

Samu Saari

**LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN VAIKUTUKSET FI-
NANSSIALAN PALVELUPROSESSEIHIN**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2022

TIIVISTELMÄ

Saari, Samu

Lohkoketjuteknologian vaikutukset finanssialan palveluprosesseihin.

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2022, 62 s.

Tietojärjestelmätiede, Kandidaatintutkielma

Ohjaaja: Paananen, Hanna

Tutkielmassa syvennytään lohkoketjuteknologiaan, älysojimuksiin sekä hajautettuun tietorakenteeseen ja tarkastellaan niiden vaikutuksia ja merkitystä pankki- ja finanssialan palveluprosessien näkökulmasta. Osana palveluprosesseja, on käsittelyä laajennettu koskemaan myös vakuutussektorin toimintaa. Lohkoketjuteknologia nähdään muuttavana, yhteiskuntaa mullistavana teknologiana sekä sen uskotaan muuttavan perinteisiä toimintamalleja merkittävästi (Egelund-Müller ym., 2017). Tutkielman tarkoituksena on selvittää, kuinka pankki- ja finanssialan toimintaprosessit voisivat hyötyä lohkoketjuteknologian implementaatiosta ja toisaalta, millaisia haasteita se tuo tullessaan. Tutkielma on toteutettu systemaattisena kirjallisuuskatsauksena, jossa esitellään lohkoketjuteknologian toimintaperiaate, haavoittuvuudet, finanssialan palveluprosessien nykytilanne ja toimintamuodot sekä lohkoketjuteknologian tuomat hyödyt perinteisiin finanssialan palveluprosesseihin. Kirjallisuuskatsaus on toteutettu tieteellisen tutkimuksen kriteerit täyttävää aineistoa, valituista tietokannoista hyödyntäen. Tutkielman tuloksena voidaan todeta lohkoketjuteknologian mahdollistavan merkittäviä resurssisäästöjä, kuten myös prosessointiin kuluvan ajan merkittävää vähenemistä (Li, 2021). Lohkoketjuteknologian myötä voidaan palveluprosesseja suorittaa aiempaa nopeammin, tarkemmin, tehokkaammin sekä avoimemmin.

Asiasanat: Lohkoketjuteknologia, finanssiala, älysojimus, palveluprosessit, DLT

ABSTRACT

Saari, Samu

Impacts of blockchain technology on financial services processes.

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2022, 62 pp.

Information Systems, Bachelor's Thesis

Supervisor: Paananen, Hanna

This bachelor's thesis delves into blockchain technology, smart contracts, and the distributed data structure and examines its effects and significance from the perspective of banking and financial services processes. As part of service processes, the insurance industry perspective is also included. Blockchain technology is seen as a disruptive technology that is revolutionizing society and is believed to significantly change traditional operating models (Egelund-Müller et al., 2017). The purpose of this thesis is to clarify how the operational processes of the banking and financial sector can benefit from the implementation of blockchain technology and what challenges it will bring. This thesis has been implemented as a systematic literature review, which presents the operating principle of blockchain technology, its vulnerabilities, the current state, and mode of operation of financial service processes in the financial sector, and the benefits of blockchain technology to traditional financial service processes. The literature review has been carried out using material that meets the criteria for scientific research, using selected databases. As a result of the dissertation, it can be stated that blockchain technology enables significant resource savings, as well as a significant reduction in processing time (Li, 2021). With the help of blockchain technology, service processes can be performed faster, more accurately, more efficiently, and more transparently than before.

Keywords: Blockchain, finance sector, Smart Contract, service processes, Distributed ledger technology

KUVIOT

KUVIO 1 Lähdeaineiston keräys- ja valintaprosessin vaiheet.....	10
KUVIO 2 Tutkimusmenetelmien kuvaus pylväsdiagrammina.....	11
KUVIO 3 Tutkimusasetelmien kuvaus pylväsdiagrammina.....	11
KUVIO 4 Patrick Dunleavyn esittämä kappalerakenteen puumalli (suom.) (Dunleavy, 2003, s. 102)	12
KUVIO 5 Lohkoketjun toiminta Bitcoin-lohkoketjussa (suom.) (Zhang ym., 2020, s. 4)	15

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Konsensusalgoritmien vertailu (suom.) (Zheng ym., 2017, s. 5)	18
TAULUKKO 2 Lohkoketjuteknologian palveluprosessi-implementaation vaikutukset loppukäyttäjälle.	47

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	7
2	LOHKOKETJUTEKNOLOGIA YLEISESTI.....	13
2.1	Lohkoketjuteknologian määritelmä.....	13
2.1.1	Eri lohkoketjujen muotoja.....	15
2.2	Konsensusalgoritmit.....	15
2.2.1	Proof-of-Work (PoW).....	16
2.2.2	Proof-of-Stake (PoS).....	16
2.2.3	Muut konsensusalgoritmit.....	17
2.3	Älysopimukset.....	18
2.4	Lohkoketjuteknologian hyödyntämismuodot.....	18
2.5	Lohkoketjuteknologian rajoitteet, riskit ja haasteet.....	19
2.5.1	Enemmistöhyökkäys (51 % hyökkäys).....	20
2.5.2	Fork-ongelmat.....	20
2.5.3	Tuplakulutus (Double spending).....	21
3	FINANSSIALAN PALVELUPROSESSIT YLEISESTI.....	22
3.1	Finanssialan palveluprosessien käsite ja nykytilanne.....	23
3.2	Valtioiden väliset erot luottokelpoisuuden arvioinnissa.....	23
3.3	Finanssialan palveluprosessien haasteet.....	24
3.3.1	Luottopisteytys.....	25
3.3.2	Omistajuudentodennusprosessien haasteet.....	25
3.3.3	Vakuutussektori.....	26
4	LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMINEN FINANSSIALAN PALVELUPROSESSEISSA.....	28
4.1	Lohkoketjuteknologian nykytilanne osana palveluprosesseja.....	28
4.1.1	Maksuliikenne.....	29
4.1.2	Älysopimukset finanssialan palveluprosesseissa.....	30
4.1.3	Luottamukseen perustuvat tapahtumat.....	32
4.1.4	Sopimusten käsittely.....	33
4.1.5	Vakuutukset.....	35
4.1.6	Älyomaisuus (Smart Property).....	36
4.1.7	Taloudellinen hyöty.....	38
4.2	Lohkoketjuteknologian nykyiset haasteet osana finanssialan palveluprosesseja.....	40
4.2.1	Skaalautuvuus.....	40
4.2.2	Palveluprosessien tietoturva ja -suoja.....	41
4.2.3	Organisatoriset-, institutionaaliset- sekä juridiset haasteet.....	41
4.2.4	Eettiset ongelmat.....	42

5	YHTEENVETO JA POHDINTA	45
	LÄHTEET.....	49
LIITE 1	LOHKOKETJUPOHJAISTEN FINANSSIALAN PALVELUPROSESSIEN VAIKUTUKSET LOPPUKÄYTTÄJILLE	56
LIITE 2	KIRJALLISUUDESSA ESIINTYNEET LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HYÖDYT.....	59
LIITE 3	KIRJALLISUUDESSA ESIINTYNEET LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HAASTEET.....	61

1 JOHDANTO

Lohkoketjuteknologia on verrattain uusi teknologia. Lohkoketjuteknologia on ollut käytössä jo muutamia vuosia, mutta viime vuosina lohkaketjuteknologian käyttö on yleistynyt valtavasti ja sen ennustetaan kasvavan vielä suuremmin tulevaisuudessa (Suciu ym., 2019). Lohkoketjuteknologian hyödyllisyyttä ja sen tuomia mahdollisuuksia tutkitaan yhä enemmän ja enemmän ja useammat yritykset tutkivat laajasti lohkaketjuteknologian hyödyntämismahdollisuuksia (Iansiti ja Lakhani, 2017).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia, kuinka lohkaketjuteknologia mahdollisesti tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan finanssialan perinteisten palveluprosessien toimintaan. Tutkielmassa käsiteltäviin palveluprosesseihin on otettu lisäksi myös vakuutusalan palveluprosessit, sillä tämä sivuaa muiden palveluprosessien toimintaa hyvin vahvasti. Lohkoketjuteknologian käytön ennustetaan yleistyvän radikaalisti tulevien vuosien aikana. Lohkoketjuteknologian on määrä integroitua osaksi perinteisiä palveluprosesseja laajemmin ja monialaisemmin kuin koskaan Pankki- ja finanssiala on yksi suuri osa-alue, johon lohkaketjuteknologian ennustetaan vaikuttavan todella suuresti lähitulevaisuudessa (Ledger Insights, 2019).

Aiheen tutkiminen on tärkeää, johtuen teknologian tuoreudesta. Philip Treleavenin, Richard Gendal Brownin sekä Danny Yangin (2017) mukaan lohkaketjuteknologia lupaa olla erittäin muuttava sekä uusia mahdollisuuksia luova tekijä, niin julkisen- kuin yksityisen sektorin ohjelmistosovelluksissa. Treleaven ym. (2017) kertovat myös teknologiayhtiöiden järjestyttävän finanssialan perinteisiä liiketoimintamalleja. Uusia markkinoille tulijoita on valtavasti, jonka seurauksena finanssi-instituutiot, kuten pankit eivät ole enää yksin markkinoilla. Tämä tarkoittaa, että myös pankkien on muutettava omia toimintamallejaan, mikäli haluavat pysyä markkinoilla (Treleaven ym., 2017).

Kurt Fanningin ja David P. Centersin (2016) mukaan lohkaketjuteknologia tulee todennäköisesti vaikuttamaan laajimmin talouspalveluihin sekä muihin teollisuudenaloihin. Täten onkin siis tärkeää tutkia laajemmin, kuinka pankki- ja finanssiala voisivat mahdollisesti hyödyntää lohkaketjuteknologiaa palveluprosesseissaan.

Tällä hetkellä ihmisten väliset maksu- ja vaihtotapahtumat, joissa tietoa tai hyödykkeitä vaihdetaan, tukeutuvat täysin kolmannen osapuolen toimintaan jonka tehtävänä on vähentää tuntemattomien maksajien ja maksunsaajien välisen tapahtuman riskiä (Courtneidge ym., 2015). Zheng ym., (2017) mukaan lohkoketjuteknologian on mahdollista poistamaa kolmannen osapuolen tarve kokonaan kyseisissä tapahtumissa.

Pankki- ja Finanssiala on jo Terrence Hendershott, Zhang Xiaoquan, J. Leon Zhao ja Zheng Zhiqiangin (2021) mukaan murroksessa. Hendershott ym. (2021) mukaan monet pankki- ja rahoitusalan yritykset ovat jo digitalisoituneet ja tokenisoituneet¹. Informaatioasymmetriaa eli osapuolten välistä tietoepäätas-arvoa lievennetään sekä ihmisiä korvataan koneilla. Palvelut muuttuvat enemmän ja enemmän itsenäisesti hoidettaviksi sekä luottamus on siirtymässä virtuaaliseksi koodinpätkäksi (Hendershott ym., 2021). He jatkavat, että monet rahoitusmarkkinat ovat jo siirtyneet suorittamaan kaupankäyntiä ilman ihmiskontaktia täysin sähköisesti (Hendershott ym., 2021). Mikäli pankki- ja finanssiala jatkaa uusien teknologioiden implementointia samalla tahdilla kuin nyt digitalisaation aikaan, on lohkoketjuteknologian sekä muiden finanssialaa koskevien teknologioiden² käytön ilmaantuminen tulevaisuudessa hyvinkin todennäköistä (Hendershott ym., 2021).

Lohkoketjuteknologia on ajankohtainen ja yleisesti tutkijoita kiinnostava aihe (Yli-Huurno ym., 2016). Mikko Leppänen kertoo Ylen artikkelissaan, että lohkoketjuteknologian kansainvälinen kiinnostus on kasvussa (Leppänen, 2018). Lohkoketjuteknologia myös minulle itselleni hyvinkin tuttu. Oman mielenkiintoni pohjalta olen jo aikaisemmin selvittänyt paljolti lohkoketjuteknologian toimintaa ja hyödyntämismahdollisuuksia. Mielenkiinto ja yleinen aiheen trendi ovat toimineet henkilökohtaisena innoittajana aihetta kohtaan.

Lohkoketjuteknologiasta uutisoidaan yleisesti laajalti finanssialaa mullistavana tekijänä. Esimerkiksi kaupparehden artikkeli ”Lohkoketju mullistaa finanssialan – mitä tapahtuu pankeille?” kertoo lohkoketjuteknologian olevan erittäin kiinnostava finanssialan näkökulmasta. Artikkelin mukaan lohkoketjuteknologia poistaa välikäsien tarpeen ja tarjoaa turvallisen sekä avoimen tavan tiedon varastointiin. Artikkelissa esitetään myös lohkoketjuasiantuntijan Jukka Myllyahon sitaatti siitä, että lohkoketjuteknologia tulee rikkomaan arvoketjuja ja tuomaan uusia pelaajia (Honkanen, 2018). Myöskin Sitra on nostanut jo vuonna 2016 lohkoketjuteknologian heidän megatrendit listalleen. Heidän mukaansa lohkoketjuteknologia kehittyi nopeasti ja sen ennakoitaan omaavan laajasti toimintatapoja muuttavia ominaisuuksia (Kiiski-Kataja, 2016). Myöskin Morocco World News on julkaissut toukokuussa 2022 uutisen, joka kertoo lohkoketjuteknologian potentiaalista horjuttaa globaalia finanssijärjestelmää. Uutisen mukaan lohkoketjuteknologian erottaa perinteisistä rahoituspalveluista tämän avoimuus. Uutisessa mainitaan myös, että monet suuret pankit ovat inves-

¹ Tokenisoinnilla tarkoitetaan prosessia, jossa taloudellinen omaisuus esitetään suojatussa muodossa, kuten numerosarjana.

² Ts. Fintech

toineet voimakkaasti lohkoketjuteknologiaan, jotkut jopa vieneet järjestelmät jo käytäntöön (Rahhou, 2022).

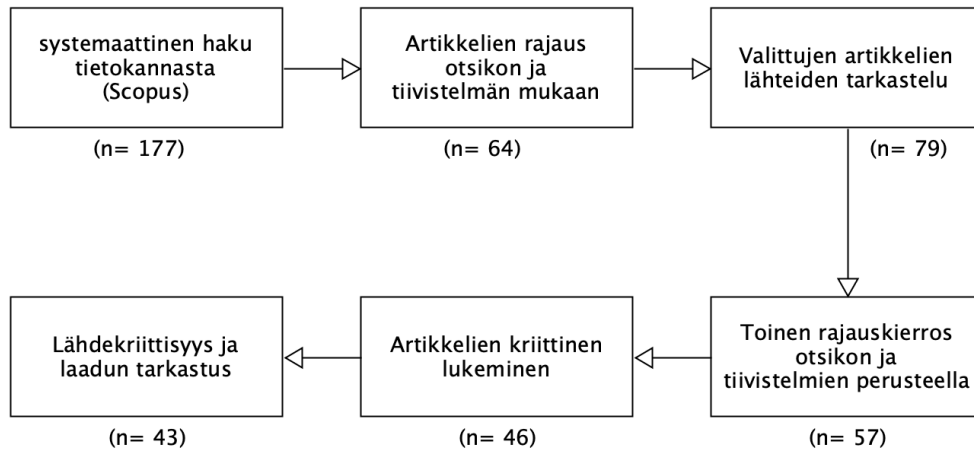
Lohkoketjuteknologian on osoitettu tarjoavan todistetusti merkittäviä hyötyjä (Hooper, 2018) joten on hyvin mahdollista, että pankki- ja finanssialan sektori tulee kokemaan lähitulevaisuudessa vielä suuremman muutoksen, kuin tähän asti on koskaan tapahtunut (Egelund-Müller ym., 2017; Fanning & Centers, 2016). Aiheen tutkimiselle on siis myös yhteiskunnallisesti merkittävä tarve. Kirjallisuuskatsauksen perusteella saadaan kootusti kerättyä yhteen rajatusti informaatiota muutoksesta finanssialan palveluprosesseihin lohkoketjuteknologian hyödyntämisen myötä, joka tulee hyödyntämään aiheen tarkempaa tutkimusta tulevaisuudessa (Salminen, 2011).

Tutkielma on toteutettu systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Tutkielman tavoite on selvittää tarkemmin, kuinka lohkoketjuteknologia tulee vaikuttamaan erityisesti omistajuudentodennusprosesseihin, kuten lainojen ja vakuutusten myöntämiseen ja muihin paljon välikäsiä vaativiin, hitaasti käsiteltäviin palveluprosesseihin. Tutkimuksessa pyritään selvittämään myös, kuinka lohkoketjuteknologian integraatio finanssialan palveluprosesseihin tulee mahdollisesti näkymään loppukäyttäjille, eli asiakkaille ja mitkä ovat tällä hetkellä lohkoketjuteknologian rajoitteet.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää *kuinka lohkoketjuteknologia vaikuttaa olemassa oleviin finanssialan palveluprosesseihin*. Tutkimuksessa tarkastellaan aiempaa tutkimusta aiheesta, eri näkökulmista ja muodostetaan tämän perusteella kokonaiskuva aiheesta. Tutkimuksen tavoitteena on lisätä ymmärrystä siitä, kuinka lohkoketjuteknologia voi mahdollisesti muuttaa perinteisiä finanssialan palveluprosesseja ja mitä hyötyjä lohkoketjuteknologia tuo tullessaan. Tutkielma pyrkii myös selvittämään, *kuinka lohkoketjuteknologian aiheuttamat muutokset perinteisiin finanssialan palveluprosesseihin, näkyy loppukäyttäjille*. Tutkimuksen tavoitteena on osoittaa, kuinka lohkoketjuteknologian luomat palveluprosessien toiminnan muutokset, vaikuttavat ja näkyvät konkreettisesti loppukäyttäjille.

Tutkimuksen toteutustapana käytetään systemoitua kirjallisuuskatsausta. Kirjallisuuskatsauksessa perehdytään ennalta luotuun sisältöön, ts. aiempiin tutkimuksiin. Kirjallista aineistoa tullaan hakemaan ainoastaan Scopus-tietokannasta julkaisualustojen rajauksen vuoksi. Julkaisualustat ovat rajattu tietojärjestelmätieteen "basket of eight" -lehtiin sekä aiheen tuoreuden sekä uu-tuuden vuoksi myös alan johtaviin konferenssijulkaisuihin.

Aineistohakusanat rajoittavat aineiston liiallista saatavuutta. Tässä tutkimuksessa aineistohakusanoiksi sekä hakusanayhdistelmiksi on valittu: blockchain* distributed ledger*, digital ledger, fintech* sekä hakusanapariksi financ* bank* econom* decentrali*. Aineistoa tullaan myös valitsemaan systemaattisen haun tulosten lähdekirjallisuudesta. Lähdekirjallisuutta tarkastellessa valitaan vain vertaisarvioituja artikkeleita, lukuun ottamatta lohkoketjun teknisistä ominaisuuksista kertovia ohjedokumentteja. Lähdeartikkelien julkaisualustoiksi on kelpuutettu vain ne, joiden JUFO-luokitus on vähintään 1.



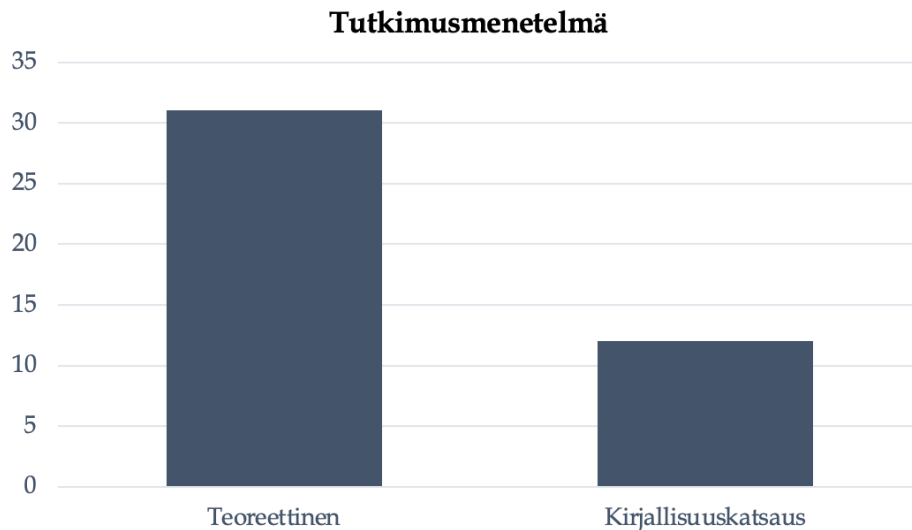
KUVIO 1 Lähdeaineiston keräys- ja valintaprosessin vaiheet

Tutkimusaineiston valintaprosessi on kuvattu yllä sijaitsevassa kuviossa (ks. KUVIO 1). Aineistonkeräysprosessi käynnistyi luomalla systemaattinen hakulauseke aineistotietokanta-Scopuseseen. Systemaattisella haulla tuloksena oli 177 artikkelia. Artikkelit rajattiin ensimmäisellä kierroksella otsikon, tiivistelmän sekä kielen perusteella, jolloin tutkimuksen kannalta epärelevantit tutkimukset seuloitiin pois. Tutkimustuloksissa esiintyi hakusanan "Fintech" myötä paljon tutkimusartikkeleita, joissa lohkoketjuteknologiaa ei käyty läpi lainkaan. Tutkimustuloksissa esiintyi myös lukuisia artikkeleita, joissa tutkittiin lohkoketjuteknologian aiheuttamia liiketoimintamallien muutoksia muiden uusien teknologioiden näkökulmista, kuten tekoäly ja Big Data. Tutkimuksen kannalta nämä artikkelit eivät ole relevantteja, joten ne seuloitiin pois. Ensimmäisen kierroksen jälkeen jäljelle jäi 64 artikkelia.

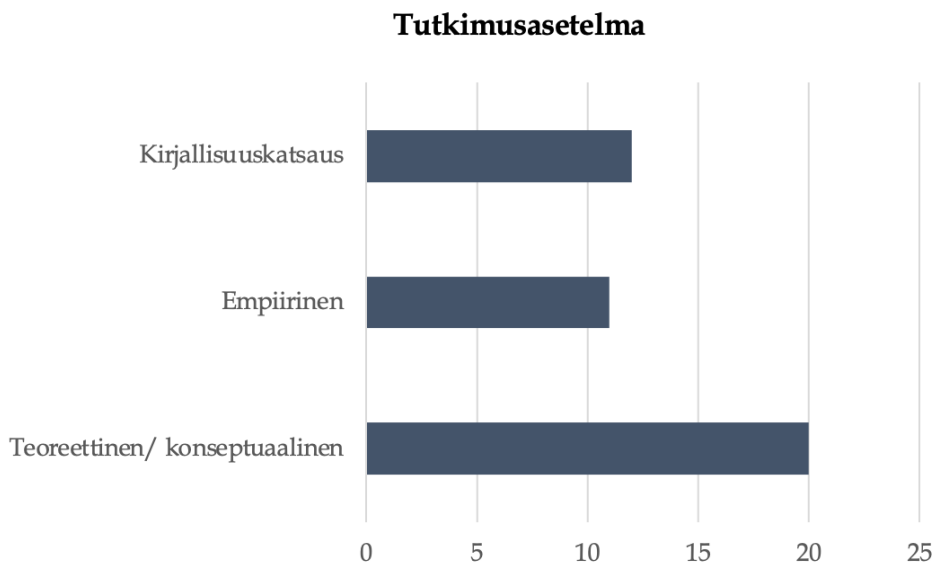
Tämän jälkeen tarkasteltiin valittujen artikkelien lähdeluetteloita ja viitteitä, joista poimittiin tutkimusta täydentäviä artikkeleita kattamaan tutkimuksen osa-alueita laajemmin. Lähdetarkastelun seurauksena valikoitui yhteensä 79 artikkelia. Tämän jälkeen artikkelit luettiin läpi pintapuolisesti, keskittyen tutkimuksen havaintoihin ja tuloksiin. Toisen tarkastelukierroksen seurauksena rajattiin valittujen artikkelien määrä 57:ään.

