurilla toimijoilla on ollut mahdollista osallistua lohkoketju teknologian käyttöönottoon suurten kustannusten takia. Lohkoketju hankkeita ja uusia innovaatioita pitäisi tukea enemmän valtion puolelta, jotta myös uudet innovaatiot pääsevät toteutumaan.

Valtion tulisi alkaa tukemaan aktiivisesti myös pienempien yritysten lohkoketjuhankkeita. Muita Euroopan maita mukaillen, voimme ottaa COVID-19 elvytystukipaketista osan käyttöön tukemaan uuden teknologian pioneeri yrityksiä. Uudet innovaatioyritykset, jotka usein ovat pieniä, saavat mahdollisuuden kehittyä ja kasvaa globaaliseksi ilmiöksi. Business Finlandin tulisi varata kohdennettua määrärahaa lohkoketjuteknologiaan, kuten se kohdentaa rahoitusta tekoäly hankkeisiin.

Meiltä löytyy osaamista ja voisimme esimerkiksi keskittyä 6G-verkkoon. Tulevaisuudessa matkapuhelimiin on mahdollista valmiiksi rakentaa lohkoketjut ja Suomessa pystyttäisiin kehittämään näihin sopivia sovelluksia.

Lohkoketju mullistaa tavan pelata ja pelit eivät enää maksa, vaan pelien kautta pelaajilla on mahdollisuus tienata itse rahaa.

*”Uskaltaisin sanoa, että se yllättäjä tulee itseasiassa pelimaailmasta. --*

*Muutetaan sitä mallia, että pelaajat ansaitsevat pelaamalla peliä. Se ei olekaan enää se, että pay-to-play, vaan se että luodaan tällaisia mahdollisuuksia missä pelaajat esimerkiksi tietävät miten he voi tienata 100 € kuukaudessa tekemällä tiettyjä asioita. Ja sitten tietysti käyttää sitä rahaa ehkä johonkin muuhun, siihen pelaamiseen tai johonkin muuhun peliin. Mutta se että se malli siitä, että miten niillä peleillä ansaitaan.” H5*

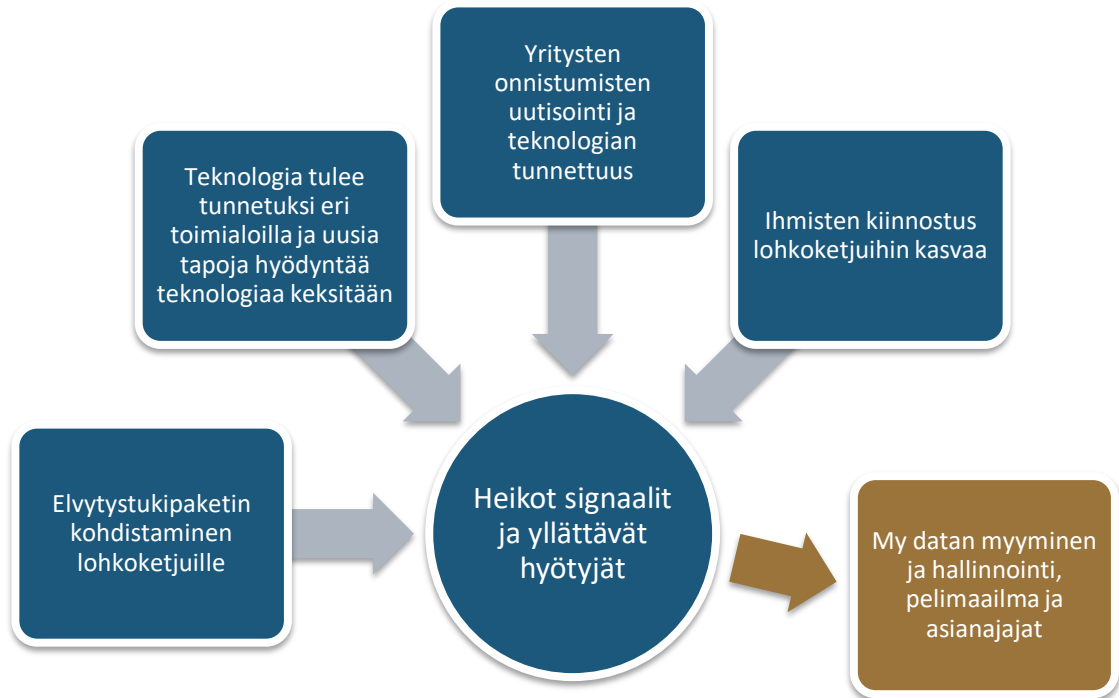
Lohkoketjut mullistavat myös sosiaalisen median. Ihmiset verkostoituvat eri tavalla ja pystyvät itse hyötymään verkostoitumisesta.

*”No sosiaalinen media on mielenkiintoinen ja siinä tää lohkoketjuteknologia voi mahdollistaa ihan uudenlaisia verkostoja. Puhutaan siitä alustatalouden murroksesta ja nämä on tosi merkittävässä roolissa nämä isot alusta toimijat Google ja Facebook ja Alibabat ja mitä Applet niitä nyt sitten onkin. Niin tässä on mahdollista, että ne alustatoimijoiden merkitys muuttuu tai kokee tosi ison murroksen, että nyt tavallaan ihmisille tuleekin entistä helpompia tapoja verkostoitua keskenään saman yhteisen tekemisen äärelle. Tavallaan tällainen keskitetty alusta voikin muuttua hajautetusti alustaksi, niin minusta se on äärimmäisen mielenkiintoinen ajatus ja se voi olla kyllä ihan tosi merkittävä.” H4*

Aikaisemmin yritykset keräsivät tietoa yksilöistä kohdennettuun mainontaan ja omiin tarkoituksiinsa, tulevaisuudessa jokainen pystyy hallinnoimaan omaa dataansa. Henkilöt voivat brändätä itsensä ja myydä ulos tietojaan ja päättää minkälaisia mainoksia haluaa.

*”Hypoteesi on, että jos olemme oikeassa ja oikeasti on keksitty tapa jolla minä itse voin kontrolloida omaa identiteettiäni ja siihen liittyviä faktoja ja niin edelleen. Voin käyttää niitä, miten haluan ja hyödyn sitä itse, niin periaatteessa sosiaalinen media pitäisi pystyä speksaamaan kokonaan uudestaan. Eli se on semmoinen design pähkinä, että mitenkä saadaan Facebook korvattua verkolla, jossa verkon jäsenet hyötyy, ei Facebook. H2*

Viiden vuoden päästä Suomella on mahdollisuus toimia yhtenä suunnan näyttäjistä, joka kehittää lohkoketjuteknologiaa eteenpäin. Lohkoketjuteknologian ennalta arvaamattomat hyötyjä tulevat pelimaailmasta ja sosiaalisesta mediasta. Pelaajat pystyvät itse pelaamalla ansaita rahaa ja sosiaalinen media/MyDatan hallinta mahdollistaa jokaisen itse hallinnoida omaa dataansa ja päättää sen millaisia mainoksia itse haluavat itselleen kohdennettavan. Kolmas yllättävä teknologian hyötyjä on asianajajat, heidän on mahdollisuus tehostaa sopimuksiaan lohkoketjujen ja älykkäiden sopimusten avulla.



