

Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen finanssialalla

Tiivistelmä

Tekijä(t) Pikkupeura, Pyry	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 60 sivua, 1 liitesivu	Valmistumisaika Kevät 2019
Työn nimi Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen finanssialalla		
Tutkinto Tradenomi (AMK)		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää finanssialalla ja mitä mahdollisuuksia, haasteita ja riskejä siihen liittyy. Opinnäytetyössä selvitettiin, millä finanssialan eri osa-alueilla lohkoketjuteknologia tulee vaikuttamaan, mitä hyötyä siitä on ja minkälaisia uusia ratkaisuja sen avulla on mahdollista luoda.</p> <p>Teoriaosuudessa käsiteltiin lohkoketjujen toimintaa, taustaa ja ominaisuuksia. Lisäksi teoriaosuudessa tarkasteltiin lohkoketjuteknologian hyödyntämistä finanssialan eri osa-alueilla, sekä mitä haasteita ja riskejä teknologian hyödyntämiseen mahdollisesti liittyy.</p> <p>Opinnäytetyön empiirinen osuus suoritettiin kvalitatiivisena tutkimuksena, jossa tiedonkeruumenetelmänä käytettiin teemahaastattelua. Haastatteluiden kohteena olivat neljä tutkimukseen valittua asiantuntijaa, joilla oli ammatillista taustaa ja kokemusta finanssialalta sekä lohkoketjuteknologiasta. Haastatteluiden tarkoituksena oli saada asiantuntijoiden näkemys lohkoketjuteknologian vaikutuksista finanssialalla.</p> <p>Tutkimuksen tuloksista kävi ilmi, että lohkoketjuteknologia on yksi tämän vuosituhanen merkittävimmistä teknologioista ja se tarjoaa useita eri hyödyntämismahdollisuuksia finanssialalla. Lohkoketjuteknologialla ja älykkäillä sopimuksilla voidaan erityisesti nopeuttaa lukuisia erilaisia prosesseja ja laskea kustannuksia. Lohkoketjuteknologian haasteet ja riskit liittyvät pääasiassa finanssialan tarkkaan sääntelyyn ja siihen, että kyseessä on erittäin uusi teknologia.</p>		
Asiasanat lohkoketju, lohkoketjuteknologia, hajautettu tilikirja, finanssiala, pankkiala		

Abstract

Author(s) Pikkupeura, Pyry	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2019
	Number of pages 60 pages, 1 appedix	
Title of publication Utilization of blockchain technology in financial sector		
Name of Degree Bachelor of Business Administration		
Abstract <p>The goal of this study was to find out how blockchain technology can be used in financial sector, and what challenges and risks it may involve. This thesis studied how blockchain technology will affect to different parts of financial sector, what are the benefits and new possibilities with it.</p> <p>The theoretical section of this thesis studied principles, background and qualities of blockchains. In addition, the theoretical section covers the use of blockchain technology in financial markets and what challenges and risks are involved.</p> <p>The empirical part of the thesis was conducted as qualitative research and focused interview was used to collect data. Four experts with background from financial sector and blockchain technology were selected for the interviews. The goal of interviews was to get experts view how blockchain technology will change financial markets.</p> <p>The study results show that blockchain technology is one of the most important technologies of the Millennium and it offers multiple use cases in financial sector. Blockchain technology and smart contracts can especially make several processes faster and lower the costs. Challenges and risks of blockchain technology relate mainly to strong regulation of financial markets and that it is still very young technology.</p>		
Keywords blockchain, blockchain technology, distributed ledger, financial sector, banking		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta.....	1
1.2	Tutkimuksen tavoite, tutkimusongelmat ja rajaukset	2
1.3	Tutkimus- ja tiedonkeruumenetelmät	2
1.4	Aikaisemmat tutkimukset	3
1.5	Tutkimuksen rakenne	4
2	LOHKOKETJUTEKNOLOGIA.....	6
2.1	Lohkoketjun toimintaperiaate	6
2.2	Yksityiset ja julkiset lohkoketjut.....	8
2.3	Tapahtumien varmistusprosessi ja konsensusprotokollat.....	9
2.4	Lohkoketjuteknologian historia.....	14
2.5	Älykkäät sopimukset	16
2.6	Haasteet ja riskit	18
2.6.1	Teknologia	18
2.6.2	Osaamisen puute	20
2.6.3	Lainsäädäntö ja intressit	20
2.6.4	Asennehaasteet ja julkisuus	21
3	LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMINEN FINANSSIALALLA	22
3.1	Lohkoketjuteknologian kehitys- ja tutkimustyö finanssialalla	22
3.2	Maksuliikenne.....	23
3.3	Arvopaperikauppa.....	25
3.4	Raportointi ja valvonnan tehostaminen	29
3.5	Identiteetin hallinta.....	30
3.6	Vakuutukset.....	30
3.7	Finanssialan lohkoketjualustat ja yhteenliittymät.....	32
4	TUTKIMUS LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMISESTÄ FINANSSIALALLA	36
4.1	Aineiston kuvaus, keruu ja analyysi	36
4.2	Tutkimustulokset.....	37
4.2.1	Lohkoketjuteknologian sovelluskohteet finanssialalla.....	38
4.2.2	Haasteet ja riskit	42
4.2.3	Lohkoketjuteknologian tulevaisuus finanssialalla	44
4.3	Johtopäätökset	45

4.4	Tutkimuksen validiteetin ja reliabiliteetin arviointi	50
5	YHTEENVETO	51
	LÄHTEET	54
	LIITTEET	61

KÄSITTEET

Avoin lähdekoodi (open source) on ohjelmisto, joka on julkaistu avoimen lähdekoodin lisenssillä. Näiden ohjelmistojen käyttöehdot sallivat sen kopioimisen, muokkaamisen ja jakamisen vapaasti. Open Source Initiative (OSI) myöntää ja ylläpitää tavaramerkkiä. (Open Source Initiative 2007.)

Digitaalinen allekirjoitus (digital signature) on digitaalinen tunnistautumisen väline. Digitaalisen allekirjoituksen avulla pystytään varmistamaan viestin, ohjelmiston tai dokumentin aitoudesta. (Böhme & Okamoto 2015, 293.)

Hajautettu tilikirja (distributed ledger technology) on teknologia, jossa ei ole keskitettyä hallintoa tai tietovarastoa. Hajautetun tilikirjan tieto on taltioitu lukuisiin vertaisverkossa toimiviin tietokoneisiin ja sisältö on tarkastettavissa samanlaisena samanaikaisesti eri paikoista. Lohkoketju on eräänlainen hajautettu tilikirja. (Honkanen 2017, 8.)

Konsensus (consensus) on lohkoketjun tietokoneiden vertaisverkossa saavutettu tila, kun kaikki osapuolet ovat samaa mieltä (Swan 2015).

Konsensus protokolla (consensus protocol) on mekanismi, jonka avulla lohkoketjun tapahtumien oikeellisuus varmistetaan. Esimerkkejä konsensusprotokollista ovat proof of work ja proof of stake. (Swan 2015.)

Lohko (block) muodostuu lohkoketjun jatkoksi aina tietyn ajan välein ja pitää sisällään viimeisimmät tapahtumat ja tiedon muutokset. (Tapscott & Tapscott 2016.)

Lohkoketju (blockchain) on tietokantatyyppe, joka on jaettu, hajautettu ja kryptografisesti suojattu. Kryptografisen allekirjoituksen avulla tietoa sisältävät lohkot liitetään toisiinsa muodostaen ketjun. Lohkoketju toimii kuin hajautettu kirjanpito, joka voidaan jakaa kaikille ja vahvistaa kaikkialla. (Honkanen 2017, 8.)

Louhinta (mining) on lohkoketjun tapahtumien varmistamista ja verkon turvaamista. Esimerkiksi proof of work konsensusprotokollassa tietokoneen laskentatehon käyttämistä uusien lohkojen muodostamiseksi. (Enisa 2016.)

Nostro-tili on tässä tutkimuksessa pankin omistama tili toisessa ulkomaisessa pankissa. Nostro-tiliä käytetään ulkomaanmaksujen selvittämiseksi ja valuutanvaihtoriskiltä suojaamiseksi (Investopedia 2019).

Proof of stake on konsensusprotokolla, jossa lohkoketjun tapahtumien vahvistaminen perustuu verkkoon sidottuihin varoihin (Enisa 2016).

Proof of work on konsensusprotokolla, jossa lohkoketjun tapahtumien vahvistaminen perustuu tietokoneiden tekemään työhön (Enisa 2016).

PSD2 (Payment Service Directive II) on Euroopan parlamentin ja neuvoston laatima toinen maksupalveludirektiivi, jonka lakimuutokset astuivat pääosin voimaan 13.1.2018. Direktiivin tavoitteena on saattaa erilaiset maksupalvelut entistä laajemmin sääntelyn piiriin sekä samalla saattaa maksupalvelujen sääntely vastaamaan markkinoilla tapahtunutta kehitystä. (Finanssivalvonta 2019.)

Selvitysjärjestelmillä tarkoitetaan niitä monenkeskisiä järjestelyjä ja järjestelmiä, joita käytetään arvopapereiden, johdannaisten ja muiden talouden transaktioiden määrittämiseen, toteuttamiseen ja tallentamiseen. Arvopaperikaupan selvitysjärjestelmillä hoidetaan kaupan jälkeen tapahtuvat toimet. (Suomen Pankki.)

Solmu (node) on lohkoketjun vertaisverkossa toimiva tietokone tai muu laite, joka osallistuu lohkoketjun ylläpitoon. Jokaisessa solmussa on yhdenmukainen kopio jaetusta tietokannasta eli lohkoketjusta. Kaikilla osallistujilla ja solmuilla ei tarvitse olla täydellistä kopiota. (Enisa 2016.)

Tiiviste (hash) on yksilöllinen datasta muodostettu tunniste. Tiiviste on lohkon sisältämästä datasta laskettu sekalainen merkkijono, joka toimii vain yhteen suuntaan, eli tiivistä ei saa palautettua alkuperäistä tietoa. (Tapscott & Tapscott 2016.)

Konsortio (consortium) on yritysten väliaikainen yhteenliittymä, jonka tarkoituksena on yhteisten etujen ajaminen (Suomen Akatemia. 2018).

Vertaisverkko (peer-to-peer network) on tietokoneiden ja palvelinten muodostama hajautettu verkko (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017).

Älykäs sopimus (smart contract) on lohkoketjun päällä toimiva, itsensä toteuttava tietokoneohjelma. Älykäs sopimus pitää sisällään ennalta määritellyt toimet, jotka se suorittaa automaattisesti edellytysten täytyessä. (Drescher 2017, 240.)

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

1900-luvun loppupuolen digitaalista vallankumousta pidetään yhtenä ihmiskunnan tärkeimpänä kehitysaskelena. Uudet keksinnöt kuten tietokone, internet ja matkapuhelimet mullistivat jokapäiväisen viestinnän ja tiedon välityksen. Internettiä on pidetty yhtenä merkittävimmistä keksinnöistä, joka mahdollisti välittömän tiedon hankinnan ajasta ja paikasta riippumatta kaikille sen käyttäjille.

Monet asiantuntijat pitävät lohkoketjuteknologiaa seuraavana vallankumouksellisena teknologiana ja uskovat sen olevan merkitykseltään verrattavissa internettiin. Lohkoketjuteknologia voi muuttaa tavan, jolla muodostamme luottamussuhteita, ja siten vaikuttaa siihen, miten käsittelemme sopimuksia, kauppaa ja omistussuhteita. Teknologia mahdollistaa hajutetun ja läpinäkyvän tietokannan muodostamisen, jonka ylläpitoon ja luottamuksen luomiseen ei tarvita ulkopuolista tahoa.

Alkunsa lohkoketjuteknologia sai vuonna 2008 syntyneestä virtuaalivaluutta Bitcoinista. Bitcoin mahdollisti lohkoketjuteknologian avulla luotettujen transaktioiden tekemisen ilman perinteistä kolmatta osapuolta kuten pankkia tai muuta maksunvälittäjää. Pian huomattiin, että lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuudet ovat paljon suuremmat kuin pelkästään virtuaalivaluuttojen avulla tapahtuva digitaalinen arvonsiirto. Tämä näkyy yritysten ja yhteisöjen suurina investointeina lohkoketjuteknologian tutkimista ja kehittämistä kohtaan. Luonnollisesti finanssiala oli ensimmäisten joukossa tutkimassa ja kehittämässä teknologiaa oman toiminnan kehittämiseksi. Lohkoketjuteknologia mahdollistaa useilla eri aloilla uudenlaisten liiketoimintamallien muodostamisen. Teknologiasta on erityisesti hyötyä, kun käsitellään suuria tietokantoja ja tarvitaan luottamusta, läpinäkyvyyttä ja suojausta tietojen väärentämistä vastaan.

Lohkoketjuteknologian avulla on mahdollista tehostaa merkittävästi esimerkiksi kansainvälisen kaupan toimitusketjun hallintaa, jossa on useita osapuolia ja johon liittyy vielä paljon manuaalisia prosesseja sekä paperidokumentointia (Kückelhaus & Chung 2018, 12).

Myös teknologian hyödyntämistä energiasektorilla älykkäiden sähköverkkojen luomisessa ja energiakaupassa on tutkittu paljon. Vuonna 2018 Sierra Leonessa järjestettiin lohkoketjuteknologian avulla presidenttivaalit (Agora 2018). Dubai puolestaan on ilmoittanut, että se aikoo olla ensimmäinen lohkoketjuteknologialla toimiva ja paperiton valtio, jossa muun muassa maksuliikenne, asuntokauppa, tunnistautumispalvelut sekä terveys- ja muut rekisterit toimivat lohkoketjuteknologian voimin (IBM 2018). Viro sen sijaan on jo vuodesta

2012 lähtien hyödyntänyt lohkoketjuteknologiaa kansalaisten henkilötietojärjestelmien suojana (e-Estonia 2019).

1.2 Tutkimuksen tavoite, tutkimusongelmat ja rajaukset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten finanssialalla on mahdollista hyödyntää lohkoketjuteknologiaa ja mitä haasteita siihen liittyy. Tarkoituksena on kuvata lohkoketjuteknologian toimintaa, ominaisuuksia ja kuinka se tulee vaikuttamaan finanssialan voimakkaassa ja nopeasti etenevässä digitaalisessa murroksessa. Tutkimuksen tavoitteet pyritään saavuttamaan vastaamalla seuraaviin päätutkimuskysymyksiin:

- Miten lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää finanssialalla?
- Minkälaisia haasteita ja riskejä teknologian hyödyntämiseen liittyy?

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen avulla pyritään kartoittamaan lohkoketjuteknologian vaikutuksia finanssialan eri osa-alueilla sekä minkälaisia uusia sovelluksia ja ratkaisuja sen avulla on mahdollista luoda. Toisen tutkimuskysymyksen tavoitteena on selvittää, mitä haasteita ja riskejä teknologian käyttöönottoon ja hyödyntämiseen liittyy. Tarkoituksena on keskittyä teknologiaan liittyviin ongelmiin, kuten mitkä tekijät vaikeuttavat ja hidastavat teknologian käyttöön ottoa.

Tutkimuksessa ei keskitytä teknologian syvälliseen tarkasteluun, ettei tutkimus mene liian tekniseksi ja vaikeaselkoiseksi. Tarkoituksena on avata suurpiirteisesti, miten ja miksi teknologia toimii, jotta pystytään ymmärtämään sen käyttömahdollisuuksia finanssialalla.

1.3 Tutkimus- ja tiedonkeruumenetelmät

Tämä tutkimus on luonteeltaan laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus. Laadullinen tutkimus rakentuu 1) aiemmista, tutkittavasta aiheesta tehdyistä tutkimuksista ja muotoilluista teorioista, 2) empiirisestä aineistosta kuten haastatteluista sekä 3) tutkijan omasta ajattelusta ja päättelystä (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, 6). Kvalitatiivisen tutkimuksen tarkoituksena on tutkia aihetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesti ja tarkastella ilmiötä subjektiivisesti. Kvalitatiivisen tutkimuksen tulokset eivät ole yksiselitteisiä ja mittaamalla saatuja, kuten yleensä kvantitatiivisessa tutkimuksessa. Henkilöhaastattelutiedonkeruumenetelmänä on keskeinen piirre kvalitatiiviselle tutkimukselle. Kohdejoukko usein valitaan tarkoituksen mukaisesti ja tapauksia käsitellään ainutlaatuisina. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 157–161.)