Valikoidut artikkelit luettiin läpi kriittisesti ja seuloitiin pois tarkemman tarkastelun tuloksena artikkelit, joiden tutkimustulokset ei ollut tämän tutkimuksen kannalta relevantteja. Kolmannen tarkastelukierroksen jälkeen tutkimusaineisto rajattiin 46 artikkeliin. Lopuille valituille artikkeleille suoritettiin kriittinen lukemisprosessi, jonka tavoitteena oli varmistaa aineiston vaadittu laatu. Artikkeleista poistettiin muun muassa JUFO-luokituksen sekä vertaisarvioinnin puutteen perusteella 3 kappaletta, jolloin tutkimusaineiston lopullinen määrä oli 43 artikkelia. Tutkimuksessa hyödynnetään myös materiaalia systemaattisen haun ulkopuolelta. Systemaattisen haun ulkopuolisten lähteiden käyttö rajoittuu johdanto-osuuteen ja käsitteiden- sekä tietokokonaisuuden havainnollistamiseen.

Tutkimusaineistosta 31 artikkelia ovat tutkimusmenetelmältään teoreettisia ja 12 artikkelia ovat kirjallisuuskatsauksia (ks. KUVIO 2). Tutkimusasetelmat jaoteltiin kirjallisuuskatsauksiin, empiirisiin sekä teoreettisiin/ konseptuaalisiin tutkimusasetelmiin. Tutkimusaineiston tutkimusasetelmista suuri osa oli teoreettisia/ konseptuaalisia tutkimuksia, mutta kirjallisuuskatsausten ja empiiristen tutkimusasetelmien suhde oli tasapainoinen (ks. KUVIO 3).



KUVIO 2 Tutkimusmenetelmien kuvaus pylväsdiagrammina

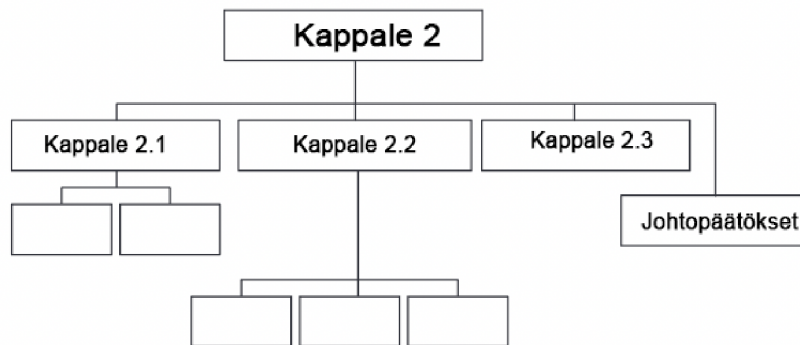


KUVIO 3 Tutkimusasetelmien kuvaus pylväsdiagrammina

Tutkielman rakenteessa sovelletaan Patrick Dunleavyn esittämää rakenteellista mallia, joka perustuu tutkielman osioiden erotteluun lyhyillä, tutkimusaiheeseen mukautetuilla kuvauksilla tai anekdooteilla (Dunleavy, 2003, ss. 43–44). Aiheen käsitellessä kahden eri tieteenalan asioita, on tutkielman rakenteessa tämä huomioitu otsikoinnin ja kappaleiden järjestyksen avulla. Tutkiel-

ma käy alkuun läpi omassa kappaleessaan lohkoketjun toimintaa, jonka jälkeen finanssialan näkökulma on käsitelty tätä seuraavassa kappaleessa.

Kahden esittelykappaleen jälkeen vastataan laajemmin itse tutkimusongelmaan omassa kappaleessaan, yhdistäen kahden edellisen kappaleen huomioiden. Dunleavyn mukaan on tärkeää mukauttaa rakenteet huomioiden käsiteltävää aineistoa, jotta vältetään liian konemaiselta, lukijaa tylsistyttävältä rakenteelta (Dunleavy, 2003, s. 100). Kappaleen rakenne on toteutettu mukailien Dunleavyn (2003, s. 102) esittämää kappaleen rakenteen puurakennetta KS. KUVIO 4. Dunleavy esittää, että kyseinen kappaleen rakennemalli edesauttaa tekstin tuottamista luontevammin, mutta myös mahdollistaa samalla aiheen loogisen etenemisen (Dunleavy, 2003, s. 102).



KUVIO 4 Patrick Dunleavyn esittämä kappalerakenteen puumalli (suom.) (Dunleavy, 2003, s. 102)

Dunleavy (2003, s. 79) nostaa myös esille mallissaan metatekstin käytön merkityksen kappaleiden alussa ja lopussa. Dunleavyn (2003, s. 79) mukaan kappaleissa tulisi olla lyhyt otsikoimaton johdatteluteksti, jossa kuvataan lyhyesti tulevan kappaleen sisältö. Tutkielman jäsenitys noudattaa tutusta uuteen -rakennetta. Aihe tehdään lukijalle tutuksi pääotsikon ja johdatuksen avulla, jonka jälkeen itse tekstissä lukijalle kerrotaan tutusta asiasta uutta tietoa.

Seuraavassa luvussa käydään läpi tarkemmin lohkoketjuteknologiaa, eri lohkoketjujen muotoja ja tämän komponenttien toimintaa sekä kuvataan jo havaittuja lohkoketjuteknologian hyödyntämismuotoja. Luvussa tullaan käymään läpi myös lohkoketjuteknologian tunnistettuja rajoitteita, riskejä sekä haasteita tutkimusaineiston perusteella.

2 LOHKOKETJUTEKNOLOGIA YLEISESTI

Jotta voidaan tarkemmin tarkastella lohkoketjuteknologian vaikutuksia finanssialan toimintaan, on ymmärrettävä ensin, kuinka lohkoketjuteknologia toimii ja mitkä ovat tämän hyödyt sekä haasteet. Tässä luvussa määritellään lohkoketjuteknologian käsite sekä esitellään lyhyesti lohkoketjuteknologian historiaa. Lisäksi luvussa tuodaan esille yleisimpiä lohkoketjuteknologian, jo käytössä olevia hyödyntämismuotoja.

Tässä luvussa keskitytään myös kuvaamaan, mitä lohkoketjuteknologian toimintaan sidonnaiset konsensusmenetelmät ovat ja millaisia eri konsensusmenetelmiä on tällä hetkellä olemassa. Lohkoketjuteknologialle esitetään myös kirjallisuudessa esiintyneitä hyödyntämismuotoja sekä tunnistettuja tämänhetkisiä rajoitteita.

2.1 Lohkoketjuteknologian määritelmä

Lohkoketjuteknologialla tarkoitetaan yksinkertaisuudessaan hajautettua tilikirjaa, joka toimii Peer-to-Peer (P2P)³ verkossa (Iansiti & Lakhani, 2017). Lohkoketjuteknologiaa hyödyntävät tapahtumat ovat turvallisia, luotettavia, avoimia sekä lähes mahdottomia muuttaa jälkikäteen (Underwood, 2016). Lohkoketjut koostuvat datalaatikoiden ketjusta. Yksi lohko sisältää: lohkon tunnisteiden, informaation, aikaleiman sekä edellisen lohkon tunnisteiden. Lohkoketjun lohkojen sisältämät tunnisteet ovat uniikkeja arvoja, jotka erottavat lohkot toisistaan, ikään kuin sormenjälki (Zheng ym., 2017).

Lohkoketjussa sijaitsevan lohkon sisältöä muuttaessa, muuttuu myös lohkon tunnisteiden arvo, joka täten estää lohkoketjun peukaloinnin (Nofer ym., 2017). Kuviossa 4 on kuvattu yksinkertaistettuna lohkoketjuteknologian tapahtumakirjaamisprosessi, joka havainnollistaa lohkoketjuteknologian toimintaa (ks.

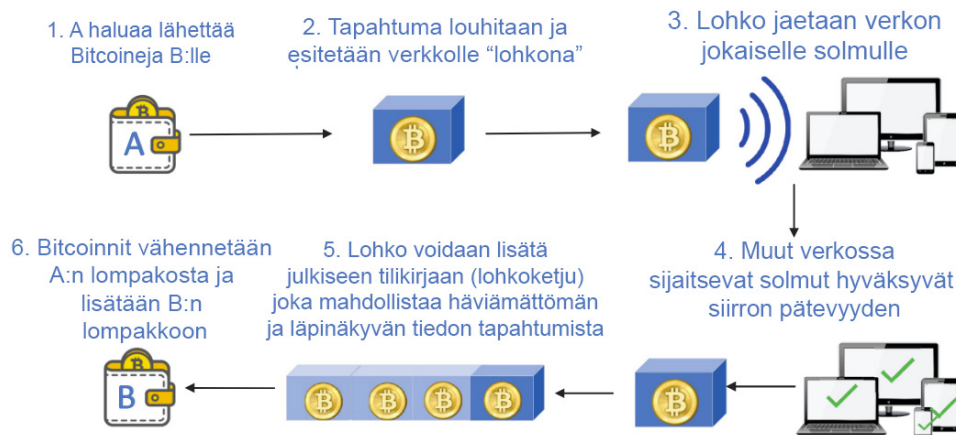
³ Peer-to-peer verkolla, eli vertaisverkolla tarkoitetaan infrastruktuuria, jossa verkossa sijaitsevat laitteet ovat samanarvoisia. Laitteet voivat kommunikoida, jakaa resursseja, kuten tietoa keskenään, ilman välittäjä (Schollmeier, 2001).

KUVIO 5). Lohkoketjuteknologia esiteltiin ensimmäisen kerran vuonna 2008 Satoshi Nakamoton toimesta. Lohkoketju oli osa kryptovaluutta Bitcoinin maksuliikennejärjestelmää. Bitcoin on virtuaalinen valuuttajärjestelmä, jonka ideana on välttää valuutan myöntämistä, omistajuudensiirtoa sekä maksujen varmistuksesta vastaavaa keskitettyä auktoriteettia (Nakamoto, 2008). Bitcoin-lohkoketjuverkon toiminta esitetty yksinkertaistettuna alla olevassa kuviossa (ks. KUVIO 5).

Lohkoketjuteknologialla on Zheng ym. (2017) mukaan kolme ominaispiirrettä: *Hajautettu*, *Pysyvä* ja *Anonyymi*. Jokainen lohkoketju, kuten esimerkiksi Bitcoinin hyödyntämä lohkoketju on:

- **Hajautettu:** Lohkoketju toimii tietokoneilla, jotka ovat vapaaehtoisesti osa prosessia, ei siis ole olemassa yhtä keskustietokantaa, johon esimerkiksi voitaisiin murtautua (Zheng ym., 2017).
- **Pysyvä:** Lohkoketjusta on lähes mahdotonta poistaa tai peruuttaa tapahtumia, kun ne ovat tallennettu jo lohkoketjuun. Tapahtumat voidaan myös vahvistaa nopeasti, sillä rehelliset louhijat eivät hyväksy virheellisiä tapahtumia (Zheng ym., 2017).
- **Anonyymi:** Käyttäjät voivat olla vuorovaikutuksessa lohkoketjun kanssa, tälle generoidulla osoitteella. Osoite ei paljasta käyttäjän todellista henkilöllisyyttä. Kuitenkaan lohkoketju ei voi taata täydellistä yksityisyyden säilyttämistä teknologian luonteen mukaisten rajoitteiden vuoksi. Osoite on avoimesti näkyvillä kaikille lohkoketjuverkossa olijoille, jolloin on mahdollista selvittää tapahtuman luoja alkuperä (Zheng ym., 2017). Kuitenkin muut lähteet viittaavat Bitcoin-lohkoketjuun pseudonyyminä, sillä tämä käyttää käyttäjien tunnisteena osoitteita, joiden myötä käyttäjät voidaan yhdistää transaktioihin (Abramova ja Böhme, 2016; Böhme ym., 2015; Renwick ja Gleasure, 2021).

Lohkoketju on siis avoin, maailmanlaajuinen infrastruktuuri, joka mahdollistaa yhtiöille sekä yksilöille maksutapahtumien suorittamisen ilman välikäsiä. Teknologian luotettavuus perustuu hajautettuun, avoimeen tilikirjarakenteeseen sekä konsensusmenetelmiin (Underwood, 2016).



KUVIO 5 Lohkoketjun toiminta Bitcoin-lohkoketjussa (suom.) (Zhang ym., 2020, s. 4)

2.1.1 Eri lohkoketjujen muotoja

Lohkoketjut voidaan jaotella kolmeen selkeään kategoriaan: Avoin, Yksityinen sekä yhdistetty. Keskeisinä eroina näillä kolmella lohkoketjutyypillä ovat konsensuksen nopeus, turvallisuus sekä suorituskyky. Myöskin luottamusviranomaisten käyttö sekä vaadittu määrä luottamushenkilöitä eroaa eri tyyppien välillä (Zhang ym., 2020).

- **Julkinen** lohkoketju tarkoittaa lohkoketjua, jossa kaikki pystyvät tarkastelemaan sekä luomaan tapahtumia. Tapahtumat ovat suojattu käyttäen konsensusalgoritmeja, kuten Proof-of-Work tai Proof-of-Stake. Konsensusalgoritmit korvaavat keskittyneen auktoriteetin viran (Buterin, 2015).
- **Yhdistetty/Hybridi** lohkoketju tarkoittaa lohkoketjua, jossa konsensusprosessista vastaavat erikseen valitut solmut (engl. Nodes). Lohkoketjun lukuoikeus voi olla avoin kaikille, tai rajattu vain osallistujien kesken. Näitä lohkoketjuja voidaan pitää osittain hajautettuna (Buterin, 2015).
- **Yksityinen** lohkoketju on lohkoketjun muoto, jossa kirjoitusoikeudet ovat rajoitettu keskitetysti yhdelle organisaatiolle. Lukuoikeudet voivat olla julkisia, tai rajattu haluttuun laajuuteen. Yksityiset lohkoketjut usein sisältävät tietokannan hallintaa, tilintarkastusta, tai muita yhden organisaation sisäisiä prosesseja (Buterin, 2015).

2.2 Konsensusalgoritmit

Konsensuksella tarkoitetaan ryhmäpohjaista protokollaa, jolla on tarkoitus muodostaa konsensus, eli yhteisymmärrys. Yhteisymmärrystä voidaan kuvata äänenemmistönä. Lohkoketjuteknologiassa konsensusalgoritmit varmistavat lohkoketjun oikeellisuuden konsensusalgoritmeista riippuen, yleensä

lauhijoiden avulla (Hileman ja Rauchs, 2017). Konsensusmenetelmät ovat edellytys lohkoketjun avoimelle sekä samalla turvalliselle, muuttamattomalle rakenteelle (Lin ja Liao, 2017). Näin ollen konsensuksen saavuttaminen on yksi lohkoketjuteknologian keskeisistä piirteistä (Brakeville ja Bhargav, 2019). Konsensusmekanismista sovittuaan, verkon solmut suorittavat konsensusprotokollan vahvistaakseen tapahtumien oikeellisuuden sekä lisätäkseen lohkoja ja tunnistekeittäjiä. Keskeistä on, että vihreiden ilmetessä tilikirjaa päivitetään ja laajennetaan ylikirjoittamisen sijaan (Brakeville & Bhargav, 2019).

Konsensusmenetelmiä on lukuisia erilaisia, jotka kaikki toimivat hieman eri perusteilla, mutta kaikkien tavoite on sama, eli konsensus. Konsensusmenetelmistä, joista yleisin ja eniten käytössä oleva on Proof-of-Work-konsensusmenetelmä, joka esiintyy muun muassa Bitcoin-lohkoketjussa. Konsensusmenetelmien keskeiset eroavaisuudet keskittyvät yhteisymmärryksen saavuttamisen keinoihin, energiankulutukseen sekä verkon solmujen identiteetin hallintaan (Zheng ym., 2017).

2.2.1 Proof-of-Work (PoW)

Proof-of-Work on laajimmin käytetty konsensusmekanismi olemassa olevissa lohkoketjuissa. (Gervais ym., 2016) Proof-of-Work on prosessi, jossa tietokoneen laskentatehon avulla louhijat luovat uusia lohkoja lohkoketjuun. Uusi lohko luodaan ratkaisemalla Proof-of-Work haaste, eli kryptografinen pulma esittämällä tietyt vaatimukset täyttävä ratkaisulause, jonka oikeellisuuden muut samassa lohkoketjuverkossa olevat louhijat voivat nopeasti todistaa (Zhang ym., 2020). Yksinkertaistettuna uusi lohko luodaan generoimalla pulma, joka vaatii paljon laskennallista työtä, mutta on silti helppo varmistaa muiden louhijoiden toimesta. Osallistujat ovat yhteisymmärryksessä siitä että se, joka ratkaisee ongelman ensimmäisenä, luo seuraavan lohkon (Zhang ym., 2020).

Lauhijoiden on käytettävä Tapscott ja Tapscott (2016, s. 46) mukaan resursseja, kuten tietokoneen laskentatehoa ja samalla sähkövirtaa ratkaistakseen pulman, etsimällä oikean tunniste. Tunniste on ikään kuin yksilöllinen sormenjälki teksti- tai datatiedostolle. Louhijat saavat palkkioksi Bitcoinin tai muuta virtuaalivaluuttaa jokaisesta löytämästään lohkoketjosta. Pulma on matemaattisesti määritelty niin, että sen ratkaiseminen on haastavaa, mutta ratkaisun todentaminen helppoa. Siksi, kun muu verkosto näkee vastauksen, kaikki luottavat siihen, että sen tuottamiseen on tehty paljon työtä (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 46). Proof-of-Work-konsensus tukeutuu lähes täysin louhinnasta saatuihin louhintapalkkioihin. Louhintapalkkiot houkuttelevat suurta määrää louhijoita osallistumaan Proof-of-Work konsensukseen. Suuri louhijamäärä on edellytys Proof-of-Work lohkoketjuprotokollan elinvoimaisuudelle ja lohkoketjun turvallisuudelle (Zhang ym., 2020).

2.2.2 Proof-of-Stake (PoS)

Proof-of-Stake on energiatehokkaampi vaihtoehto PoW:ista. Proof-of-Stake-konsensusmekanismissa lohkon luoja valitaan deterministisellä tavalla,

riippuen tämän valuutan omistuksen osuuden suuruudesta (Lin & Liao, 2017). Proof-of-Stake perustuu ajattelutapaan, jossa uskotaan, että ihmiset, joilla on enemmän kyseistä valuuttaa hallussa, ovat vähemmän todennäköisiä hyökkäämään sitä vastaan (Zheng ym., 2017).

Omistusosuuden perusteella tapahtuman valinta on Zheng ym., (2017) mukaan siitä epäreilu, että valuutanomistukseltaan varakkain henkilö saavuttaa ylilyöntiaseman verkossa. PoS-konsensusmekanismeissa ei ole louhintapalkkioita, vaan se toimii täysin siirtomaksujen varassa (Zheng ym., 2017).

2.2.3 Muut konsensusalgoritmit

Konsensusalgoritmeja on olemassa Proof-of-Staken ja Proof-of-Workin lisäksi myös muitakin. Zheng ym., (2017) mukaan näitä ovat: PBFT, DPOS, Ripple ja Tendermint. Alla on listattu kuvaus kyseisistä konsensusalgoritmeista toimintaperiaatteineen sekä toisistaan erottavineen tekijöineen.

- PBFT (Practical byzantine fault tolerance) on käyttöoikeudellinen, viestintään perustuva sekä turvallisuuteen keskittyvä konsensusprotokolla. PBFT algoritmissa lohko luodaan äänestämällä solmujen toimesta, ääniä tulee saada $2/3$, jotta lohko luodaan (Zheng ym., 2017).
- DPOS (Delegated proof of stake) on konsensusalgoritmi. Erona Proof-of-Stake-konsensusmenetelmän demokraattiseen valintaprosessiin, DPOS:issa sidosryhmät valitsevat edustajansa luomaan ja vahvistamaan lohkoja. Lohkon vahvistamiseen tarvittavia solmuja on huomattavasti vähemmän, jonka myötä lohko ja samalla tapahtuma voidaan vahvistaa nopeasti (Zheng ym., 2017).
- Ripple on konsensusalgoritmi, joka hyödyntää kollektiivisesti luotettuja aliverkkoja suuremman verkon sisällä. Verkossa sijaitsee kahdenlaisia solmuja, konsensukseen keskittyvät solmut ja varojen siirtoon osallistuvat solmut. Uusi lohko luodaan, kun tapahtuman hyväksyvien solmujen määrä on 80 % (Zheng ym., 2017).
- Tendermint on konsensusalgoritmi, joka tukeutuu kolmivaiheiseen solmujen äänestysprosessiin. Niin kuin PBFT, on Tendermint myöskin turvallinen, joka tarkoittaa, että solmujen oletetaan tuntevan koko verkosto (Zheng ym., 2017).

Konsensusalgoritmeissa on merkittäviä eroja, pääosin energiankulutuksen, tehokkuuden sekä turvallisuuden suhteen. (Zheng ym., 2017) mukaan PoS ja PoW -konsensusalgoritmit soveltuvat parhaiten julkiseen lohkoketjuun, kun taas konsortio- tai yksityinen lohkoketju hyödyntää mieluiten PBFT:tä, Tenderminttiä tai Rippleä. Konsensusalgoritmeista on esitetty taulukko, joka käsittelee aikaisemmin esiteltyjä konsensusalgoritmeja sekä kuvaa niiden keskeiset erot (ks. TAULUKKO 1).