**Kuvio 9** Lohkoketjuteknologian yllättävät hyötyjät

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

### 6.1 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa keskitytään lohkoketjujen tulevaisuuden skenaarioihin Suomessa. Tutkimuksen rajauksen ulkopuolelle on jätetty muut uudet teknologiat kuten tekoäly ja IoT ja datatalouden mahdollisuudet. Lohkoketjun ei ole tarkoitus korvata muita tulevaisuuden teknologioita, vaan tutkimuksen on tarkoitus pohtia, onko lohkoketjuteknologiassa paikkaa meidän yhteiskunnassamme?

Pohdittaessa tulevaisuutta ihmisillä on tapana ajallisesti nopeuttaa tiettyjen tapahtumien kulkua ja tietyn toiminnan suuruutta, mutta yhteiskunnallisesti vähätellä sen merkitystä pitkällä aikavälillä. (Kuusi & ym. 2013, 259). Haastatteluissa ilmenneiden vastausten perusteella lohkoketjut olisivat meillä käytössä yleisesti viiden vuoden sisään. Mikäli Kuusi & ym. (2013) teoria aikataulujen nopeuttamista pitäisi paikkaansa, se tarkoittaisi sitä, että lohkoketjuteknologia ei ole yleisesti käytössä viiden vuoden sisään, mutta voidaan uskoa, että teknologian käyttö on kuitenkin suuresti lisääntynyt. Organisaatioiden pohtiessa kannattaako heidän satsata uuteen teknologiaan, päättäjät pystyvät nojaamaan päätöksiään tähän tutkimukseen, joka antaa varmuutta siitä, että lohkoketjuteknologia tulee yleistymään ja yritykset, jotka keksivät digitalisoida tuotteitaan/toimintojaan ovat etulyöntiasemassa ja pystyvät ottamaan nopeammin lohkoketjuteknologiaa käyttöön.

Lohkoketjuteknologiaa verrataan paljon internetin saapumiseen ja sen käyttöönottoon ja sen vaikuttavuuteen yhteiskunnassa. Harva osasi kuvitella vauhtia, millä Internet tuli tunnetuksi. Viidessä vuodessa Internet nousi koko kansan tietoisuuteen. (Mannermaa 1999, 20.) Lohkoketjuilla sanotaan olevan yhtä suuri merkitys teknologialle kuin Internetillä oli aikoinaan. (Johansson ym. 2019, 26). Vaikka itse teknologia ei olekaan niin merkittävä, mutta se mitä lohkoketju voi parhaillaan tarjota on merkittävää. Lohkoketjut pystyvät tarjoamaan kokonaan erilaisen tavan tehdä kauppaa, kun vastakkaiseen puoleen ei tarvitse luottaa, vaan teknologia hoitaa sen puolen. Lohkoketjut tulevat pitkällä aikavälillä muuttamaan tapaamme tehdä töitä ja ajatella asioista, samalla tavalla kuin Internet sai aikanaan muutoksen yhteiskunnassamme ajatella asioita toisesta näkökulmasta ja tehdä asioita toisin. Ennen kun tämä on mahdollista, täytyy kuitenkin saada tekniikan ongelmat kuntoon. Asiantuntijat ovat sitä mieltä, että läpimurto teknisten ongelmien ratkaisemiseen on lähellä. Suurimpina käyttöönoton hidastajina ovat lohkoketjun toiminnan

ja tämänhetkisten transaktioiden suuret kustannukset. Jotta teknologiaa saadaan käyttöön, on nämä ongelmat ratkaistava. Lohkoketjuteknologia-alan asiantuntijat pyrkivät ratkaisemaan ongelman ja tulevaisuuden 6G verkko auttaa toimijoita huomattavasti. 6G verkko on valmiimpi lohkaketjuteknologian käyttöön.

Toinen käyttöönnoton hidastaja on lakien ja säätelyiden puute, jotka nousivat esille niin systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa, kuin asiantuntijahaastatteluissakin. Tällä hetkellä Suomessa on lohkaketjujen ja etenkin virtuaalivaluutan kanssa haasteita verotuksen osalta. Lohkoketjujen verotukseen liittyy olettamia, mitkä eivät välttämättä pidä paikkaansa. Virheet olettamuksissa tulisi korjata ja saattaa tietoisuuteen selkeästi. Verottaja on mukana osassa lohkaketjuhankkeissa, kuten digitaaliseen ID:n kehittämisessä. Kansalliset isot hankkeet, jossa on mukana valtio, verottaja ja yritykset tuovat koko teknologiaa ja sen kehitystä eteenpäin. Suomessa on hyvin tiedostettu ja ymmärretty lohkaketjujen teknologiset ongelmat, kuten suuri energian kulutus ja käyttökustannukset, mutta asiantuntijoilla on kuitenkin luottamus siihen, että ongelmat saadaan ratkaistua pian.

Merkittävä hidastava tekijä on organisaatioiden muutoshalukkuus ja osaamisen puute. Meillä Suomessa löytyy osaamista, jotta pystymme kehittämään uusia innovaatioita ja rakentamaan ratkaisuja yksittäin. Kuitenkin teknologia on nuori ja meiltä puuttuu suurempi ja laajempi osaaminen. Kun asiaa tarkastellaan yritystasolla, niin meillä ei ole osaamista teknisten ongelmien ratkaisemiseksi tai lohkaketjujen rakentamiseksi. Tulevaisuus näyttää olevan valoisa osaamisen lisääntymisen suhteen, sillä meillä on korkeakouluissa koulutusta ja lisäksi mitä enemmän lohkaketjut yleistyvät, sitä enemmän ihmisten kiinnostus ja osaaminen lisääntyvät. Vaikka tarvitsemme juuritason osaamista innovaatioiden kehitykseen, riittää suurimmalle osalle yrityksistä perustason ymmärrys ja se, että osaajia on yleisten lohkaketjusovellusten muokkaamista oman organisaation tarpeisiin. Teknisen osaamisen lisäksi tarvitsemme kaupallista ymmärrystä ja organisaatioiden muutosta, jotta lohkaketjuteknologian suurimmat hyödyt saadaan esiin. Asennemuutokset voivat kestää kauemmin kuin teknologiset muutokset. Muutoshalukkuus nähtiin haastatteluissa enemmän julkisen puolen käyttöönnoton ongelmana ja laajempaan ilmiönä kuin pelkästään organisaatioiden tasolla. Asian suhteen täytyy tehdä aktiivisesti töitä ja näiden asioiden eteenpäinvieminen kannattaa aloittaa heti, jotta teknologian ollessa valmis, organisaatiot saavat hyödyt heti käyttöön.