Tutkimuksen empiirisen osuuden aineisto kerätään haastattelemalla asiantuntijoita, joten tutkimusta voi pitää haastattelututkimuksena. Haastattelut suoritetaan teemahaastattelun

muodossa, eli haastatteluissa ei ole tarkkoja, yksityiskohtaisia, valmiiksi muotoiltuja kysymyksiä vaan haastattelut etenevät ennalta suunniteltujen teemojen perusteella. Haastattelun apuna käytetään haastattelurunkoa (liite 1). Jokainen haastattelu nauhoitetaan, jonka jälkeen se litteroidaan. Litteroinnilla tarkoitetaan nauhoitetun keskustelun puhtaaksi kirjoittamista. Litterointi suoritetaan, jotta aineistoa on helpompi käsitellä ja analysoida (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, 78–79).

Haastatteluiden teemat ovat kaikille haastateltaville samat ja ne käydään läpi samassa järjestyksessä kaikkien haastateltavien kanssa. Teemahaastattelussa haastateltavat voivat vastata kysymyksiin vapaasti omin sanoin ja vastauksiin perustuen voidaan esittää jatkokysymyksiä. Aineistonkeruumenetelmäksi valitaan teemahaastattelu, koska kyseessä on vähän kartoitettu aihealue ja voi ennalta odottaa aiheen tuottavan vastauksia monitahoisesti. Teemahaastattelu antaa haastateltaville myös mahdollisuuden kertoa näkemyksistään vapaammin ja tuoda mahdollisesti uusia näkökulmia aiheeseen. Haastattelujen teemat liittyvät lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen finanssialalla, sen tuomiin mahdollisuuksiin sekä siihen liittyviin haasteisiin ja riskeihin. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, 55–56.)

1.4 Aikaisemmat tutkimukset

Tieteellisiä tutkimuksia lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä finanssialalla on tehty kansainvälisellä tasolla jonkin verran. Valtaosa tutkimuksista on englanninkielisiä ja suurten kansainvälisten konsultointi- ja teknologia yritysten, kuten Accenturen, IBM:n PwC:n suorittamia laajamittaisia tutkimuksia. Lukuun ottamatta aihetta sivuavia tutkimuksia, ei suomeksi lohkoketjuteknologian hyödyntämistä finanssialalla ole juurikaan tutkittu. Valtaosa tutkimuksista keskittyy tarkastelemaan lohkoketjuteknologian hyödyntämistä toimitusketjun hallinnassa, energia- ja terveysalalla. Tutkimuksia lohkoketjuteknologialla toimivista virtuaalivaluutoista on tehty lukuisia.

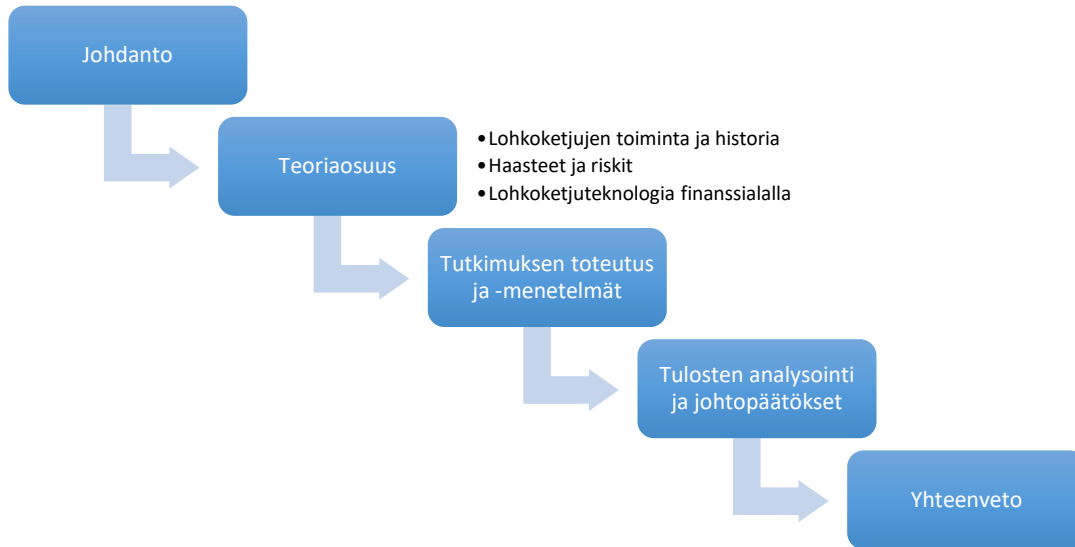
Ainoa samasta aiheesta tehty tutkimus on vuonna 2017 Aalto-yliopiston julkaisema Antti Lehtovirran opinnäytetyön ”The Impact of the Distributed Ledger Technology on the Financial Industry”. Opinnäytetyö käsittelee lohkoketjuteknologian toimintaa, siihen liittyviä riskejä ja miten sitä voi finanssialalla hyödyntää. Opinnäytetyössä ei ole empiiristä tutkimusosaa, vaan se keskittyy aihealueen tarkasteluun teorian pohjalta. Lehtovirran (2017) mukaan lohkoketjuteknologia tarjoaa finanssialalle suuria hyödyntämismahdollisuuksia erityisesti arvopaperien jälkikauppamarkkinoilla ja pääomasijoittamisessa. Kahden vuoden aikana teknologia on kehittynyt paljon luoden täysin uudenlaisia käyttömahdollisuuksia niin finanssi- kuin muillakin aloilla.

Tampereen yliopisto on vuonna 2018 julkaissut Kasper Kälviäisen pro gradu -tutkielman Lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä vakuutusyhtiössä. Vakuutusliiketoiminta on yksi finanssialan osa-alueista ja näin ollen sivuaa tämän opinnäytetyön aihealuetta. Kälviäinen (2018) tutkii työssään, miten lohkoketjuteknologiaa voi hyödyntää vakuutusyhtiössä. Tutkimuksen asiantuntijahaastatteluiden tulokset osoittavat lohkoketjuteknologian olevan yksi tämän hetken merkittävimpiä teknologioita, jolla on laaja-alaiset käyttömahdollisuudet vakuutusosalalla.

Vuonna 2017 Yrkeshögskolan Arcadan julkaisemassa Petri Honkasen laajamittaisessa tutkimusraportissa Lohkoketjuteknologian lupaus käydään läpi, mitä lohkoketjuteknologia on ja mitkä ovat sen käyttömahdollisuuksia eri aloilla. Honkanen on kirjoittanut lohkoketjuteknologian tutkimuksessaan laajasti teknologian käyttömahdollisuuksista yhteiskunnan eri osa-alueilla, teknologiaan liittyvistä intresseistä ja haasteista. Tutkimus käsittelee myös lohkoketjuteknologian hyödyntämistä finanssialalla arvo-osuus kaupassa, arvo-osuuksien siirrossa ja sijoittamisessa, sivuten tämän opinnäytetyön aihealuetta. Honkasen tutkimusalue on laaja ja teknologian hyödyntäminen finanssialalla käydään läpi suurpiirteisesti. Näin ollen Honkasen tutkimusraporttia voidaan pitää sivuavana tutkimuksena.

1.5 Tutkimuksen rakenne

Tutkimuksen rakenne koostuu viidestä pääluvusta ja niihin liittyvistä alaluvuista. Sisällysluettelon jälkeen, ennen johdantoa on tutkimuksen käsitteistö. Käsitteissä on avattu lukijalle tutkimuksen keskeisiä sanoja, joiden sisäistäminen auttaa tutkimuksen tekstin ymmärtämisessä. Ensimmäinen luku on tutkimuksen johdanto-osio, kuten kuviossa 1 on esitetty. Johdannossa esitellään tutkimuksen tausta ja aikaisemmat tutkimukset, tutkimuksen tavoitteet, tutkimusongelmat ja niiden rajaukset, käytetyt tutkimusmenetelmät ja aineiston hankinta. Johdannossa myös määritellään opinnäytetyön pääkysymykset.



Kuvio 1. Opinnäytetyön rakenne

Luvut kaksi ja kolme muodostavat tutkimuksen teoreettisen pohjan. Toisessa luvussa tarkastellaan lohkoketjun toimintaa, mistä se on saanut alkunsa, mitä haasteita ja riskejä siihen liittyy. Kolmannessa luvussa käydään läpi, miten finanssialan eri osa-alueilla lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää, ja käsitellään erilaisia finanssialan lohkoketjusovelluksia ja -alustoja.

Neljäs luku koostuu tutkimuksen empiirisestä osasta, jossa käydään läpi tutkimuksen toteutus ja siitä saadut tulokset. Neljännessä luvussa myös vastataan tutkimuskysymyksiin, tehdään johtopäätökset sekä arvioidaan tutkimuksen validiteettia ja reliabiliteettia. Kuudes luku muodostuu yhteenvedosta ja jatkotutkimusaiheiden pohdinnasta.

2 LOHKOKETJUTEKNOLOGIA

2.1 Lohkoketjun toimintaperiaate

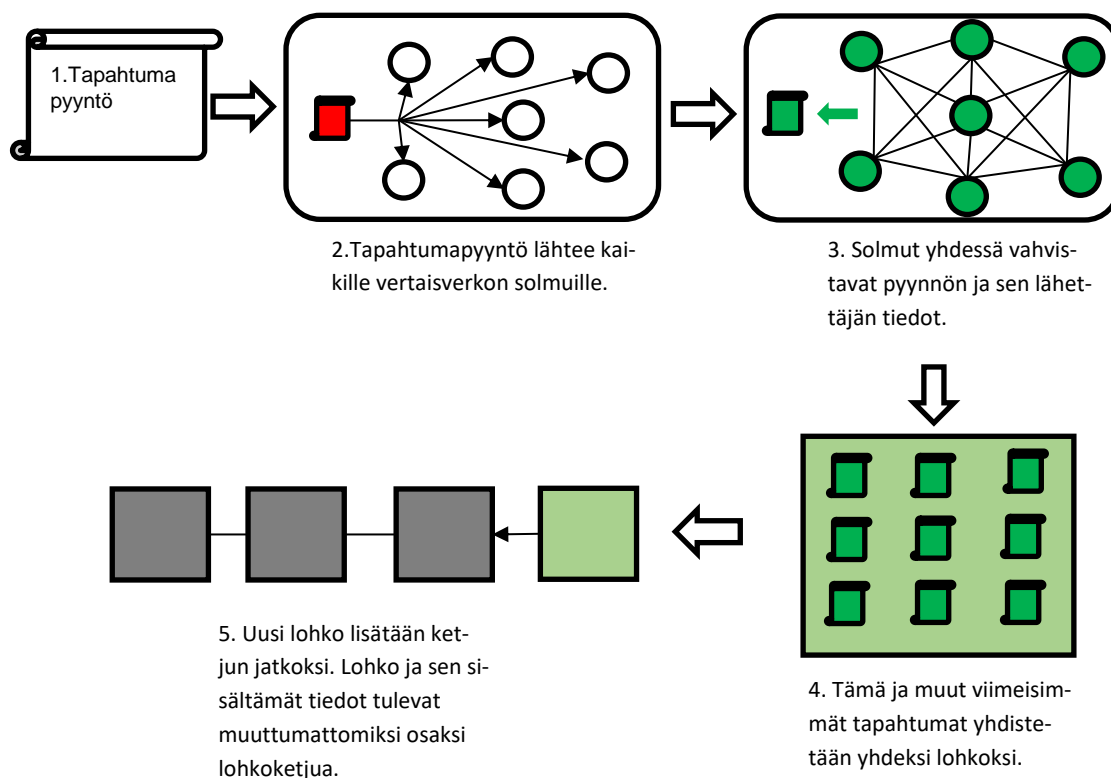
Lohkoketjuteknologialla tarkoitetaan lukuisien tietokoneiden verkkoon säilötyä, hajautettua, kryptografisten ketjujen muodostamaa avointa tilikirjaa. Lohkoketjuille on oleellista, että niillä ei ole minkäänlaista keskitettyä tietovarastoa, vaan ne toimivat hajautetusti tietokoneiden muodostamassa vertaisverkossa internetin välityksellä. Perinteisissä datarakenteissa tiedot ja niiden hallinta on keskitetty keskuspalvelimen avulla yhteen paikkaan. Lohkoketjuteknologia poistaa tarpeen kolmannelle osapuolelle ja mahdollistaa osapuolien asiain suoraan vertaisverkon välityksellä. Tämä on yksi keskeisimmistä ominaisuuksista, joka erottaa lohkoketjuteknologian perinteisistä datarakenteista. (Honkanen 2017, 8.)

Yleisesti kirjallisuudessa ja tutkimuksissa termillä lohkoketju viitataan kaiken tyyppiin hajautettuihin tilikirjoihin. Termejä lohkoketju, hajautettu tilikirja ja jaettu tilikirja käytetään usein toistensa synonyymeinä. Monet ovat kuitenkin alkaneet vähitellen erottamaan lohkoketjut hajautetuista tilikirjoista. Tilikirjojen jakoa on esitetty keskitettyihin ja hajautettuihin tilikirjoihin. Hajautetut tilikirjat puolestaan jaettaisiin vielä lohkoketjuihin ja muihin teknologioihin. Ajatuksena on se, etteivät kaikki hajautetut tilikirjat ole rakenteeltaan samanlaisia lohkoketjujen kanssa. Tässä tutkimuksessa kuitenkin termejä lohkoketju ja hajautettu tilikirja käytetään synonyymeina, koska niiden luokittelu ei ole vielä vakiintunut.

Lohkoketjuteknologia mahdollistaa digitaalisen arvon siirron ja sitä voi hyödyntää esimerkiksi aineellisen tai aineettoman omaisuuden rekisteröinnissä, inventoinnissa ja vaihdossa. Lohkoketjuun säilöty tieto voi olla mm. kiinteistö, tekijänoikeus, patentti, terveystiedot tai ääni vaaleissa (Swan 2015, 24). Myös erilaisten sovellusten ja ohjelmien luominen lohkoketjun päälle on mahdollista. Lohkoketjuteknologialle löytyy lukuisia käyttötarkoituksia eri alioilta, joissa sen on todettu lisäävän toimintojen tehokkuutta. (Drescher 2017, 60–63.)

Nimensä mukaisesti lohkoketju muodostuu kronologisessa järjestyksessä olevista lohkoista, joka muistuttaa ketjua. Hajautetussa vertaisverkossa toimivat tietokoneet eli solmut, muodostavat ketjuun uusia lohkoja. Uusi lohko pitää sisällään viimeisimmät tapahtumat ja tiedon muutokset. Uusi tieto ja vanhan muutokset tallentuvat samanaikaisesti kaikkiin verkon solmuihin. Lohkoihin tallentuva tieto voi olla esimerkiksi kahden osapuolen välinen sopimus tai tieto siitä, että hyödyke on vaihtanut omistajaa. Kaikki tiedonsiirrot saavat aikaleiman, mikä mahdollistaa tapahtumien tarkastelun jälkikäteen. Tapahtumat kirjataan pääkirjaan ketjuna, jotka ovat julkisessa lohkoketjussa avoimia kaikille. Kuviossa 2

on esitetty yksinkertaistettuna lohkoketjun tiedon tallentumisprosessin vaiheet. (Tapscott & Tapscott 2016, 22–23; Honkanen 2017, 8.)