Tyyppi	PoW	PoS	PBFT	DPOS	Ripple	Tendermint
Solmujen identiteetin hallinta	Avoim	Avoim	Suostumuksellinen	Avoim	Avoim	Suostumuksellinen
Energiatehokas	Ei	Osittain	Kyllä	Osittain	Kyllä	Kyllä
Sallittu konsensuksen vastustajien osuus	<25% Laskenta-tehosta	<51% omistus-osuudesta	<33.3% Vialliset kopiot	<51% vahvista-jista	<20% Virheellisistä uniikeista solmuista	<33.3% kompleksinen äänestysvoima
Esimerkki	Bitcoin	Peercoin	Hyperledger Fabric	Bitshares	Ripple	Tendermint

TAULUKKO 1 Konsensusalgoritmien vertailu (suom.) (Zheng ym., 2017, s. 5)

2.3 Älysopimukset

Älysopimukset (Eng. Smart Contract) ovat lohkoketjussa sijaitsevia itsesuorittavia koodipätkiä. Älysopimukset eivät siis ole varsinaisia sopimuksia, sopimuksen laillisessa merkityksessä. Älysopimukset tukeutuvat ennalta määriteltyihin sopimusehtoihin, joiden myötä älysopimukset suorittavat ennalta määritetyn tapahtuman, tämän ehtojen täytyessä (Deloitte, 2016). Älysopimukset voidaan Chiu ja Koepl (2018) mukaan rakentaa tarjoamaan automaattisesti toimitus maksua vastaan -periaatteen (engl. Delivery vs Payment (DVP) keskusviranomaisten mahdollistaman luottamuksen puuttuessa.

Deloitte (2016) mukaan älysopimukset laajentavat lohkoketjujen hyödyllisyyttä yksinkertaisesti tallennuksesta, rahoitustapahtumien kirjaamisesta aina moniosapuolisopimusten ehtojen automaattiseen täytäntöönpanoon. Älysopimukset pohjautuvat tietokoneverkkoon, joka käyttää konsensusprotokollia varmistamaan toimintasarjan oikeellisuuden, joka johtaa määriteltyyn sopimuskoodiin. Tuloksena on menetelmä, jolla osapuolet voivat sopia ehdoista ja luottaa niiden toteutumiseen automaattisesti, pienemmällä riskillä mahdollisesta virheestä tai manipulaatiosta (Deloitte, 2016).

2.4 Lohkoketjuteknologian hyödyntämismuodot

Lohkoketjuteknologian ensimmäinen käyttötapa esiintyi osana kryptovaluutta Bitcoinin maksujärjestelmää. Bitcoin on Satoshi Nakamoton käsitteellistämä lohkoketjuteknologiaa hyödyntävä valuuttajärjestelmä, joka käytti roskapostin ja palvelunestohyökkäyksiä rajoittavaa Proof-of-Work -järjestelmää muistuttavaa toimintatapaa, lisätäkseen lohkoketjuun datalohkoja ilman kolmatta osapuolta (Nakamoto, 2008).

Lohkoketjuteknologiaa hyödynnetään jo tällä hetkellä laajalti tiedonhallinnan, tietojen todentamisen aloilla sekä kaupallisella- ja terveydenhuollon

alalla. Noin 30 % lohkoketjuteknologian käyttötapauksista liittyy pankki- ja finanssialan toimintaan (Hileman & Rauchs, 2017). Tähän vahvasti on vaikuttanut kryptovaluuttojen kasvanut suosio, sillä kryptovaluutat ovat tuoneet lohkoketjuteknologian koko maailman tietoisuuteen (Zile ja Strazdiņa, 2018). Itse lohkoketjuteknologian hyödyntämistapauksia on lukuisia. Näistä yleisimpinä käyttötapauksina esiintyvät: toimitusketjun hallinta, tiedon validiteetin tarkistus ja hallinta, omistajuudentodennusprosessit sekä tiedon varastointi (Hileman & Rauchs, 2017).

Iansiti & Lakhani (2017) kuvaavat lohkoketjuteknologian omaavan valtaavan potentiaalin. He kertovat, että lohkoketjuteknologian myötä, voidaan kuvitella maailmantilanne, jossa sopimukset ovat sisällytettynä digitaaliseen koodiin. Nämä ovat tallennettuina avoimissa, jaetuissa tietokannoissa, joissa ne ovat turvassa poistamiselta, peukaloinnilta sekä muutoksilta. Kyseisessä maailmassa jokainen sopimus, prosessi, toiminto, ja maksu omaisivat digitaalisen todisteen sekä allekirjoituksen. Tämän myötä ei ole enää tarvetta välittäjäosapuolille, kuten lakimiehet, meklarit tai pankkiirit. Yksilöt, organisaatiot, koneet sekä algoritmit voisivat vapaasti toimia vuorovaikutuksessa ilman kitkaa (Iansiti & Lakhani, 2017). Lohkoketjuteknologialla on myös omat riskinsä ja rajoitteensa, joita käsitellään seuraavaksi.

2.5 Lohkoketjuteknologian rajoitteet, riskit ja haasteet

Zile & Strazdiņa (2018) mukaan jokaisella lohkoketjuteknologian tukitoiminnolla on omat lukuisat merkitykselliset riskinsä, jotka tulee arvioida sekä kehittää vastatoimenpiteet niitä vastaan, ennen teknologian implementaatiota. Riskit eivät välttämättä aina ole täysin teknisiä, vaan riskit voivat liittyä myös taloudellisiin, juridisiin sekä kulttuurillisiin konflikteihin. Lohkoketjuteknologia on itsessään hajautettu verkko sekä tietokantaratkaisu. Yksi suurimmista hajautettuihin verkkoihin liittyvistä huolenaiheista on kontrolli (Zile & Strazdiņa, 2018).

Muita lohkoketjuteknologiaan liittyviä haasteita ja rajoitteita, ovat skaalautuvuus, turvallisuus, sähkönkulutus, yksityisyys sekä tapahtumakirjaamisen nopeus (Alaeddin ym., 2021; Beck ym., 2016; Egelund-Müller ym., 2017; Underwood, 2016). Courtneidge ym. (2015) kertovat myös älysopimusten nostavan esille lakitekniisiä haasteita. Älysopimusten automaatioluonne vaikeuttaa tavanomaisten sopimusoikeuksien soveltamista. Niitä ei välttämättä voida kumota tai ne eivät sisällä minkäänlaista kuluttajansuojaa.

Lohkoketjuteknologia kuitenkin itsessään ei ole myös täysin haavoittumaton tai toimintavarma. Lohkoketjuteknologiaa kohtaan on nostettu esille muutamia infrastruktuurillisia heikkouksia, jotka heikentävät tämän toimintavarmuutta sekä tietoturva. Seuraavissa luvuissa kuvataan kyseisten teknologisten heikkouksien luonnetta pintapuolisesti.

2.5.1 Enemmistöhyökkäys (51 % hyökkäys)

Lohkoketjut, jotka hyödyntävät Proof-of-Work-konsensusalgoritmia, ovat teoriassa haavoittuvaisia niin kutsutulle 51 % hyökkäykselle. Tämä tarkoittaa tilannetta, jossa hyökkääjät saavat haltuunsa valtaosan lohkoketjun laskentatehosta (Lin & Liao, 2017). Hallitessaan yli 51% laskentatehosta, kykenee taho löytämään ratkaisun konsensuspulmaan nopeammin, kuin muut (Lin & Liao, 2017).

Ollessaan enemmistöasemassa kyseisessä lohkoketjuverkossa, voivat hyökkääjät täten kontrolloida koko lohkoketjua eli esimerkiksi tarkastella sekä lisätä tietoa (Lin & Liao, 2017). Kuitenkin kyseisen hyökkäyksen toteuttaminen vaatii valtavan määrän prosessoritehoa, jolloin hyökkäyksen taloudellinen kannattavuus on olematon (Zile & Strazdiņa, 2018).

2.5.2 Fork-ongelmat

Fork-Hyökkäyksellä tarkoitetaan tilannetta, jossa tapahtumatietoja pyritään muokkaamaan hyväksymisen jälkeen. Tapahtuman hyväksytyä, se lähetetään louhijoille, tämän jälkeen joko myyjä tai ostaja pyrkii muuttamaan lohkoketjua, jotta alkuperäinen tapahtuma olisi epäjohdonmukainen julkisen tilikirjan kanssa Lohkoketjun muokkaaminen vaatisi 51 % hyökkäyksen tavoin enemmistön louhintatehosta (Chiu & Koeppl, 2018).

Fork-termillä viitataan lohkoketjun päivittämiseen, päivityksellä tarkoitetaan ikään kuin ohjelmistopäivitystä. Kun lohkoketjun uusi ohjelmistoversio on julkaistu, uusi konsensusopimussääntö päivitetään myös solmuihin. Päivityksen yhteydessä solmut jakautuvat uusiin sekä vanhoihin solmuihin. Päivityksen jälkeen voi ilmetä ongelma, jossa uudet solmut hyväksyvät tapahtuman mutta vanhat ei, tai toisinpäin (Lin & Liao, 2017).

Liittyen eri ristiriitaihin solmujen välillä, voidaan Fork-ongelmat jakaa kahteen alaluokkaan: *Hard Fork* ja *Soft Fork*. *Hard Fork* ongelmalla tarkoitetaan tilannetta, jossa päivityksen myötä muuttuneet hyväksymissäännöt eivät ole enää yhteensopivia vanhojen kanssa. Toisin sanoen vanhojen solmujen vahvistusvaatimukset ovat tiukemmat, kuin uusien. Syntyy siis ristiriita vanhojen ja uusien solmujen välillä. Vaikka uudet solmut omaavat suuremman laskentatehollisen voiman, kuin vanhat, säilyttävät vanhat solmut oman versionsa lohkoketjusta, joka on heidän mielestään oikein (Lin & Liao, 2017).

Hard Fork -ongelma voidaan ratkaista pyytämällä kaikkien verkossa olevien solmujen päivittävän hyväksymissäännön. Vanhat solmut, joita ei ole päivitetty, eivät toimi enää niin kuin aiemmin. Tästä seuraa jakautuminen kahdeksi eri lohkoketjuksi (Lin & Liao, 2017). *Soft Fork* -ongelmalla tarkoitetaan tilannetta, jossa uusien solmujen vahvistusvaatimukset ovat vanhoja tiukemmat. Uudet solmut omaavat vanhoja suuremman laskentatehon. Lohkoja, joita vanhat solmut louhivat ei hyväksytä ollenkaan. Molemmat solmut silti jatkavat toimintaa samassa lohkoketjussa. *Soft Fork* -ongelman ilmetessä, voidaan solmut päivittää uusiin vaiheittain, tämän johdosta ongelma ei vaikuta järjestelmän tehokkuuteen ja vakauteen (Lin & Liao, 2017).

2.5.3 Tuplakulutus (Double spending)

Tuplakulutushyökkäyksellä tarkoitetaan tilannetta, jossa samaa digitaalista valuuttaa voidaan hyödyntää useammin kuin yhdesti silloin, kun transaktiohistoriaa koskeva konsensusrekisteri puuttuu (Cong ja He, 2019). Jotta tuplakulutushyökkäys onnistuisi täytyy hyökkääjän olla nopein louhija, jotta tämä saa luotua lohkon, jossa hyökkääjä siirtää digitaaliset varat takaisin itselleen, vastapuolen sijaan (Cong & He, 2019). Hyökkääjä voi siis luoda tapahtumahistorian, jossa hän peruuttaa aiemmat tapahtumat sekä vakuuttaa koko muun lohkoketjuverkon siitä, että tämä vaihtoehtoinen historia on oikea. Tuplakulutushyökkäyksen onnistumista edesauttaa, mitä suurempi osuus hyökkääjällä on louhijoiden yhteenlasketusta laskentatehosta (Chiu & Koeppl, 2018).

Lohkoketjuteknologialla tarkoitetaan yksinkertaisuudessaan hajautettua tilikirjaa, joka mahdollistaa avoimen ja turvallisen tietojen tallentamisen, sekä luottamuksen todentamisen. Lohkoketjun lohkoketjuteknologiasta on jo olemassa julkista näyttöä, suurtenkin tahojen toimesta. Lohkoketjuteknologia omaa merkittävän potentiaalin, eteenkin tämän hajautetusta ja avoimesta luonteesta johtuen, myöskin lohkoketjuteknologian mahdollistamat älysopimukset mahdollistavat manuaalisten toimien automatisoinnin ja tapahtumakäsittelyn nopeuttamisen. Lohkoketjuteknologian sovellutusmahdollisuuksia tutkitaan jo laajalti osana finanssijärjestelmän palveluprosessien toimintaa. Kuitenkin huomioitavaa on se, että lohkoketjuteknologia sisältää myös merkittäviä toimintavarmuuteen, turvallisuuteen sekä yksityisyyteen liittyviä haasteita.

Ongelmat koskevat pääsääntöisesti konsensusmenetelmiä, niiden energiakulutusta sekä suorituskykyä. Lohkoketjuteknologian avoin ja hajautettu luonne nähdään potentiaalisena varsinkin finanssialan näkökulmasta, mutta silti tätä kohtaan on nostettu huolenaiheita muun muassa hallinnoinnin ja säätelyn näkökulmasta. Edellä mainittuihin ongelmiin on kiinnitettävä huomiota eteenkin implementaatiota osaksi perinteistä finanssijärjestelmää, jota käsitellään seuraavassa luvussa.

3 FINANSSIALAN PALVELUPROSESSIT YLEISESTI

Jotta voidaan käsitellä lohkoketjuteknologian hyötyjä osana finanssialan palveluprosesseja, on ensiksi määriteltävä ja tarkasteltava finanssialan palveluprosesseja ja niiden toimintaa tarkemmin. Tässä luvussa määritellään finanssialan palveluprosessien käsite sekä esitellään palveluprosessien nykytilanne. Lisäksi luvussa tuodaan esille finanssialan palveluprosesseihin liittyviä haasteita yleisesti sekä loppukäyttäjän näkökulmasta. Tässä tutkielmassa tullaan tarkastelemaan finanssialan toimintaa eri kulttuurien näkökulmista. Lähdekirjallisuudessa keskityttiin vahvasti käsittelemään suurilta osin amerikkalaista finanssijärjestelmää.

Amerikkalaisella finanssijärjestelmällä on Herbert L. Baerin ja Larry R. Moten (1992) mukaan kolme ominaisuutta, jotka erottavat sen muiden maiden rahoitusjärjestelmistä. Ominaisuudet näkyvät Baerin ja Moten mukaan äärimmäisenä pirstaloituneena rakenteena, joka näkyy esimerkiksi yksittäisten instituutioiden valtavassa määrässä; sen vertaansa vailla olevana monimuotoisuutena; ja suoran rahoituksen suhteellisenä merkityksenä. Suoran rahoituksen esimerkkinä on varojen kerääminen avointen markkinainstrumenttien, kuten osakkeiden, joukkovelkakirjojen ja arvopaperien avulla (Baer & Mote, 1992).

Tutkimusaineistossa esiteltiin myös käyttötapauksia islamilaisessa finanssijärjestelmässä. Tutkimuksessa tullaan myös nostamaan esille esimerkkejä islamilaisesta finanssijärjestelmästä. Keskeisenä erona UBL Ameen (2022) mukaan, Islamilaisessa finanssijärjestelmässä pankit käyttävät pääasiassa kolmea rahoitusmuotoa: vuokrajärjestelyä (Ijarah), kauppa-/myyntiperusteita (Murabaha, Salam ja Istisna) ja kumppanuuksia (Mudarabah ja Musharakah) siinä missä perinteisessä finanssijärjestelmässä on rahoitusmuotona vain lainat. Islamilaiset pankit myös pitävät valuuttaa ainoastaan vaihtotavarana, jonka takia islamilaiset pankit eivät tavoittele voittoa lainaamalla rahaa, esimerkiksi korkojen muodossa. Myöskään myöhästyneistä tai laiminlyödyistä maksuista ei peritä rikosoikeudellisia kuluja (UBL Ameen, 2022).

3.1 Finanssialan palveluprosessien käsite ja nykytilanne

Nykypäivän rahoitusjärjestelmä koostuu pienestä ryhmästä suuria instituutioita, jotka kommunikoivat keskenään (Egelund-Müller ym., 2017). Sääntelyviranomaiset varmistavat järjestelmän johdonmukaisuuden toimielinten tarkastuksilla. Yksityishenkilöt, yritykset ja pienemmät rahoituspalveluntarjoajat voivat liittyä rahoitusjärjestelmään tekemällä yhteistyötä suuremman toimijan kanssa, kyse on siis keskitetystä infrastruktuurista (Egelund-Müller ym., 2017).

Palveluprosesseilla viitataan finanssialan asiakkaille tarjoamiin palveluihin, kuten lainat, sijoitukset, vakuutukset ja maksuliikenne. Amerikkalaisen finanssijärjestelmän palveluprosessit perustuvat nykypäivän avoimessa yhteiskunnassa vahvasti luottamukseen (Tapscott ja Tapscott, 2016, s. 73). Varsinkin vakuutussektorilla tämä on ikivanha periaate, jota sovelletaan kuluttajavakuutuksiin sekä kaupallisten tahojen ja valtion suojaamiseen eteenkin luonnonkatastrofeilta tai erityisriskeiltä (Crawford ja Piesse, 2016). Nykypäivänä luotamme välittäjiin luottamuksen luomiseksi sekä henkilöllisyyden todentamiseksi rahoitustapahtumissa. Välittäjät toimivat sovittelijoina perusrahoituspalveluissa, kuten varainhoito ja lainat (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 73). On huomioitavaa, että suomalaisessa finanssijärjestelmässä ei ole samankaltaista luottopisteytysjärjestelmää, kuin Amerikassa (Viljanen, 2021).

Ensimmäistä lainaa tai luottokorttia hankkiessa pankit kiinnittävät yhteen asiaan huomiota ylitse muiden. Tämä asia on luottopisteytys (engl. Credit Score). Luottopisteytyksen on tarkoitus kuvastaa henkilön luottokelpoisuutta ja siten maksukyvyttömyysriskin suuruutta. Luottopisteytys on kooste useista syötteistä, aina laina-ajan pituudesta, aiempien luottojen maksuhistoriaan. Suurin osa vähittäisluotoista riippuu luottopisteytyksestä (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 90).

3.2 Valtioiden väliset erot luottokelpoisuuden arvioinnissa

Suomalaisessa finanssijärjestelmässä luottoluokituksella tarkoitetaan Suomen Asiakastieto Oy:n mukaan yrityksen taustatietoja, kuten taloustiedot, tilinpäätökset, maksutavat ja maksuhäiriöt. Näiden tekijöiden myötä yritykselle lasketaan luottoluokitus, jolla ennustetaan luotettavasti esimerkiksi tulevia maksuhäiriöitä tai konkurssia (Suomen Asiakastieto Oy, 2022). Luottoluokitus käsitteenä on siis hyvinkin erilainen, riippuen tarkastellaanko käsitettä amerikkalaisen- vai suomalaisen finanssijärjestelmän näkökulmasta.

Suomessa amerikkalaisen luottopisteytyksen käsitteen vastinpari on luottotiedot. Luottotiedoilla tarkoitetaan lainanhakijan oikeutusta luottopäätökseen. Luottotiedot koostuvat talouden tuloista ja menoista, henkilökohtaisesta tilanteesta sekä maksuhistoriasta (Linde, 2021). Tulot ja menot koostuvat henkilön: kuukausituloista, sen hetkisistä maksamattomista veloista ja käytettävissä olevista tuloista eli juoksevien kulujen vähentäminen kuukausittaisista reaality-

loista. Henkilökohtainen tilanne koostuu: omistuksista, kuten kiinteistöt, työhistoria ja samaan talouteen kuuluvan kumppanin tuloista (Linde, 2021).

Maksuhistoria kattaa laskujen ja muiden mahdollisten lainojen lyhennykset, myöhästyneet takaisinmaksut vaikuttavat negatiivisesti luottopäätökseen. Maksuhistoria pitää sisällään myös tiedot lainahistoriasta. Lainahistoriaan voi kuulua esimerkiksi pikalainat, joka voi vaikuttaa luottopäätökseen, eteenkin jos takaisinmaksun aikana on ollut ongelmia. Maksuhistoriaan vaikuttaa suuresti myös mahdolliset maksuhäiriömerkinnät, jotka vaikuttavat luottotietoihin suurimmin. Maksuhäiriömerkintä rekisteröidään yksityishenkilön luottotietoihin pitkittyneen maksulaiminlyönnin, kuten esimerkiksi perinnän seurauksena. Maksuhäiriömerkintä estää Linden mukaan lainansaannin Suomessa (Linde, 2021).

Luottotiedot sekä amerikkalaisen finanssijärjestelmän käyttämä luottopisteytys ovat siis hyvin pitkälti samankaltaisia. Kuitenkin amerikkalaisessa finanssijärjestelmässä luottokortin ja tästä seuraavan luottolaskun takaisinmaksulla on merkittävä vaikutus luottoluokitukseen, siinä missä suomessa luottokortin käytöllä ei ole vaikutusta luottotietoihin, paitsi pitkittyneen maksulaiminlyönnin myötä (Viljanen, 2021). Suomessa luottotiedottoman on käytännössä mahdotonta saada luottokorttia tai lainaa. Myöskin pankit voivat vaatia jo myönnetyn luottokortin takaisin maksuhäiriömerkinnän seurauksena (Kuluttajaliitto, 2016).

Suomessa valmistellaan lainsäädäntöä positiivisesta luottotietorekisteristä. Tällä tarkoitetaan viranomaistahon ylläpitämää rekisteriä, johon kirjataan henkilön luotot ja tulot joiden myötä voidaan luoda ajantasainen kuva henkilön todellisesta tulotasosta (Bergström, 2021). Näiden tietojen myötä voidaan tutkimussarjallisuudessa esiintyviä esimerkkejä amerikkalaiseen luottopisteytysjärjestelmään soveltaa ainakin osittain myös suomalaiseen luottotietojärjestelmään tulevaisuudessa.

3.3 Finanssialan palveluprosessien haasteet

Uudet teknologiat ovat haastamassa vuosikymmeniä toimineen finanssialan ja finanssijärjestelmän perustukset (Egelund-Müller ym., 2017). Tapscott & Tapscott (2016, ss. 71–76) mukaan nykypäivän finanssijärjestelmä on täynnä ongelmia. Järjestelmä on heidän mukaansa vanhanaikainen, rakennettu vuosikymmeniä vanhan teknologian varaan, joka nykypäivän kasvavien asiakasmäärien ja digitalisaation kehityksen myötä näyttäytyy hitaana sekä epäluotettavana kokonaisuutena (Tapscott & Tapscott, 2016, ss. 71–76).

Tässä luvussa käsitellään finanssialan palveluprosessien nykytilanteen haasteita lähdekirjallisuuden perusteella. Alkuun käydään läpi luottopisteytysjärjestelmän heikkoudet sekä tähän kohdistuva kritiikki, jonka jälkeen tarkastellaan muiden palveluprosessien nykytilanteen haasteita.

3.3.1 Luottopisteytys

Ylempänä kerrottiin luottopisteytyksen merkittävyydestä. Luottopisteytykseen kohdistuu merkittävää kritiikkiä (Tapscott & Tapscott, 2016, ss. 90–91). Luottopisteytys lasketaan aikaisempien laina- ja muiden takaisinmaksuun liittyvien toimien perusteella. Kuitenkin laskelma on syvästi virheellinen. Luottopisteytysasetelma on todella kapea. Esimerkkinä nuorella henkilöllä ei ole minkäänlaista aikaisempaa luottohistoriaa, mutta todella hyvä maine, paljon kokemusta sitoutumisesta tai rikas sukulainen. Edellä mainituista seikoista yksikään ei vaikuta luottopisteytykseen (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 90).