Asiantuntijahaastatteluissa kävi ilmi, että Suomessa virtuaalivaluuttojen maine varjostaa teknologian käyttöönottoa ja yritysten innokkuutta lohkaketjuteknologiaa kohtaan. Suomessa on vielä varsin vähän teknologian osaajia ja liian suuret odotusarvot ja

lupaukset yhdessä uutisoinnin kanssa hidastavat käyttöönottoa. Suomessa uutisoidaan paljon virtuaalivaluutoista, mutta teknologia sen takana jää varjoon. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa ei tullut esille virtuaalivaluuttojen merkitystä itse lohkoketjuteknologian käytössä negatiivisessa mielessä, kuten taas asiantuntijoiden haastatteluissa se nousi selvästi esille.

Lohkoketjuteknologia kaipaa positiivista uutisointia ilman kryptovaluutta rinnastuksia. Uutisointi pitäisi olla realistista, eikä utopistista tai haavekuvia maalailevaa. Valtion pitäisi rohkeasti lähteä tukemaan lohkoketjuteknologiaan perustuvia hankkeita. Business Finlandin tulisi selkeästi osoittaa tukensa lohkoketjulle, samalla tavalla kuin siellä on hankkeita tekoälylle. Lohkoketjuhankkeille tulisi perustaa oma osasto. Tarvitsemme toimijan, joka on valtion ja yritysten välissä, josta yritykset saavat apua tukirahojen ja lakien suhteen, jotta kehityksessä on mukana alusta saakka verotus ja lainsäädäntö. Toimija, joka voisi olla osana Business Finlandia tai sitten tekee tiivistä yhteistyötä Työ ja Elinkeinoministeriön kanssa. Näin pienten toimijoiden uudet ideat, ajatukset ja keksinnöt saataisiin paremmin esille ja kuulluksi.

Asiantuntijahaastatteluiden avulla luotu todennäköinen tulevaisuuden skenaario voidaan sanoa olevan myös toivottava skenaario. Lohkoketjuteknologian tarkoitus on tarjota vaihtoehto esimerkiksi pilvipohjaisille ratkaisulle, teknologian ei ole tarkoitus ratkaista kaikkia mahdollisia ongelmia. Asiantuntijat ymmärtävät, ettei lohkoketjuista ole ratkaisua kaikille yrityksille, mutta mahdollisuudet eri toimintatapoihin ovat rajattomat. Itse lohkoketju ei ratkaise ongelmia, vaan meidän on osattava käyttää ja sovellettava sitä oikeissa paikoissa. Lohkoketjuteknologialla on ollut myös oma hypensä, johon valitut asiantuntijat mielestäni halusivat välttää joutuvansa. Heillä on ollut näkemystä ja kokemusta siitä, että turhat lupaukset eivät johda mihinkään hyvään, vaan ennemminkin vievät teknologian kehitystä taaksepäin, kun annetaan lupauksia, mihin lohkoketjuteknologian ei ole tarkoituskaan antaa vastauksia. Mutta onko todennäköinen tulevaisuus liian optimistinen, koska sen voidaan sanoa olevan samalla toivottava? Uskon todennäköisen skenaarion olevan realistinen, useat kehityksen kohteet ovat jo toteutumassa ja EU:sta tulee myös painetta esimerkiksi digitaalisen ID:n käyttöönottoon.

Lohkoketjujen tulevaisuuden skenaarioita toimialakohtaisesti ei ole tarpeen miettiä. Tulevaisuuden skenaarioihin nojaten voidaan todeta, että lohkoketjuteknologia tulee olemaan merkittävässä roolissa tulevaisuuden sovelluksen alustana. Teknologian yleistyessä, myös toimialat, jotka eivät vielä käytä lohkoketjuteknologiaa, pystyvät ottamaan teknologian käyttöön nopeallakin aikavälillä. Tutkimuksessa ei tullut esille kaikki



systemaattisen kirjallisuuskatsauksen toimialat, mutta se ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei näillä toimialoilla olisi lainkaan käytössä lohkoketjuteknologiaa tai kehitteillä pioneeri-hankkeita teknologiaan liittyen. Eri toimialojen osallistuminen hankkeeseen olisi selvitettävissä laajemmalla haastattelu otannalla, mutta tämän tutkimuksen kannalta ei ole merkittävää todentaa eri toimialoilla lohkoketjujen käyttöönottoa Suomessa. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tuloksien valossa lohkoketjuteknologian hyödyt ja haasteet ovat hyvin samanlaisia eri toimialoilla. Ei voida sanoa, minkään hyödyn olevan yli muiden, jolloin olisi selvästi jokin toimiala, joka hyötyy teknologiasta eniten. Kysymys on pikemminkin siitä mikä toimiala hyötyy tai ottaa käyttöön teknologian nopeimmalla aikataululla. Tällä hetkellä Suomessa lohkoketjuteknologiaa hyödynnetään toimitusketjuissa ja rahoituspalveluissa. Kuitenkin Suomessa suuremmin käytössä on asuntokaupan hanke DIAS ja pian käyttöön otettava digitaalinen ID. Pioneerihankkeita on koko ajan kehitteillä ja eri toimialat ottavat teknologiaa aktiivisesti käyttöön.

Teknologian ratkaisevaan rooliin käyttöönoton yleistymisessä oletetaan olevan digitaalisen ID:n, jonka ainut järkevä toiminta-alusta on lohkoketju, sillä se avaa paljon mahdollisuuksia niin julkisen hallinnon kuin yrityksen piiriin. Esimerkiksi COVID-19 pandemian aiheuttaneet rajoitukset eri toimialoilla kuten tapahtuma- ja ravintola-alalla ajavat yrityksiä keksimään turvallisia tapoja toimia. Rokotepassi voitaisiin laittaa osaksi digitaalista ID:tä, jolloin palveluiden tarjoajat voisivat varmistua siitä, että tapahtumissa ja ravintoloissa olisi viranomaisten määrittelemä prosentuaalinen rokotesuoja. Tällä hetkellä näyttää siltä, ettei vaadittua rokotesuojaa 80 % väestöstä tulla saamaan täyteen kaikkialla Euroopassa nykyisillä rokoteohjelmilla ja uusien virusvarianttien johdosta. Mielestäni lohkoketjun erityiset ominaisuudet kuten luotettavuus, tiedon alkuperän todennettavuus ja läpinäkyvyys ovat ominaisuuksia, josta voisimme merkittävästi hyötyä COVID-19 pandemian hoidossa. Käytännössä se tarkoittaisi sitä, että voisimme kehitellä sovelluksia, joita tapahtumanjärjestäjät, ravintolat ja hotellit voisivat käyttää. Lippuja varatessa pidettäisiin automaattisesti huolta siitä, että tapahtumissa olisi rokotesuoja. Rokotepassin ollessa osana digitaalista ID:tä myös rokotepassin väärennyksiltä vältyttäisiin.