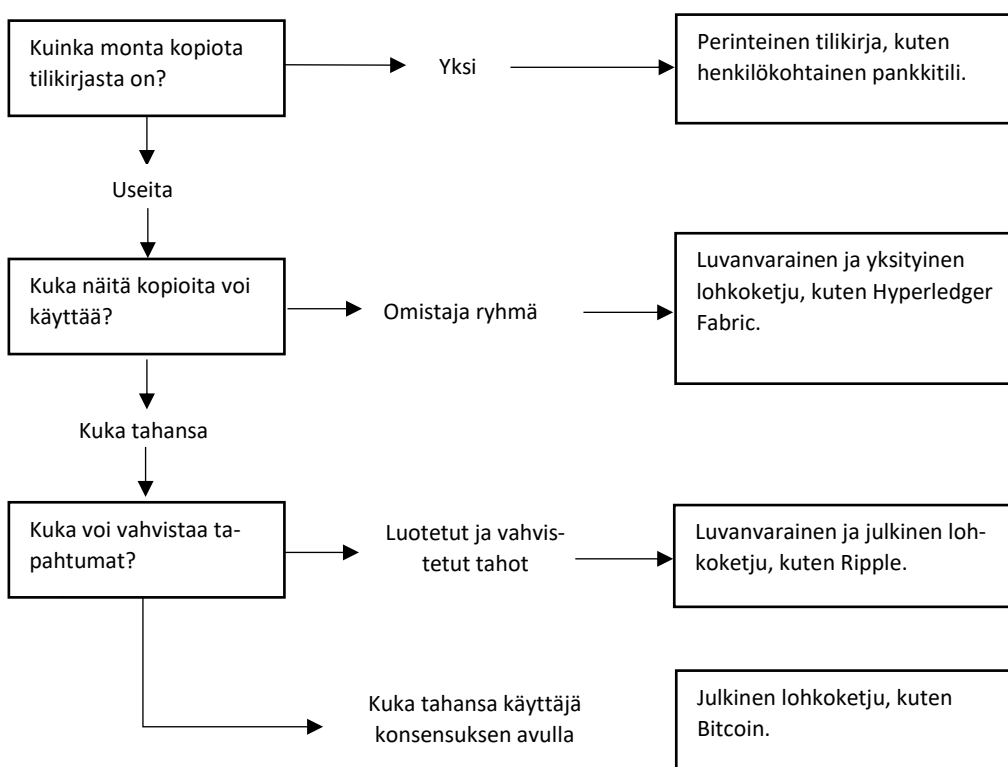
Kuvio 2. Lohkoketjun lohkon muodostuminen

Lohkoihin tallennettua tietoa ei voi jälkikäteen muuttaa. Mikäli entuudestaan lohkoketjuun tallennettuun tietoon tulee muutoksia, ei vanhaa tietoa muokata. Uudesta tiedosta tulee oma tapahtuma, joka kirjataan uuteen lohkoon. Näin ollen esimerkiksi lohkoketjuun tallennetun asunto-osakkeen omistus tiedoista ei näy ainoastaan vain nykyinen omistaja, vaan myös kaikki edelliset omistajamuutokset. (Drescher 2017, 66–67.)

Lohkoketjuja ja erilaisia toimintamalleja on olemassa useita. Yksinkertaistettuna esimerkiksi voi pitää sitä, että henkilö A siirtää henkilölle B summan X. Tästä ja muista samaa aikaa tapahtuvista verkko siirroista muodostuu tapahtuma pyyntö, kuten kuvion 2 kohdassa yksi on esitetty. Tämä ja muut siirrot välittyvät kaikille vertaisverkon tietokoneille, jotka pitävät kopiota sen hetkisestä tilikirjasta. Jokaisella vertaisverkon tietokoneella on kopio tilikirjasta, joka sisältää verkossa tehdyt tapahtumat. Tietyn ajan sisällä tapahtuneet tapahtumat kerätään yhteen lohkoon ja uusi lohko lisätään ketjuun ketjun jatkoksi. Lohkoketjuun tallentuu tieto A:n siirrosta B:lle, joka löytyy jokaisesta vertaisverkon tietokoneesta.

2.2 Yksityiset ja julkiset lohkoketjut

Lohkoketjut luokitellaan pääasiassa julkisiin ja yksityisiin lohkoketjuihin. Yksityisyys vaihtelee sen mukaan, mikä on lohkoketjun käyttötarkoitus ja ketkä sitä käyttävät. Yksityisiä lohkoketjuja käytetään yleensä, kun osapuolet ovat entuudestaan tuttuja ja luotettavia. Yksityinen lohkoketju voi olla esimerkiksi finanssiorganisaatioiden välillä toimiva lohkoketju. Julkiset lohkoketjut puolestaan toimivat tietyllä tapaa maailman laajuisena tietorekisterinä. (Mougayar 2016, 83.) Kuviossa 3 on esitetty kuinka lohkoketjuja voidaan luokitella yksityisiin ja julkisiin lohkoketjuihin.



Kuvio 3. Lohkoketjujen luokittelu (mukailtu Government office for science. 2016)

Lohkoketju voi olla esimerkiksi täysin julkinen, jossa tiedot ovat kaikille julkisia ja kuka tahansa pystyy osallistumaan verkkoon ja konsensuksen luomiseen. Lähtökohtaisesti kuitenkin julkisissa lohkoketjuissa pelkästään siirrot ovat julkisia, mutta ei niiden sisältö. Eli tiedetään esimerkiksi, milloin ja minkälainen siirto tapahtui kahden osapuolen välillä, mutta ei tiedetä ketkä osapuolet ovat. Julkisia lohkoketjuja on mahdollista luoda erilaisilla yksityisyysasetuksilla. Kuten kuviossa 3 on esitetty, julkisilla lohkoketjuilla on useita kopioita tilikirjasta vertaisverkkoon hajautettuna ja kuka tahansa pystyy osallistumaan tapahtumien vahvistamiseen ja konsensuksen luomiseen. Esimerkiksi Bitcoin ja valtaosa virtuaalivaluutoista ovat julkisia lohkoketjuja. (Mougayar 2016, 83–84.) Julkiset lohkoketjut sopivat

myös niiden muuntamattomuuden ansiosta esimerkiksi testamentin säilömiseen sähköisessä muodossa tai omaisuusrekisterin ylläpitoon (Government office for science 2016).

Kuten kuviossa 3 on esitetty, yksityisillä lohkoketjuilla on tilikirjasta useita kopioita, mutta vain omistajilla tai hyväksytyillä jäsenillä. Yksityisillä lohkoketjuilla on keskushallinto, joka määrää lohkoketjun protokollasta, säännöistä ja kuka siihen voi liittyä. Kuvioon 3 viitaten yksityisen lohkoketjun tilikirjat voi olla joko julkisesti käytettävissä ja nähtävissä tai ainoastaan valitun joukon saatavissa. Kuitenkin vain määrätyt tahot pystyvät osallistumaan konsensukseen. Yksityinen lohkoketju voi olla esimerkiksi pankkien tai valtion eri osastojen välillä toimiva lohkoketju. Yksityisissä lohkoketjuissa kaikki osapuolet ovat lähtökohtaisesti luotettavia, eikä samanlaista varmistusta ja konsensusta tarvita kuin julkisissa lohkoketjuissa. Tämä tekee siirroista huomattavasti nopeampia. (Mougayar 2016, 83-84; Honkane 2017, 9.) Esimerkkinä yksityisestä lohkoketjusta voidaan pitää Rippleä, joka toimii maailmanlaajuisena maksuliikennejärjestelmänä finanssilaitoksille. Ripplestä tarkemmin luvuissa 2.1.2 ja 3.2. Taulukossa 1 on kuvattu yksinkertaistettuna yksityisten ja julkisten lohkoketjutyyppejen eroja.

Taulukko 1. Yksityisen ja julkisen lohkoketjun eroja (mukailtu Wood 2016)

Yksityinen	Julkinen
Nopeampi	Hitaampi
Hyvä skaalautuvuus	Heikko skaalautuvuus
Luotettu	Luottamusvapaa
Vain hyväksytyt jäsenet	Avoin kaikille
Hallittu ylläpito	Julkinen omistus

Yksityisistä ja julkisista lohkoketjuista on olemassa lukuisia erilaisia variaatioita. Lohkoketjun käyttötarkoituksen mukaan vaihtelee, ketkä kaikki pääsevät näkemään datan, kenellä on oikeus sitä muokata, tuottaa ja olla mukana konsensuksessa. Eri aloilla toimivat yritykset ovat muodostaneet yhteenliittymiä ja hankkeita, tavoitteena luoda lohkoketjuteknologia ratkaisuja oman liiketoiminnan kehittämiseksi. (Mougayar 2016, 84.)

2.3 Tapahtumien varmistusprosessi ja konsensusprotokollat

Ennen kuin ketjuun saadaan lisättyä uusi lohko, täytyy tietokoneen ratkaista kryptografinen funktio. Yhtälön ratkaisemisen myötä syntyy ketjuun uusi lohko. Tietokoneiden tekevästä työstä lohkon varmistamiseksi käytetään nimitystä proof of work. Ratkaisun löytänyt

tietokone jakaa vastauksen muiden verkon koneiden kanssa ja nämä varmistavat, että ratkaisu pitää paikkaansa. Oikea ratkaisu tarvitsee 51 % tuen verkosta, jotta se hyväksytään. Tätä kutsutaan konsensusprotokollaksi, eli verkko saavuttaa yhteisymmärryksen. Kun proof of work hyväksytään, lisätään uusi lohko ketjun jatkoksi. Tällä estetään myös lohkoketjun haarautuminen. (Drescher 2017, 67–70.)

Yksi lohko pitää sisällään aina tietyn määrän tietoa. Tiedon lisäksi jokaisella loholla on aina sekä oma, että edellisen lohkon tiiviste. Tiivistefunktio yhdistää tietoon algoritmin, jonka tuloksena saadaan yksilöllinen tunniste, jota kutsutaan tiivisteeksi. Tiivistettä voisi kuvailla hyvin sormenjäljeksi, koska sormenjäljen tapaan se on yksilöllinen ja ainutlaatu-
aan. Kryptografiassa käytettyjä algoritmeja on useita erilaisia. Esimerkiksi yleisesti käytetty MD5-algoritmin tiiviste sanalle "lohkoketju" on 8d880c632c7b56c51f03599952756948. Kun puolestaan tiiviste edellisen kappaleen koko tekstille on dec7cabeb51b7f0a793bc586090b87fc. Tiivisteiden pituus pysyy samana, vaikka tiedon määrä kasvaa. Funktio toimii vain yhteen suuntaan ja yhdenkin kirjaimen muutos, muuttaa koko tiivisteiden. Tiivisteiden muuttaminen takaisin tekstiksi on työläs prosessi, koska tietokone joutuu yrittämään kaikkia mahdollisia vaihtoehtoja saadakseen oikean tiivisteiden. Tämä vaatii tietokoneelta prosessointitehoa. Mitä suurempi määrä prosessointitehoa on käytössä, niin sitä nopeammin yhtälön saa ratkaistua. (Drescher 2017, 71–74.)

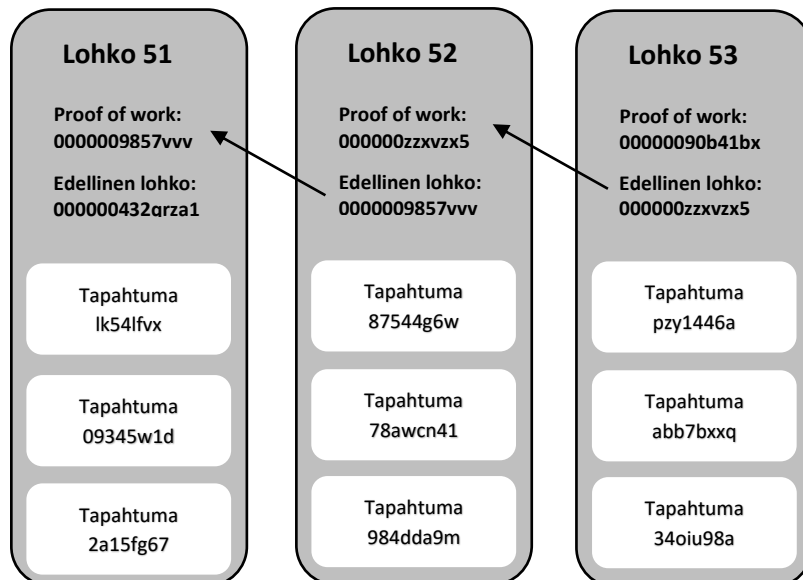
Proof of work

Lohkoketjujen kryptografisten funktioiden ratkomista kutsutaan louhinnaksi. Louhintaa tekevät tietokoneet käyttävät prosessointitehoa ratkaistakseen kryptografisia funktioita, jota kutsutaan nimellä proof of work. Proof of work on tällä hetkellä eniten käytetty ja yleisin konsensusprotokolla, jolla luodaan luottamus lohkoketjun käyttäjien välille. Tarkoituksena on luoda jokaisesta siirrosta yksi hajautetun vertaisverkon vahvistama totuus, jota ei ole mahdollista jälkikäteen muuttaa, ilman että siitä jäisi jälki lohkoketjuun. (Drescher 2017, 74.)

Kryptografisen funktion ratkaisemiseksi täytyy tietokoneiden kokeilla eri vastaus vaihtoehtoja. Kun oikea vastaus on löytynyt, pystyvät verkon muut koneet nopeasti tarkistamaan, että se pitää paikkaansa ja luomaan yksimielisyyden eli konsensuksen. Mitä suurempi prosessointiteho on käytettävissä, sitä suurempi todennäköisyys on löytää oikea ratkaisu. Louhija, joka onnistuu ratkaisemaan ensimmäisenä kryptografisen funktion, saa siitä palkkion ja oman lohkon lisättyä lohkoketjuun. (Drescher 2017, 152–154.)

Kuviossa 4 on esitetty, miltä yksinkertaistettuna proof of work -lohkoketju näyttää Yevgeniy Birkmanin mukaan. Jokaisella loholla on sisällään salatut tapahtumat ja edellisen lohkon tiiviste, millä ne on linkitetty toisiinsa kronologisessa järjestyksessä. Lohkoketjun

protokolla määrittää kuinka usein uusi lohko syntyy ja kuinka paljon tietoa se keskimäärin sisältää. Protokollassa myös määritellään, kuinka monta uutta lohkoa on täytynyt syntyä, ennen kuin tapahtuman katsotaan olevan hyväksytty. Tämä on turvallisuus toimi, millä estetään esimerkiksi varojen käyttö kahteen kertaan. (Birkman 2014.)



Kuvio 4. Yleiskuva proof of work lohkojen rakenteesta (mukailtu Birkman 2014)

Lohkoketjuista puhutaan monesti, että ne ovat täysin immuuneja väärennöksille. Tietojen väärentäminen ei ole mahdotonta, mutta se on haastavaa ja kallista. Lohkon luomiseen missä tiedot ei oikeasti pidä paikkaansa, tarvitaan yli puolet vertaisverkon prosessointitehosta konsensuksen luomiseksi. Tämä on käytännössä mahdotonta, mikäli lohkoketjun vertaisverkko on suuri ja laajasti hajautettu. (Drescher 2017, 152-154.) Mitä vanhemmasta lohkoista on kyse, niin sitä vaikeampi sen tietoja on väärentää. Esimerkiksi jos kuviossa 4 esitetyn lohkon 51 sisältämiä tapahtumia haluttaisiin muuttaa, täytyisi tehdä uudestaan lohkojen 52 ja 53 luomiseen käytetty proof of work -työ ja samalla kilpailla nykyistä verkkoa vastaan uuden lohkon luomisessa. Tietojen muuttamisen vaikeusaste siis kasvaa eksponentiaalisesti, mitä vanhemmasta lohkoista on kyse. Tästä johtuen lohkoketjuun tallennettujen tietojen muuttaminen on käytännössä mahdotonta. (Birkman 2014.)

Proof of work -protokollaa on arvosteltu, koska louhintaa tekevät tietokoneet kuluttavat suuria määriä energiaa. Virtuaalivaluuttojen suosion kasvun myötä myös niiden tietokoneiden verkostot ja energian kulutus ovat kasvaneet. Tilastokeskuksen mukaan Suomen sähkönkulutus oli vuonna 2017 85 terawattituntia (TWh), kun puolestaan suosituimman virtuaalivaluutta Bitcoinin vuosi kulutus on tällä hetkellä vuonna 2018 noin 71 TWh. (Digiconomist 2018; Tilastokeskus 2018.)