Luottopisteet luovat myös Tapscott & Tapscott (2016, s. 90) mukaan häikäilemättömiä kannustimia yksilöille. Ihmisten käyttäessä pankkikorttiansa suoraan saldoa eli heidän tilillensä olevaa käteistään, on tämä ikään kuin rangaistus luottopisteytyksen myötä, sillä kyseiset maksut eivät kerrytä luottopisteitä. Luottopisteytykseen vaikuttavat datasyötteet ovat myös todella viivästyneitä. Datasyötteet voivat olla vanhentuneita sekä tätä myöten myös epärelevanttejä. Esimerkiksi parikymppisenä muodostunut maksuhäiriömerkintä, ei välttämättä ole enää ajankohtainen viisikymppisenä (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 90).

3.3.2 Omistajuudentodennusprosessien haasteet

Fanning & Centers, (2016) mukaan syndikoitujen⁴ lainojen myöntäminen on tukitoimintojen sekä neuvottelujen takia todella aikaa vievää sekä kallista johtuen henkilöstön työtunneista. Lisäksi rahoituslaitokset joutuvat Dodd-Frankin⁵ kaltaisten sääntelyvaatimusten vuoksi kiinnittämään huomiota raportointia, avoimuutta ja tietojen välittämistä koskevia prosesseja kohtaan (Fanning & Centers, 2016). Chiu ja Koepl (2018) kertovat arvopaperimarkkinoiden pääasiallisen riskin olevan selvitysrishti. Tällä tarkoitetaan tilannetta, jossa arvopaperin myyjä ei kykene toimittamaan vakuutta maksun saadessaan, tai arvopaperin ostaja ei suorita maksua vakuutta vastaanottaessaan.

Arvopaperikauppaan liittyvän selvitysrishtin ratkaisuksi on Chiu & Koepl (2018) mukaan kehitetty arvopapereiden selvitysjärjestelmiä, joiden avulla varmistetaan toimitus ja maksumekanismi (engl. DvP). Mekanismissa käteisen selvitys, ja arvopaperiosuus kaupassa liittyvät toisiinsa. Järjestelmät ovat yleensä järjestetty niihin erikoistuneen kolmannen osapuolen ympärille ja tätä kutsutaan arvopaperikeskukseksi (engl. CSD). Arvopaperikeskus siirtää arvopapereiden laillisia omistuksia, maksua vastaan (Chiu & Koepl, 2018). Järjestelmäs-tä huolimatta, monet muut välittäjät, kuten maksuasiamiehet osallistuvat kaupan selvitykseen ja sen helpottamiseen. Tämä kuitenkin tekee koko selvityspro-

⁴ Syndikoidulla lainalla tarkoitetaan lainaa, joka on myönnetty usean rahoituslaitoksen (lainsyndikaattien) toimesta yksittäiselle lainaajalle (*The Fed - Syndicated Loan Portfolios of Financial Institutions*, 2022).

⁵ Yhdysvaltain liittovaltion laki, joka asettaa rahoitusalan sääntelyn hallituksen käsiin.

sessista melko aika- ja kustannusintensiivisiä. Ulkoisten osapuolten seurauksena monien arvopaperimarkkinoiden selvitysjaksot ovat yleensä melko pitkiä (Chiu & Koepl, 2018).

Toinen pankki- ja finanssialan haaste on (Cong & He, 2019) mukaan maksuliikenne, sekä tämän tehottomuus. Maksut pitkän matkan- tai tuntemattomien osapuolten kesken ovat vaikeita luottamuksen puutteen vuoksi. Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications (SWIFT) lieventää maksuliikenteen ongelmaa, mutta siihen liittyy usein tehotonta koordinoitua useiden laitosten välillä ja suuria palvelumaksuja (Cong & He, 2019). Maksuliikenne käyttää tällä hetkellä perinteistä maksuverkkoa maksujen siirtämiseen, kun kauppa hyväksytään takaa pankki maksun kauppiaille. Yleisimmin kauppiaan selvitys kestää 1–3 päivää (Courtneidge ym., 2015).

3.3.3 Vakuutussektori

Vakuutussektori on Shaun Crawford ja David Piessen (2016) mukaan ollut historiallisesti verrattain hidas adaptoimaan ja implementoimaan uusia teknologioita. Sebastian von Dahlen ja Goetz von Peter (2012) kertovat, että monet väkirikkaat maat Latinalaisessa Amerikassa, Aasiassa ja Afrikassa ylläpitävät alikehittyneitä vakuutusmarkkinoita. Köyhillä mailla ei heidän mukaansa yleensä ole taloudellisissa ja teknisiä valmiuksia tarjota kohtuuhintaista vakuutusturvaa. Von Dahlen & von Peter (2012) nostavat esille esimerkin, jossa vuoden 2010 Haitin maanjäristyksen aiheuttamista tyrmistytävistä taloudellisista tappioista, alle 1% olivat vakuutettu.

Von Dahlen & von Peter (2012) osoittavat maiden lisääntyneitä altistumista luonnonkatastrofeille. Tämä kehitys on johtanut ennennäkemättömiin tappioihin globaaleilla vakuutusmarkkinoilla. Luonnonkatastrofien ilmetessä, on vakuutuspyyntöjen määrä todella suuri. Tämä johtaa vakuutusyhtiöiden teknologisen kapasiteetin ylittämiseen, jonka seurauksena syntyy merkittäviä taloudellisia tappioita (von Dahlen & von Peter, 2012).

Crawford & Piess (2016) kertovat, että vakuutuspyyntöjen käsittely perustuu nykypäivän avoimessa yhteiskunnassa asiakkaiden ja vakuutusyhtiöiden väliseen luottamussuhteeseen. Heidän mukaansa tämä on ikivanha periaate, jota sovelletaan kuluttajavakuutuksiin sekä kaupallisten tahojen- ja valtioiden suojaamiseen riskeiltä. Luottamusside perustuu osapuolten väliseen sopimukseen maksusta sekä itse maksuun. Crawford & Piess kertovat, että mikäli transaktioketjussa on haavoittuvuutta, erityisesti teknologian lisääntyneen käytön seurauksena, luottamus heikkenee voimakkaasti sekä mahdollisesti johtaa liiketoiminnan ja sidosryhmien arvon menetykseen (Crawford & Piess, 2016).

Yhteiskunnan digitalisoituessa ja jakelukanavien monipuolistuessa ja monimutkaistuessa, asiakkaiden odotukset tuotteen tai vakuutuksenmyöntäjän valinnassa muuttuvat korkeammiksi. Tiettyjen osa-alueiden kaupallistuessa, asiakas perustaa valintansa kokonaan saatavilla olevaan bränditietoon sekä vakuutuksenmyöntäjän avoimuuteen (Crawford & Piess, 2016). Liiketoimintaprosessien eheys, valvonta ja avoimuus on Crawford & Piessen mukaan suunnattava asiakaskokemuksen turvaamiseen. He lisäävät, että mikäli vakuutusyh-

tiöt eivät ole valmiina innovoimaan tämän puolesta, joko asiakkaat tai sääteleviranomaiset pakottavat heidät muuttumaan (Crawford & Piesse, 2016).

Nykyisessä finanssijärjestelmässä on tunnistettu tutkimuskirjallisuuden pohjalta merkittäviä puutteita ja haasteita, joiden ratkaiseminen mahdollisesti vaikuttaisi positiivisesti loppukäyttäjiin. Merkittävimpinä ongelmina on luottamuksen saavuttamiseen ja tapahtumakäsittelyn nopeuteen liittyvät haasteet. Luottamukseen kohdistuvat haasteet perustuvat jo kauan olemassa olleisiin käytäntöihin, jotka eivät palvele nykypäivän kuluttajakäyttäytymistä asianmukaisesti. Näitä käytäntöjä ovat amerikkalaisessa finanssijärjestelmässä oleva luottopisteytys sekä suomalaisessa finanssijärjestelmässä yrityksen näkökulmasta luottoluokitus. Suomalaisessa finanssijärjestelmässä myös yksityishenkilöiden luotettavuuteen käytetty luottotietojärjestelmä hyötyisi merkittävästi toimintamallin uudistuksesta. Finanssialan palveluprosessit omaavat siis merkittäviä haasteita ja kehityskohteita, jotka lohkoteknologian avulla voitaisiin ratkaista, näitä ratkaisuja ja niiden vaikutuksia käsitellään seuraavaksi.

4 LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMINEN FINANSSIALAN PALVELUPROSESSEISSA

Tässä luvussa käydään läpi, Kuinka lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää finanssialan palveluprosesseissa sekä kuinka vaikutukset näkyvät paitsi toimijoille, myös kuluttajille. Lohkoketjuteknologian ominaisuuksia käsitellään kirjallisuudessa esiintyneiden esimerkkien pohjalta sekä muodostetaan omia johtopäätöksiä tutkimuskirjallisuuden tulosten pohjalta.

Alkuun esitellään, kuinka lohkoketjuteknologiaa jo hyödynnetään osana finanssialan palveluprosessien toimintaa. Tämän jälkeen syvennyttään kirjallisuudessa esiintyviin konseptitodistuksiin sekä esimerkkeihin teknologian hyödyntämismahdollisuuksista. Lopuksi analysoidaan myös lohkoketjuteknologian luonteesta johtuvia haasteita osana finanssialan palveluprosesseja sekä kirjallisuudessa esiintyneitä ratkaisuehdotuksia kyseisiin ongelmiin.

4.1 Lohkoketjuteknologian nykytilanne osana palveluprosesseja

Lohkoketjuteknologia nähdään kiinnostavana ja potentiaalisena teknologiana jo nyt lukuisten toimijoiden silmissä (Underwood, 2016). Useat yritykset hyödyntävät jo lohkoketjuteknologiaa osana palveluprosessejaan, kuten esimerkiksi Yhdysvaltain teknologiaosakkeisiin keskittynyt arvopaperipörssi Nasdaq. Nasdaq hyödyntää heidän kehittämäänsä Linq-lohkoketjuteknologiaa yksityisten arvopaperikauppojen suorittamiseen sekä kirjaamiseen (Underwood, 2016).

Myös muut rahoituslaitokset suosivat aktiivisesti lohkoketjun käyttöä osana palveluprosesseja, kuten: osakekauppaan, tilintarkastukseen sekä verkkolaskuihin (Hendershott ym., 2021). Bank of America, JPMorgan, New Yorkin pörssi, Fidelity Investments ja Standard Chartered testaavat lohkoketjuteknologiasovellutusta, jonka olisi määrä korvata paperipohjaisen sekä manuaalisen transaktioiden käsittelyn. Näihin transaktioihin kuuluu muun muassa osa-

alueet: ulkomaankaupan rahoitus, valuuttakurssit, ulkomaan sopimukset ja arvopaperikaupat (Iansiti & Lakhani, 2017).

Lohkoketjuteknologian sovellutusta tutkitaan myös suuremmissa mittakaavassa. Kanadan keskuspankki testaa digitaalista valuuttaa nimeltään ”CAD Coin”, pankkien välisiin valuuttasiirtoihin (Iansiti & Lakhani, 2017). On selvää, että lohkoketjuteknologia tekee vahvasti tuloaan osaksi finanssialan palveluprosesseja. On silti huomattava, että edellä mainitut esimerkit ovat vielä valtaosin yksityisessä kokeilukäytössä, eikä tutkitun kirjallisuuden myötä nousseet esille esimerkkejä onnistuneista, julkiseen käyttöön otetuista lohkoketjuteknologiasovelluksista.

Seuraavaksi käydään yksityiskohtaisemmin osa-alueittain läpi, kuinka lohkoketjuteknologiaa voitaisiin hyödyntää finanssialan palveluprosesseissa. Esitellyt palveluprosessit ovat valikoitu tutkimuskirjallisuudessa esiintyneiden aiheiden ja esimerkkien pohjalta.

4.1.1 Maksuliikenne

Lohkoketjuteknologia esiteltiin ensimmäisen kerran osana kryptovaluutta Bitcoinin maksutapahtumajärjestelmää (Nakamoto, 2008). On siis selvää, että lohkoketjuteknologiasta on myös samalla eniten konkreettista näyttöä osana valuutanvaihtojärjestelmää.

Du ym. (2019) esittävät mallin, jonka toimintaperiaatteena on maksutapahtuman suorittaminen lohkoketjua hyödyntäen, suoraan osapuolten kesken. Du ym. (2019) ovat kuvanneet tutkimuksessaan perinteisen maksutapahtuman toimintaa. Perinteinen maksutapahtuma yksinkertaistettuna toimii siten, että osapuolten suorittaessa maksua, osallistuu molempien osapuolten pankki maksutapahtumaan välikätenä. Pankit paitsi siirtävät valuuttaa toistensa läpi, tarkastavat ne myös, täyttääkö molemmat osapuolet maksutapahtuman ehdot (Du ym., 2019). Maksutapahtuman ehdoilla viitataan pankkitilin katevarantoihin sekä tilitietojen oikeellisuuteen. Du ym. (2019) tutkimuksessa esittämän lohkoketjuteknologiaa hyödyntävän maksuliikennemallin periaatteena on, että välikätenä toimivat pankit voidaan tiputtaa maksutapahtumasta täysin. Pankkien luoma turvallisuus ja varmuus korvataan konsensusmenetelmillä sekä hajautetuilla tilikirjarakenteilla. He kuvaavat koko prosessia ikään kuin henkilö maksaisi toiselle henkilölle ja tapahtumaa seuraisivat lukuisat henkilöt, jotka varmistavat tapahtuman oikeellisuuden (Du ym., 2019).

Zile & Strazdiņa (2018) kertovat yhden lohkoketjuteknologian merkittävisistä käyttötapauksista finanssialalla olevan Peer-to-Peer-maksut eli vertaisverkkomaksut. Tarkemmin vertaisverkkomaksuilla tarkoitetaan samassa vertaisverkossa olevien osapuolten, suoraa rahasiirtoa toisilleen, ilman välikättä, samoin, kuin Du ym. (2019) ovat kuvanneet. Maksutapahtumaa ei siis ole riippuvainen rahoituslaitoksista (Nakamoto, 2008). Kirpes ja Becker (2018) tutkivat p2p maksun toimintaa tutkimuksessaan, jossa sähköautojen latausmaksuja hallinnoitiin lohkoketjuteknologian avulla. Sähköautojen latauspisteet toimivat keskitetyssä ekosysteemissä. Keskitetyt ekosysteemit kärsivät yhdestä virhepisteestä (engl. Single-Point-of-Failure, SPOF) ja yleisestä tehottomuudesta. Tehottomuus johtuu Kirpes & Beckerin (2018) mukaan kolmansista osapuolista, jotka

toimivat maksunvälittäjinä. Kolmannen osapuolen sisällyttäminen prosessiin tekee julkisten ja yksityisten latausasemien toiminnasta kallista ja riippuvaista muista osapuolista.

Kirpes & Beckerin (2018) tutkimuksen mukaan lohkoketjupohjainen, hajautettu latausjärjestelmä lieventää näitä ongelmia mahdollistamalla latausinfrastruktuurin vertaisverkkomaksujaon avulla ilman kolmatta osapuolta. Lisäksi lohkoketjuteknologia mahdollistaa lähes välittömän tapahtumaselvityksen ja samalla varmistaa tietojen luottamuksellisuuden konsensusmekanismien avulla (Kirpes & Becker, 2018). Sähköauton latausjärjestelmän kaltaista maksuinfrastruktuuria voidaan laajentaa koskemaan myös muita maksutapahtumia. Courtneidge ym. (2015) myös toteavat raportissaan, että lohkoketjuteknologian avulla voidaan mahdollistaa reaaliaikaiset maksutapahtumat 24/7 lisäksi ilman tarvetta erilliselle pankktilille. Heidän mukaansa kuluttajilta paljolti huomiota keränneen Bitcoin maksujärjestelmän toiminnallisuuksia voidaan hyödyntää juuri myös muun tyyppisten maksutoimintojen mahdollistamiseksi.

Tapscott & Tapscott (2016, s. 36) ovat kirjassaan esitelleet esimerkin yhtiöstä Abra. Abra hyödyntää lohkoketjuteknologiaa maksuliikenneverkon rakentamisessa ja heidän tavoitteensa on muuttaa jokainen käyttäjänsä, pankkivirkailijaksi. Erona Du ym. (2019) sekä Kirpes & Beckerin (2018) suoramaksuesimerkkeihin, on vertaisverkkoperiaatteella mahdollista saavuttaa kokonaisvaltainen maksuliikenneverkosto. Heidän kuvaamansa maksuliikenneverkko hyödyttäisi eteenkin maiden välisiä rahansiirtoja. Maiden välisessä rahansiirtoprosessissa, kuluu kokonaisuudessaan Abran maksuliikenneverkon myötä vain noin tunti. Aikaisemmin maiden väliseen rahansiirtoon on kulunut noin viikko (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 36). Rahansiirtoprosessin toimintaa on siis lohkoketjuteknologian myötä voitu tehostaa moninkertaisesti. Tapscott & Tapscott (2016, s. 36) kertovat myös, että maiden välisestä varojensiirrosta aiheutuvat kustannukset ovat viisi prosenttiyksikköä pienemmät Abran maksuliikenneverkon avulla.

Maksuliikenteessä lohkoketjuteknologia tarjoaa siis merkittäviä hyötyjä liittyen tapahtumankäsittelyyn ja siitä aiheutuviin kustannuksiin. Loppukäyttäjälle konkreettisenä hyötynä voidaan havaita alhaisemmat tai jopa olemattomat palvelumaksut. Keskeisenä seikkana lohkoketjuteknologia tarjoaa mahdollisuuden irrottaa kolmannet osapuolet maksuliikenteen käsittelystä. Tästä seuraa paitsi nopeampi tapahtumakäsittelyn nopeus, myös loppukäyttäjän kannalta avoimempi, nopeampi ja kustannustehokkaampi tapahtuman suorittaminen.

Esimerkin kautta käy myös ilmi, että luottamus on keskeinen käsite maksuliikenteessä. Seuraavaksi käydään läpi tarkemmin, kuinka lohkoketjuteknologian mahdollistamalla älysovimuksilla, voidaan tarkemmin muuttaa muun muassa paljon laskennallista työtä sisältäviä-, sekä luottamukseen tukeutuvia tapahtumia.

4.1.2 Älysovimukset finanssialan palveluprosesseissa

Älysovimusten ja niiden mahdollistaman automaation nähdään olevan yksi lohkoketjuteknologian merkittävimmistä hyödyistä (Alaeddin ym., 2021; Cong

& He, 2019; Iansiti & Lakhani, 2017). Älysovimusten mahdollistama automaatio kykenee tarjoamaan merkittäviä etuja prosesseissa, joihin liittyy laajalti yksipuolisia, yksinkertaisia toimintoja, kuten tietojen syöttäminen järjestelmään (Cong & He, 2019).

Keskeisenä huomiona, käsiteltävän kirjallisuuden perusteella voidaan todeta älysovimusten mahdollistavan merkittävän osan palveluprosesseja koskevista hyödyistä (Abramova & Böhme, 2016; Alaeddin ym., 2021; Cong & He, 2019; Courtneidge ym., 2015; Crawford & Piesse, 2016; Deloitte, 2016; Du ym., 2019; Egelund-Müller ym., 2017; Hendershott ym., 2021; Jensen & Ross, 2020; Kirpes & Becker, 2018; Nawari ja Ravindran, 2019; Riasanow ym., 2018).

Deloitte nimeää vuonna 2016 julkaistussa CFO Insights -raportissaan, että sovelluksien hyödyntäessä lohkoketjupohjaisia älysovimuksia, voidaan saavuttaa lukuisia etuja: liiketoimintaprosessien nopeutuminen, tehokkaampi tapahtumankäsittelyn tarkkuus, tapahtumankäsittelyyn vaadittujen välittäjien/ toimihenkilöiden määrän aleneminen (Deloitte, 2016).

Hopf ym. (2018) ovat tutkineet älysovimusten hyödyntämistä osana finanssialan prosesseja. Älysovimusten avulla voidaan suorittaa automatisoituja toimintoja, jonka myötä kognitiivisten sekä laskentatehollisten resurssien käyttöä voitaisiin alentaa runsaasti (Hopf ym., 2018). Hans ym., (2017) mukaan lohkoketjuteknologia tarjoaa suurta potentiaalia kaikilla liiketoiminnan osa-alueilla, jossa on tärkeää pitää kirjaa jokaisesta tapahtumasta. Älysovimusten hyödyntäminen finanssialan osa-alueilla, joissa hallinnolliset kulut ovat suuret, tulee älysovimukset laskemaan siirto- ja hallinnointikustannuksia merkittävästi saavutetun automaation johdosta (Alaeddin ym., 2021).

Alaeddin ym. (2021) ovat tutkineet lohkoketjuteknologian ja älysovimusten hyödyntämistä osana Islamilaista finanssijärjestelmää. Alaeddin ym. (2021) nostavat esille älysovimusten tuoman merkittävän hyödyn. Älysovimusten avulla voidaan Islamilaisen finanssijärjestelmän toiminnassa vähentää merkittävästi sopimusosapuolten välistä epävarmuutta ts. Gharar⁶. Älysovimusten avulla sopimus tarkistetaan vasta, kun annetut ehdot ovat täytetty. Älysovimusten avulla myös koko sopimusprosessi voidaan automatisoida muuttumattoman luonteen sekä turvallisen varmentamismenetelmän myötä.

Alaeddin ym. (2021) nostavat esille islamilaisen finanssijärjestelmän toisen suuren ongelman, korkeat hallinnolliset- ja juridiset kustannukset. Korkeat kustannukset johtuvat yksilöllisten tuotteiden useista sopimusjärjestelyistä. Älysovimusten mahdollistaman automaation avulla hallinnollisia- ja juridisia kustannuksia voitaisiin pienentää huomattavasti. Suuren finanssijärjestelmän toiminnassa on syytä huomioida lohkoketjuteknologiaa koskeva skaalautuvuusongelma.

Ross ym. (2019) ovat tutkineet, onko lohkoketjuteknologia ja älysovimukset riittävän kyvykkäällä tasolla, jotta teknologiat voitaisiin implementoida osaksi suuren mittakaavan omaisuudentunnistusalustan toimintaa. Ross ym.

⁶ Gharar tarkoittaa epävarmuutta tai epäilyä silloin, kun ei tiedetä, tapahtuuko jotain vai ei. Ghararille on monta määritelmää sekä tämän virallinen yksiselitteinen käsite on epäselvä (Al-Saati, 2003).

(2019) esittelivät tutkimuksessaan teknologiamallin, joka sivuuttaa älysopimuksiin liittyvät skaalautuvuuden haasteet. Heidän mukaansa älysopimusten merkittävä ongelma on, että järjestelmän tiedot ovat suoraan sidonnaiset sopimusjärjestelmän toimivuuteen. Riippuvuuden seurauksena lohkoketjuteknologian sisälle varastoitu data lisää kohtuuttomia laskennallisia kustannuksia, siirreltäessä sopimusten välisiä suuria määriä dataa.