Tulevaisuuden yllättäjät tulevat sosiaalisesta mediasta ja pelimaailmasta uudenlaisen ansaintamallin kautta. Mikäli tulevaisuudessa henkilöt voivat itse päättää siitä, minkälaisia mainoksia he haluavat vastaanottaa, kohdennetulle mainonnalle tulee ihan uusi merkitys. Pelaajat saavat voittoja peleistään, joita pelaavat ja peliyritykset eivät ole ainoita, jotka hyötyvät peleistä. Tulevaisuudessa voidaan käyttää lohkoketjualustaa niin, että mainoskustannukset menevät mainostajan sijaan suoraan sen henkilön tuloksi, joka

katsoo mainoksen. Henkilökohtainen tulo voi olla tuotteesta lisälennus tai etukortti, joka mahdollistaa suuremman alennuksen saamisen. Tämä tarkoittaisi tämän hetken vaikuttajamarkkinoinnin menettävän merkityksensä ja vaikuttajille tulisi tarve luoda omaa henkilöbrändiään kovemmaksi ja kiinnostavammaksi, koska yritykset pystyvät kohdentamaan mainonnan uudella tavalla suoraan kohdeyleisöön. Ansaitsemismallia voidaan ja tullaan soveltamaan eri toimialoilla, jonkun täytyy ensin keksiä, että miten ansaintamallia sovelletaan omaan toimialaan.

## 6.2 Yhteenveto

Tämän tutkimuksen tavoitteena on rakentaa lohkoketjuteknologian tulevaisuuden skenaariot Suomessa, sekä kartoittaa lohkoketjuteknologian keskeisimmät hyödyt ja haasteet. Lohkoketjuteknologian hyötyjä, haasteita ja hyödynnettävyyttä eri toimialoilla tutkittiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksessa tulneiden tietojen valossa määriteltiin kysymykset asiantuntijoille Delfoi-haastatteluun, joiden perusteella on luotu tulevaisuuden skenaariot. Tutkimuksen tuloksena on luotu kolme erilaista kehityspolkua: 1. todennäköinen, 2. vältettävä ja 3. yllättävä kehityspolku Suomen lohkoketjuteknologialle. Tutkimuksen tulokset antavat yrityksille ja organisaatioille arvokasta tietoa lohkoketjuteknologiasta ja sen hyödynnettävyydestä. Organisaatiot voivat perustella ratkaisujaan lohkoketjuteknologian käyttöönotosta nojaten tehtyihin tutkimustuloksiin.

Lohkoketjuteknologian tärkeimmäksi eduksi nousi uudenlaisen luottamuksen mahdollistaminen. Luottamus syntyy lohkoketjujen perusominaisuuksien kuten: turvallisuuden, läpinäkyvyyden, muuttamattomuuden ja jäljitettävyyden avulla. (Alammary ym. 2019). Uudenlainen luottamus mahdollistaa useiden toimintojen nopeutumisen, kuten todentamisen ja perustoimintojen, kuten kirjausten ja etsimistyön nopeutumisen. Lohkoketjujen haasteet, jotka samalla toimivat lohkoketjuteknologian esteinä olivat hyvin yhteneväiset niin haastatteluiden kuin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen osalta. Lohkoketjuteknologian haasteiksi nousi teknologian suuri energiankulutus, (De Aguiar ym. 2020.) käyttöönottokustannukset, sekä (Cagigas ym. 2021). teknologian tuntemattomuus. (Cagigas ym. 2021). Nämä näkyvät etenkin yritysten haluna ja intona ottaa uutta teknologiaa käyttöön. Aloituskustannukset jäävät hyötyjen varjoon.

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin myös lohkoketjuteknologian hyötyjä ja haasteita eri toimialojen kautta. Yhteenvetona todettiin, ettei toimialoilla ole suurtakaan merkitystä siitä, mitkä ovat lohkoketjuteknologian hyödyt tai haasteet.

Tulevaisuuden skenaariot luotiin Delfoi-haastatteluiden avulla, joka on teemahaastattelun muunnelma. Tavoitteena oli saada asiantuntioilta anonymisti, useamman haastattelukierroksen avulla kattava käsitys tutkittavasta alueesta. Tulosten perusteella luotiin tulevaisuuden skenaariot. Lohkoketjuteknologian todennäköisessä skenaariossa lohkoketjuteknologia on osana arkeamme ilman, että teknologian käytön mainitseminen on itseisarvo. Teknologiaa hyödynnetään arjessa ja Suomi on mukana teknologian kehityksessä, muutamien innovaatioiden edellä viejänä. Tällä hetkellä meillä on käytössämme DIAS- asuntokaupan alusta ja lähitulevaisuudessa digitaalinen ID.

Ei toivottuun skenaarioon kuulu lohkoketjuteknologian suppea hyödyntäminen. Silloin suuret toimijat rajoittavat ja hidastavat teknologian käyttöä, joten lohkoketjuja pysytään hyödyntämään hitaasti ja suurilla toimijoilla on edelleen valta. Toinen uhkakuva on, että teknologian suuria ongelmia ei saada ratkottua, jolloin käyttö on kallista ja yritysten ei kannata hyödyntää lohkoketjuja organisaatioissaan. Asiantuntijat pitävät tätä skenaariota kuitenkin epätodennäköisenä.

Tulevaisuuden yllättäjät lohkoketjuteknologian hyödyntäjinä tulevat sosiaalisen median, MyDatan hyödyntämisen ja pelimaailman kautta. Kaupankäynti muuttuu perinteisen myyjän ja ostajan näkökulmasta siihen, että on palveluntarjoaja ja palvelun käyttäjä, mutta molemmat ansaitsevat tuotteen käytöstä. Uudenlaisessa ansaitsemismallissa MyDadan myymisen avulla esimerkiksi mainostaminen tulee entistä kohdennetummaksi. Asiakas itse määrittää mistä haluaa mainontaa saada ja saa tästä korvauksen.

### 6.3 Tulosten merkittävyys

Tutkimuksen tulokset ovat monella tapaa merkittävät. Lohkoketjusta on puhuttu paljon, mutta niiden käyttöönotto on ollut hidasta. Onko kyseessä ollut pelkästään hype, vai onko teknologia virtuaalivaluuttojen takana oikeasti hypen arvoinen. Tutkimus osoittaa, että tulevaisuudessa lohkoketjuteknologiaa tullaan hyödyntämään, mutta kysymys onkin, milloin teknologiaa hyödynnetään ja missä mittakaavassa? Asiantuntijoilta kysyttäessä onko lohkoketjuteknologia seuraavaksi suurin keksintö sitten internetin, asiantuntijat olivat yksikantaan sitä mieltä, että ainakin lähellä sitä. Teknologian on odotettu lyövän itsensä läpi

jo vuosia, mutta vihdoin olemme siinä pisteessä, että teknologia tulisi olla käytössä viiden vuoden sisään.

Tulokset osoittavat, että mikäli yritykset haluat olla pioneerin asemassa ja luoda kilpailijoihin nähden kilpailuetua lohkoketjuteknologia on siihen yksi mahdollisuus. Yritykset, joiden toiminta perustuu luottamukseen ja luottamuksen varmistamiseen hyötyvät lohkoketjuista eniten. Alustatalouden ja tuotteiden kuljetuksen ja seurannan mukaan, lohkoketjut tuovat yritykselle merkittäviä etuja.