Proof of stake

Toinen paljon kiinnostusta herättänyt konsensusprotokolla on proof of stake. Tässä siirtojen varmistus perustuu verkkoon asetettuun panokseen ja siirtojen varmistuksesta saataisiin palkkioihin. Lohkoketju valitsee varmistajan sattuman varaisesti, joten suuremmalla panoksella on suurempi todennäköisyys päästä vahvistamaan uusi lohko. Lohkon luomisesta saatu palkkio syntyy tapahtumien tekijöiltä peritystä kuluista. Proof of stake -algoritmi on proof of workia energiatehokkaampi, koska tapahtumien varmistus perustuu asetettuun panokseen, eikä tietokoneen tekemään työhön. (Tapscott & Tapscott 2016, 46–47.) Proof of stake on vielä pitkälti kehitteillä ja sitä sovelletaan eri tavoin käyttötarkoituksesta riippuen. Ethereum lohkoketju on kehittämässä Casper-nimistä proof of stake -algoritmia, jonka tavoitteena on tulla käyttöön vuosien 2018-2019 aikana. (Ethereum 2018.)

Proof of stakesta on myös jalostettu Delegated Proof of Stake (DPoS) niminen konsensusprotokolla. Tässä tapahtumien vahvistajat ja verkon ylläpitäjät on valittu äänestyksellä perustuen verkkoon asetettuun panokseen. Koska tapahtumien vahvistus ja ylläpito on keskittynyt, on lohkoketjun mahdollista toimia tehokkaammin ja skaalautua paremmin. Toiminnan keskittyminen kuitenkin vähentää aina verkon luotettavuutta ja turvallisuutta. (Zheng, Xie, Dai, Chen & Wang 2018.)

Practical Byzantine Fault Tolerance

Yksityisissä lohkoketjuissa solmut ovat tunnettuja ja ennalta määrättyjä. Koska solmut eivät ole anonyymejä kuten julkisissa lohkoketjuissa, on niiden omien etujen mukaista toimia rehellisesti. Yksityisessä lohkoketjussa kaikkien osapuolten tavoitteena on saada tapahtumat tallennettua lohkoketjuun, joten ei ole tarvetta erilliselle palkitsemiselle tapahtumien vahvistamisesta. Näin ollen konsensus voidaan luoda eri tavalla kuin julkisissa lohkoketjuissa. (Hagström & Dahlquist 2017, 13–14.)

Yksi tällaisista keinoista on Byzantine Fault Tolerance (BFT) protokollat, jotka perustuvat tietojenkäsittelytieteiden niin kutsuttuun Bysanttilaisten kenraalien ongelmaan. Ongelman nimi tulee tilanteesta, jossa kenraalit piirittävät kaupunkia ja pystyvät kommunikoimaan ainoastaan lähettien avulla, jolloin on vaikea varmistua tiedon oikeellisuuden alkuperästä. Yhtäläinen ongelma esiintyy, kun tietokoneet toimivat vertaisverkossa ja ei pystytä varmistamaan pitääkö tieto aina paikkaansa. BFT on joukko protokollia, joita on käytetty jo lähes 30 vuotta. Ne ovat tietokonealgoritmeja, jotka toimivat erityisesti hajautettujen tietokoneiden verkossa ja auttavat luomaan konsensuksen, vaikka osa verkon palvelimista lakkaisi toimimasta tai antaisi virheellistä tietoa. (Hagström & Dahlquist 2017, 14.)

Vuonna 1999 Miguel Castro ja Barbara Liskov julkaisivat paperin, jossa he esittelivät uuden ja käytännöllisemmän BFT:n nimeltä Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT). PBFT pohjalta pystyttiin kehittämään nopeampia ja tehokkaampia algoritmeja, joita pystyttiin hyödyntämään paremmin käytännössä. PBFT kehitettiin erityisesti toimimaan tehokkaammin internetissä ja sitä käytetään nykyisin yksityisissä lohkoketjuissa. Monet yksityisistä lohkoketjuista käyttävät soveltaen eri konsensusprotokollia, luoden parhaiten omia tarpeita vastaavan järjestelmän. (Hagström & Dahlquist 2017, 13–14.)

Ripple konsensus protokolla

Ripple on hajautettu kansainvälinen arvonsiirtojärjestelmä ja tällä hetkellä markkina-arvoltaan kolmanneksi suurin virtuaalivaluutta. Ripple on kehittänyt oman XRP ledger konsensusprotokollan. Konsensuksen luominen perustuu vertaisverkossa hajautettuihin tilikirjoihin ja niiden saldon päivittämiseen. Ripple tekee yhteistyötä useiden kansainvälisten pankkien kanssa, tarjoamalla omaa infrastruktuuriaan pankkien kansainvälisen maksuliikenteen tehostamiseksi. (Ripple 2018a.)

Muut konsensusprotokollat

Konsensusprotokollia on useita ja uusia kehitetään jatkuvasti lisää sekä nykyisiä yhdistellään. Proof of authority -konsensuksessa on tietyt valtuutetut solmut, jotka pystyvät vahvistamaan tapahtumia ja luomaan uusia lohkoja. Proof of authority vaatii luottamuksen, että solmut toimivat rehellisesti. Proof of activity puolestaan yhdistää proof of workin ja proof of staken. Siinä satunnaisesti valittu määrä louhijoita vaaditaan allekirjoittamaan lohko, käyttäen kryptografista-avainta, ennen kuin lohko lisätään ketjuun. Proof of capacity puolestaan vaatii louhijoita luovuttamaan tietty osa kovalevystään louhintaan. Samanlainen konsepti on proof of storage, joka vaatii louhijoita jakamaan levytilaa hajautetussa pilvessä. (Tapscott & Tapscott 2016, 47.) Taulukossa 2 on kuvattu yksinkertaistetusti yleisimmin käytettyjen ja tunnetuimpien konsensusprotokollien ominaisuuksia.

Taulukko 2. Yleisimpien konsensusprotokollien vertailu (mukailtu Zheng ym. 2018)

Konsensus-protokolla	Proof of work	Proof of stake	PBFT	DPoS	Ripple
Äänestävät osapuolet	Kaikki	Kaikki	Osa	Kaikki	Kaikki
Energia tehokas	Ei	Osittain	Kyllä	Osittain	Kyllä
Tapahtuman hyväksyminen	Käytetty las- kentateho	Verkkoon ase- tettu panos	3 vaihetta, joissa saatava 2/3 verkon hy- väksyntä	Äänestyksen avulla valitut jä- senet	80% luotetuista jäsenistä hy- väksyy
Esimerkki	Bitcoin	Ethereum Cas- per protocol	Hyperledger Fabric	Bitshares	Ripple

Monimutkaiset matemaattiset algoritmit ja lukuisien tietokoneiden suorittamat varmistukset, luovat konsensusprotokollasta riippumatta vahvan suojauksen lohkoketjulle ja sen sisältämälle tiedolle. Tämä mahdollistaa pysyväksi tarkoitettujen tietojen tallentamisen hajautettuun tietokoneiden verkkoon, jossa tietojen väärentäminen on lähes mahdotonta ja ainoastaan valtuutettujen luettavissa. (Mougayar 2016, 47–50.)

2.4 Lohkoketjuteknologian historia

Ensimmäisen kerran lohkoketjua muistuttavaa teknologiaa kehittivät Stuart Haber ja W. Scott Stornetta vuonna 1991. Haber ja Stornetta työskentelivät kryptografian parissa ja loivat digitaalisen aikaleiman, joka esti tietojen muuttamisen jälkikäteen. Vuonna 1992 Stornetta ja Haber sovelsivat Dave Bayerin kanssa kryptografiassa ja tietojenkäsittelytieteissä käytettyä Merkle-puuta ja kehittämäänsä digitaalista aikaleimaa. Tutkimuksessa he onnistuivat keräämään useita dokumentteja yhteen lohkoketjuihin. (Bayer, Haber & Stornetta 1992; Tapscott & Tapscott 2016, 3–5.)

Digitaalisten sopimusten ja -valuutan parissa työskennellyt Nick Szabo kirjoitti vuonna 1998 lyhyen The God Protocol tekstin, jossa hän pohti kolmannen osapuolen poistavaa järjestelmää. Myöhemmin vuonna 2005 Szabo julkaisi Bit Goldin. Bit Gold oli lohkoketjua muistuttava järjestelmä, joka hyödynsi proof of work algoritmia, digitaalista allekirjoitusta ja aikaleimaa. Tarkoituksena oli luoda niin sanottu digitaalinen kulta, joka olisi fyysistä kultaa helppokäyttöisempi ja turvallisempi vaihtoehto, sekä mahdollistaisi arvon siirron digitaalisesti. (Szabo 2005.) Bit Gold kuitenkin epäonnistui siirtojen varmistuksessa, joka

mahdollisesti joissain tapauksissa varojen käytön kahteen kertaan (Tapscott & Tapscott 2016, 3–5).

Vuoden 2008 finanssikriisin jälkeen salanimellä verkossa esiintynyt henkilö tai ryhmä nimeltä Satoshi Nakamoto, yhdisteli aikaisempia innovaatioita ja julkaisi avoimeen lähdekoodiin perustuvan digitaalisen virtuaalivaluutan nimeltä Bitcoin. Järjestelmä mahdollisti digitaalisen arvon siirron kahden osapuolen välillä ilman perinteistä kolmatta osapuolta, kuten pankkia tai muuta maksunvälittäjää. Bitcoinin liikkeellelaskun jälkeen vuonna 2009, siitä tuli maailman ensimmäinen toimiva lohkoketju ja se on edelleen vuonna 2019, markkina-arvoltaan suurin virtuaalivaluutta (Coinmarketcap 2019a). Bitcoinin arvo perustuu markkinoiden kysyntään ja tarjontaan. Monet tänä päivänä viittaavat Bitcoiniin digitaalisena kultana, toiset puolestaan pitävät sitä pelkkänä spekulointina. (Swan 2015, 10–11.)

Bitcoin käyttää hajautettua vertaisverkkoa ja mahdollistaa maksut ilman kolmatta osapuolta internetin välityksellä. Lohkoketjussa tapahtuvat siirrot ovat julkisia ja ne tallentuvat lohkoketjuun. Perinteisessä osakekaupassa näkee missä, milloin ja kuinka paljon osakkeita on vaihdettu, mutta tieto ketkä vaihdon takana ovat jää salaiseksi. Bitcoinin yksityisyys on samalla tasolla osakekaupan kanssa. Julkista tietoa on kahden osapuolen välillä tapahtuneen siirron koko ja aika, mutta itse osapuolten henkilöllisyydet jäävät yksityiseksi. (Nakamoto 2008.)

Bitcoinin vertaisverkossa olevat tietokoneet ratkovat proof of work algoritmeja varmistaen samalla verkossa tapahtuvia siirtoja. Uusi lohko muodostuu ketjuun keskimäärin 10 minuutin välein ja pitää sisällään viimeisimmät siirrot. Siirtojen varmistamisesta louhijat saavat palkkioksi Bitcoineja. Palkkio on tällä hetkellä 12,5 Bitcoinia, joka puolittuu aina neljän vuoden välein. Louhimisesta saadut palkkiot luovat koko ajan uusia Bitcoineja ja näin ollen mikään valtio, keskuspankki tai muukaan taho, ei pysty vaikuttamaan Bitcoinien määrään. (Swan 2015, 11–12.) Bitcoinien määrä on rajoitettu 21 miljoonaan kappaleeseen, joista tällä hetkellä on kierrossa noin 80%. Pystytään vain arvioimaan, milloin viimeiset Bitcoinit louhitaan. Useiden laskujen mukaan tämä tapahtuu noin vuonna 2140. Se miten Bitcoin verkon käy, kun aikanaan louhimisesta saadut palkkiot pienenevät jää spekuloinnin varaan. Bitcoin innoitti myös monia muita kehittämään uusia lohkoketjuja ja virtuaalivaluuttoja, joita kutsutaan ensimmäisen sukupolven lohkoketjuiksi. (Swan 2015, 16–17.)

Vuonna 2014 syntyi niin kutsutut toisen sukupolven lohkoketjut. Ensimmäisenä toisen sukupolven lohkoketjuna on pidetty Ethereumia. Ethereum on hajautettu tietokone alusta, joka toimii avoimeen lähdekoodiin perustetussa julkisessa lohkoketjussa. Ethereumin kehityksen myötä lohkoketjut, eivät enää olleet pelkästään hajautettuja tietokantoja, vaan innovaatio mahdollisti hajautetussa vertaisverkossa toimivan tietokone alustan luomisen.

Uudet lohkoketjut mahdollistivat sovellusten kehittämisen lohkoketjun päälle. (Complexity Labs 2018.)

2.5 Älykkäät sopimukset

Ensimmäisen kerran vuonna 1994 Nick Szabo luonnosteli älykkäiden sopimusten konseptin julkaisemassaan artikkelissa. Sen hetkinen tietotekniikka ei kuitenkaan mahdollistanut älykkäiden sopimusten kokeilua käytännössä. Ensimmäiset käytännön älykkäät sopimukset tulivat Ethereum lohkoketjun myötä vuonna 2015. Älykkäät sopimukset ovat lohkoketjun transaktioita, jotka ovat yksinkertaisia valuuttasiirtoja kehittyneempiä ja ne voivat sisältää laajamittaisia määräyksiä. Älykkäisiin sopimuksiin on koodattu osapuolten ennalta määrittelemät ehdot, joiden täytyessä sopimus toteutuu ja koodi tekee sovitut toimenpiteet. (Swan 2015, 28; Tapscott & Tapscott 2016, 6.)

Nick Szabon (2005) mukaan yksinkertaisimmillaan älykkäitä sopimuksia voi verrata myyntiautomaatin yksinkertaiseen automaatioon. Myyntiautomaatti ottaa vastaan kolikot, palauttaa vaihtorahan automaatiomekanismillaan ja lopulta luovuttaa tilatun hyödykkeen. Automaatti siis toteuttaa transaktion, kun sopimuksen ehdot täytyvät eli riittävä määrä rahaa on siirretty automaatin hallintaan. Kuka tahansa pystyy käyttämään myyntiautomaattia ja ryhtymään tällaisen transaktion sopimusosapuoleksi. Kun ostettava hyödyke on suojassa automaatin sisällä, on sillä kyky valvoa, ettei sopimuksen sisältöä muuteta oikeudettomasti. (Lauslahti, Mattila & Seppälä. 2016.)

Älykkäät sopimukset vievät myyntiautomaatin idean pidemmälle, koska niitä voidaan soveltaa kaikkiin arvoa omaaviin ja digitaalisesti hallittavissa oleviin omaisuuseriin. Szabon (2005) määritelmän mukaan älykäs sopimus on koneellistettu transaktioprotokolla, joka toteuttaa sopimuksessa määritellyt ehdot. Sen tarkoituksena on täyttää sopimuksessa määritellyt yleiset ehdot ja vähentää poikkeamien sekä muiden virheiden määrää. Samalla poistuu tarve kolmansille luotetuille tahoille, jotka normaalisti varmistaisivat sopimuksen täytäntöönpanon oikeellisuuden. Szabon teorian mukaan älykkäät sopimukset vähentävät petosten ja muiden haitallisten ilmiöiden määrää sekä laskevat samalla transaktiokustannuksia, kun sopimusehtojen täytäntöönpano automatisoituu. (Swan 2015, 28; (Lauslahti, Mattila & Seppälä. 2016.)

Lohkoketjuteknologialle perustuvassa älykkäässä sopimuksessa sopimuksen ehdot ovat koodin muodossa lohkoketjun sisällä. Sopimukseen ennakoon määriteltyjen ehtojen täytyessä se toimeenpanee itsensä automaattisesti ilman osapuolten myötävaikutusta. Lohkoketjuun viedyn älykkään sopimuksen ehtoja ei pääse ilman oikeuksia muuttamaan. Eli

toinen osapuolista ei voi tahallisesti estää sopimuksen täytäntöönpanoa tai sen sisältöä. (Lauslahti, Mattila & Seppälä. 2016.)