Myös Croman ym. (2016) mukaan tietovarastointi ja aikaisemman tiedon kattava määrä on edellytys lohkoketjun toiminnalle, jotta uudet solmut kykenevät toimimaan liittyessään lohkoketjuun. Ross ym. (2019) ovat ratkaisseet datainfrastruktuuriin liittyvän ongelman esittämällä mallin, jossa on luotu erillinen älysopimus vain ja ainoastaan datamäärien hallinnointia varten. Tämä on merkittävä askel lohkoketjuteknologian skaalautuvuusongelman ratkaisemiseksi.

Vaikka älysopimukset esiintyvät tutkimuskirjallisuudessa mahtipontisina ja uskomattomina uuden ajan työkaluina, kertovat Iansiti & Lakhani (2017) älysopimusten laajan käyttöönoton olevan mahdollista vasta vuosikymmenten päästä. Tähän syyksi he esittävät koordinoinnin ja selkeiden toimintatapojen puutteen älysopimusten suunnittelussa, todentamisessa sekä valvonnassa. Seuraavaksi tarkastellaan kuinka lohkoketjuteknologia ja älysopimukset voivat muuttaa luottamukseen perustuvia tapahtumia.

4.1.3 Luottamukseen perustuvat tapahtumat

Luottamus on vahvasti läsnä finanssialalla eteenkin maksujen, sopimusten ja muiden tapahtumien kohdalla. Perinteisessä finanssialan prosesseissa ihmiset tukeutuvat välittäjiin sekä muihin välikäsiin luottamuksen takaamiseksi, sillä he eivät usein tunne ja samalla luota tapahtuman vastapuoleen (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 73). Beck ym., (2016) esittelivät tutkimuksen, jossa he korvasivat itsepalvelukahvion perinteisen, paperisen reikäkortin lohkoketjuteknologialla. Reikäkortti edusti luottamusta, sillä se voitiin joko rehellisesti leimata tai jättää leimaamatta joko epärehellisesti tai epähuomiossa (Beck ym., 2016). Yhtä lailla sama toimintaperiaate voidaan rinnastaa muihin finanssialan luottamusprosesseihin, joissa toinen osapuoli voi mahdollisesti tulkita sopimusehdot väärin, hajamielisyyttään unohtaa maksutapahtuman tai jopa tahallisesti yrittää petosta (Beck ym., 2016).

Beckin Tutkimuksessa lohkoketjuteknologian avulla saavutettiin merkittäviä hyötyjä liittyen luottamuksen varmistamiseen maksutapahtumissa. Lohkoketjuteknologian implementaation myötä käyttäjien ei tarvinnut enää arpoa kahvia ostaessaan, onko heidän maksutapahtumansa käsitelty oikein, vaan he voivat halutessaan itse tarkistaa sen lohkoketjusta (Beck ym., 2016). Yhtä lailla muissa lohkoketjuun tallennetuissa tapahtumissa, on tapahtuma näkyvillä kaikille, jolloin tämän oikeellisuus voidaan halutessa tarkistaa.

Loebbecke ym. (2018) lisäävät, että ihannetapauksessa lohkoketjun avulla voidaan ratkaista ongelmatilanne, jossa toisen osapuolen luotettavuus on lähes mahdotonta arvioida etukäteen. Lohkoketjuteknologian avulla on heidän mukaansa mahdollista myös korvata kaupankäynti- tai arvionluontiprosessissa kolmannen osapuolen, joka aikaisemmin vahvistivat sopimusosapuolten hy-

väksyvän kaupan ehdot (Loebbecke ym., 2018). Tapscott & Tapscott (2016, s. 91) lisäävät huomiona, että koska lohkoketju kirjaa ylös ja tallentaa kaikki tapahtumat muuttumattomaan tilikirjaan, jokainen aikaisempi tapahtuma voidaan ottaa huomioon henkilön luotettavuutta arvioidessa.

Hopf ym. (2018) kertovat, että lohkoketjuteknologian käyttö voi myös vähentää transaktiokustannuksia eliminoimalla luottamuksen varmistavat kolmannet osapuolet ja vähentämällä opportunistia sekä epävarmuutta, joka perustuu deterministisiin ja kryptografisesti suojattuihin lupauksiin (Hopf ym., 2018). Loebbecke ym. (2018) nostavat kuitenkin esiin huolenaiheen luottamuksen vahvistamisesta. Heidän mukaansa kuluttajille voitaisiin asettaa kannustimia maksamaan korkeampaa hintaa, seurauksena vahvemmassa luottamuksesta, vaikka oikeasti transaktiokustannukset ja vaadittu työmäärä alenevat myös tapahtuman tarjoajalle (Loebbecke ym., 2018).

Lohkoketjuteknologia siis mahdollistaa luottamuksen saavuttamisen muun muassa ennalta määritellyjä ehtoja hyödyntävän älysopimusteknologian avulla. Tämä johtaa kolmannen osapuolen tarjoamien luottamuksen varmistavien osapuolten tarpeettomuuteen. Automaatiosta ja kolmannen osapuolen tarpeen poistamisesta seuraa maksuliikenneprosessin tavoin alhaisempi kulurakenne, avoimempi tapahtumankäsittely sekä lisääntynyt luottamus inhimillisten tai tahallisten unohdusten mahdollisuuden poistuessa.

Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan tarkemmin pankki ja finanssialan sopimuksia, jotka hyvin läheisesti perustuvat paitsi luottamukseen, myös osapuolten väliseen yhteisymmärrykseen sekä sisältävät paljolti manuaalista, laskennallista työtä, joihin älysopimukset tarjoavat merkittäviä hyötyjä.

4.1.4 Sopimusten käsittely

Lohkoketjuteknologian luvataan Treleaven ym. (2017) mukaan aiheuttavan julkisen sekä yksityisen tietojenkäsittelysovelluksien kohdalla isoja muutoksia sekä uusia mahdollisuuksia. Heidän mukaansa Lohkoketjuteknologia tarjoaa tavan hallita ja käsitellä tapahtumia hajautetussa tilikirjassa, tarjoten dokumentaation yhteisymmärryksessä kryptografisen tapahtumakirjan avulla. Tapahtumakirjan oikeellisuutta ja eheyttä ylläpitävät muut verkossa sijaitsevat solmut. Sopimusosapuolet voivat dynaamisesti seurata esimerkiksi omaisuutta tai sopimuksia yhteisen tapahtumakirjan avulla, mikä virtaviivaistaa ja voi jopa romuttaa monia talon sisäisiä- sekä kolmannen osapuolen tarjoamia varmennusprosesseja (Treleaven ym., 2017).

Egelund-Müller ym., (2017) ovat esitelleet tutkimuksessaan uudenlaisen rahoitussopimuksia käsittelevän infrastruktuurimallin, joka hyödyntää lohkoketjuteknologian mahdollistamaa hajautettua toimintamallia. He kuvaavat nykypäivän finanssijärjestelmän toiminnan koostuvan pienestä joukosta suuria instituutioita, jotka kommunikoivat keskenään. Heidän mallinsa perustui lohkoketjupohjaiseen toimintamalliin, jossa kaikilla osapuolilla on suora pääsy rahoitusjärjestelmään ilman ylimääräisiä välikäsiä. Tilikirja hallinnoi sopimuksia ja automaattisesti selvittää ne osallistujien ennalta määrittämien toimintasuunnitelmien perusteella. Pääsy tilikirjaan voidaan skaalata haluttuun määrään

osallistujia ja konsensusmenetelmät pitävät tilikirjan johdonmukaisena ja oikeellisenä (Egelund-Müller ym., 2017).

Hajautetun tilikirjateknologian myötä voidaan saavuttaa lukuisia etuja. Käytettäessä lohkoketjuteknologiaa ja älysopimusten mahdollistamaa automaatiota, sopimukset syntyvät lähes välittömästi (Egelund-Müller ym., 2017). Fanning & Centers, (2016) kertovat, että syndikoidun⁷ lainan selvittämiseen kuuluu keskimääräisesti noin 20 päivää. Syynä tähän on tapahtuman kirjaamisen sekä pankin sisäisten prosessien manuaalinen suorittaminen. Syndikoidut lainat tukeutuvat neuvoteltuihin sopimuksiin lukuisten asianajajien sekä sopimusten muiden osapuolten väliseen kommunikaatioon (Fanning & Centers, 2016). Tapscott & Tapscott (2016, ss. 47 & 74) toteavat myös, että lohkoketjuteknologiaa hyödynnettäessä, voidaan sopimuksiin kohdistuvaa käsittelyaikaa nopeuttaa. Tällä hetkellä sopimusten käsittelyyn kuluu päiviä ja jopa viikkoja, mutta lohkoketjuteknologiaa hyödynnettäessä sama operaatio voidaan suorittaa minuuteissa, jopa sekunneissa. (Tapscott & Tapscott, 2016, ss. 45 & 74)

Jensen ja Ross, (2021) ovat tutkineet, kuinka hajautetut tilikirjat (DLT) vaikuttavat OTC-johdannaisopimukseen. Tutkimuksen tarkempana tavoitteena oli selvittää, aiheutuuko hajautetun tilikirjamenetelmän integroinnista osaan OTC-johdannaisopimusprosessista kulujen alenemista sekä lieveneekö tämän seurauksena vastapuolen luottamusriski. Tuloksena Jensen & Ross (2020) tunnistiivat konkreettisen potentiaalın vähentää toimialan toimijoille aiheutuvia kustannuksia sekä pienentää vastapuolten luottoriskiä sopimuksen elinkaaren aikana, ensisijaisesti toimintojen deterministisellä automatisoinnilla, joita perinteisesti hallinnoidaan keskusvastapuoltenselvitysmekanismien kautta (Jensen & Ross, 2020).

Tutkimustuloksien perusteella voidaan todeta lohkoketjuteknologian vaikuttavan sopimusten käsittelyyn myönteisesti, vähentäen merkittävästi sopimusten käsittelyyn kuluvaan aikaan sekä samalla vapauttaen henkilöstöä manuaalisista työtehtävistä. Tämä heijastuu sopimusten käsittelystä aiheutuviin kustannuksiin, jotka samalla alenevat merkittävästi käsittelyn nopeutuessa sekä automatisoituessa (Ross ym., 2019). Egelund-Müller ym. (2017) toteavat myös, että lohkoketjuteknologian avulla voidaan saavuttaa lähes välitön ratkaisu. He lisäävät myös, että lohkoketjuteknologian myötä on mahdollista saavuttaa lisäksi suurempi luotettavuus sopimusprosessissa yksittäisten vikakohtien poistamisen seurauksena.

Hendershott ym. (2021) perustelevat tarkemmin, minkä takia automaatio ja tapahtumankäsittely on mahdollista. Heidän mukaansa älysopimuksia käytettäessä voidaan saavuttaa lähes reaaliaikainen sovintoprosessin toteuttaminen, joka säästää huomattavasti sovinnon saavuttamiseen kuluvaan aikaan ja parantaa täsmäytystehokkuutta (Hendershott ym., 2021).

Älysopimusten mahdollistama automaatio sekä kolmannen osapuolen tarpeen väheneminen toimii myös sopimusten käsittelyssä keskeisenä hyötyjä

⁷ Syndikoidulla lainalla tarkoitetaan lainaa, joka on myönnetty usean rahoituslaitoksen (lainasyndikaattien) toimesta yksittäiselle lainaajalle (*The Fed - Syndicated Loan Portfolios of Financial Institutions*, 2022).

tarjoavana tekijänä. Merkittävänä etuna älysopimukset ja näiden mahdollistama automaatio tehostaa paitsi tapahtumankäsittelyä valtavasti, mahdollistaa älysopimukset myös avoimemman sopimusprosessin kulun sekä sopimusehtojen virheellisen tulkinnan ja epäselvyyden mahdollisuuden alenemisen.

Seuraavassa luvussa käsitellään vakuutussektoria. Vakuutukset ovat luonteeltaan hyvin samantyyppisiä kuin esimerkiksi lainasopimukset sillä ne sisältävät myös laajalti manuaalista laskennallista työtä (Crawford & Piesse, 2016). Vakuutussektori on Crawford & Piesse (2016) mukaan keskellä murrosta digitaalisaation sekä uusien teknologiainnovaatioiden myötä.

4.1.5 Vakuutukset

Vakuutusala on historiallisesti ollut verrattain hidas, mitä tulee uusien teknologioiden omaksumiseen ja hankkimiseen (Crawford & Piesse, 2016). Deloitte (2016) mukaan lohkoketjuteknologia on luonut lupaavia mahdollisuuksia vakuutusalan toiminnan muuttamiseksi.

Deloitte (2016) mukaan lohkoketjuteknologian sekä älysopimusten hyödyntämisen myötä luottamuksen sekä taloudellisen vastuun tarve laskee. Älysopimusten mahdollistaman ennalta määritelyjen ehtojen pohjalta luotujen automaatioiden myötä, myös mahdollisten ihmisen aiheuttamien inhimillisten virheiden määrä laskee, sillä älysopimukset toimivat tarkkaan määritellyillä ehdoilla. Automaation myötä, myös tarve ihmisen suorittamille toimille vähennee radikaalisesti, jonka seurauksena myöskin työtunneista aiheutuvat kulut laskevat merkittävästi (Deloitte, 2016).

Hans ym., (2017) ovat esitelleet kaksi potentiaalista käyttötapausta vakuutusalan toimintaan, jotka hyödyntävät lohkoketjuteknologiaa. Ensimmäinen käyttötapaus koskee luonnonkatastrofeja. Von Dahlen & von Peterin (2012) mukaan vakuutuksilla on luonnonkatastrofien takia tällä alalla merkittävä rooli. Luonnonkatastrofit voivat aiheuttaa välittömästi suuria kustannuksia vakuutetuille, jonka seurauksena vakuutusyhtiöt voivat kohdata suuria määriä hakeuksia, vaatien välitöntä korvausta. Hans ym. (2017) mukaan lohkoketjuteknologia, yhdistettynä älykkäisiin sopimuksiin soveltuu erityisen hyvin luonnonkatastrofeihin liittyviin vakuutusmenettelyiden käyttötarkoituksiin. Älysopimusten ennalta neuvotellut ehdot voidaan helposti kääntää suoritettavaksi koodiksi, jonka myötä luonnonkatastrofin sattuessa vakuutuspyyntöprosessi voidaan automatisoida. Tapahtumasta saadaan lohkoketjuteknologian myötä myös muuttumaton tapahtumatodiste, eli merkintä lohkoketjuun, joka helpottaa muun muassa tilintarkastusta (Hans ym., 2017).

Crawford & Piesse (2016) esittävät samankaltaisen kannan, kuin Hans ym. Crawford & Piesse kertovat, että hyödyntämällä lohkoketjuteknologiaa ja muita uusia teknologioita voidaan digitaalisia vakuutuspyyntöjä sujuvoittaa esimerkiksi mahdollistamalla käyttäjäperäisten tietolähteiden laajemman hyödyntämisen. Tietomäärän kasvaessa, vakuutuspyyntöprosessi voidaan käsitellä nopeammin ja tietojen luotettavuus varmistetaan tallentamalla käyttäjän lähettämät tiedot ja niiden lisätiedot, kuten aikaleima ja sijaintitiedot, muuttumattomaan ja avoimeen lohkoketjuun (Crawford & Piesse, 2016).

Hans ym. (2017) lisäävät saavutettaviin hyötyihin, että älyopimuksia hyödyntävä järjestelmä voitaisiin implementoida myös suorakorvaustapauksiin. Lohkoketjuteknologiaa hyödyntävän järjestelmän helppous sekä käyttäjältä vaaditun vaivan alenemisen lisäksi vakuutuskäsittelyn manuaaliset toimenpiteet vähenevät. Tästä seuraa aiemman esitetyn käyttötapauksen tavoin kulujen aleneminen sekä inhimillisten virheiden alentunut määrä (Hans ym., 2017). Hans ym. (2017) mukaan Lohkoketjuteknologian myötä avoimuus sekä luotettavuus asiakkaiden kesken lisääntyy, kun ylimääräiset välikädet voidaan poistaa.

Kyseinen toimintamalli voi toimia murroksen aikaansaavana voimana koko vakuutusalan sektorille, sillä asiakkaalle vaivattomuus sekä palvelun helppous on tärkeä tekijä valintoja tehdessä. Lohkoketjuteknologia voisi Underwoodin (2016) mukaan demokratisoida vakuutusalan. hyödynnettäessä älyopimuksia vakuutusten käsittelyyn ja korvausten maksamiseen, ilman, että vakuutusnottajien tarvitse edes tehdä manuaalisesti korvausvaatimusta (Underwood, 2016). Myöskin lohkaketjuteknologian avoin infrastruktuuri ja älyopimusten mahdollistama, tarkkaan pohjatietojen perusteella suoritettava tapahtumien suorittaminen vähentäisivät todennäköisesti petoksia, joka samalla nopeuttaa muiden asianomaisten vakuutus päätökseen kuluvaan aikaan (Crawford & Piesse, 2016). Kaiken kaikkiaan lohkaketjuteknologia tarjoaa Crawford & Piessen mukaan helpomman ja kattavamman tiedonsaannin vakuutusprosessin kaikille osapuolille, joka paitsi luo luottamusta asiakkaalle, helpottaa se myös vakuutuspyynnön käsittelyä yleisesti (Crawford & Piesse, 2016).

Kuitenkin Zile ja Strazdiņa (2018) nostavat esille kriittisen huomion, koskien vakuutussektorin nykytilaa ja lohkaketjuteknologian implementointia osaksi tätä. He kertovat, että vakuutusmarkkinoiden ominaispiirteet nostavat esille syitä epäillä lohkaketjuteknologian käyttöönoton kannattavuutta. Tämä pohjautuu heidän mukaansa investointien kannattavuuteen suhteessa suureen määrään jo käytössä olevia järjestelmiä. Lohkoketjuteknologia syrjäyttäisi jo käytössä olevat järjestelmät, joihin on investoitu suuria määriä rahaa sekä lisäksi lohkaketjupohjainen järjestelmä vaatisi laajalti tarpeenmukaista mukauttamista vastaamaan nykyisiä järjestelmiä (Zile & Strazdiņa, 2018).

Yhteenvetona lohkaketjuteknologian implementointi osaksi vakuutussektoria siis mahdollistaa loppukäyttäjälle vaivattomamman, nopeamman ja avoimemman vakuutusprosessin läpikäynnin, kuitenkin palveluntarjoajan näkökulmasta on tarpeellista miettiä investoinnin kannattavuutta suhteessa palvelun muuttuneisiin ominaisuuksiin ja niissä saavutettaviin hyötyihin. Seuraavaksi käsitellään lohkaketjuteknologiaa hyödyntävää älyomaisuutta. Älyomaisuus ei itsessään ole palveluprosessi, mutta älyomaisuuden mahdollistamat toiminnallisuudet heijastuvat vahvasti perinteisiin palveluprosesseihin.

4.1.6 Älyomaisuus (Smart Property)

Lohkoketjuteknologian hyödyntämismuodot ovat vahvasti maksuliikenne/valuuttapainotteiset. Kuitenkin lohkaketjuteknologiaa voidaan hyödyntää informaation siirtämisessä (Courtneidge ym., 2015). Älyomaisuudessa

lohkoketju toimii varastona, seuranta-, osto- ja myyntityökaluna kiinteälle omaisuudelle, kuten autot, asunnot tai muut arvoesineet, kuten timantit (Avital ym., 2016).

Älysopimusten avulla, älyomaisuutta voidaan hallinnoida internetin välityksellä, muiden laitteiden avulla. Lohkoketjun päätarkoitus älyomaisuuden kontekstissa on ylläpitää laitteiden välistä tietosuhdetta (Akar & Akar, 2020). Courtneidge ym. (2015) mukaan tämän tyyppisellä sovelluksella on mahdollisuus muuttaa liiketoimintamalleja, kuten säilytyspankkitoimintaa. Teknologian myötä säilytyspankkien ei edellytetä pitävän omaisuutta hallussa fyysisesti omistustakuiden antamiseksi. Älyomaisuusteknologia mahdollistaa kiinteistöjen omistuksen siirron turvallisesti, nopeasti ja avoimesti ilman välittäjää (Courtneidge ym., 2015).

Nykypäivänä pankit tarjoavat myös autoleasing palveluita⁸ asiakkailleen. Älyomaisuusteknologian on mahdollista tarjota autoleasing palveluntarjoajalle mahdollisuuden kytkeä leasing-ajoneuvon digitaaliset avaimet pois käytöstä, mikäli kuukausimaksun maksaminen myöhästyy (Courtneidge ym., 2015). Lohkoketjuteknologian ansiosta, omaisuuden eri ominaisuuksia, kuten omistajahistoriaa tai muita omaisuuteen liittyviä tietoja voidaan tarkastella esimerkiksi ennen kaupantekoa. Useat kunnat tarkastelevat jo lohkoketjujen hyödyntämistä kiinteistökauppojen kirjaamiseen (Fanning & Centers, 2016).

Courtneidge ym. (2015) kertovat myös, että älyomaisuuden on mahdollista poistaa tarve omaisuuden fyysiselle omistukselle. Tällä voi olla merkittävä vaikutus maailmantalouteen, sillä toimintaperiaatteella on mahdollisuus luoda täysin uusia sekä muuttaa merkittävästi olemassa olevia palveluprosessi- ja liiketoimintamalleja finanssialalla (Courtneidge ym., 2015).

Älyomaisuus ja tämän laajempi hyödyntäminen mahdollistaisi loppukäyttäjälle runsaamman tiedonsaannin kauppatavarasta. Älyomaisuutta voidaan soveltaa laaja-alaisesti eri kaupattaviin omaisuuksiin, kuten esimerkiksi kiinteistöihin. Lohkoketjuteknologian mahdollistaman tilikirjan avulla esimerkiksi talon remontit ja omistajahistoria voidaan tallentaa luotettavasti, nähtäväksi potentiaaliselle ostajalle. Loppukäyttäjälle lisääntynyt informaation määrä omaisuudesta voi olla ratkaiseva tekijä ostopäätöstä tehdessä. Laajempi informaatio muuttumattomassa ja pysyvässä muodossa lisää ostajan luottamusta kaupankäyntiprosessia ja kaupattavaa omaisuutta kohtaan.

Toinen merkittävästi älyomaisuuden ominaisuuksista hyötyvä osa-alue olisi autokaupat. Automyynnissä auton historialla on merkittävä rooli ostopäätöstä tehtäessä. Mikäli auton tiedot olisi tallennettu lohkoketjuun, automaattisina tapahtumatositteina älysopimusten avulla, voidaan auton historiatietoihin kirjata esimerkiksi huoltohistoria, ajetut kilometrit sekä myös kolarointitiedot, jotka ovat keskeisiä ostopäätöstä tehdessä. Kyseinen tilikirja ja luotettava tapahtumavirta poistaisi mahdollisesti autoliikkeiden tuoman luotettavuuden tarpeen ja lisäisi täten luotettavuutta yksityismyynnin suhteen.