Tutkimuksessa nousi myös ilmi, että valtio tukee lohkoketjuhankkeita. Mikäli startup yritykset keksivät hyviä innovaatioita lohkoketjuteknologiaan liittyen, kannattaisi tukirahoja hakea enemmän. Mitä enemmän asiaan tulee ulkopuolelta painetta, sen enemmän tukirahoja myönnetään, myös pienemmille toimijoille. Tämä mielestäni kannustaa pienempiä yrityksiä hakemaan tukea ja kehittämään hankkeitaan eteenpäin. Tutkimuksessa nousi esille kaksi merkittävää innovatiivista ratkaisua, ensimmäinen on digitaalisen ID:hen liitetyn rokotepassin hyödyntäminen erilaisissa ohjelmistokehityksessä, toinen on lohkoketjujen mahdollistaminen uudenlaisen ansaitsemismallin luomisessa ja kehityksessä.

Suomessa on herätty myös siihen, että koulutusta teknologian piiriin tarvitaan. Oulun yliopisto yhdessä Itä-Suomen korkeakoulujen kanssa vetää Tehoa lohkoketjuista hanketta. Myös muiden yliopistoiden ja korkeakoulujen tulisi herätä lohkoketjujen kiinnostavuuteen. Kouluissa olisi hyvä tarjota kursseja, jotka johdattelevat teknologiaan. Me tarvitsemme IT-puolen osaamista, sillä lohkoketjuteknologia ei ole helppo, ja koodaajista on tälläkin saralla pulaa. Mutta tarvitsemme myös muiden alojen osaamista, kaupalliselta puolelta tarvitaan näkemystä siitä, miten teknologiaa voidaan hyödyntää. Voidaan sanoa, että tietämystä tarvittaisiin usealle alalle ja eri toimialojen sisältä löytyvät ongelmakohtiin ratkaisut lohkoketjuteknologian avulla.

Tutkimus on myös yhteiskunnallisesti merkittävä. Haastateltavan sanoin: ”*Se mitä teet parhaillaan, tutkimusta lohkoketjuista se tekee teknologiasta tunnettavan.*” Jokainen, joka on kiinnostunut asiasta, kirjoittaa asiasta, ja tekee teknologiasta itsessään tunnettavamman se lisää yritysten, organisaatioiden ja ihmisten kiinnostusta aiheeseen. Kun aihe on ihmisille tunnetumpi, osaavat ihmiset olla kiinnostuneita ja hakeutua teknologian pariin. Näin olen omalla työlläni tehnyt lohkoketjuteknologiaa tunnettavammaksi.

Asiasta keskustelu ja tietoisuus auttavat vähentämään ihmisten muutosvastarintaisuutta ja muokkaamaan näkemyksiä organisaation sisäisen hierarkian muutoksesta. Teknologian ollessa tuttu ja lohkoketjuteknologian tuomien hyötyjen kuten läpinäkyvyyden,

tehostetun toiminnan ja kustannusten säästöjen ollessa selvästi esillä ja todistettavasti olemassa on organisaatioiden ja yritysten helpommin omaksuttavissa uusi teknologia. Asian tuominen tunnettavaksi edistää näitä kaikkia toimia.

#### 6.4 Tutkimuksen arviointi ja jatkotutkimusehdotukset

Tutkimuksen laatua ja luotettavuutta arvioidaan Hirsjärvi & Hurmeen (2001) haastattelun laadun arvioinnin pohjalta. Aineistoa arvioidaan kerätyn aineiston laaduntarkkailulla, aineiston käsittelyn laaduntarkkailun ja tutkimuksen reliabeliuuden ja validiuuden mukaan. Laadukkaassa haastattelussa on huolellisesti tehty haastattelurunko. Haastattelun teemat on mietitty ennalta ja niitä on mahdollista syventää lisäkysymyksillä. Mikäli haastattelijoita on useampi, pystytään laatua varmistamaan haastattelukoulutuksilla. (Hirsjärvi & Hurmeen, 2001, 184.) Tässä tutkimuksessa haastattelijoita on yksi, joten sama henkilö on laatinut haastattelukysymykset ja tehnyt haastattelut. Tutkimuksessa keskitetty laadukkaisiin haastattelukysymyksiin, jotka löytyvät liitteestä 2. Delfoi-asiantuntijoiden haastattelu kysymykset varmistettiin laadukkaiksi ennen haastattelua tehdyllä systemaattisella kirjallisuuskatsauksella, joka esitettiin kappaleessa 2. tarkemmin. Haastattelun aikana huolehdittiin laadusta teknisten laitteiston toimimisella ja haastattelun jälkeen aineiston selkeällä kuuluvuudella ja litteroinnin sääntöjen yhdenmukaisuudella. (Hirsjärvi & Hurmeen, 2001, 184-185.) Tässä tutkimuksessa varmistettiin tekninen laadukkuus Zoom-etäpalaveri ohjelmiston käytöllä. Zoom-palvelu testattiin ja kokeiltiin tallennuksen ja kuuluvuuden suhteen. Zoom-alusta osoittautui hyväksi tekniikkansa puolesta ja äänenlaatu ja kuuluvuus olivat loistavia palvelussa. Litterointia helpotti myös se, että haastattelut sai tallennettua videona ja lisäksi pelkkänä puheena. Puheen litterointi oli kevyttä ja selkeää.

Aineistoa käsiteltäessä laatua varmistettiin haastattelun mahdollisimman nopealla litteroinnilla haastattelun jälkeen. (Hirsjärvi & Hurmeen, 2001, 185). Tässä tutkimuksessa litterointi tehtiin Wordin litterointi ohjelmalla, jonka jälkeen tarkastettiin valmiin litteroinnin tulos kuuntelemalla haastattelu ja itse korjaamalla ohjelman tekemät virheet.

Tutkimuksen reliabelius ja validiuksen arvioinnin pohjalla on objektiivisen totuuden esiintuominen tutkimuksessa. Mikäli tutkimuskysymystä tutkitaan kahdella eri tutkimusmenetelmällä tai kahden eri tutkijan toimesta, tulisi tutkimuksesta saada sama tulos. Tutkijoiden tulisi olla yksimielisiä tutkimustuloksesta. Tutkimusta tulee arvioida myös sen suhteen, onko tutkimuksessa vastattu annettuihin tutkimuskysymyksiin, onko tutkija

tutkinut mitä hän aikoi tutkija. Tutkijan tulee olla perustellut hyvin tutkimusmenetelmät ja tutkijan toiminta tulee olla luotettavaa. (Hirsjärvi & Hurmeen, 2001, 185-186.)

Tämä tutkimus vastaa hyvin annettuihin tutkimuskysymyksiin, jotka ovat esitelty tarkemmin luvussa 1.1, 1. Mitkä ovat lohkoketjujen hyödyt 2. Mitkä ovat lohkoketjujen haasteet 3. Millä aloilla lohkoketjuja hyödynnetään ja 4. Mitkä ovat lohkoketjujen tulevaisuuden näkymät Suomessa. Tutkimuksen tulokset esitetään luvussa 6.1 ja 6.2. Tutkimuksen tulosten validiutta voidaan arvioida vertaamalla haastattelusta saatuja tietoja muihin tutkimusaineistoon, sen suhteen ovatko tiedot yhtenevät (Hirsjärvi & Hurmeen, 2001, 189). Tällä perusteella voidaan tutkimuksessa saatujen vastausten todeta olevan hyvin yhtenevät aiempiin tutkimustuloksiin, jotka saatiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen osalta.