Terminä älykäs sopimus voi olla hieman harhaanjohtava, koska älykkäitä sopimuksia on olemassa useita erilaisia. Älykkäitä sopimuksia voidaan laatia hyvin erilaisista lähtökohdista ja aivan toisistaan eroaviin tarkoituksiin. Osalla älykäistä sopimuksista on selvästi sopimuksen kaltainen luonne, kun taas joissain tapauksissa voi olla epäselvää, onko ”sopimuksella” edes osapuolia vai onko kyse vain lohkoketjussa hajautetusti suoritettavasta tietokoneohjelmasta. (Swan 2015, 18.)

Älykäs sopimus voi nimittäin olla esimerkiksi lohkoketjuun rakennettu ohjelma, joka kerää dataa yhden tai useamman ohjelmistorajapinnan tai muun lähteen kautta ja välittää kerätyt tiedot raporttina eteenpäin koodissa määriteltyyn kohteeseen. Tällaista älykästä sopimusta, joka toimii eräänlaisen ohjelmistorajapintojen reitittimenä kutsutaan oraakkeliiksi. Oraakkeliin keskeinen tehtävä on toimia sopimusehtojen toteuttamista määrittävän tiedon lähteenä toisille älykkäille sopimuksille. (Lauslahti, Mattila & Seppälä. 2016.)

Toisenlainen esimerkki älykkästä sopimuksesta on palvelulaatusopimuksen kohdalla. Tällaisella sopimuksella voitaisiin esimerkiksi arvioida hakukoneoptimoinnin onnistumista. Esimerkiksi yritys ostaa hakukoneoptimointipalvelun 1000 eurolla ja sopimuksen mukaan saa oman verkkosivun Googlen ensimmäiselle sivulle seuraavan kuukauden aikana. Laadittu älykäs sopimus arvioi oraakkelin välityksellä, milloin sopimuksen ehdot täyttyvät. Heti kun yrityksen sivu pääsee Googlen ensimmäiselle sivulle, siirtyvät rahat lohkoketjussa hakukoneoptimointia tarjonneelle. Jos kuukauden aikana yrityksen verkkosivut eivät pääse Googlen ensimmäiselle sivulle, palautuvat rahat takaisin yritykselle. (Lauslahti, Mattila & Seppälä. 2016.)

Älykkäillä sopimuksilla on myös mahdollista esimerkiksi tehostaa kiinteistökauppaa. Asuntokauppa on nykyisin hidas ja työläs prosessi. Prosessissa on usein mukana ostajan pankki, myyjän pankki, kiinteistövälittäjä, Maanmittauslaitos ja Verohallinto. Monesti välittäjä kulkee sopimusten kanssa ostajan ja myyjän välillä edestakaisin. Pankkien virkailijat kommunikoivat keskenään ja sopivat aikoja kaupantekoihin, johon eri osapuolten on tultava paikanpäälle. Lopuksi kaupasta ostaja saa paperisen osakekirjan, jonka hän säilöo holviin. Monesti tässä prosessissa saattaa kestää useita viikkoja. Lisäksi se aiheuttaa kaikille osapuolille kustannuksia ja kuluttaa suuren määrän työaika. Suomessa tähän ratkaisua on kehittänyt teknologiayhtiö Tomorrow Labs. Tavoitteena on aloittaa vuonna 2019 taloyhtiöiden osakekirjojen digitalisointi, joka mahdollistaa asuntokaupan teon älykkäiden sopimusten ja lohkoketjun avulla. Lohkoketjuun on mahdollista ladata asunnon tiedot, kuntoraportit, maanmittauslaitoksen todistukset ja muut kauppaan tarvittavat asiakirjat.

Kun molemmat osapuolet ovat hyväksyneet hinnan ja muut kaupan ehdot täyttyvät, älykkään sopimuksen avulla kiinteistön omistus ja sen kauppahinta vaihtavat omistajaa lohkoketjussa. (Mäntylä 2017.)

Älykkäiden sopimusten hyödyntämismahdollisuudet ovat laajat. Pankeissa niitä voi hyödyntää asuntokaupan lisäksi lainojen myöntämisessä, arvopaperi- ja johdannaiskaupassa, maksujen automatisoinnissa, raportoinnissa ja tietokantojen ylläpidossa. Vakuutusyhtiöissä älykkäillä sopimuksilla voi tehostaa vakuutuskorvausten käsittelyä ja sopimustenhallintaa. Älykkäät sopimukset mahdollistavat yleisten ongelmien automatisoinnin ja ratkaisun ilman luottamusta vaativaa kolmatta osapuolta. Toimintojen tehostaminen älykkäiden sopimusten avulla vähentää kustannuksia, joita syntyisi normaalisti varmistuksista, erilaisista manuaalisista suorituksista, välimiesmenettelyistä sekä petosten estämisestä. (Swan 2015, 32; Commodity Futures Trading Commission 2018.)

2.6 Haasteet ja riskit

Lohkoketjusovelluksia on jo käytössä, mutta laajamittainen käyttöönotto edellyttää ensin teknologiaan liittyvien tiettyjen haasteiden ja riskien ratkaisemista. Lohkoketjuteknologiaan pohjautuvan virtuaalivaluutan käyttö yleisenä maksuvälineenä tai tehokkaan lohkoketjun päällä toimivan pilvitietokoneen luominen vaatii vielä paljon uusia teknologisia innovaatioita ja haastavien matemaattisten ongelmien ratkaisua. Monet teknologia haasteista ja riskeistä vaihtelevat lohkoketjutyypistä riippuen. Esimerkiksi skaalautuvuus on suuri haaste julkisille lohkoketjuille, mutta ei niinkään yksityisille lohkoketjuille. (Swan 2015, 37.)

Lohkoketjuteknologiaan kohdistuvat haasteet ja riskit voidaan luokitella sisäisiin ja ulkoiisiin. Sisäiset haasteet ja riskit liittyvät itse teknologiaan. Ulkoiset haasteet ja riskit puolestaan liittyvät lohkoketjuteknologiaan kohdistuviin asenteisiin, sääntelyyn ja lainsäädäntöön. Näiden lisäksi lohkoketjuteknologiaan liittyy samat riskit kuin mihin tahansa uuteen teknologiaan. Uusiin teknologioihin liittyy yleensä riski siitä, että pystyvätkö ne lunastamaan odotukset ja tarjoamaan vastinetta investoinneille. (Swan 2015, 37–38.)

2.6.1 Teknologia

Teknologisilla haasteilla tarkoitetaan ongelmia, jotka estävät suunniteltujen sovellusten ja järjestelmien luomisen, koska niitä ei vielä voida toteuttaa saatavilla olevalla teknologialla. Keskeisimpänä teknologia haasteena on pidetty lohkoketjujen skaalautuvuutta. Lohkoketjut pystyvät käsittelemään rajallisen määrän tapahtumia, mikä on yksi syistä, joka vaikeuttaa esimerkiksi lohkoketjuteknologiaan pohjautuvien virtuaalivaluuttojen käyttöä yleisenä

maksuvälineenä. Skaalautuvuus myös estää monimutkaisempien ja raskaampien ohjelmien luomisen lohkoketjun päälle. (Honkanen 2017, 40.)

Korttiyhtiöt Visa ja Mastercard pystyvät tällä hetkellä käsittelemään huomattavasti suuremman määrän transaktioita kuin valta osa lohkoketjuista. Esimerkiksi Visa käsittelee keskimäärin 1500-2000 transaktiota sekunnissa (tps) ja parhaimmillaan 47 000 tps. (Visa Europe 2018.) Kun puolestaan lohkoketjut kuten Bitcoin noin 7 tps ja Ethereum 20 tps. Nykyisellään lohkoketjut eivät vielä pysty korvaamaan perinteisiä järjestelmiä, jotka vaativat suuret transaktionopeudet toimiakseen, kuten edellä mainittu jokapäiväinen maksuliikenne. Lohkoketjujen hajauttaminen, muuttumattomuus ja väärentämättömyys vaativat valtavan määrän laskentatehoa ja energiaa. Koko lohkoketjun jatkuva tallentaminen luo siitä raskaan prosessin ja vaikeuttaa sen skaalautumista suureen mittakaavaan. (Honkanen 2017, 40.)

Skaalautuvuus ongelmat koskevat kuitenkin pääasiassa julkisia lohkoketjuja. Yksityisissä ja luvanvaraisissa lohkoketjuissa tapahtumien varmistuksia tekevät vain hyväksytyt osapuolet, jolloin on mahdollista optimoida verkon nopeampi toiminta. Esimerkiksi luvanvaraisesti toimiva lohkoketju Ripple pääsee transaktio nopeuksissa samoihin lukemiin perinteisten korttiyhtiöiden kanssa. (Ripple. 2018b.) Skaalautuvuus ongelman ratkaisemiseksi julkisissa lohkoketjuissa kehitetään erilaisia nopeampia konsensusprotokollia, uusia innovatiivisia lohkoketjuja ja niin sanottuja off-chain lähestymistapoja. Ajatuksena on pyrkiä viemään pienten mikrosiirtojen tuoma rasitus pääketjun ulkopuolelle sivuketjuihin. Tällöin esimerkiksi kahvikupin osto ei suoraan rasita ja hidasta pääketjun toimintaa. (Dryja & Poon 2016, 4.)

Alkujaan lohkoketjut luotiin julkisiksi, koska ne soveltuvat paremmin suuremman massan käyttöön. Suurimmat lohkoketjuverkot ovat edelleen julkisia, mutta niihin liittyvät omat haasteensa. Julkisesti nähtävillä olevat transaktiot saattavat sisältää myös sellaista tietoa, joka on helposti purettavissa ja tietosuojan kannalta ongelmallista. Lisäksi suojauksessa käytettäviin turva-avaimiin sekä identiteetti-ongelmiin liittyy monia käytännön haasteita. Koska lohkoketjut ovat muuntumattomia, niin esimerkiksi turva-avaimen joutuminen väärin käsiin saattaa merkitä varojen menetystä lopullisesti. Epäselvää on kuinka monta ja minkälaisia avaimia käyttäjällä tulisi olla, turvallisuuden takaamiseksi. Myöskään identiteetin varmentaminen ei ole yksiselitteisesti ratkaistu ongelma. (Honkanen 2017, 40.)

Monessa yrityksessä lohkoketjuteknologia itsessään voitaisiin ottaa käyttöön tehostamaan prosesseja, mutta sen implementointi osaksi laajempaa kokonaisuutta osoittautuu usein ongelmalliseksi. Sen sovittaminen yhteen yritysten laajempaa IT-rakennetta on haasteellista. Nämä ratkaisemattomat ongelmat ja epäselvät asiat heijastuvat

lohkoketjuteknologiaa tarjoavien yritysten toimintaan. Monesti niissäkään ei osata ratkaista teknologian keskeneräisyydestä johtuvia ongelmia. Tämä luo alalle positiivista kilpailua, sillä ratkaisun löytäminen ongelmaan lisää kilpailuetua. Teknologiaan liittyvät ongelmat ovat siis monelle haaste, mutta myös erinomainen mahdollisuus. (Honkanen 2017, 40.)

2.6.2 Osaamisen puute

Lohkoketjuteknologian sovellusten kehittämistä hillitsee tällä hetkellä teknologiaosaajien puute. Vaikka sovelluksesta saataisiin kehitettyä teoriassa toimiva, niin sen käytännön toteuttaminen on haasteellista ja hidasta johtuen osaavien ohjelmoijien puutteesta. Ongelma ei ole pelkästään osaavien ohjelmoijien puute, vaan myös lohkoketjuteknologiasta ymmärtäminen ylipäänsä. Deloitteen vuonna 2018 suorittaman selvityksen mukaan Yhdysvaltalaisten suuryritysten johdosta lähes 40% ei tiennyt lohkoketjuteknologiasta mitään. (Deloitte 2018a.)

Lohkoketjuteknologia on uusi ja monimutkainen teknologia, mikä tekee sen toiminnan ja hyötyjen selittämisestä haasteellista perinteiselle ohjelmoijalle, puhumattakaan tavallisesta kansalaisesta. Teknologian laaja leviäminen vaatii, että hankintoja tekevillä tahoilla on selkeä ymmärrys sen hyödyistä, kustannuksista ja riskeistä. Yritysten johto ja päättäjät harvemmin tekevät investointeja sellaiseen mitä eivät ymmärrä. Koska ymmärryksen leviäminen vie oman aikansa, asettaa se teknologialle ajallisen haasteen. (Honkanen 2017, 42.)

2.6.3 Lainsäädäntö ja intressit

Teknologia on uutta ja sen sääntely sekä lainsäädäntö vielä monelta osin vaiheessa, mikä on riski koko lohkoketjuteknologialle ja sen kehittymiselle. Erityisesti voimakkaasti säännellylle finanssialalle tulo vie oman aikansa, ennen kuin lainsäädäntö saadaan soveltumaan sen tarpeisiin. Kysymyksiä on herättänyt erityisesti älykkäiden sopimusten rinnastaminen perinteisiin sopimuksiin. Tällöin tulee tarkastella kokonaan uudelleen perinteistä käsitystä sopimuksesta, kun koodatut ohjelmat alkavat hallinnoida transaktioita. Voidaanko näin ollen oikeustoimia tehdä älykkäiden sopimusten muodossa ja synnyttää niihin pohjautuvia velvoitteita osapuolille? Lisäksi on määriteltävä, edellytetäänkö tiettyjen ennakohtojen täyttymistä, vai ovat kaikki älykkäät sopimukset päteviä sellaisenaan. Viimeaikaisen keskustelun myötä on yhä enenevässä määrin arvioitu älykkäät sopimukset oikeudellisesti relevantiksi toiminnaksi ja rinnastettavan myyntiautomaattien kanssa tehtäviin hiljaisiin sopimuksiin. Lohkoketjuteknologian oikeustieteellisen tutkimuksen on esitetty johtavan

uuden oikeudenalan, niin kutsutun krypto-oikeuden kehittymiseen. (Lauslahti, Mattila & Seppälä. 2016.)

Lainsäädännön suuntaa ohjaavat eri tahojen intressit. Valtion keskeiset huolet liittyvät erityisesti verotukseen, rahanpesuun ja muuhun verkkorikollisuuteen, joihin on syntynyt uusia mahdollisuuksia lohkoketjuteknologialla toimivien virtuaalivaluuttojen myötä. On selvää, että valtiot puuttuvat lainsäädännön keinoin lohkoketjusovellusten toimintaan, mikäli syntyy ristiriitoja niiden intressien kanssa. (Honkanen 2017, 41.)

2.6.4 Asennehaasteet ja julkisuus

Virtuaalivaluutat ja niiden myötä lohkoketjuteknologia on viime aikoina saanut paljon julkisuutta. Vaikka asenteet niitä kohtaan muuttuvat jatkuvasti myönteisemmiksi, niin vielä monesti lohkoketjuteknologia liitetään yhteen virtuaalivaluuttojen kanssa ja sitä kautta pimeään verkon rahanpesuun, huijauksiin ja muuhun rikollisuuteen. Virtuaalivaluuttoihin kohdistuu myös varkauksia ja ne ovat olleet hakkerien kiinnostuksen kohteena. (Swan 2015, 95.)

Esimerkiksi tammikuussa 2018 uutisoitiin Japanin suurimmasta virtuaalivaluuttojen vaihtopaikasta Coincheckistä, joka joutui hakkeroinnin kohteeksi ja menetti 500 miljoonan dollarin edestä varoja. Asenteisiin teknologiaa kohtaan voivat vaikuttaa myös keskuskontrollin puuttuminen, läpinäkyvyys, yksityisyyskysymykset ja vähäinen sääntely. (Honkanen 2017, 41.)