Seuraavaksi käydään läpi tarkemmin lohkoketjuteknologian taloudellisia hyötyjä palveluprosesseissa ja niiden vaikutuksia loppukäyttäjiiin. Taloudellisia

⁸ Ks. Esim. op.fi

hyötyjä on esiintynyt jo aiemmissa kappaleissa, mutta seuraava kappale kokoaa yhteen kattavasti lohkoketjuteknologian mahdollistamat taloudelliset hyödyt.

4.1.7 Taloudellinen hyöty

Taloudellisista hyödyistä käsitellyn tutkimusaineiston perusteella, merkittävin taloudellinen hyöty on paitsi toimintaprosessien sujuvoittaminen, automatisointi, kuin myös kolmannen osapuolen tarpeen minimointi (Alaeddin ym., 2021; Chiu & Koepl, 2018; Deloitte, 2016; Hans ym., 2017; Iansiti & Lakhani, 2017; Nakamoto, 2008; Riasanow ym., 2018).

Egelund-Müeller ym. (2017) mukaan kaikkien tapahtumien ollessa kirjattuna hajautettuun, avoimeen tilikirjaan, sääntelyviranomaiset voisivat kehittää yksinkertaisempia tai osittain automatisoituja malleja rahoitusalan sääntelemiseksi. Mallien avulla veroviranomaiset voisivat helpommin huomata veronkierto- tai petostapauksia tai ehkä pystyä automatisoimaan (osittain tai kokonaan) verojen, kuten arvonlisäveron kaltaisten verojen oikean raportoinnin ja keräämisen. Mallien avulla taloustieteilijät voisivat myös laskea keskeiset taloudelliset indikaattorit, kuten BKT ja inflaatioluvut kirjanpidon ajantasaisten transaktiotietojen perusteella (Egelund-Müller ym., 2017).

Lohkoketjuteknologian avoimen rakenteen ja tietojen peukaloimattomuuden myötä käyttäjä voi varmistua palvelun luotettavuudesta. Avoimuuden ansiosta poistuu myös tarve käyttäjän ja hallinnoijan väliselle luottamussuhteelle. Läpinäkyvyyden ansiosta lohkoketjuteknologiaa voidaan tehokkaasti käyttää osana tapahtumajärjestelmiä, sillä tapahtumien käsittely ja muut tiedot ovat näkyvissä lohkoketjuverkon kaikille osapuolille (Beck ym., 2016). Kuitenkin Egelund-Müeller ym. (2017) nostava esille huolenaiheen koskien tapahtumien näkyvyyttä kaikille verkon osapuolille. Heidän mukaansa kaikille osapuolille näkyvät tapahtumat mahdollisesti aiheuttavat tietoturvaan sekä suorituskykyyn kohdistuvia haittoja. Hans ym. (2017) nostavat myös esille yksityisyys- huolet liittyen älysovimusten vaatimiin tietomäärään. Kuitenkin ratkaisuehdotuksena tähän he esittävän tarpeen tutkia uusia lohkoketjumalleja, kuten rinnakkain toimivat lohkoketjuteknologiat, joissa henkilötiedot, transaktiotiedot ja sisältö ovat eritelty eri lohkoketjumuotoihin, kuten yksityiseen ja julkiseen.

Beck ym., 2016 käsittelevät lohkoketjuteknologian avoimen rakenteen tuomia muutoksia hieman eri näkökulmasta. Heidän mukaansa lohkoketjuteknologian hajautetun rakenteen olevan merkittävä hyöty, verrattane keskitettyyn toimijaan. Keskitetyssä järjestelmässä yhden serverin kaatuminen voi aiheuttaa katastrofaaliset seuraukset, kuten koko järjestelmän kaatumisen. Järjestelmän kaatuminen voi esimerkiksi aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia sekä palvelun katkoksia. Hajautetussa rakenteessa, ei yksittäisten solmujen kaatuminen vaikuta järjestelmän toimintaan lainkaan (Beck ym., 2016). Loppukäyttäjälle tämä näyttäytyy palvelun luotettavuutena. Palvelukatkosten ollessa minimaaliset, käyttäjän luottamus palveluntarjoajaa kohtaan kasvaa, sillä he voivat varmistua siitä, että palvelut ovat käytettävissä lähes aina.

Courtneidge ym. (2015) lisäävät myös palveluntarjoajan näkökulmasta taloudellisen näkökulman hajautettuun rakenteeseen liittyen. Heidän mukaansa vertaisverkossa toimiva lohkoketjuteknologia poistaa tarpeen fyysisille ja keski-

tetyille laitteille. Tällöin myös fyysisen laitteiston hankinta- sekä huoltokustannukset poistuvat ainakin osittain. He lisäävät, että on kuitenkin otettava huomioon lohkoketjuteknologian ylläpitokustannukset, kuten louhintaan vaadittava laskentateho sekä virrankulutus (Courtneidge ym., 2015).

Chen ja Bellavitis (2020) nostavat esille laajemmin makrotalouteen liittyvän ongelman, jossa rahoituslaitokset voivat kuitenkin keskeisinä toimijoina kehittyä hallitsemaan taloudellista toimintaa, kuten esimerkiksi tahot PayPal ja Bank of America. Noustuaan määräävään asemaan, voi taho kerätä monopolin tavoin suhteetonta markkinavoimaa ja voittoja (Chen & Bellavitis, 2020). Lohkoketjuteknologian on mahdollista alentaa hajautettujen verkkojen kustannuksia ja mahdollistaa ekosysteemien luomisen, joissa verkoston tuomat hyödyt eivät muodostu suhteettomaksi markkinavoimaksi sekä alustaoperaattoreiden datavarastoksi (Catalini ja Gans, 2020).

Taloudelliseen hyötyyn vaikuttavat siis älysovimusten mahdollistama automaatio, lohkoketjuteknologian avoin ja hajautettu rakenne sekä lohkoketjupohjaisen järjestelmän luotettavuus. Lohkoketjuteknologian merkittävät taloudelliset hyödyt ovat henkilöstökulujen aleneminen sekä henkilöresurssien käytön optimointi. Henkilöresurssien tehokkaammasta käytöstä seuraa alhaisemmat henkilökustannukset, tai vaihtoehtoisesti tehokkaampi työskentely manuaalisten toimenpiteiden automaation myötä. Lohkoketjuteknologian hajautettu rakenne mahdollistaa alhaisemmat laitteiston hankinta-, ja ylläpitokustannukset, kuin myös palvelun käyttöasteen kasvun, joka heijastuu sidosryhmien luottoon palveluntarjoajaa kohtaan.

On kuitenkin otettava huomioon Loebbecke ym. (2018) esille nostama huomio siitä, että vaikka palveluntarjoajalle lohkoketjuteknologia voi mahdollistaa alhaisemman palveluprosessin kulurakenteen, tämä ei välttämättä tarkoita, että alhaisempi kulurakenne heijastuisi myös loppukäyttäjille. Korkeampi luottamus ja nopeampi tapahtumankäsittely voi jopa toimia markkinavoimana palveluntarjoajalle, mahdollistaen palvelumaksujen korotuksen loppukäyttäjille (Loebbecke ym., 2018). Olisikin oikeastaan liiketoiminnan kannalta suorastaan epäkannattavaa, mikäli palveluntarjoajat mahdollistaisivat kilpailijoitaan korkeamman luottamustason, nopeamman tapahtumakäsittelyn sekä vaivattomamman asiointiprosessin, samalla laskien palvelun hintaa. Claessens (2009) kertoo rahoitusalan kilpailun perustuvan tuotannon tehokkuuteen sekä palveluiden laatuun ja saatavuuteen eri käyttäjäryhmille. Tästä voidaan todeta, että palveluiden hinta ei ole ensisijainen kilpailukeino rahoituslalla, joten lohkoketjuteknologian taloudelliset hyödyt eivät ensisijaisesti näyttäytyä loppukäyttäjille alhaisempina kustannuksina vaan ennemminkin palvelun laadun ja tehokkuuden tavoin.

Vaikka lohkoketjuteknologia näyttäytyy mahtipontisena ja palveluprosesseja merkittävästi tehostavana ja muuttavana teknologiana, esiintyy lohkoketjuteknologiassa hyötyjen lisäksi myös merkittäviä haasteita, joita käsitellään seuraavaksi.

4.2 Lohkoketjuteknologian nykyiset haasteet osana finanssialan palveluprosesseja

Lähdekirjallisuudessa esiintyy huomioita lohkoketjuteknologian tämänhetkisestä tilasta. Lohkoketjuteknologia ei kirjallisuuden perusteella ole täysin valmis sekä kykenevä korvaamaan täysin nykyistä finanssijärjestelmää (Alaeddin ym., 2021; Beck ym., 2016; Egelund-Müller ym., 2017; Lin & Liao, 2017). Kirjallisuudessa nousi esille huomiot muun muassa skaalautuvuudesta, tietoturvasta ja tietosuojasta, säätelyyn liittyvistä haasteista sekä eettisistä ongelmista.

Tässä luvussa käsitellään lohkoketjuteknologian tunnistettuja haasteita ja puutteita finanssialan palveluprosessien näkökulmasta lähdekirjallisuuteen tukeutuen. Tässä luvussa esitetään myös lähdekirjallisuudessa esille nousseita toimenpiteitä sekä tutkimuksia haasteiden ratkaisemiseksi.

4.2.1 Skaalautuvuus

Lohkoketjuteknologian suurimmaksi haasteeksi on nimetty huono skaalautuvuus sen käyttämien protokollien johdosta (Beck ym., 2016, 2017; Croman ym., 2016; Egelund-Müller ym., 2017; Fanning & Centers, 2016). Myöskin Deloitte (2016) mukaan älysovimusalustojen kyvykkyys skaalautumiseen on edelleen epäselvää. Skaalautuvuuden ongelma nousee esille tapahtumien käsittely- ja kirjaamisnopeutena (Croman ym., 2016; Fanning & Centers, 2016). Kryptovaluutta Bitcoin kirjaa ja vahvistaa tapahtuman lohkoketjuun 10 minuutissa, tai joissain tilanteissa jopa myöhemmin. Bitcointapahtumien maksimikirjaamisnopeus on 7 tapahtumaa minuutissa (Croman ym., 2016). Verrattuna esimerkiksi nykyiseen maksuliikennettä hallinnoivaan toimijaan Visaan, kertoo Visa kykenevänsä hallinnoimaan yli 24,000 tapahtumaa sekunnissa: luotettavasti, käytännöllisesti sekä turvallisesti (Visa, 2013). Verrattuna tämänhetkiseen Bitcoin-järjestelmään, on Visan tapahtumakäsittelynopeus sekä kapasiteetti yli tuhat kertainen.

Croman ym. (2016) sekä R. Beck ym. (2016) kertovat tapahtumien kirjaamisnopeuden soveltuvan vähempää kuormitusta, tai pidempikestoista tapahtumakestoja sisältäviin prosesseihin. Tällaisia prosesseja ovat esimerkiksi lainojen, vakuutusten tai muiden, normaalisti päiviä tai viikkoja kestävä tarkastusprosessit. Kuitenkaan nykyisillä lohkoketjuteknologian muodoilla, tämän implementointi globaaliin finanssijärjestelmään vielä mahdotonta, johtuen globaalista elektronisten maksutapahtumien jatkuvasti kasvavasta määrästä (Visa, 2013). Beck ym. (2016) Kuitenkin kertovat lohkoketjuteknologia Ethereumin ottaneen askelia kohti skaalautuvuusongelman ratkaisua Bitcoinia paremmin. Viimekäden ratkaisuna skaalautuvuusongelmaan Ethereumin toinen perustaja Buterin, (2014) esittää, että järjestelmät käyttäisivät monia lohkoketjuja saman järjestelmän sisällä, joilla kaikilla olisi oma tehtävänsä ja vastuualueensa.

Myöskin (Eyal ym., 2016) ovat esittäneet toimintamallin protokollasta Bitcoin-NG. Bitcoin-NG osoittaa, että lohkoketjuprotokollien skaalautuvuutta

on mahdollista parantaa niin pitkälle, että konsensusviivettä rajoittaa enää vain verkon halkaisija ja suorituskyvyn pullonkaula on vain solmujen prosessointitehossa. Tällainen skaalautuvuus on merkittävää, jotta lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää maailmanlaajuisesti osana luotettavia konsensusia, useissa vaativissa sovelluksissa, kuten maksuliikenne, digitaalisten omaisuuserien tapahtumat ja älysovimukset (Eyal ym., 2016).

4.2.2 Palveluprosessien tietoturva ja -suoja

Lohkoketjuteknologia tallentaa kaikki tapahtumat aikaleimoinen lohkoketjuun eli avoimeen tili-/tapahtumakirjaan. Lohkoketjun muokkaamattoman luonteen myötä on järjestelmä perinteistä, ei lohkoketjupohjaista järjestelmää monin kerroin vahvempi esimerkiksi hakkereita ja muita rikollisia toimia vastaan (Beck ym., 2016).

Underwood (2016) nostaa esille finanssialaan liittyvän huolen lohkoketjutransaktioiden vaatimasta tiedon määrästä. Lohkoketjussa tapahtumasiirto vaatii nykyistä tapahtumakirjausta enemmän tietoa sekä älysovimusten lähdekoodi on avoinna kaikille verkon osapuolille. Tämä ei mahdollisesti ole hyväksyttyä tiettyjen sovellusten kohdalla (Deloitte, 2016). Tiedon lisääminen tapahtumiin, voi mahdollisesti Underwoodin (2016) mukaan heikentää kaupankäynnin tietosuojaa.

Egelund-Müller ym. (2017) kertovat myös, että hajautetun ja avoimen tilikirjateknologian mahdollinen haittapuoli on nykyisten tapahtumia tarkistavien ja jakavien, hajautettujen tilikirjojen tämänhetkinen vallitsevuus. Tämä saattaa johtaa mahdollisiin suorituskykyyn ja yksityisyyteen liittyviin ongelmiin (Egelund-Müller ym., 2017). Lohkoketjuteknologian avoimesta ja muuttavasta luonteesta johtuen myös lainsäädäntöä ja hallinnointia koskevia ongelmia tulee käsitellä, varsinkin kun on kyse finanssijärjestelmästä, jossa transaktioiden sisältö on usein valuuttapohjaista.

4.2.3 Organisatoriset-, instituutionaaliset- sekä juridiset haasteet

Lohkoketjuteknologian yhdeksi merkittävimpiä haasteita liittyen globaaliin finanssijärjestelmäimplementaatioon nousi kirjallisuudessa esille lainsäädäntöön ja säätelyyn liittyvät ongelmat (Abramova & Böhme, 2016; Alaeddin ym., 2021; Beck ym., 2017; Chiu & Koepl, 2018; Hendershott ym., 2021; Iansiti & Lakhani, 2017; Lindman ym., 2017; Nawari & Ravindran, 2019; Renwick & Gleasure, 2021; Riasanow ym., 2018). Ongelmat pääsääntöisesti koskivat lohkoketjuteknologian suuria eroja nykyisen finanssijärjestelmän luonteeseen.

Rahoitustransaktioiden luonteesta johtuen, teknologian kypsyminen ja käytön lisääntyminen nostaa esiin uusia organisatorisia, juridisia ja instituutionaalisia ongelmia (Lindman ym., 2017). Rahoituslaitokset eivät voi hyödyntää moderneja teknologioita kaupankäynnissä, ellei digitaalinen infrastruktuuri ole riittävän pätevällä tasolla tähän. Esimerkiksi täysin digitaalista asiointia ei voida käyttää, ellei kaikilla ole pääsy internettiin. (Alaeddin ym., 2021). Hendershott ym. (2021) kertovat lohkoketjuteknologian olevan vielä varhaisessa vai-

heessa. Heidän mukaansa taloudellisten skenaarioiden turvallisuus-, toiminnallisuus- sekä suorituskykyvaatimukset ovat teknisellä tasolla vielä toistaiseksi hankalia täyttää. Eteenkin uusien institutionaalisten järjestelyiden toiminta, ilman keskusviranomaista on vielä epäselvää (Lindman ym., 2017).

Lohkoketjuteknologia tuo tullessaan myös muita organisaationaalisia sekä instituutionaalisia ongelmia. Lindman ym. (2017) mukaan, vaikka toimijoiden oletetaan pitävän täydellistä kirjaa tapahtumaliikenteestä sekä kaikkien tapahtumien oletetaan olevan lopullisia, eivät ne kirjaamisen ja suorittamisen jälkeen ole ongelmattomia. Esimerkiksi erimielisyydet tapahtumien lopullisuudesta, teknologiahäiriöistä sekä tapahtumien viiveestä voivat luoda tarpeen edelleen kolmannelle osapuolelle sekä oikeudenmukaisille selvitystoimille. (Lindman ym., 2017)

Egelund-Müller ym. (2017) esittävät uudenlaisen rahoitus sopimuksia käsittelevän, lohkaketjuteknologiaa ja sen hajautettua toimintamallia hyödyntävän infrastruktuurimallin. Infrastruktuurimalli heidän mukaansa vaatisi vanhan oikeudellisen viitekehysten, joka selittäisi selkeästi sopimusosapuolten oikeudet sekä myönnytykset. Tämä on heidän mukaansa todennäköisesti mahdotonta, sillä tulisi luoda näkökulma, joka hyväksyy: sopimusten matemaattisen semantiikan, näkee sopimusten hallinnoijat oikeudellisesti normatiivisina sekä pitää sopimushallinnoijan toteuttamia toimia oikeudellisesti sitovina. Tämä varsinkin korostuu tilanteessa, jossa täysin automatisoitujen sopimushallinnoijien tapauksessa, yksikään reaali maailman yksilö ei ole oikeudellisesti vastuussa (Egelund-Müller ym., 2017). Hendershott ym., (2021) kertovat myös, että hallintotasolla lohkaketjuteknologian asianmukaisia valvontajärjestelyitä, standardeja sekä kykyjä on kehitettävä edelleen. Hajautetun infrastruktuurin myötä keskuspankkien mahdollisuus säädellä talouspolitiikkaa sekä rahan määrää heikkenee. Tämän myötä valtiojohto on hyvin varovainen lohkaketjuteknologiaa kohtaan (Lin & Liao, 2017).

On selvää, että lohkaketjuteknologian mahdollisesti aikaansaamat muutokset finanssijärjestelmään ovat niin suuria, että lainsäädäntöön tarvitaan lukuisia muutoksia ja toimintaperiaatteita. Varsinkin tapahtumia varten, joissa käsitellään rahaa ja arvo-omaisuuksia on lakitekniset asiat ehdottoman tärkeitä. Tämä aiheuttaa merkittävän esteen lohkaketjuteknologian laajempaa implementointia osaksi finanssijärjestelmää kohtaan. Lohkoketjuteknologiaa kohtaan on myös jo tutkielmassa aiemmin esitetty kohdistuvan merkittäviä huolenaiheita koskien konsensusmenetelmien vaatimaa laskentatehoa ja täten energiankulutusta kohtaan. Käsitellään seuraavaksi lohkaketjuteknologian eettisiä ongelmia koskien pääsääntöisesti tämän energiankulutusta, kuin myös muita eettisiä ongelmia.

4.2.4 Eettiset ongelmat

Lohkoketjuteknologioiden konsensusmekanismeista johtuen, lohkaketjujen operationaaliset kustannukset ovat korkeat. Konsensusmekanismit kuluttavat louhinnan ja siinä käytettävän tietokoneen laskentatehon myötä todella paljon sähköä (Alaeddin ym., 2021; Beck ym., 2017; Egelund-Müller ym., 2017; Hopf ym., 2018; Ross ym., 2019; Tapscott & Tapscott, 2016, ss. 257–258). Bitcoin-

lohkoketjuverkon suuri ongelma on tämän valtava hiilijalanjälki (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 258). Bitcoin-verkko kulutti vuonna 2014 7.31 gigawattituntia. Tämä on sama määrä, kuin mitä 680 amerikkalaista taloutta kuluttaa vuodessa (vuonna 2014). Tämä on myös sama määrä energiaa kuin mitä koko Kyproksen valtio kuluttaa vuodessa (Kaminska, 2014).

Vuonna 2021 pelkkä Bitcoin-verkko kulutti 117 terawattituntia sähköä, joka on 0,5% globaalista energiankulutuksesta (McCollum, 2022). Tämä vastaa arviolta noin 112 tuhannen keskiverron suomalaisen kotitalouden vuosittaista energiankulutusta⁹. Tapscott & Tapscott (2016, s. 261) mukaan kuitenkin tutkijat työstävät ratkaisua energiankulutusongelmaan, muun muassa tehokkaampien laitteiden sekä uusiutuvan energialähteiden kautta. Myös vaihtoehtoiset, energiatehokkaammat konsensusmenetelmät kuten Proof-of-Stake, haastavat perinteisen Proof-of-Work konsensusmenetelmän käyttöä (Hopf ym., 2018).

Toinen eettinen ongelma on lohkoketjuteknologiaa hyödyntävän digitaalisen valuuttajärjestelmä Bitcoinin yksi ongelmista ja huolista on, että tapahtumatietojen salausta voidaan käyttää osana lainvastaisia, rikollisia toimia (Akar & Akar, 2020; Alaeddin ym., 2021). Böhme ym. (2015) ovat tunnistaneet kolme kriittistä riskiä liittyen Bitcoin-järjestelmän käyttöön: *Bitcoin-keskittyneet rikokset*, *rahanpesu* ja *Bitcoin-helpotetut rikokset*. Bitcoin keskittyneillä rikoksilla tarkoitetaan hyökkäyksiä, jotka kohdistuvat itse valuuttaan. Esimerkiksi 51 % hyökkäys, palvelunestohyökkäys sekä tuplakulutus-hyökkäykset.

Bitcoinin kohdistuvat rikolliset toimet eivät kuitenkaan aina liity itse valuutan tavoitteluun. Bitcoinia voidaan käyttää rahanpesun apuvälineenä. Bitcoinin rahanpesu voi muuttua entistäkin vaikeammiksi jäljitettäväksi, varsinkin kun varat ohjataan niin kutsuttujen *sekoittimien*¹⁰ kautta, jolloin sekoitustietueet ovat piilossa yleisöltä ja mahdollisesti myös lainvalvontaviranomaisilta. Kyseiset ominaisuudet voivat auttaa salaamaan rikollisia toimenpiteitä, kuten rahanpesua. Bitcoin kuitenkin sisältää myös suunnitteluelementtejä, kuten esimerkiksi julkisen maksuliikennelokin, jotka voivat mahdollisesti helpottaa varojen jäljittämistä (Böhme ym., 2015).

Bitcoin mahdollistaa maksutavan lainvastaisille tavaroille ja -palveluille. Rikolliset ovat mahdollisesti kiinnostuneita virtuaalivaluuttojen käytöstä, sillä tällä hetkellä niiden lainmukainen sääntely on puutteellista sekä arvostavat peruuttamatonta kaupankäyntiä (Böhme ym., 2015). Käytettäessä Bitcoin-valuuttaa yhdessä verkkoliikenteen salaavia työkaluja kuten Tor-verkkoa, voivat käyttäjät saavuttaa merkittävän tason anonymiteetin verkko-ostoissa. Bitcoin-valuutan myötä saavutettua anonymiteettiä käytettiin eteenkin vuonna 2012 huumausaineiden sekä muiden reseptilääkkeiden laittomaan kauppaan internetissä (Böhme ym., 2015).