Olen pyrkinyt tutkimuksessa esittämään tiedot objektiivisesti ja totuudenmukaisesti. Tutkimukseen on valittu asiantuntijoita, joita on lohkoketjujen osalta Suomessa vielä verrattain vähän. Asiantuntijoiden valinta on tehty niin, että eri alat tulevat esille, eivätkä asiantuntijat edusta homogeenistä ryhmää.

Tulevaisuudessa aihetta olisi mielenkiintoista tutkija käyttäjien näkökulmasta, aiheen ollessa enemmän tunnettu Suomessa. Miten yritykset ovat kokeneet lohkoketjujen hyödynnettävyyden eri toimialoilla ja miten lohkoketjut ovat vaikuttaneet yksilöihin ja heidän tapaansa tehdä töitä? Nämä tutkimukset eivät ole tällä hetkellä ajankohtaisia, vaan tutkimukset olisi hyvä toteuttaa esim. viiden vuoden päästä, ajankohtana, jolloin asiantuntijat arvioivat lohkoketjuteknologian olevan yleisimmin käytössä.

Ajankohtaiset tutkimusaiheet ovat digitaalisen ID:n hyödyntämismahdollisuudet COVID-19 pandemian jälkihuollossa, sekä uudenlaisen ansaintamallin hyödyntäminen eri toimialoilla.

## LÄHTEET

- Abu-elezz Israa – Hassan Asma – Nazeemudeen Anjanarani – Househ Mowafa – Abdalrazaq Alaa (2020) The benefits and threats of blockchain technology in healthcare: A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*. Vol. 142, October 2020, Article number 104246
- Alammary Ali – Alhazmi Samah – Almasri Marwah – Gillani Saira (2019) Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review. *Applied Sciences Switzerland*. Vol. 9, Issue 12, 1 June 2019, Article number 400
- Alastalo Maria – Åkerman Maria – Vaittinen Tiina (2017) Asiantuntijahaastattelu Teoksessa: *Tutkimusaastattelun Käsikirja*, toim. Hyvärinen Matti – Nikander Pirjo – Ruusuvuori Johanna. Vastapaino, Tampere.
- Ali Omar – Ally Mustafa – Clutterbuck – Dwivedi Yogesh (2020) The state of play of blockchain technology in the financial services sector: A systematic literature review. *International Journal of Information Management*. Vol. 54, October 2020, Article number 102199
- Almeida F. – Duarte Santos J. – Augusto Monteiro J. (2020) The Challenges and Opportunities in the Digitalization of Companies in a Post-COVID-19 World, *IEEE Engineering Management Review*. Vol. 48, no. 3, pp. 97-103, 1.
- Andoni Merlinda – Robu Valentin – Flynn David – Abram Simone – Geach Dale – Jenkins David – McCallum Peter - Peacock Andrew (2019) Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 100, February 2019, Pages 143-174
- Barnes Stuart J. (2020) Information management research and practice in the post-COVID-19 world. *International Journal of Information Management*. Vol. 55, December 2020, 102175
- Böckel Alexa – Nuzum Anne-Katrin – Weissbrod Ilka (2021) Blockchain for the Circular Economy: Analysis of the Research-Practice Gap. *Telematics and Informatics*. Vol. 36, March 2019, Pages 55-81
- Cagigas D – Clifton J – Diaz-Fuentes D. – Fernandez-Gutierrez, M.(2021) Blockchain for Public Services: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*. Vol. 9 Article number 9326290, Pages 13904-13921

- Casino Fran –Dasaklis Thomas K. –Patsakis Constantinos (2019) A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*. Vol.36. Pages.55–81
- Chang, S.E. –Chen, Y.(2020)When Blockchain Meets Supply Chain: A Systematic Literature Review on Current Development and Potential Applications. *IEEE Access*. Vol. 8, 2020, Article number 9047881, Pages 62478-62494
- Christidis, K. –Devetsikiotis, M.(2016) Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things. *IEEE Access*. Volume 4, 2016, Article number 7467408, Pages 2292-2303
- De Aguiar –, E.J.-Façal, – B.S- Krishnamachari, – B.-Ueyama, J.(2020) A Survey of Blockchain-Based Strategies for Healthcare. *ACM Computing Surveys*. Vol. 53, Issue 2, June 2020, Article number 3376915
- De' Rahul –Pandey Neena –Pal Abhipsa (2020) Impact of digital surge during Covid-19 pandemic: A viewpoint on research and practice .*International Journal of Information Management*. Vol. 55, December 2020, Article number 102171
- Di Silvestre Maria Luisa – Gallo Pierluigi –Guerrero Josep M. – Musca Rossano –Sanseverino Eleonora Riva –Scium Giuseppe – Vasquez Juan C. – Zizzo Gaetano (2020) Blockchain for power systems: Current trends and future applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 119, March 2020, Article number 109585
- Duan Jiang – Zhang Chen – Gong Yu – Brown Steve –Li Zhi (2020) A Content-Analysis Based Literature Review in Blockchain Adoption within Food Supply Chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 17, Issue 5, 1 March 2020, Article number 1784
- França A.S.L. – Amato Neto J. – Gonçalves R.F. – Almeida C.M.V.B. (2020) Proposing the use of blockchain to improve the solid waste management in small municipalities. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 244, 20 January 2020, Article number 118529
- Galsinsights(2015)How new technologies are being adopted in the market? What is the Chasm? <http://www.galsinsights.com/how-new-technologies-are-being-adopted-in-the-market-what-is-the-chasm/> Haettu 26.4.2021
- Gleim Mark R. –Stevens Jennifer L. (2021) Blockchain: a game changer for marketers? *Marketing Letters*. Vol. 32, Issue 1, Pages 123 – 128