3 LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMINEN FINANSSIALALLA

3.1 Lohkoketjuteknologian kehitys- ja tutkimustyö finanssialalla

Lohkoketjuteknologiaa hyödyntävät virtuaalivaluutat alun perin kehitettiin haastamaan ja korvaamaan perinteiset pitkään voimassa olleet finanssijärjestelmät. Tässä tavoitteessa virtuaalivaluutat eivät ainakaan toistaiseksi ole onnistuneet. Finanssialan organisaatiot puolestaan ovat itse alkaneet tutkimaan ja investoimaan lohkoketjuteknologiaan. Tavoitteena on lohkoketjuteknologian avulla nopeuttaa eri toimintoja, parantaa kustannustehokkuutta ja turvallisuutta, virheiden minimointi ja siirtyä pois perinteisistä keskitetystä datarakenteista, jotka ovat alttiita hyökkäyksille ja järjestelmähäiriöille. Finanssilaitokset ovat keskittyneet erityisesti hyödyntämään lohkoketjuteknologiaa niiden sisäisissä prosesseissa ja transaktioissa. (Tapscott & Tapscott 2016, 7.) Vuonna 2016 julkaistun Maailman talousfoorumin raportin mukaan lohkoketjuteknologia muuttaa koko maailman finanssisektorin toiminnan perusteita myöten (World Economic Forum 2016).

Finanssialalla on viime vuosina virrannut rahaa lohkoketjuteknologian tutkimus- ja kehitystyöhön. Konsultointi yritys Greenwich Associates suoritti vuonna 2017 tutkimuksen, jossa haastateltiin 213 päättäjää eri pankeista. Tutkimuksesta kävi ilmi, että vuonna 2017 noin 1,7 biljoonaa dollaria sijoitettiin lohkoketjuteknologian kehittämiseen. Tämä oli 67% kasvu verrattuna edellisvuoden lukemiin. (Greenwich Associates 2018.) Vastaavanlaisen tutkimuksen oli vuonna 2016 suorittanut IBM Institute for Business Value yhdessä Economist Intelligence Unitin kanssa, jonka kohteena oli 200 pankkia 16:sta eri maasta. Tutkimus käsiteli pankkien kokemuksia ja odotuksia lohkoteknologiaa kohtaan. Tutkimuksesta kävi ilmi, että 91% osallistuneista pankeista sijoittivat jollain tasolla lohkoteknologiaan tai sen tutkimiseen. Pankeista 15% puolestaan arvioi, että heillä on vuoden 2017 aikana kaupalliseen käyttöön suunnattu lohkoketju ratkaisu. Nämä pankit myös uskoivat, että finanssilaitosten ydinliiketoimintaan on tulossa suuria muutoksia lähitulevaisuudessa. Pankkien investointi- ja kehityskohteina ovat: kansainväliset maksut, kassanhallinta, yrityslainat, yksityislainat, asuntolainat ja talletukset. (The IBM Institute for Business Value & Economist Intelligence Unit 2016.)

Investointeihin virranneita suuria raha määriä selittää arvioidut kustannussäästöt mitkä lohkoketjuteknologian avulla on saatavissa. Maailman suurimpiin pankkeihin kuuluvan Santanderin analyysin mukaan, lohkoketjuteknologian avulla on mahdollista vuoteen 2022 mennessä säästää vuosittain pankkien kansainvälisissä maksuissa, arvo-osuuskaupassa ja säännösten noudattamisessa arviolta 15-20 miljardia dollaria vuodessa. (Santander 2015.) Samoilla linjoilla on konsultointiyritys McKinsey, jonka 2017 tekemän analyysin

mukaan finanssiala voisi säästää kustannuksissaan seuraavan kolmen vuoden aikana reilu sata miljardia dollaria (McKinsey 2017). Myös Accenturen ja McLagnin selvityksessä on laskettu, että maailman kymmenen suurinta investointipankkia voisi säästää kustannuksissa keskimäärin 30 prosenttia parantuneen datan, läpinäkyvyyden ja sisäisen kontrollin ansiosta (Accenture 2017).

3.2 Maksuliikenne

Viime vuosisadalla pankkien luomat maksu- ja selvitysjärjestelmät olivat ensimmäisiä maailmanlaajuisia elektronisia viestintäjärjestelmiä. Selvitysjärjestelmillä tarkoitetaan niitä monenkeskisiä järjestelyjä ja järjestelmiä, joita käytetään maksuliikenteen, arvopapereiden sekä muiden talouden transaktioiden määrittämiseen, toteuttamiseen ja tallentamiseen. Esimerkiksi maksuliikenteen selvitysjärjestelmillä välitetään lähetetty maksu sen saajalle. Arvopaperikaupan selvitysjärjestelmillä puolestaan hoidetaan kaupan jälkeen tapahtuvat toimet. (Suomen Pankki 2019.) Verrattuna teknologian ja internetin nopeaan kehitykseen, perinteinen maksuliikenne on kehittynyt suhteellisen vähän. Kansainvälisten maksujen kestää saapua vastaanottajalle päiviä ja joskus jopa viikkoja. Kulut ovat merkittäviä ja vaikeita ennustaa, koska maksut saattavat kulkea usean pankin kautta. Prosessiin liittyy vastapuoliriski ja virhetilanteissa siirtojen korjaus sekä palautus on työlästä. Nykyisiin maksuliikenteen selvitysjärjestelmiin liittyy paljon erilaisia prosesseja ja manuaalista työtä, jota on mahdollista tehostaa lohkoketjuteknologian avulla. (Sontheimer & Hoefler 2017.)

Kansainvälisten maksujen lisäksi myös rajojen sisäiset siirrot ovat hitaita ja maksun saapuminen perille voi kestää useamman päivän, jos väliin sattuu viikonloppu. Tämä johtuu siitä, että järjestelmiä ei ole suunniteltu toimimaan tehokkaasti, vaan mahdollisimman pienellä riskillä. (Borovyhk 2018, 75.) Perinteiset tilisiirrot lähtevät pankista yleensä samana päivänä maksujen selvityskeskukseen. Yön aikana selvityskeskus laskee yhteen pankkien välillä tapahtuvat rahasiirrot. Kuinka paljon pankista lähtee ja kuinka paljon sen vastaanottaa varoja. Laskutoimituksen jälkeen selvityskeskus siirtää nettosummat pankin Suomen Pankissa tai muussa keskuspankissa olevien tilien välillä. Selvityskeskus välittää maksujen saajien tiedot vastaanottajan pankkiin, joka välittää maksun lopulta sen saajalle. Lohkoketjuteknologian avulla on mahdollista siirtää varoja suoraan maksun osapuolien välillä turvallisesti ja suorittaa selvityskeskuksen tekemä työ merkittävästi nopeammin. Tällä hetkellä maan sisäiset siirrot vievät yleensä päivän ja ylivaltiolliset siirrot yhdestä kuuteen päivää. Lohkoketjuteknologian käyttöönoton jälkeen on ennakoitu rahasiirtojen nopeutta laskettavan minuuteissa. (Siikala 2015.)

Lohkoketjuteknologian avulla on mahdollista luoda esimerkiksi keskuspankkien välille yksi yhteinen digitaalinen valuutta, joka toimii siltana eri pankkien ja valuuttojen välillä nopeuttaen toimitus- ja määritys prosesseja mahdollistaen arvonsiirron lähes reaaliajassa. Näin pankit pystyvät vähentämään muissa pankeissa olevia nostro-tilien käyttöä ja parantamaan rahan likviditeettiä. (Long 2016.)

Utility Settlement Coin -projekti

Joukko maailman suurimpia pankkeja on mukana Utility Settlement Coin projektissa (USC), jonka tavoitteena on luoda lohkoketjuun pohjautuva digitaalinen raha keskuspankkien käyttöön. USC mahdollistaa pankkien välisen nopean kaupankäynnin eri valuutoilla ja arvopapereilla, ilman että niiden tarvitsee odottaa perinteisten valuuttojen siirtymistä. Osapuolet pystyvät muuttamaan oman valuuttansa USC:n avulla digitaaliseen muotoon sekä tekemään siirrot suoraan ja nopeasti ilman välikäsiä. Tämä lisää pääoman tehokkuutta, sekä minimoi maksuihin ja niiden selvitysprosesseihin liittyvät riskit. (Sontheimer & Hoefler 2017) Projektissa ovat mukana mm: Barclays, BNY Mellon, Credit Suisse, Deutsche Bank, HSBC, UBS ja Santander. (De Meijer 2017.)

IBM Blockchain World Wire -järjestelmä

Vastaavaa ratkaisua kansainvälisen maksuliikenteen tehostamiseksi on kehittänyt myös IBM. Maaliskuussa 2019 IBM toi markkinoilla pankeille ja muille säännellyille finanssi-instituutioille suunnatun kansainvälisen maksujärjestelmän nimeltä IBM Blockchain World Wire. Lohkoketjuteknologian ja virtuaalivaluutta Stellarin konsensus protokollan avulla, IBM:n järjestelmä mahdollistaa kansainvälisen maksuliikenteen lähes reaaliajassa. World Wire tarjoaa maksajalle mahdollisuuden vaihtaa perinteisen valuutan digitaaliseen muotoon, joka välittyy IBM Blockchain World Wire järjestelmän kautta maksun saajalle. Maksun saaja voi puolestaan muuttaa digitaalisen valuutan omaksi paikalliseksi valuutaksi. IBM:n mukaan World Wiressä on mukana tällä hetkellä 44 pankkia, 72 maassa ja tuki 47 eri valuutalle. (IBM 2019.)

RippleNet -järjestelmä

Kolmas maksuliikenteen tehostamiseksi kehitteillä oleva ratkaisu on Ripple Labs Inc:n luoma RippleNet niminen järjestelmä. Itse RippleNet on finanssi-instituutioiden muodostama lohkoketjuteknologiaa hyödyntävä kansainvälinen verkko, jonka tavoitteena on tehostaa instituutioiden välistä kansainvälistä maksuliikennettä, vähentää vastapuoliriskiä ja kustannuksia. Ripple on luonut myös virtuaalivaluutta XRP:n, joka oli syksyllä 2018 markkina-arvoltaan toiseksi suurin virtuaalivaluutta heti Bitcoinin jälkeen. Ripple on siis

avoimeen lähdekoodiin perustuva alusta, jolla on reaaliaikainen arvonsiirtojärjestelmä RippleNet ja virtuaalivaluutta XRP. (Long 2016.)

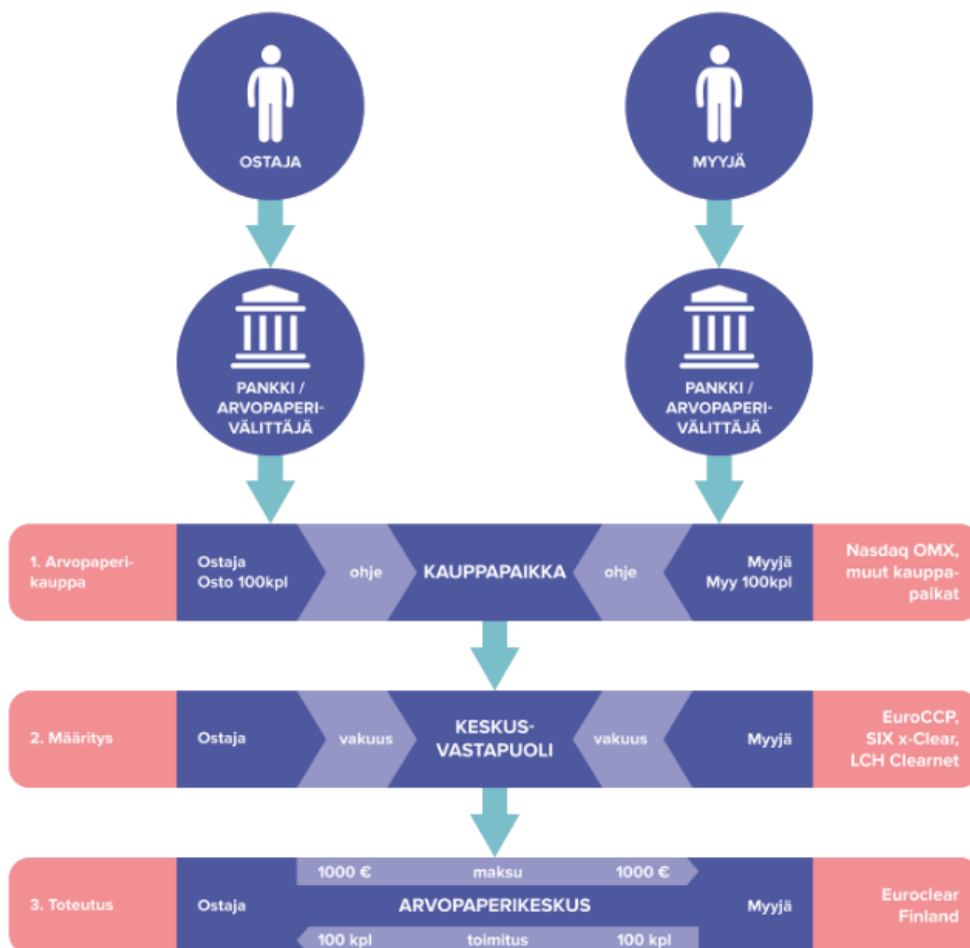
RippleNetin siirrot ja niiden varmistus perustuu Ripplen omaan XRP Ledger konsensus protokollaan, joka mahdollistaa lohkoketjun skaalautuvuuden ja siirtojen toteutuksen sekunneissa. Konsensus perustuu RippleNetin ja sen jäsenten palvelimiin, jotka vertailevat tapahtumiaan ja tilikirjoja jatkuvasti. Uusi tilikirja muodostuu sekunnin välein ja tapahtuma, joka on saanut 80% hyväksynnän lisätään seuraavaan tilikirjaan. Suurin osa palvelimista on yrityksen omia, joten sitä voidaan pitää julkisena ja luvanvaraisena lohkoketjuna. Ripplen konsensus ja tiedon säilöminen poikkeaa monista muista lohkoketjuista, joka mahdollistaa verkon tehokkaamman toiminnan. Verkko pystyy käsittelemään tällä hetkellä 1500 tapahtumaa sekunnissa, mutta sen on markkinoinut pystyvän 50 000 tapahtumaan sekunnissa, mikä on lähes kaksi kertaa enemmän kuin korttiyhtiö Visa. (Enisa 2016; Long 2016.)

R3 yhteenliittymän 12 jäsenpankkia ovat testanneet RippleNet järjestelmää, joka heidän mukaansa säästäisi jopa 60% kustannuksista ylikansallisissa rahasiirroissa (Honkanen 2017, 10). RippleNetillä on yli 200 yhteistyökumppania, joista tunnetuimmat ovat Japanin suurin pankki MUFG, Royal Bank of Canada, Santander, Santard Chartered, American Express ja SEB (RippleNet 2018).

3.3 Arvopaperikauppa

Rahoitusmarkkinat jaetaan raha- ja pääomamarkkinoihin. Lyhytaikaisten eli alle vuoden kestoisten rahoitusinstrumenttien markkinoita kutsutaan rahamarkkinoiksi ja yli vuoden kestoisia pääomamarkkinoiksi. Pääomamarkkinat jaetaan vielä pitkän koron markkinoihin ja osakemarkkinoihin. Pitkän koron markkinoista puhutaan yleensä joukkovelkakirjamarkkinoina. Arvopaperi voi olla esimerkiksi joukkovelkakirja, yrityksen osake, sijoitusrahasto-osuus tai johdannaisinstrumentti. Pääomamarkkinoilla lohkoketjuteknologiaa on mahdollista hyödyntää muun muassa: valuuttamarkkinoilla, takaisinostosopimuksissa, listatuissa ja listaamattomissa osakkeissa, johdannaisissa, rembursseissa, swapsopimuksissa, kahdenvälisessä kaupassa sekä yritys- ja vakuudellisissa lainoissa. (ESMA 2017; Knüpfer & Puttonen 2018, 55.)