Alaeddin ym. (2021, s. 109) toteuttivat tutkimuksen, jossa tutkittiin loppukäyttäjien suhtautumista ja huolenaiheita lohkoketjuteknologian implementoinnista Islamilaisen finanssialan toimintaan. Tutkimuksen mukaan enemmistö

⁹ Keski-verta suomalainen kotitalous kuluttaa vuodessa noin 8933 kWh (Vattenfall, 2022)

¹⁰ Sekoittimilla (eng. Mixer) Tarkoitetaan palvelua, jonka avulla bitcoineja voidaan vaihtaa ja sekoittaa keskenään, saavuttaen näin suuremman Bitcoin-valuutan alkuperän jäljittämättömyyden (Stevens, 2022).

tö piti suurena uhkana, että lohkoketjusovelluksia käytettäisiin osana lainvas-
taisia ja epäeettisiä toimia, kuten rahanpesua tai terrorismin rahoitusta. On siis
selvää, että lohkoketjuteknologian ja eteenkin tämän mahdollistamien krypto-
valuuttojen käyttöönottoa suunniteltaessa, on kiinnitettävä huomiota rikollisten
sekä epäeettisten toimien vastaiseksi.

Lohkoketjuteknologia mahdollistaa finanssialan palveluprosesseille mer-
kittäviä hyötyjä niin taloudellisesta-, organisatorisesta- sekä loppukäyttäjän nä-
kökulmasta. Merkittävimmät hyödyt kohdistuvat älysovimuksiin ja niiden
mahdollistamiin automaatioihin. Automaation myötä manuaalisen työn tarve
vähenee, joka johtaa alhaisempiin tapahtumakustannuksiin ja nopeampaan ta-
pahtumankäsittelyyn. Loppukäyttäjälle tämä näyttäytyy myös tapahtumakäsit-
telypäättöksen nopeutena sekä alhaisempina kustannuksina. Merkittävää hyö-
tyä kuitenkin tarjoaa myös lohkoketjuteknologian avoin rakenne, joka mahdol-
listaa tapahtumatietojen ja käsittelyn laajemman ja luotettavamman tarkastelun
niin loppukäyttäjille, kuin palveluntarjoajalle. Lohkoketjuteknologian hajautet-
tu infrastruktuuri tehostaa palvelun käyttöastetta, joka tarjoaa paitsi organisaa-
tioille taloudellisia etuja, esittää tämä myös merkittävää roolia loppukäyttäjille.
Käyttöasteen kasvaessa käyttäjien luottamus palvelua kohtaan kasvaa, joka
toimii merkittävänä tekijänä muun muassa palveluntarjoajaa valitessa.

Kuitenkin lohkoketjuteknologia omaa tällä hetkellä teknologisia ja yleistä
sääntelyä koskevia puutteita, jonka myötä laajempi implementointi osaksi fi-
nanssijärjestelmän palveluprosesseja vaatii vielä työtä. Haasteet, kuten: haavoit-
tuvuus 51 % hyökkäykselle, tapahtumankäsittelyyn vaadittujen tietojen määrä
sekä niiden julkisuus ovat merkittäviä esteitä niin viranomaisten sääntelyn, kuin
loppukäyttäjien kokeman turvallisuuden ja luotettavuuden osalta. Kirjallisuu-
dessa lohkoketjuteknologian kyseisiin haasteisiin on kuitenkin esitetty jo alus-
tavia ratkaisuehdotuksia, joten ongelmat ovat tunnistettu myös muiden tahojen
toimesta. Lohkoketjuteknologian potentiaali huomioon ottaen onkin tärkeää
tehdä työtä kyseisten haasteiden parissa.

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää, kuinka lohkoketjuteknologia tulee vaikuttamaan finanssialan palveluprosesseihin ja kuinka vaikutukset näyttäytyvät loppukäyttäjille. Tutkielman tuloksena kysymykseen miten lohkoketjuteknologian vaikutukset näkyvät loppukäyttäjille, voidaan todeta, että lohkoketjuteknologian hyödyntäminen osana finanssialan palveluprosesseja, mahdollistaa yleisesti loppukäyttäjälle nopeamman tapahtumien käsittelyn, avoimemman ja informaatorikkaamman tapahtumaprosessin, joka lisää luottamusta palveluntarjoajaa kohtaan.

Lohkoketjuteknologian avulla maksuliikenneprosessissa voidaan myös alentaa muun muassa tähän vahvasti sidonnaisia palvelumaksuja sekä myös mahdollisesti poistamaan nämä kokonaan. Tämä on seurausta kolmannen osapuolen, kuten pankkien ja välittäjien tarpeen poistamisesta osana maksuliikenteen hallinnointia. Lohkoketjuteknologia pystyy tarjoamaan kolmannen osapuolen aikaisemmin mahdollistaman luottamuksen avoimen luonteen ja konsensusmenetelmien avulla. Lohkoketjuteknologia mahdollistaa myös kolmansien osapuolten tarpeen poistuessa loppukäyttäjälle nopeamman tapahtumankäsittelyn, varsinkin maiden välisissä valuuttasiirroissa. On otettava huomioon, että alhaisemmat palvelumaksut rajoittuvat lähinnä maksuliikenteen näkökulmaan, sillä lohkoketjuteknologian mahdollistama tuotannon tehokkuus sekä korkeampi luottamustaso voivat toimia palveluiden hintaa nostavina tekijöinä loppukäyttäjille.

Luottamukseen pohjautuvissa palveluprosesseissa lohkoketjuteknologia mahdollistaa maksuliikenteen tavoin, kolmannen osapuolen tarpeen poistamisen. Lohkoketjuteknologian avulla voidaan luottamus rakentaa älysopimusten mahdollistamien automaatioiden sekä lohkoketjuun tallennettujen tapahtumavirtojen myötä. Loppukäyttäjälle tämä mahdollistaa esimerkiksi lainaneuvotte- luiden kohdalla realistisemmän, kuluttajaa paremmin palvelevan arvion henkilön takaisinmaksukyvyistä. Loppukäyttäjälle mahdollistetaan myös alhaisempi virhe sopimusehtojen virheelliselle tulkinnalle sekä samalla poistaa heiltä mahdollisuuden epärehelliselle toiminnalle. Yhtenä merkittävänä ominaisuutena lohkoketjuteknologian avoimen rakenteen myötä loppukäyttäjä voi tarkastella tapahtumia avoimemmin sekä varmistua tapahtumaprosessin oikeellisuudesta,

joka samalla lisää asiakkaan asemassa olevan loppukäyttäjän luottamusta palveluntarjoaja kohtaan.

Sopimuskäsittelyssä loppukäyttäjän hyödyt ovat hyvin samankaltaiset, kuin aikaisemmin läpikäydyillä osa-alueilla. Lohkoketjuteknologian ja älysovimusten myötä voidaan mahdollistaa sopimusten käsittelyyn kuluvan ajan huomattava nopeutuminen. Samalla vältytään inhimillisiltä riskeiltä, joita mahdollisesti syntyy manuaalisen työn seurauksena. Avoimuus ja tapahtuman käsittelyn tarkastelu toimivat etuna myös sopimusprosessin kanssa.

Älysovimusten mahdollistaman automaation myötä vakuutussektorilla loppukäyttäjä voi mahdollisesti kokea avoimemman, helpomman ja nopeamman vakuutus päätösprosessin esimerkiksi suorakorvausta hakiessa. Vakuutussektorilla mahdollisuus avoimempaan tapahtumakäsittelyyn lisää loppukäyttäjän eli tässä tapauksessa asiakkaan luottoa palveluntarjoaja kohtaan. Lohkoketjuteknologian avoimuus ja älysovimusten tarkat ehtojen määrittelyt heikentävät vakuutuspetoksen mahdollisuutta, joka vapauttaa vakuutusyhtiöiltä ylimääräistä työtä, jolloin rehelliset asiakkaat kokevat tästä hyötyä vakuutuspyynnön käsittelyn nopeutena.

Älyomaisuudella ja tämän mahdollistamalla lisääntyneellä tiedon määrällä on merkittävä vaikutus loppukäyttäjään. Kattavampi informaatiomäärä esiintyy kriittisenä tekijänä esimerkiksi kiinteistöjen ja autojen ostoprosessissa. Kuluttajan mahdollisuus tarkastella luotettavaa, automaattisesti kirjattua tapahtumahistoriaa tarkemmin, poistaa paitsi tarpeen kolmansille luottamuksen mahdollistaville osapuolille, mahdollistaa se myös yksityishenkilökaupan sujuvuuden.

Lohkoketjuteknologian onnistunut implementaatio tarjoaa palveluntarjoajalle yleisesti alhaisemman kulurakenteen, tuotannon tehostumisen sekä korkeamman luottamustason manuaalisen työn tarpeen alentuessa. Kuitenkin on otettava huomioon järjestelmäinvestointien tarjoamien hyötyjen suhde itse investointiin varsinkin, mikäli palveluntarjoajalla on jo käytössään merkittäviä investointeja vaatinut järjestelmä. Lähdekirjallisuudesta kävi kuitenkin ilmi, että vaikkakin lohkaketjuteknologian kerrotaan tehostavan finanssialan palveluprosesseja moninkertaisesti, on teknologia silti vielä epäkypsä korvataksaan täysin keskittyneet toimijat nyky-yhteiskunnassa. Ongelmat skaalautuvuuden, tietoturvan sekä yleisten turvallisuusriskien kanssa vaativat vielä tutkimusta. Kuitenkin toimia kyseisten ongelmien eteen ollaan jo ratkaisemassa monien tahojen toimesta. Kuitenkaan ei tällä hetkellä ole täysin selvää, milloin lohkaketjuteknologia on täysin valmis toimimaan kunnolla osana prosesseja, jotka ovat paitsi todella kuormittavia, myös sisältävät suuria määriä luottamuksellista tietoa. Palveluprosesseihin on yleisesti sidonnaisena myös huomattavia määriä rahaa, joko aineettomassa tai aineellisessa muodossa, jonka myötä järjestelmän turvallisuus ja toimintavarmuus on ensisijaisen tärkeää.

Tällä hetkellä lohkaketjuteknologia on kuitenkin osittain sillä tasolla, että se voitaisiin implementoida osaksi nykyisiä palveluprosesseja. Monet yhtiöt ovatkin jo aktiivisesti kehittämässä omia lohkaketjuteknologiaa hyödyntäviä sovelluksiaan kohti kuluttajamarkkinoita. Kuitenkin laajempi käyttöönotto ja vanhojen järjestelmien ja palvelumallien romuttaminen vaatii työtä varsinkin hallinnollisella tasolla. Edellä mainittujen haasteiden parissa kuitenkin tehdään

jatkuvasti kehitystyötä, joten on vain ajan kysymys, kunnes lohkoketjuteknologia on tarpeeksi kypsä korvaamaan perinteisen finanssijärjestelmän toimijat kokonaan. Alla on koottu taulukkoon yhteenveto finanssialan palveluprosessien vaikutuksista loppukäyttäjille. Taulukossa on eritelty vaikutukset palveluprosesseittain. Loppukäyttäjällä kuvataan taulukossa palveluprosessin asiakasta (ks. Myös LIITE 1).

Palveluprosessi	Vaikutukset loppukäyttäjälle
Maksuliikenne	Tapahtumankäsittelyn nopeus Ei tarvetta pankeille tai muille kolmansille osapuolille Alhaisemmat tai jopa ilmaiset palvelumaksut Turvallinen maksutapahtuma
Luottamukseen pohjautuvat tapahtumat	Ei tarvetta kolmansille, luottamuksen mahdollistaville osapuolille Epärehellisen toiminnan riskin aleneminen Hajamielisyydestä johtuvien virheellisten tulkintojen riskin aleneminen Mahdollisuus tarkastella tapahtumia avoimemmin Luottopäätöksen helpottuminen runsaamman, saatavilla olevan informaation myötä
Sopimusten käsittely	Nopeampi tapahtumankäsittely Dynaaminen sopimuksen seuranta Sopimusosapuolten luotettavuuden helpompi varmistus
Vakuutukset	Nopeampi vakuutus päätös Avoimempi tapahtumankulku Korkeampi luotto toimijaa kohtaan Vaivattomampi vakuutuspyyntöprosessi Vakuutuspetosten mahdollisuuden aleneminen
Älyomaisuus	Kattavampi omaisuuden informatiomäärä Mahdollisuus tehdä kauppaa ilman välittäjän läsnäoloa

TAULUKKO 2 Lohkoketjuteknologian palveluprosessi-implementaation vaikutukset loppukäyttäjälle.

Yhteenvetona tässä kandidaatintutkielmassa selvitettiin, kuinka lohkoketjuteknologia toimii, mitkä ovat sen luomat mahdollisuudet sekä haasteet osana finanssialan palveluprosesseja. Tutkielmassa pyrittiin kokoamaan kirjallisuuskatsauksen avulla tietoa, kuinka lohkoketjuteknologiaa voitaisiin hyödyntää finanssialan palveluprosesseissa ja mitkä palveluprosessit erityisesti kokisivat suurta hyötyä lohkoketjuteknologiasta. Tutkielmassa käsiteltiin myös, millaisia

vaikutuksia lohkoketjuteknologian hyödyntäminen finanssialan palveluprosessien toiminnassa mahdollisesti voi aiheuttaa sekä mitkä ovat lohkoketjuimplementaation haasteet ja rajoitteet nyky-yhteiskunnassa. Näiden aiheiden kautta pyrittiin vastaamaan kysymyksiin: *"kuinka lohkoketjuteknologia vaikuttaa olemassa oleviin finanssialan palveluprosesseihin"* ja *"kuinka lohkoketjuteknologian aiheuttamat muutokset perinteisiin finanssialan palveluprosesseihin, näkyy loppukäyttäjille"*.

Tutkielma toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena ja sen lähteinä toimivat rajatusti "Basket of Eight" -lehdet sekä aiheen tuoreuden myötä myös tietojärjestelmätieteen johtavat konferenssijulkaisut. Tutkimuskirjallisuuden sisällytettiin myös edellä mainittujen lähteiden käyttämät lähteet, joissa käsiteltiin lohkoketjuteknologiaa ja tämän ilmiötä osana finanssialan palveluprosesseja.

Lohkoketjuteknologialla tarkoitetaan hajautettua tilikirjaa, joka toimii vertaisverkossa. Avoin luonne mahdollistaa luotettavamman tapahtumankirjaus- ja tarkasteluprosessin. Lohkoketjuteknologian mahdollistamalla älysovimuksilla tarkoitetaan lohkoketjuun integroitua koodia, joka mahdollistaa tapahtumien itsesuorittamisen, ennalta määriteltyjen ehtojen mukaan. Älysovimusten avulla on mahdollista automatisoida perinteiset laskennallista ja tiedontarkastelua sisältävät prosessit. Tutkielman toisessa luvussa kuvattiin tarkemmin, mitä lohkoketjuteknologia on, kuinka konsensusmenetelmät toimivat ja mitkä ovat konsensusmenetelmien keskeiset erot. Luvussa kaksi esiteltiin myös lohkoketjuteknologian nykyisiä hyödyntämismuotoja, ja jo tunnistettuja haasteita liittyen lohkoketjuteknologiaan. Kirjallisuudessa esiintyneistä lohkoketjuteknologian hyödyistä ja haitoista on koottu havainnoimista helpottava taulukko (katso **Error! Reference source not found. & Error! Reference source not found.**).

Kolmannessa luvussa kuvattiin finanssialan palveluprosessien nykytilanne ja tunnistetut palveluprosessien haasteet, kuten keskitetty ekosysteemi, luottamuksen saavuttaminen ja manuaalisten prosessien käsittelyn hitaus. Luvussa neljä vastattiin tarkemmin kysymyksiin, kuinka lohkoketjuteknologia mahdollisesti voi vaikuttaa palveluprosesseihin, ja mitkä ovat tämän vaikutukset käyttäjille. Luvussa käytiin läpi myös mitkä ovat lohkoketjuteknologian haasteet finanssialan perinteisiin järjestelmiin verrattuna ja mitkä muut tekijät vaikuttavat lohkoketjuteknologian onnistuneeseen implementaatioon finanssialalle.

Aiheen parissa on tehtävä laajalti syventävää tutkimusta tulevaisuudessa aiheen tuoreudesta ja teknologian nykyisistä haasteista johtuen. Tutkimusta tulisi kohdentaa lohkoketjuteknologian ongelmia sekä rajoitteita kohtaan sekä tarkastella, kuinka kyseiset ongelmat voitaisiin ratkaista. Myöskin konsensusmekanismien käytöstä reaali maailman olosuhteissa olisi syytä kiinnittää huomiota. Laadullinen tutkimus aiheen parissa voisi myös käsitellä, kuinka loppukäyttäjät suhtautuvat esitettyihin lohkoketjuteknologian mahdollistamiin muutoksiin palveluprosesseissa.

Tutkielman rajoitteiksi voidaan tunnistaa saatavilla olevan aineiston rajattu käsittely, systemaattisesta hausta johtuen. Myöskin yleinen kiinnostus aiheen tutkimista kohtaan on voinut mahdollistaa jo tutkielmassa mainittujen ongelmien ratkaisun tai ratkaisuehdotukset. Myös julkaisuviive ja julkaisualueiden rajattu sisällyttäminen hakuun, on voinut aiheuttaa ajankohtaisemman aineiston tarkastelun puutteen.

LÄHTEET

- Abramova, S., & Böhme, R. (2016). Perceived Benefit and Risk as Multidimensional Determinants of Bitcoin Use: A Quantitative Exploratory Study. *2016 International Conference on Information Systems, ICIS 2016*, 1–20. <https://doi.org/10.17705/4icis.00001>
- Abu Bakar, N., & Rosbi, S. (2018). Robust Framework Diagnostics of Blockchain for Bitcoin Transaction System: A Technical Analysis from Islamic Financial Technology (i-FinTech) Perspective. *International Journal of Business and Management*, 2(3), 22–29. <https://doi.org/10.26666/rmp.ijbm.2018.3.4>
- Akar, S., & Akar, E. (2020). Is it a New Tulip Mania Age?: A Comprehensive Literature Review Beyond Cryptocurrencies, Bitcoin, and Blockchain Technology. *Journal of Information Technology Research*, 13(1), 43. <https://doi.org/10.4018/JITR.2020010104>
- Alaeddin, O., Al Dakash, M., & Azrak, T. (2021). Implementing the Blockchain Technology in Islamic Financial Industry: Opportunities and Challenges. *Journal of Information Technology Management*, 13(3), 99–115. <https://doi.org/10.22059/jitm.2021.83116>
- Al-Saati, A.-R. (2003). The Permissible Gharar (Risk) in Classical Islamic Jurisprudence. *Journal of King Abdulaziz University: Islamic Economics*, 16(2), 20.
- Avital, M., Beck, R., King, J., Rossi, M., & Teigland, R. (2016). Jumping on the Blockchain Bandwagon: Lessons of the Past and Outlook to the Future. *2016 International Conference on Information Systems, ICIS 2016*, 7.
- Baer, H. L., & Mote, L. R. (1992). The United States Financial System. Teoksessa G. G. Kaufman (Toim.), *Banking Structures in Major Countries* (ss. 469–553). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-011-2946-6_10
- Beck, R., Avital, M., Rossi, M., & Thatcher, J. B. (2017). Blockchain Technology in Business and Information Systems Research. *Business & Information Systems Engineering*, 59(6), 381–384. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0505-1>
- Beck, R., Czepluch, J., Lollike, N., & Malone, S. (2016, kesäkuuta 12). Blockchain – The Gateway to Trust-Free Cryptographic Transactions. *24th European Conference on Information Systems, ECIS 2016*.
- Beck, R., & Mueller-Bloch, C. (2017, tammikuuta 1). *Blockchain as Radical Innovation: A Framework for Engaging with Distributed Ledgers as Incumbent Organization*. Hawaii International Conference on System Sciences. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2017.653>
- Bergström, E. (2021). *Positiivinen luottotietorekisteri*. Eduskunta. https://www.eduskunta.fi/443/FI/naineduskuntatoimii/kirjasto/aineistot/kotimainen_oikeus/LATI/Sivut/positiivinen-luottotietorekisteri.aspx

- Brakeville, S., & Bhargav, P. (2019, toukokuuta 31). *Blockchain basics: Introduction to distributed ledgers – IBM Developer*. IBM Developer. <https://developer.ibm.com/tutorials/cl-blockchain-basics-intro-bluemix-trs/>
- Buterin, V. (2014, marraskuuta 13). Scalability, Part 3: On Metacoin History and Multichain. *Ethereum Foundation Blog*. <https://blog.ethereum.org/2014/11/13/scalability-part-3-metacoin-history-multichain/>
- Buterin, V. (2015, elokuuta 7). On Public and Private Blockchains. *Ethereum Foundation Blog*. <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains/>
- Böhme, R., Christin, N., Edelman, B., & Moore, T. (2015). Bitcoin: Economics, Technology, and Governance. *Journal of Economic Perspectives*, 29(2), 213–238. <https://doi.org/10.1257/jep.29.2.213>
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2020). Some simple economics of the blockchain. *Communications of the ACM*, 63(7), 80–90. <https://doi.org/10.1145/3359552>
- Chen, Y., & Bellavitis, C. (2020). Blockchain disruption and decentralized finance: The rise of decentralized business models. *Journal of Business Venturing Insights*, 13, e00151. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2019.e00151>
- Chiu, J., & Koeppl, T. V. (2018). Blockchain-Based Settlement for Asset Trading. *Bank of Canada Staff Working Paper*, 45, 55.
- Claessens, S. (2009). Competition in the Financial Sector: Overview of Competition Policies. *The World Bank Research Observer*, 24(1), 83–118. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkp004>
- Cong, L. W., & He, Z. (2019). Blockchain Disruption and Smart Contracts. *The Review of Financial Studies*, 32(5), 1754–1797. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz007>
- Courtneidge, R., Burelli, F., John, M., Cenci, E., Otten, J., & Clarence-Smith, C. (2015). *Blockchain and Financial Services Industry Snapshot and Possible Future Developments*. INNOVALUE Management Advisors Ltd. <https://www.the-blockchain.com/docs/Locke%20Lord%20%20Blockchain%20in%20Financial%20Services%202015.pdf>
- Crawford, S., & Piesse, D. (2016). *Blockchain technology as a platform for digitization – Implications for the insurance industry*. EY. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/advisory/EY-blockchain-technology-as-a-platform-for-digitization.pdf
- Croman, K., Decker, C., Eyal, I., Gencer, A. E., Juels, A., Kosba, A., Miller, A., Saxena, P., Shi, E., Sirer, E., Song, D., & Wattenhofer, R. (2016, helmikuuta 26). *On Scaling Decentralized Blockchains (A Position Paper)*. 3rd Workshop on Bitcoin and Blockchain Research.