- Guidi Barbara (2020) When Blockchain meets Online Social Networks. *Pervasive and Mobile Computing*. Vol. 62, February 2020, Article number 101131
- Hasankhani Arezoo – Hakimi Seyed Mehdi – Shafie-khah Miadreza – Asadolahi Hasan (2021) Blockchain technology in the future smart grids: A comprehensive review and frameworks. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*. Vol. 129, July 2021, Article number 106811
- Hewa – T-Ylianttila – M-Liyanage, M.(2021) Survey on blockchain based smart contracts: Applications, opportunities and challenges. *Journal of Network and Computer Applications*. Vol. 177, Article number 102857
- Hirsjärvi Sirkka – Hurme Helena (2001) *Tutkimushaastattelu Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Yliopistopaino, Helsinki.
- Huanhuan Feng – Xiang Wang –Yanqing Duan – Jian Zhang-Xiaoshuan Zhang(2020) Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 260, 1 July 2020, Article number 121031
- Hynynen Pertti – Leppo Tapio – Puikkonen Juhani – Alsta Kaarina (1979) Skenaariomenetelmä tulevaisuuden tutkimuksessa. (Alkuteos *La méthode des scénarios* Pierre-André Julien, Pierre Lamonde, Daniel Latouche.) Valtion painatuskeskus, Helsinki.
- Johansson Patrik Elias – Eerola Mikko – Innanen Antti –Viitala Juha (2019) *Lohkoketju: Tiekartta päättäjille*. Alma Talent Oy, Helsinki.
- Julkaisufoorumi. Haettu: 2.3.2021. <<https://www.tsv.fi/julkaisufoorumi/haku.php>>
- Kamppinen Matti – Malaska Pentti – Kuusi Osmo (2002) Tulevaisuudentutkimuksen peruskäsitteet. Teoksessa: *Tulevaisuudentutkimus perusteet ja sovelluksia*, toim. Kamppinen Matti – Kuusi Osmo – Söderlund Sari. Suomalaisuuden kirjallisuuden seura, Helsinki, 19-52.
- Kimani Danson – Adams Kweku – Attah-Boakye Rexford – Ullah Subhan – Frecknall-Huges Jane – Kim Ja (2020) Blockchain, business and the fourth industrial revolution: Whence, whither, wherefore, and how? *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 161
- Kitchenham Barbara (2004) Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report. *Keele University Technical Report* .TR/SE-0401 ISSN:1353-7776

- Kuusi Osmo (2002) Delfoi -menetelmä. Teoksessa: *Tulevaisuudentutkimus perusteet ja sovelluksia*, toim. Kamppinen Matti – Kuusi Osmo – Söderlund Sari. Suomalaisuuden kirjallisuuden seura, Helsinki, 202-223.
- Kuusi Osmo – Kamppinen Matti (2002) Tulevaisuuden tekeminen. Teoksessa: *Tulevaisuudentutkimus perusteet ja sovelluksia*, toim. Kamppinen Matti – Kuusi Osmo – Söderlund Sari. Suomalaisuuden kirjallisuuden seura, Helsinki, 115-168.
- Leng Jiewu –Ruan Guolei –Jiang Pingyu –Xu Kailin –Liu Qiang –Zhou Xueliang –Liu Chao (2020) Blockchain-empowered sustainable manufacturing and product lifecycle management in industry 4.0: A survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 132, October 2020, Article number 110112
- Lu Yang – Zheng Xianrong (2020) 6G: A survey on technologies, scenarios, challenges, and the related issues. *Journal of Industrial Information Integration*. Vol.19, 100158
- Mannermaa Mika, (1999) *Tulevaisuuden hallinta -Skenaariot strategiatyöskentelyssä*. WSOY, Helsinki.
- Nakamoto, S. (2008) "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System".
- Nandi, S. – Sarkis, J. – Hervani, A.A. – Helms, M.M. (2021) Redesigning Supply Chains using Blockchain-Enabled Circular Economy and COVID-19 Experiences. *Sustainable Production and Consumption*, Vol. 27, Pages 10-22
- Narayan Romy – Tidstrom Annika (2020) Tokenizing cooperation in a blockchain for a transition to circular economy. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 263 (2020) 121437
- Ojasalo Katri – Moilanen Teemu – Ritalahti Jarmo (2009) *Kehittämistyön menetelmät-Uudenlaista osaamista liiketoimintaan*. Helsinki: WSOYpro, 2009.
- Pereraa Srinath –Nanayakkaraa Samudaya –Rodrigoa M.N.N. –Senaratnea Sepani –Weinand Ralf (2020) Blockchain technology: Is it hype or real in the construction industry? *Journal of Industrial Information Integration*. Vol. 17, March 2020, Article number 100125
- Sanka A.I. – Irfan M. - Huang I. – Cheung R.C.C.(2021) A survey of breakthrough in blockchain technology: Adoptions, applications, challenges and future research. *Computer Communications*. Vol. 169, Pages 179-201
- Sengupta Jayasree –Ruj Sushmita - Bit Das Sipra (2020) A Comprehensive Survey on Attacks, Security Issues and Blockchain Solutions for IoT and IIoT. *Journal of*

*Network and Computer Applications*. Vol. 149, 1 January 2020, Article number 102481

Tapio Petri (2014) Skenaariomenetelmä ympäristötieteissä. Teoksessa: *Polkuja yhteiskuntatieteelliseen ympäristötutkimukseen*. Toim. Massa Ilmo, 164-188. Gaudeamus Oy, Helsinki.

Viriyasitavat Wattana –Anuphaptrirong Tharwon –Hoonsopon Danupol (2019) When blockchain meets Internet of Things: Characteristics, challenges, and business opportunities. *Journal of Industrial Information Integration*. Vol. 15, September 2019, Pages 21-28

Webster Jane – Watson Richard T (2002) Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* vol.26

## **LIITTEET**

### **Liite 1. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen artikkelit**

Kirjoittajat	Artikkelin nimi	Julkaisun vuosi	Julkaisija	Siterattu	Julkaisufoorumintaso
Abu-elezz Israa-Hasan Asma-Nazeemudeen Anjanarani-Househ Mowafa-Abd-alrazaq Alaa	The benefits and threats of blockchain technology in healthcare: A scoping review	2020	<i>International Journal of Medical Informatics</i>	4	3
Alammary Ali Al-hazmi Samah - Al-masri Marwah - Gillani Saira	Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review	2019	<i>Applied Sciences Switzerland.</i>	29	1
Ali Omar - Ally Mustafa -Clutterbuck-Dwivedi Yogesh	The state of play of blockchain technology in the financial services sector: A systematic literature review.	2020	<i>International Journal of Information Management</i>	8	3
Andoni Merlinda - Robu Valentin - Flynn-Simone Abram David - Geach Dale - Jenkins David - McCallum Peter - Peacock Andrew	Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities	2019	<i>Renewable and Sustainable Energy Reviews.</i>	348	1
Böckel Alexa - Nuzum Anne-Katrin - Weissbrod Ilka	Blockchain for the Circular Economy: Analysis of the Research-Practice Gap	2021	<i>Telematics and Informatics.</i>	0	1
Cagigas D. - Clifton, J - Diaz-Fuentes D. - Fernandez-Gutierrez, M.	Blockchain for Public Services: A Systematic Literature Review	2021	<i>IEEE Access</i>	0	2
Chang, S.E.- Chen, Y.	When Blockchain Meets Supply Chain: A Systematic Literature Review on Current Development and Potential Applications.	2020	<i>IEEE Access.</i>	10	2
De Aguiar, E.J.- Faical, B.S - Krishnamachari, B. - Ueyama, J.	A Survey of Blockchain-Based Strategies for Healthcare	2020	<i>ACM Computing Surveys</i>	13	3
Di Silvestre Maria Luisa - Gallo Pierluigi - Guerrero Josep M. - Musca Rossano - Riva Sanseverino Eleonora - Scium	Blockchain for power systems: Current trends and future applications	2020	<i>Renewable and Sustainable Energy Reviews.</i>	20	1