Arvopaperikauppa saattaa päällisin puolin vaikuttaa hyvin helpolta ja yksinkertaiselta prosessilta. Monesti sijoittajan näkökulmasta esimerkiksi osakemarkkinoilla riittää, että painaa osta tai myy painiketta, jonka jälkeen arvopaperit ja raha vaihtavat omistajaa. Prosessi syvemmin tarkasteltuna on kuitenkin paljon monimutkaisempi, johon liittyy useita eri vaiheita ja toimijoita. Kuviossa 5 on Suomen Pankin esittämä arvopaperikaupan toteutus prosessi. Vaikka arvopaperikauppa on pitkälti automatisoitu, vaativat selvitys- ja toimitusjärjestelmät vielä paljon manuaalista työtä. Yleensä vaikka arvopaperi näkyy salkussa heti kaupan jälkeen, sisältyy siihen kuitenkin selvitysaika, jonka jälkeen vasta todellisesti omistajan muutos on tapahtunut. Tämä on pääsääntöisesti kauppapäivän lisäksi kaksi pankkipäivää. Monimutkaisemmilla sijoitusinstrumenteilla selvitysaika saattaa olla jopa useamman viikon.



Kuvio 5. Arvopaperikaupan toteutus (Suomen Pankki 2019)

Kuviossa 5 on kuvattu arvopaperikaupan prosessin eri vaiheet:

1. Arvopaperiosuuden ostaja ja myyjä tekevät toimeksiantonsa arvopaperivälittäjänsä kautta, josta ne siirtyvät pörssiin tai johonkin muuhun kauppapaikkaan.
2. Kaupan toteutumisen jälkeen keskusvasapuoli (CCP) asettuu kaupan vasapuoleksi arvopaperimyyjän ja ostajan väliin.
3. Arvopaperien toimitus toteutuu arvo-osuusrekisterissä olevien arvo-osuustilien välillä arvopaperikeskuksessa ja myyjä vastaanottaa rahansa. (Suomen Pankki 2019.)

Lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä arvopaperikaupassa on puhuttu paljon finanssimarkkinoilla vuoden 2015 jälkeen. ESMA eli Euroopan arvopaperimarkkinaviranomainen (The European Securities and Markets Authority) luokittelee mahdolliset lohkoketjuteknologian hyödyntämiskohteet arvopaperimarkkinoilla neljään eri kategoriaan: tehokkaammat arvopapereiden jälkikauppaprosessit, raportoinnin ja valvonnan tehostaminen, tietoturvan parantaminen, vastapuoliriskien pienentäminen ja parempi vakuuksien hallinta. (ESMA 2017.)

Merkittäviä säästöjä on arvioitu saatavan erityisesti osakkeiden ja velkakirjojen jälkikaupassa. Lohkoketjuteknologian avulla on mahdollista automatisoida monia vielä manuaalisesti tehtäviä prosesseja. Lisäksi sitä on mahdollista hyödyntää rekisterien ja sopimusten ylläpidossa, sekä edistää suurten ja tehokkaasti toimivien tietokantojen luomisessa. ESMA:n arvion mukaan lohkoketjujen myötä tarve kaupan välikäsille saattaa poistua ja kauppajen selvitysaika hävitä lähes kokonaan. Vaihtoehtoja miten ja kuinka laajasti teknologiaa arvopaperikaupassa hyödynnetään, on useita. Parhaimmillaan ostaja ja myyjä pystyvät tekemään kaupat suoraan ilman muita osapuolia. Vaaditaan kuitenkin lukuisia muutoksia nykyisiin markkinakäytäntöihin, ennen kuin arvopaperimarkkinoilla pystytään hyödyntämään lohkoketjuteknologiaa täydessä mittakaavassa. (ESMA 2017.)

Arvopapereiden tokenisointi on yksi keinoista, jolla lohkoketjuteknologiaa hyödyntämällä voidaan tehostaa nykyisiä arvopaperimarkkinoita. Osakkeet, velkakirjat ja valuutat mielletään pitkälti digitaaliseksi omaisuudeksi, mutta niiden omistusoikeuksien hallinta tapahtuu hallintaviranomaisten kautta. Lohkoketjussa tokeni-muotoon viety arvopaperi voi vaihtaa omistajaa älykkäiden sopimusten avulla nopeammin ja kustannustehokkaammin kuin perinteisessä järjestelmässä. Yksi tokeni voi edustaa murto-osaa arvopaperista, mikä lisää myös sen likviditeettiä. Tokenisointia on mahdollista soveltaa myös muihin omaisuusluokkiin kuten kiinteistöihin, taiteeseen tai keräilyesineisiin. Harvinainen keräilyesine on esimerkiksi mahdollista digitalisoida, viedä lohkoketjuun ja jakaa esineen omistus pieniin

osiin. Tämä luo normaalisti epälikvideistä omaisuuksista likvidejä ja mahdollistaa täysin uudenlaisiin omaisuusluokkiin sijoittamisen. Tokeneita voi hyödyntää myös rahoituksen hankinnassa. Startup-yritys voi esimerkiksi julkaista omaa osaketta vastaavan tokenin ja saada rahoitusta kansainvälisiltä markkinoilta. Tokeneihin voidaan kirjata erilaisia ehtoja ja oikeuksia, jotka älykkäät sopimukset toteuttavat kuten voittojen jako sijoittajille. (Deloitte 2018b.)

Useat eri toimijat ovat alkaneet kehittämään omia lohkoketjuteknologia ratkaisuja arvopaperimarkkinoille. Vuonna 1971 arvopaperipörssi Nasdaq mullisti osakekaupankäynnin avaamalla maailman ensimmäisen elektronisen pörssin. Nyt lohkoketjuteknologian myötä Nasdaq on jälleen eturintamassa uuden teknologian tuomassa murroksessa. Yrityksellä on ollut käytössä jo useita erilaisia lohkoketjuprototyyppejä ja uusia kehitetään jatkuvasti. (Nasdaq 2017.) Vuonna 2016 Nasdaq aloitti testiryhmän kanssa lohkoketjuteknologian hyödyntämisen sen listaamattomille yhtiöille suunnitellulla Nasdaq Private Market alustalla. Alusta toimii yhdessä lohkoketjuteknologiaa hyödyntävän Linq nimisen sovelluksen kanssa. Yksityiset yritykset pystyvät laskemaan liikkeelle ja käymään kauppaa osakkeilla, josta kaikki dokumentaatio tallentuu lohkoketjuun. Teknologian avulla kauppa toimii saumattomasti poistaen tarpeen papereiden ja todistusten pyörittämiselle. Vuonna 2017 puolestaan Nasdaq Tallinna testasi lohkoketjuun pohjautuvaa äänestys järjestelmää, jossa kaikki osakkeen omistajat pystyivät osallistumaan yhtiökokousten äänestyksiin myös etänä web-pohjaisen käyttöliittymän avulla, sen sijaan että olisivat olleet itse paikalla yhtiökokouksessa. Tämä teki äänestyksistä huomattavasti tehokkaampia ja ratkaisi samalla useita tämänhetkisiä data, turvallisuus ja käyttöoikeus ongelmia. Lisäksi Nasdaq on yhteistyössä SEB:n kanssa kehittänyt lohkoketjuteknologiaa hyödyntävää prototyyppiä sijoitusrahasto-osuuksien liikkeellelaskun ja selvityksen avuksi. Tavoitteena on parantaa markkinoiden läpinäkyvyyttä ja tehokkuutta, joka nykyisin on useiden välikäsien, järjestelmien ja manuaalisten prosessien rampauttama. (Nasdaq 2016; Nasdaq 2017.)

Euroopan keskuspankki ja sen eri toimielimet ovat tutkineet paljon lohkoketjuteknologian tarjoamia hyötyjä. EKP on aikaisemmin arvioinut lohkoketjuteknologian olevan ratkaisun sen vetämälle TARGET2-Securities hankkeelle, jonka tavoitteena on kehittää yksi yhteinen laitealusta arvopaperien jälkikauppaan ja poistaa kansalliset rajat EU:n alueelta (European Central Bank 2017). Vuoden 2018 lopussa Euroopan arvopaperikeskusten keskusliitto ECSDA (European Central Securities Depositories Association) ilmoitti myöntäneen arvopaperikeskus lisenssin ID2S:lle, joka hyödyntää suljettua lohkoketjualustaa. Näin ollen ID2S ja sen taustalla operoiva teknologiayritys SETL, ovat mukana kehittämässä EU:n TARGET2-Securities hanketta. (ECSDA 2018.)

Amerikassa jälkikauppaa tekevä The US Depository Trust & Clearing Corporation (DTCC) teki vuonna 2017 sopimuksen lohkoketjusovelluksesta Axonin ja IBM:n kanssa. Loka-kuussa 2018 DTCC julkaisi yhdessä Accenturen kanssa tutkimustulokset, joiden mukaan lohkoketjuteknologian avulla on mahdollista saavuttaa Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden edellyttämät kauppamäärät. Tähän asti erityisenä haasteena lohkoketjuille on ollut päästä tarpeeksi suuriin transaktionopeuksiin. Tutkimuksen mukaan yksityisellä lohkoketjulla on mahdollista saavuttaa Yhdysvaltojen osakemarkkinoiden 115 miljoonaa kauppaa päivässä tai 6300 kauppaa sekunnissa. Mukana DTCC:n hankkeessa on 15 kansainvälistä pankkia ja sovellus on tällä hetkellä testivaiheessa. (DTCC 2018.) Omia lohkoketjusovelluksia jälkikauppaan ovat kehittäneet myös JP Morgan ja Barclays (Honkanen 2017, 12–13).

3.4 Raportointi ja valvonnan tehostaminen

Tänä päivänä finanssiala on voimakkaasti säänneltyä ja alalla toimivien tulee tarkkaan noudattaa asetettuja lakeja, sääntöjä ja määräyksiä. Näiden tarkka seuranta ja niiden puitteissa toimiminen aiheuttaa pankeille suuria kuluja, kuten myös niiden noudattamatta jättäminen. Etenkin vuoden 2008 finanssikriisin jälkeen sääntely on lisääntynyt merkittävästi. Finanssilaitosten on mukauduttava toimimaan sääntelyn mukaisesti, mikä vaatii aikaa ja toimintatapojen muuttamista. (Borovyhk 2018, 73.)

Lohkoketjun väärentämättömyys ja älykkäät sopimukset voivat tulevaisuudessa tarjota apua lakien, sääntöjen ja määräysten noudattamisen seurannassa (Borovyhk 2018, 73–74). ESMA:n arvioi hyötyä olevan erityisesti raportoinnin ja valvonnan tehostamisessa yrityksille ja sääntelyviranomaisille, helpottamalla tietojen keräämistä, konsolidointia ja jakamalla dataa raportointiin ja riskienhallinnan käyttöön. Teknologia mahdollistaa yhden ja todennettavissa olevan tiedon tarkastelun useille markkinaosapuolille reaaliajassa. Sääntelyviranomaisille olisi mahdollista antaa erikoisoikeudet lohkoketjuun, jolloin he pääsevät hakemaan helposti tietoa kaikista tapahtumista markkinoilla. (ESMA 2017.)

Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen voi vähentää merkittävästi tällä hetkellä prosesseihin kuluvaa aikaa ja näin ollen tuoda kustannussäästöjä. Informaation analysointi reaaliajassa mahdollistaa sääntelyviranomaiselle enemmän ennakoivan roolin sääntelyn noudattamisen seurannassa. Lisäksi prosessien luotettavuus, laatu ja tarkkuus paranee. Teknisestä näkökulmasta tähän kuitenkin liittyy omat haasteet, koska lohkoketjuja ei ole alun perin luotu raportoinnin ja riskienhallinnan työkaluksi. Käytännön sovelluksia ei vielä ole kehitetty, vaan aihetta on tarkasteltu lähinnä teoriassa. (ESMA 2017; Borovyhk 2018, 73–74.)

3.5 Identiteetin hallinta

Tulevaisuudessa lohkoketjuteknologia voi olla tärkeä osa uudenlaista identiteetinhallintaa ja sitä kautta asiakkaan tuntemis- ja rahanpesun estämisen prosesseissa. Finanssilaitoksilla on velvollisuus tuntea asiakkaansa, havaita ja selvittää epäilyttäviä liiketoimia sekä tarvittaessa velvollisuus ilmoittaa niistä rahanpesun selvittelykeskukselle. (Finanssivalvonta 2018.) Finanssilaitoksilla on omat asiakastietokannat, joissa monesti asiakkaan tiedot voivat olla vanhentuneita ja paikkaansa pitämättömiä. Lohkoketjuteknologialla on mahdollista luoda jaettu asiakastietokanta, johon määrätyt tahot pääsevät käsiksi ja pystyvät tarvittaessa tekemään muutoksia. Useiden erillisten tietokantojen sijaan yhden tietokannan käyttö sekä parantaa tietojen paikkansapitävyyttä että poistaa tietokantojen päällekkäisyyksiä. Identiteetin parempi varmistaminen myös vähentää petosten riskiä. (ESMA 2017; Borovyhk 2018, 75.) Omien tietojen lukuoikeus on mahdollista myös antaa asiakkaalle itselleen, jolloin hän pääsee tarkastelemaan mitä muutoksia tietoihin on tehty. Esimerkiksi Viro hyödyntää lohkoketjuteknologiaa kansalaisten terveysrekisterien suojana (e-Estonia 2019). ESMA arvioi myös että lohkoketjuteknologialla on mahdollista parantaa rahasiirtojen seurantaa (ESMA 2017).

Uuden asiakkaan kohdalla pankit ja finanssilaitokset joutuvat suorittamaan useita vaiheita sisältävän prosessin asiakkaan henkilöllisyyden ja riskiluokan selvittämiseksi. Asiakkaan tunnistaminen on helppoa maissa, joissa on käytössä kehittyneet sähköiset palvelut henkilöllisyyden todentamiseen. Kaikilla markkinoilla näin ei kuitenkaan ole, jolloin finanssilaitoksilla on suurempi riski hyväksyä henkilöasiakkaita ja prosessi saattaa kestää jopa kuukausia. Koska lohkoketjuun tallennetut asiakastiedot voidaan jakaa eri pankkien kesken, riittää että asiakas todennetaan vain kerran. Tämän jälkeen asiointi on mahdollista pelkällä tunnistautumisella instituutiosta riippumatta. Suurimmat ajalliset ja rahalliset säästöt ovat saatavilla niillä markkinoilla, missä asiakkaan todentaminen on haasteellista. (Shbair, Steichen, Francois & State 2018, 5; Borovyhk 2018, 75.)

3.6 Vakuutukset

Lohkoketjuteknologian tarjoaa uusia mahdollisuuksia myös vakuutusliiketoiminnalle. Kuten monilla muilla aloilla, lohkoketjuteknologialla on vakuutusliiketoiminnassa mahdollista automatisoida monia nykyisiä manuaalisesti hoidettavia prosesseja, lisätä tehokkuutta ja läpinäkyvyyttä (Honkanen 2017, 22). Lohkoketjuteknologia mahdollistaa uusien työkalujen luomisen vakuutusalan digitalisaation avuksi. Lohkoketjujen päällä toimivat älykkäät sopimukset virtaviivaistavat monia prosesseja, jotka nykyisin muodostuvat useista hajallaan olevista eri järjestelmistä ja tietokannoista. Lohkoketjut mahdollistavat jaettujen

tietokantojen luomisen, joissa tiedot on vahvasti suojattu ja informaatio ajan tasalla ja luotettavaa. Älykkäät sopimukset voivat merkittävästi muuttaa vakuutusala, koska vakuutusehtoja on mahdollista kääntää ohjelmointikoodiksi ja siten automatisoida vakuutuksia.

(Pwc 2017.)

Monet maailman suurimmista vakuutusyhtiöistä ovat tutkineet jo jonkun aikaa lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuuksia. Vakuutusyhtiöille lohkoketjuteknologia tarjoaa seuraavia mahdollisuuksia:

- Tehokkuuden parantuminen prosessien ja järjestelmien simplifikaation myötä
- Vakuutuskorvauspäätösten nopeutuminen
- Vähentää luottamuksen tarvetta
- Pienentää petosten riskiä, edistää asiakkaan tuntemista ja rahanpesun estämistä
- Vähentää palveluiden ja muiden palkkioiden kuluja
- Parantaa juridista selkeyttä
- Vakuutusliiketoiminnan laajentaminen kehittyville markkinoille
- Mahdollistaa uusien yksilöllisten vakuutustuotteiden ja palvelujen luomisen (Pwc 2016.)