- Deloitte. (2016). *CFO Insights Getting smart about smart contracts*. Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/finance/cfo-insights-getting-smart-contracts.pdf>
- Du, W. (Derek), Pan, S. L., Leidner, D. E., & Ying, W. (2019). Affordances, experimentation and actualization of FinTech: A blockchain implementation study. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(1), 50–65. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2018.10.002>
- Dunleavy, P. (2003). *Authoring a PhD: How to plan, draft, write, and finish a doctoral thesis or dissertation*. Palgrave Macmillan.
- Egelund-Müller, B., Elsmann, M., Henglein, F., & Ross, O. (2017). Automated Execution of Financial Contracts on Blockchains. *Business & Information Systems Engineering*, 59. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0507-z>
- Eyal, I., Gencer, A. E., Sirer, E. G., & van Renesse, R. (2016). Bitcoin-NG: A Scalable Blockchain Protocol. *Proceedings of the 13th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI '16)*, 16.
- Fanning, K., & Centers, D. P. (2016). Blockchain and Its Coming Impact on Financial Services. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 27(5), 53–57. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22179>
- Gervais, A., Karame, G. O., Wüst, K., Glykantzis, V., Ritzdorf, H., & Capkun, S. (2016). *On the Security and Performance of Proof of Work Blockchains*. CCS '16: Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. <https://doi.org/10.1145/2976749.2978341>
- Gewald, H., Wagner, H.-T., & Wolff, B. (2019). The Catalyzing Role of FinTechs for Innovation Sourcing in Financial Services. *PACIS 2019 Proceedings*. 34., 15.
- Hans, R., Zuber, H., Rizk, A., & Steinmetz, R. (2017). Blockchain and Smart Contracts: Disruptive Technologies for the Insurance Market. *AMCIS 2017 - America's Conference on Information Systems: A Tradition of Innovation*, 10. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey.com/en_gl/topics/advisory/EY-blockchain-technology-as-a-platform-for-digitization.pdf?download
- Hendershott, T., Xiaoquan, Z., Leon Zhao, J., & Zhiqiang, Z. (2021). FinTech as a Game Changer: Overview of Research Frontiers. *Information Systems Research*, 32(1), 1–17. <https://doi.org/10.1287/isre.2021.0997>
- Hileman, G., & Rauchs, M. (2017). 2017 Global Blockchain Benchmarking Study. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3040224>
- Honkanen, V. (2018, tammikuuta 19). *Lohkoketju mullistaa finanssialan – Mitä tapahtuu pankeille?* Kauppalehti. <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/lohkoketju-mullistaa-finanssialan-mita-tapahtuu-pankeille/b453957c-030e-3403-8baf-dfde6718b98f>
- Hooper, M. (2018, helmikuuta 22). *Top five blockchain benefits transforming your industry* IBM Supply Chain and Blockchain Blog. IBM Supply Chain and

- Blockchain Blog. <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/02/top-five-blockchain-benefits-transforming-your-industry/>
- Hopf, S., Loebbecke, C., & Avital, M. (2018). Blockchain Technology Impacting Property Rights and Transaction Cost Regimes. *Americas Conference on Information Systems 2018: Digital Disruption, AMCIS 2018*, 5.
- Iansiti, M., & Lakhani, K. (2017). The Truth About Blockchain: *Harvard business review*, 95, 118–127.
- Jensen, J., & Ross, O. (2020, marraskuuta 1). Settlement with Distributed Ledger Technology. *International Conference on Information Systems, ICIS 2020 - Making Digital Inclusive: Blending the Local and the Global*. 2020 International Conference on information Systems, ICIS 2020.
- Kaminska, I. (2014, syyskuuta 5). Bitcoin's wasted power – and how it could be used to heat homes. *Financial Times*.
<https://www.ft.com/content/384a349a-32a5-11e4-93c6-00144feabdc0>
- Kiiski-Kataja, E. (2016). *Megatrendit 2016 – Tulevaisuus tapahtuu nyt*.
https://www.sitra.fi/app/uploads/2017/02/Megatrendit_2016.pdf
- Kirpes, B., & Becker, C. (2018). Processing Electric Vehicle Charging Transactions in a Blockchain-based Information System. *Americas Conference on Information Systems 2018: Digital Disruption, AMCIS 2018*, 5.
- Kuluttajaliitto. (2016, helmikuuta 1). *Maksuhäiriömerkinnän vaikutukset*.
Kuluttajaliitto.
<https://www.kuluttajaliitto.fi/materiaalit/maksuhairiomerkinnaan-vaikutukset/>
- Ledger Insights. (2019, kesäkuuta 13). *IHS Markit bullish about blockchain, predicts \$2 trillion market by 2030*. Ledger Insights - Enterprise Blockchain.
<https://www.ledgerinsights.com/ihs-market-blockchain-forecast-2-trillion/>
- Leppänen, M. (2018, marraskuuta 10). *Lohkoketjun "kolmas vallankumous" on käsillä – mullistavatko digitaaliset arvopaperit sijoittamisen, vai tuleeeko niistä vain kryptohypen seuraava aalto?* Yle Uutiset. <https://yle.fi/uutiset/3-10454370>
- Li, Y. (2021). Benefits and Barriers of Blockchain Implementation and Adoption. *27th Annual Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2021*, 6.
- Lin, I.-C., & Liao, T.-C. (2017). A Survey of Blockchain Security Issues and Challenges. *International Journal of Network Security*, 19(5), 653–659.
[https://doi.org/10.6633/IJNS.201709.19\(5\).01](https://doi.org/10.6633/IJNS.201709.19(5).01)
- Linde, A. (2021, elokuuta 12). *Luottotiedot on helppo tarkistaa itse | Lue lisää luottotiedoista*. Matchbanker. <https://matchbanker.fi/talousopas/tietoa-luottotiedoista/luottotiedot/>
- Lindman, J., Rossi, M., & Tuunainen, V. K. (2017). *Opportunities and risks of Blockchain Technologies in payments – a research agenda*. 10.

- Loebbecke, C., Lueneborg, L., & Niederle, D. (2018). Blockchain Technology Impacting the Role of Trust in Transactions: Reflections in the Case of Trading Diamonds. *European Conference on Information Systems, ECIS 2018*, 12.
- McCollum, C. (2022, helmikuuta 21). *What you need to know about blockchain energy consumption and scalability*. Luxresearchinc.
<https://www.luxresearchinc.com/blog/what-you-need-to-know-about-blockchain-energy-consumption-and-scalability>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.
- Nawari, N. O., & Ravindran, S. (2019). Blockchain technology and BIM process: Review and potential applications. *Journal of Information Technology in Construction*, 24, 209–238.
- Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O., & Schiereck, D. (2017). Blockchain. *Business & Information Systems Engineering*, 59(3), 183–187.
<https://doi.org/10.1007/s12599-017-0467-3>
- Raddatz, N., Coyne, J., Menard, P., & Crossler, R. (2021). Becoming a blockchain user: Understanding consumers' benefits realisation to use blockchain-based applications. *European Journal of Information Systems*, 1–28.
<https://doi.org/10.1080/0960085X.2021.1944823>
- Rahhou, J. (2022, toukokuuta 13). Blockchain: The Technology Likely to Disrupt Global Financial System. *Morocco World News*.
<https://www.moroccoworldnews.com/2022/05/349019/blockchain-the-technology-likely-to-disrupt-global-financial-system>
- Renwick, R., & Gleasure, R. (2021). Those who control the code control the rules: How different perspectives of privacy are being written into the code of blockchain systems. *Journal of Information Technology*, 36(1), 16–38.
<https://doi.org/10.1177/0268396220944406>
- Riasanow, T., Floetgen, R., Soto Setzke, D., Böhm, M., & Krcmar, H. (2018, kesäkuuta 10). The Generic Ecosystem and Innovation Patterns of the Digital Transformation in the Financial Industry. *Proceedings of the 22nd Pacific Asia Conference on Information Systems - Opportunities and Challenges for the Digitized Society: Are We Ready?, PACIS 2018*.
- Ross, O., Jensen, J., & Asheim, T. (2019, tammikuuta 1). Assets under Tokenization: Can Blockchain Technology Improve Post-Trade Processing? *40th International Conference on Information Systems, ICIS 2019*.
- Salminen, A. (2011). *Mikä kirjallisuuskatsaus? : Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*. Vaasan yliopisto.
<https://osuva.uwasa.fi/handle/10024/7961>
- Schollmeier, R. (2001). A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications. *Proceedings First International Conference on Peer-to-Peer Computing*, 101–102.
<https://doi.org/10.1109/P2P.2001.990434>

- Stevens, R. (2022, tammikuuta 18). *Bitcoin Mixers: How Do They Work and Why Are They Used?* <https://www.coindesk.com/learn/bitcoin-mixers-how-do-they-work-and-why-are-they-used/>
- Suciu, M.-C., Năsulea, C., & Nasulea, D. (2019). *Is Blockchain a New Creative Industry?* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35043.91687>
- Suomen Asiakastieto Oy. (2022). *Luottotiedot ja luottoluokitus – Suomen Asiakastieto Oy*. Asiakastieto. <https://www.asiakastieto.fi/web/fi/palvelut-yrityksille/tarkista-ennen-kaupantekoa/luottotiedot-ja-luottoluokitus.html>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. Portfolio / Penguin.
- The Fed – Syndicated Loan Portfolios of Financial Institutions*. (2022, maaliskuuta 18). Federalreserve. <https://www.federalreserve.gov/releases/efa/efa-project-syndicated-loan-portfolios-of-financial-institutions.htm>
- Treleaven, P., Gendal Brown, R., & Yang, D. (2017). Blockchain Technology in Finance. *Computer*, 50(9), 14–17. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.3571047>
- UBL Ameen. (2022). *Differences between Conventional Bank and Islamic Bank*. UBL Knowledge Center. <https://www.ubldigital.com/Banking/UBL-Ameen/Knowledge-Center/Differences-between-Conventional-Bank-and-Islamic-Bank>
- Underwood, S. (2016). Blockchain beyond Bitcoin. *Communications of the ACM*, 59(11), 15–17. <https://doi.org/10.1145/2994581>
- Vattenfall. (2022). *Laske kulutuksesi – Vattenfall*. vattenfall. <https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/arvioi-energiankulutuksesi/laske-kulutuksesi/>
- Viljanen, J. (2021). *Henkilökohtainen luottopisteytys voisi johtaa parempiin taloudellisiin päätöksiin*. viisasraha. <https://www.viisasraha.fi/N%C3%A4k%C3%B6kulma/Henkil%C3%B6kohtainen-luottopisteytys-voisi-johtaa-parempiin-taloudellisiin-p%C3%A4%C3%A4t%C3%B6ksiin/>
- Visa. (2013). *VisaNet – The technology behind Visa*. <https://usa.visa.com/dam/VCOM/download/corporate/media/visanet-technology/visa-net-booklet.pdf>
- von Dahlen, S., & von Peter, G. (2012). Natural catastrophes and global reinsurance –exploring the linkages. *BIS Quarterly Review*, 13.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where Is Current Research on Blockchain Technology? – A Systematic Review. *PLOS ONE*, 11(10), e0163477. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477>
- Zhang, R., Xue, R., & Liu, L. (2020). Security and Privacy on Blockchain. *ACM Computing Surveys*, 52(3), 1–34. <https://doi.org/10.1145/3316481>

- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H.-N., Chen, X., & Wang, H. (2017, kesäkuuta 25). *An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends*. IEEE 6th International Congress on Big Data. <https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.85>
- Zile, K., & Strazdiņa, R. (2018). Blockchain Use Cases and Their Feasibility. *Applied Computer Systems*, 23(1), 12–20. <https://doi.org/10.2478/acss-2018-0002>

LIITE 1 LOHKOKETJUPOHJAISTEN FINANSSIALAN PALVELUPROSESSIEN VAIKUTUKSET LOPPUKÄYTTÄJILLE

Palveluprosessi	Vaikutukset palveluntarjoajille	Vaikutukset loppukäyttäjille	Muut huomiot:
Maksuliikenne	<p>Kolmannen osapuolen tarpeen poistuminen (Alaeddin ym., 2021; Chiu & Koepl, 2018; Deloitte, 2016; Kirpes & Becker, 2018)</p> <p>Lähes välitön tapahtumanselvitys (Kirpes & Becker, 2018)</p> <p>Reaaliaikaiset maksutapahtumat 24/7 ilman pankkitiliä (Courtneidge ym., 2015)</p> <p>nopeampi maiden välinen valuutanvaihto (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 36)</p> <p>Turvallinen maksutapahtuma myös ilman pankkeja (Du ym., 2019)</p> <p>Maidenvälisen maksuliikenteen kustannusten aleneminen (Tapscott & Tapscott, 2016, s. 36)</p>	<p>Rahansiirron nopeus (Courtneidge ym., 2015)</p> <p>Ei tarvetta pankille tai muille kolmansille osapuolille (Du ym., 2019)</p> <p>Maksuliikenteen alhaisempi tai jopa olematon palvelumaksu (Courtneidge ym., 2015)</p>	<p>Sopimusoikeuden soveltamisen haasteet automaatiosta sekä täytäntöönpanokelpoisuudesta johtuen (Courtneidge ym., 2015)</p>

Luottamukseen perustuvat tapahtumat	<p>Ei tarvetta erilliselle luottamuksen mahdollistaville välikäsille (Beck ym., 2016; Tapscott & Tapscott, 2016, s. 73)</p> <p>Ei tarvetta arpoa vastapuolen luotettavuutta tapahtumissa (Loebbecke ym., 2018)</p>	<p>Ei mahdollisuutta epärehelliselle toiminnalle (Beck ym., 2016)</p> <p>Hajamielisyydestä johtuvien virheiden katoaminen (Beck ym., 2016)</p> <p>Sopimusehtojen virheellisen tulkinnan riskin poistaminen (Beck ym., 2016)</p> <p>Mahdollisuus tarkastella omaa tapahtumaa ja varmistaa oikeellisuus (Beck ym., 2016)</p>	<p>Manuaalisen työn tarpeen väheneminen johtaa alhaisempiin vaadittuihin työmääriin, joka joko alentaa henkilöstön kustannuksia tai vapauttaa työtunteja muuhun käyttöön.</p>
Sopimusten käsittely	<p>Automaation myötä nopeampi tapahtumakäsittelyn nopeus (Egelund-Müller ym., 2017)</p> <p>Toimialan toimijoille aiheutuvien kustannusten aleneminen (Jensen & Ross, 2020)</p> <p>Luottoriskin aleneminen sopimuksen elinkaaren aikana (Jensen & Ross, 2020)</p>	<p>Dynaaminen omaisuuden ja sopimusten seuranta (Treleaven ym., 2017)</p> <p>Nopeampi tapahtumankäsittely (Egelund-Müller ym., 2017)</p>	<p>Mahdollisuus romuttaa kolmannen osapuolten tarjoamia varmennusprosesseja (Treleaven ym., 2017)</p>
Vakuutukset	<p>Luottamuksen sekä taloudellisen vastuun tarpeen aleneminen (Deloitte, 2016)</p> <p>Automatisaation myötä saavutettu</p>	<p>Nopeampi vakuutus päätös (Hans ym., 2017)</p> <p>Avoimuuden myötä luotto vakuutusyhtiötä</p>	<p>Lohkoketjuteknologialla on tapahtumien automatisaation myötä mahdollisuus myös ratkaista köyhien maiden heikko vakuutus tilanne (Crawford & Piesse, 2016; Hans ym., 2017; von Dahlen &</p>

	<p>tapahtumakäsittelyn nopeus (Hans ym., 2017)</p> <p>Tapahtumankirjaamisen automatisaatio ja eheys (Hans ym., 2017)</p> <p>Manuaalisten toimenpiteiden tarve alenee (Hans ym., 2017)</p> <p>Ylimääräisten välikäsien tarve vähenee (Hans ym., 2017)</p> <p>Vakuutuspyyntöruuhkan hallinnan helpottuminen (Hans ym., 2017)</p> <p>Vakuutuspetoksien minimointi (Crawford & Piesse, 2016)</p>	<p>kohtaan kasvaa (Hans ym., 2017)</p> <p>Vaivattomuus (Crawford & Piesse, 2016; Underwood, 2016)</p> <p>Vakuutusyhtiön valinnan helpottuminen (Crawford & Piesse, 2016)</p>	<p>von Peter, 2012)</p>
Älyomaisuus	<p>Omaisuuksien hallinnon helppous (Courtneidge ym., 2015)</p> <p>Liiketoimintamallien muuttaminen (Akar & Akar, 2020)</p> <p>Lisääntynyt informaation määrä (Avital ym., 2016)</p>	<p>Mahdollisuus omaisuuden omistushistorian ja muiden tietojen tarkastamiselle (Fanning & Centers, 2016)</p>	<p>Mahdollisuus romuttaa kolmannen osapuolten tarjoamia varmennusprosesseja (Treleaven ym., 2017)</p> <p>Mahdollisuus poistaa välittäjiltä omaisuuden fyysisen omistuksen tarve (Courtneidge ym., 2015)</p>

**LIITE 2 KIRJALLISUUDESSA ESIINTYNEET
LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HYÖDYT**

Näkökulma	Hyöty	Lähde
Teknologia	Hajautettu infrastruktuuri	(Abramova & Böhme, 2016; Beck & Mueller-Bloch, 2017; Chiu & Koepl, 2018; Cong & He, 2019; Crawford & Piesse, 2016; Jensen & Ross, 2020; Lin & Liao, 2017; Nakamoto, 2008; Nofer ym., 2017; Renwick & Gleasure, 2021; Riasanow ym., 2018; Tapscott & Tapscott, 2016, ss. 128-130; Treleaven ym., 2017; Zheng ym., 2017)
	Peukaloimattomuus	(Beck ym., 2016; Cong & He, 2019; Hendershott ym., 2021; Iansiti & Lakhani, 2017; Lin & Liao, 2017; Nawari & Ravindran, 2019; Nofer ym., 2017; Raddatz ym., 2021; Treleaven ym., 2017; Zhang ym., 2020; Zheng ym., 2017)
	Turvallisuus	(Abramova & Böhme, 2016; Abu Bakar & Rosbi, 2018; Crawford & Piesse, 2016; Iansiti & Lakhani, 2017; Lin & Liao, 2017; Nofer ym., 2017; Raddatz ym., 2021)
	Jäljitettävyyys	(Alaeddin ym., 2021; Crawford & Piesse, 2016; Egelund-Müller ym., 2017; Iansiti & Lakhani, 2017; Zheng ym., 2017)
Taloudellinen	Kulujen aleneminen	(Abramova & Böhme, 2016; Abu Bakar & Rosbi, 2018; Alaeddin ym., 2021; Deloitte, 2016; Du ym., 2019; Egelund-Müller ym., 2017; Gewalt ym., 2019; Hans ym., 2017; Hopf ym., 2018; Iansiti & Lakhani, 2017; Jensen & Ross, 2020; Li, 2021; Loebbecke ym., 2018; Ross ym., 2019)
	Älysopimusten mahdollistama automaatio	(Abramova & Böhme, 2016; Alaeddin ym., 2021; Cong & He, 2019; Courtneidge ym., 2015; Crawford & Piesse, 2016; Deloitte, 2016; Du ym., 2019; Egelund-Müller ym., 2017; Hendershott ym., 2021; Jen-

		sen & Ross, 2020; Kirpes & Becker, 2018; Nawari & Ravindran, 2019; Riasanow ym., 2018)
	Luotettavuus	(Beck ym., 2016; Crawford & Piesse, 2016; Kirpes & Becker, 2018; Loebbecke ym., 2018; Nawari & Ravindran, 2019; Tapscott & Tapscott, 2016, s. 22; Treleaven ym., 2017)
	Tapahtumakäsittelyn nopeutus	(Abramova & Böhme, 2016; Alaeddin ym., 2021; Du ym., 2019; Fanning & Centers, 2016; Hendershott ym., 2021; Iansiti & Lakhani, 2017; Kirpes & Becker, 2018; Lin & Liao, 2017; Riasanow ym., 2018)
	Kolmansien osapuolten tarpeen väheneminen	(Alaeddin ym., 2021; Chiu & Koeppl, 2018; Deloitte, 2016; Hans ym., 2017; Iansiti & Lakhani, 2017; Nakamoto, 2008; Riasanow ym., 2018)
Juridinen	Yksityisyys / anonymiteetti	(Cong & He, 2019; Lin & Liao, 2017; Nawari & Ravindran, 2019; Zhang ym., 2020)
	Rikollisen toiminnan ehkäisy ja kontrollointi	(Böhme ym., 2015; Egelund-Müller ym., 2017; Nofer ym., 2017)

LIITE 3 KIRJALLISUUDESSA ESIINTYNEET LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HAASTEET

Näkökulma	Haaste	Lähde
Teknologia	turvallisuus (51 % hyökkäys, haarukointiongelmät, tuplakulutus, teknologia)	(Alaeddin ym., 2021; Lin & Liao, 2017; Loebbecke ym., 2018; Nawari & Ravindran, 2019; Zhang ym., 2020; Zheng ym., 2017; Zile & Strazdiņa, 2018)
	Skaalautuvuus	(Beck ym., 2016, 2017; Croman ym., 2016; Deloitte, 2016; Egelund-Müller ym., 2017; Lin & Liao, 2017; Nawari & Ravindran, 2019; Ross ym., 2019; Tapscott & Tapscott, 2016, ss. 152, 285 & 288; Zheng ym., 2017)
	prosessointinopeus	(Beck ym., 2016; Chiu & Koeppl, 2018; Croman ym., 2016; Egelund-Müller ym., 2017; Lin & Liao, 2017)
	tietoturva	(Deloitte, 2016; Egelund-Müller ym., 2017; Nawari & Ravindran, 2019; Renwick & Gleasure, 2021; Zheng ym., 2017)
	salasanan kadottaminen	(Abramova & Böhme, 2016; Zile & Strazdiņa, 2018)
Eettinen	Joustavuuden / determinismin puute	(Deloitte, 2016; Hopf ym., 2018)
	Rikollinen toiminta	(Abu Bakar & Rosbi, 2018; Alaeddin ym., 2021; Hans ym., 2017)
Eettinen / Taloudellinen	Energian- ja laskentatehon kulutus	(Alaeddin ym., 2021; Beck ym., 2017; Egelund-Müller ym., 2017; Hans ym., 2017; Hopf ym., 2018; Nawari & Ravindran, 2019; Ross ym., 2019; Tapscott & Tapscott, 2016, ss. 257-258)
Taloudellinen	Hankinta ja Ylläpitokustannukset	(Alaeddin ym., 2021; Beck ym., 2017; Ross ym., 2019)

Juridinen	Viranomaisten säätely / lakitekniset asiat	(Abramova & Böhme, 2016; Alaeddin ym., 2021; Beck ym., 2017; Chiu & Koeppl, 2018; Hendershott ym., 2021; Iansiti & Lakhani, 2017; Lindman ym., 2017; Nawari & Ravindran, 2019; Renwick & Gleasure, 2021; Riasanow ym., 2018)
-----------	--	--