Giuseppe - Vasquez Juan C. - Zizzo Gaetano					
Duan Jiang - Zhang Chen - Gong Yu - Brown Steve - Li Zhi	A Content- Analysis Based Literature Re- view in Block- chain Adoption within Food Supply Chain	2020	<i>International Journal of Envi- ronmental Re- search and Public Health.</i>	10	1
Hasankhani Arezoo - Hakimi Seyed Mehdi - Shafie Miadreza - Asadolahi Khah-Ha- san	Blockchain technology in the future smart grids: A comprehensive review and frameworks.	2021	<i>International Journal of Elec- trical Power and Energy Systems.</i>	0	2
Hewa, T - Ylianttila, M - Liyanage, M.	Survey on blockchain based smart contracts: Ap- plications, op- portunities and challenges	2021	<i>Journal of Net- work and Com- puter Applica- tions</i>	2	1
Huanhuan Feng - Xiang Wang - Yan- qing Duan - Jian Zhang - Xiaoshuan Zhang	Applying block- chain technol- ogy to improve agri-food trace- ability: A re- view of devel- opment meth- ods, benefits and challenges.	2020	<i>Journal of Clea- ner Production.</i>	24	2
Leng Jiewu - Ruan Guolei - Jiang Pingyu - Xu Kailin - Liu Qiang - Zhou Xueliang - Liu Chao	Blockchain-em- powered sus- tainable manu- facturing and product lifecy- cle manage- ment in indus- try 4.0: A sur- vey	2020	<i>Renewable and Sustainable En- ergy Reviews</i>	14	1
Lu Yang - Zheng Xianrong	6G: A survey on technologies, scenarios, chal- lenges, and the related issues.	2020	<i>Journal of In- dustrial Infor- mation Inte- gration</i>	9	1
Perera Srinath - Na- nayakkara Samudaya - Rodri- go M.N.N. - Sena- ratne Sepani - Wei- nand Ralf	Blockchain technology: Is it hype or real in the construc- tion industry?	2020	<i>Journal of In- dustrial Infor- mation Inte- gration</i>	23	1

Sanka, A.I. - Irfan, M-Huang, I - ,Cheung, R.C.C.	A survey of breakthrough in block-chain technology: Adoptions, applications, challenges and future research	2021	<i>Computer Communications.</i>	0	1
Sengupta Jayasree - Ruj Sushmita - Das Bit Sipra	A Comprehensive Survey on Attacks, Security Issues and Blockchain Solutions for IoT and IIoT	2020	<i>Journal of Network and Computer Applications.</i>	49	1
Viriyasitavat Wattana - Anuphaptrirong Tharwon - Hoonsopon Danupol	When block-chain meets Internet of Things: Characteristics, challenges, and business opportunities	2019	<i>Journal of Industrial Information Integration</i>	25	1

## Liite 2. Haastattelukysymykset

Alustavia ajatuksia ensimmäisen kyselykierroksen kysymyksiksi

-Kertoisitko lyhyesti itsestäsi ja kauan olet työskennellyt lohkoketjujen parissa?

-Nimi

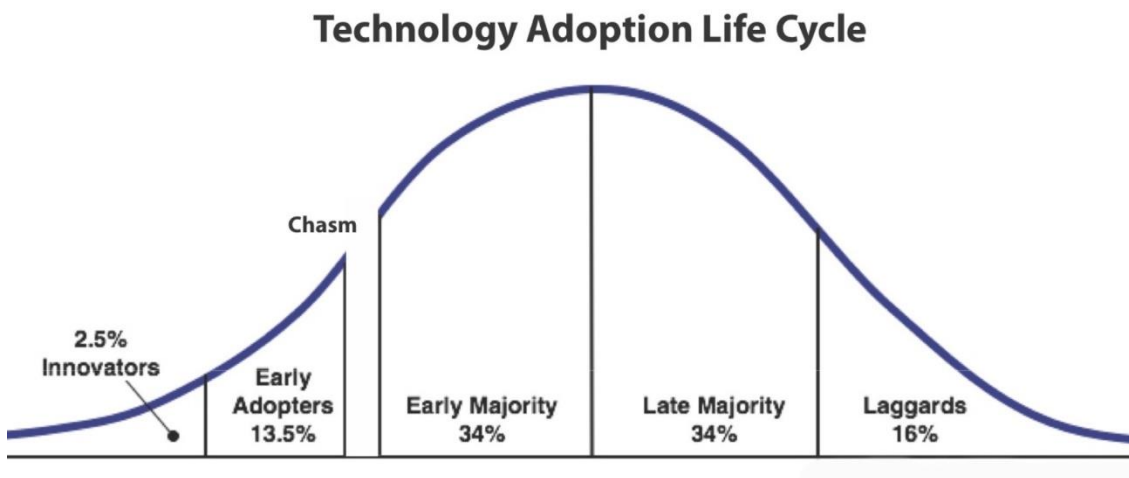
-Koulutus

-Paikkakunta

-Miten lohkoketjut liittyvät työhösi

-Missä näet lohkoketju teknologian olevan Suomessa tällä hetkellä, hyödynnetäänkö teknologiaa tehokkaasti? -Jos niin millä toimialoilla hyödynnetään? Miksi ajattelet näin/perusteluja ajatuksille.

-Mihin kohtaan diagrammia laittaisit Suomen lohkoketjuteknologian kehityksen olevan tällä hetkellä ja miksi?



Galinsights, 2015

-Mitä hyötyjä näet lohkoketjuteknologian tuovan?

-Yleisellä tasolla

-Toimialoilla

-Yrityksille



-Mitkä toimialat uskot hyötyvän Suomessa eniten lohkoketjujen käytöstä nyt ja entä tulevaisuudessa? Miksi näin?

-Tunnetaanko teknologia mielestäsi hyvin Suomessa?

-Miten tunnettavuutta voisi mielestäsi parantaa?

-Liittykö tällä hetkellä lohkoketjuihin aina virtuaalivaluutat? Miten tulevaisuudessa?

-Onko Suomessa lohkoketju osaamista? Asiantuntijoiden kesken, yrityksiensä sisällä päätäjissä entä teknologian toteutuksen suhteen?

-Mitä riskejä teknologia tuo mielestäsi yleisesti/ eri toimialoilla ja miksi?

-Mitkä toimet edistävät mielestäsi teknologian käyttöönottoa lyhyellä aikavälillä, entä pitkällä aikavälillä? Mitä tulisi tehdä tai tapahtua, jotta näitä toimia voitaisiin tehdä/toeuttaa? Onko jollain toimialalla erityisesti olevia seikkoja?

-Mitkä toimet estävät käyttöönottoa lyhyellä aikavälillä / pitkällä aikavälillä? Miten voidaan mielestäsi ylittää nämä esteet?

-Mikä olisi lohkoketjujen toivottu/haluttu tulevaisuus/ haluttu tulevaisuus 5-vuoden päähän entä 10-vuoden päähän? Mitkä arvot määrittää toivottavuus?

-Mikä on mielestäsi todennäköinen tulevaisuus 5-vuoden päähän? Entä 10-vuoden päähän?

Lopuksi: On sanottu, että lohkoketjuteknologia on seuraavaksi suurin keksintö sitten internetin, uskotko tämän?