Uutta kasvua vakuutusosalalle lohkoketjuteknologia voi luoda parantamalla asiakkaiden sitoutumista ja tarjoamalla uusia kustannustehokkaita tuotteita. Esimerkiksi luomalla Internet of Things teknologiaa hyödyntäviä vakuutustuotteita. Älykkäiden sensorien avulla auto voi kolarin sattuessa tehdä itse vahinkoilmoituksen ja asiakas saa automaattisesti korvauksen, ilma pitkä ja työlästä korvausmenettelyä. (McKinsey & Company 2016.)

Kehittyvät markkinat on yksi alue, mistä vakuutusyhtiöt ja muut finanssialan toimijat voivat hakea kasvua omaan liiketoimintaan. Lohkoketjuteknologia ja älykkäät sopimukset tekevät matalakatteisista vakuutuksista aikaisempaa tuottavampia, mahdollistavat uusien vakuutusten luomisen ja laajenemisen alueille, jotka eivät aikeisemmin ole olleet kannattavia. Tällä hetkellä maailman väestöstä noin 40% on ilman minkäänlaista pankkitiliä ja vakuutuksia. Valtaosa näistä ihmisistä sijaitsee kehittyvillä markkinoilla Afrikassa, Aasiassa ja Etelä-Amerikassa. Syynä tähän asti on ollut pääasiassa palveluiden tuottamisen korkea kustannus ja teknologian heikko taso tai puuttuminen kokonaan. Viime vuosina mobiililaitteiden omistajien määrä on kuitenkin räjähdysmäisesti kasvanut kehittyvillä markkinoilla ja esimerkiksi Saharan etelän puolisesta Afrikasta jo 70% omistaa matkapuhelimen. Lohkoketjuteknologian avulla on mahdollista luoda uusia kustannustehokkaita tuotteita ja palveluja, joten kehittyvät markkinat tarjoaa mahdollisuuden vakuutusyhtiöille laajentaa liiketoimintaa maantieteellisille alueille, missä se ei aikaisemmin ole ollut kannattavaa. (Pwc 2017.)

Vaikka kehittyvät markkinat tarjoavat mielenkiintoisia mahdollisuuksia, on lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen vakuutusyhtiöissä keskitytty ensisijaisesti kehittyneillä markkinoilla. Perinteiset vakuutuskorvauskäsittely prosessit ovat vielä paikoin hitaita ja vaativat runsaasti manuaalista työtä. Lisäksi vakuutuspetosten määrä on suuri, mikä heikentää liiketoiminnan kannattavuutta. Lohkoketjujen ja älykkäiden sopimusten avulla on mahdollista yksinkertaistaa ja automatisoida vakuutusprosesseja sekä vähentää vakuutuspetoksien määrää merkittävästi. Älykkäät sopimukset pystyvät hoitamaan monet normaalisti manuaalisesti tehtävistä toimenpiteistä ja merkittävästi tehostamaan korvauskäsittelyjä. Lohkoketjut mahdollistavat myös datan hajautetun käytön, mikä tarjoaa vakuuttajalle helpon pääsyn lohkoketjuun säilöttyyn dataan, kuten vakuutushistoriaan, omistajuustietoihin, alkuperätietoihin, terveydenhuoltokertomuksiin ja poliisiraportteihin. Helpompi tiedonsaanti auttaa tunnistamaan epäilyttävän käyttäytymisen ja estämään vakuutuspetoksia. (IBM 2017; Honkanen 2017, 22.)

Vuonna 2017 vakuutusyhtiö AXA julkaisi Ethereumin älykkäisiin sopimuksiin perustuvan lennon myöhästymisvakuutuksen Fizzyn, joka toimii ilman korvauskäsittelyprosessia. Fizzy käyttää lentojen tietoja korvausten suorittamiseen. Jos lento myöhästyy yli kaksi tuntia, niin älykäs sopimus tekee vahingonkorvauksen automaattisesti asiakkaalle. (AXA 2017.)

Vastaavalla tavalla lohkoketjuja ja älykkäitä sopimuksia voi hyödyntää henkivakuutuksissa. Älykkääseen sopimukseen voidaan kirjata edunsaajat ja kuolintieto luettaisiin esimerkiksi väestörekisteristä, joka laukaisisi korvauksen maksun edunsaajille automaattisesti. Välillä vakuutetulla voi esimerkiksi olla useampi henkivakuutus, edunsaaja ei välttämättä tiedä vakuutuksesta tai jättää korvauksen hakematta paperityön takia. Lohkoketjuteknologia myös tuo prosessiin läpinäkyvyyttä ja lisää luottamusta vakuutusyhtiöön, koska ehtoja ei pystytä muuttamaan. (McKinsey & Company 2016.)

3.7 Finanssialan lohkoketjualustat ja yhteenliittymät

Lohkoketjuteknologian ympärille on viime vuosina syntynyt suuri määrä yrityksiä ja erilaisia yhteisöjä sekä tutkimusryhmiä. Kehitystyötä on tehty uusien sovellusten aikaansaamiseksi, sekä lohkoketjuteknologian infran ja sen myötä entistä parempien alustojen luomiseksi. Alustakehityksen taustalla on yritysten tarve soveltaa lohkoketjuteknologiaa eri tavoin. Yritysten erilaiset vaatimukset liittyvät usein varmennukseen, konsensusprotokolleihin, skaalautuvuuteen ja suorituskykyyn. (Honkanen 2017, 9.)

Erilaisten yritysten ja organisaatioiden verkostoituminen on erittäin tärkeää lohkoketjuteknologian kehityksen kannalta. Valtaosa hankkeista perustuu avoimeen lähdekoodiin, joka

mahdollistaa koodin kopioinnin ja muokkauksen omiin tarpeisiin soveltuvaksi. Seuraavissa kappaleissa on käyty läpi erilaisia finanssialalla keskeisessä roolissa olevia yhteenliittymiä ja lohkoketjualustoja. (Honkanen 2017, 9.)

R3 -yhteenliittymä ja Corda -alusta

R3 yhteenliittymän perusti syksyllä 2015 yhdeksän suurta finanssialan toimijaa, jonka jälkeen se kasvoi nopeasti pitäen sisällään tällä hetkellä yli 200 jäsentä eri aloilta. Yhteenliittymän tavoitteena on lohkoketjuteknologian avulla luoda maailma, jossa transaktiot tapahtuvat suoraan ja yksityisesti osapuolten välillä ilman minkäänlaisia prosessia hidastavia tekijöitä. Tavoitteena on myös lohkoketjuteknologian avulla mahdollistaa yritysten välisten sopimusten luomisen lohkoketjuun ja näin ollen poistaa tarve jokaisen osapuolen säilyttää omaa asiakirjakopiota. (R3 2018a.) Yhteenliittymän jäseniä ovat mm. maailman suurimpiin pankkeihin lukeutuvat Barclays ja HSBC, sekä tunnettuja teknologia yhtiöitä kuten Intel ja Microsoft. R3:n jäsenenä on myös Suomessa toimivia pankkeja ja yrityksiä kuten Danske Bank, Nordea, Osuuspankki ja Tieto (R3 2018b).

Corda on R3 yhteenliittymän kehittämä ja avoimeen lähdekoodiin perustuva hajautetun tilikirjan malli. Corda tarjoaa julkisen lohkoketjun hyödyt ilman yksityisyys-, skaalautuvuus- ja hallinnointiongelmia, jotka tekevät monista julkisista lohkoketjuista soveltumattomat yrityskäyttöön monimutkaisilla ja voimakkaasti säädellyillä kansainvälisillä markkinoilla. (R3 2018a.) Tapahtumat ja sopimukset ovat näkyvissä vain niiden osapuolille sekä sääntelyviranomaiselle. Cordan tavoitteena on tarjota kansainvälinen hajautettu tilikirja, jossa transaktiot toimivat virallisesti osapuolia sitovina luoden sopimusvelvoitteita. Järjestelmän tueksi on suunniteltu oikeudellinen kehys, jossa määritellään jäsenten velvollisuudet. Alun perin Corda kehitettiin finanssialan käyttötarkoituksiin, mutta kehityksen myötä soveltuvuus myös muilla aloilla on tullut ilmi. (Enisa 2017; Brown 2018, 4.)

B3i -yhteenliittymä

Vakuutus alalla lokakuussa 2016 perustettiin B3i aloite, jossa oli mukana 15 suurta vakuutusalan toimijaa. Tavoitteena oli tutkia lohkoketjuteknologian potentiaalisia käyttötarkoituksia vakuutuslalla. Maaliskuussa 2018 aloite johti B3i Services AG:n muodostamiseen. Yrityksen tavoitteena on vauhdittaa lohkoketjupohjaisten ratkaisujen kehitystyötä, testausta ja kaupallistamista. B3i Services AG arvioi, että lohkoketjuteknologia lisää merkittävästi tehokkuutta arvoketjun eri vaiheissa, parhaimmillaan jopa 30%. Uudet innovatiiviset ratkaisut nopeuttavat prosesseja, lisäävät toiminnan läpinäkyvyyttä, laatua, turvallisuutta ja vähentävät kuluja. Näin ollen uudistuksista hyötyvät niin vakuutusyhtiöt kuin asiakkaat. Yhteenliittymässä on tällä hetkellä mukana 13 vakuutusyhtiötä, joista mm. Allianz, Axa,

Generali Group, Munich Re ja Zurich Insurance Group kuuluvat liikevaihdoltaan maailman 25 suurimman vakuutusyhtiön joukkoon. (B3i 2018a; Axa 2018.)

B3i on myös yksi R3 yhteenliittymän jäsenistä. B3i ilmoitti kesällä 2018 aikovansa käyttää Corda-lohkoketju alustaa rakentaessaan omia lohkoketjusovelluksia ja yritysverkkoa. B3i kehittämät sovellukset ovat suunnattu erityisesti palvelemaan vakuutusalan tarpeita. (B3i 2018b.)

Quorum -alusta

Suurpankki J.P. Morgan oli yksi yhdeksästä R3 yhteenliittymän perustaja jäsenistä, mutta erosi vuonna 2017. J.P. Morgan ja startup yritys EthLab päätyivät yhdessä kehittämään oman avoimeen lähdekoodiin perustuvan luvanvaraisen hajautetun tilikirja alustan nimeltä Quorum. Quorum on yrityksille suunnattu yksityinen hajautettu tilikirja alusta, joka perustuu Ethereum-lohkoketjun koodiin. Yritystason ratkaisuna Ethereumin haasteina ovat yksityisyys, skaalautuvuus ja verkon suorituskyky. Monesti myös sääntelyn asettamat yksityisyys- ja muut määräykset jäävät toteutumatta, mikä estää Ethereumin käytön yrityksissä. Quorum ideana on toimia julkisen ja yksityisen rajapinnassa, tarjoten sääntelystä vastaaville pääsyn muuten yksityiseen lohkoketjuun. (Honkanen 2017, 11.)

Quorum tarjoaa yritysten tarpeiden mukaan määritellyt lohkoketjun yksityisyysasetukset, paremman skaalautuvuuden ja verkon tehokkaan toiminnan sen äänestys pohjaisella konsensusprotokollalla. Verkko on luvanvarainen ja vain tunnetut osapuolet pääsevät verkon jäseniksi. Alun perin finanssipuolen käyttöön suunnatun järjestelmän on tarkoitus helpottaa globaaleja maksusuorituksia ja kyetä ympärivuorokautiseen maksujen selvitykseen, mutta nykyisellään käyttökohteita on tullut lisää. Esimerkiksi Microsoft on rakentanut uuden Xbox-pelinkehittäjien tekijänoikeusmaksujärjestelmän Quorumin päälle. (Hackett 2016; J.P. Morgan 2018.)

Hyperledger -yhteistyö

Hyperledger on vuonna 2015 Linus Foundationin perustama ja isännöimä yhteistyö. Tavoitteena on kehittää lohkoketjuteknologia ratkaisuja eri toimialoilla ja vahvistaa hajautettujen tilikirjojen käyttöä globaaleissa transaktioissa. Hyperledgerin jäsenorganisaatioista muodostuvat yhteisöt voivat yhdessä rakentaa ja jakaa eri käyttötarkoituksiin kehittämiään lohkoketju alustoja, rakenteita ja työkaluja. Hyperledgerillä on tällä hetkellä reilu 250 jäsentä, joista monet ovat tunnettuja kansainvälisiä toimijoita. Jäseniä ovat mm. Airbus, Daimler, Fujitsu, Huawei, IBM, ja Samsung. Myös J.P. Morgan, Ripple ja R3 ovat Hyperledgerin jäseniä. (Hyperledger 2018.)

Hyperledgerillä on useita eri tarkoituksiin kehitettyjä lohkoketju alustoja ja järjestelmiä, joista yksi tunnetuimmista on Hyperledger Fabric. Se on yrityksille suunnattu yksityinen lohkoketjualusta, jonka tehtävänä on luoda yritysten välisestä kanssakäymisestä saumatonta. Tavoitteena on luoda mahdollisimman yksinkertaisesti yrityksen tarpeisiin muokattava lohkoketju järjestelmä. Yritys voi oman liiketoiminnan mukaan valita sille parhaiten soveltuvan konsensusprotokollan ja muut ominaisuudet. (Enisa 2016.)

4 TUTKIMUS LOHKOKETJUTEKNOLOGIAN HYÖDYNTÄMISESTÄ FINANS- SIALALLA

4.1 Aineiston kuvaus, keruu ja analyysi

Tutkimuksen haastattelut koostuivat neljästä asiantuntijahaastattelusta, jotka olivat muodoltaan teemahaastatteluja. Haastateltavat valittiin tutkijan omia verkostoja hyödyntämällä sekä sähköpostitse kontaktoimalla henkilöitä joilla vaikutti verkkohakujen perusteella olevan aiheesta kattava tietämys. Haastateltavia saatiin myös jo tutkimukseen haastateltujen henkilöiden verkostojen kautta. Haastateltavilta edellytettiin perustason ymmärrys lohkoketjuteknologiasta ja sen toiminnasta, sekä kuinka sitä voi finanssialalla hyödyntää. Nämä yksinään karsivat pois suuren määrän potentiaalisia haastateltavia. Lisäksi haastateltavien valinnassa arvostettiin aikaisempaa kokemusta finanssialalla toimimisesta. Haastattelun teemat painottuivat hieman kunkin haastateltavan osaamisalueen mukaisesti. Haastateltavien kanssa sovittiin etukäteen haastattelun aihealueista ja siinä käytävistä teemoista. Alustavia kysymyksiä ei kuitenkaan toimitettu, jotta vastauksista saataisiin mahdollisimman aitoja. Haastattelut olivat pituudeltaan noin 30-60 minuuttia. Erot haastattelujen pituudessa johtuivat siitä, kuinka laajasti haastateltavat vastasivat kysymyksiin. Haastattelut toteutettiin anonyymisti, jotta haastateltavat pystyivät kertomaan omista näkemyksistään mahdollisimman avoimesti ja rehellisesti, eikä heidän mielipiteitä tai näkemyksiä liitettäisi edustamiinsa organisaatioihin.

Haastateltava 1 työskentelee tällä hetkellä konsultointiyrityksessä teknologia vastaavana. Kokemusta lohkoketjuteknologiasta on useamman vuoden ajalta ja noin 10 vuotta finanssialan asiantuntemusta eri tehtävistä.

Haastateltava 2 työskentelee ohjelmistoinsinöörinä. Hänellä on useamman vuoden kokemus kryptografiasta ja hajautettujen tietokonejärjestelmien kanssa työskentelemisestä. Lisäksi hän on ollut mukana erilaisissa finanssiteknologia projekteissa.

Haastateltava 3 työskentelee pankissa palvelupäällikkönä. Kokemusta finanssialan eri tehtävistä hänellä on reilun 15 vuoden ajalta. Lohkoketjuteknologian parissa hän ei työskentele, mutta on aiheeseen hyvin perehtynyt.

Haastateltava 4 työskentelee pankissa varallisuudenhoidon verkkopalvelujen yksikön johtajana. Häneltä löytyy usean vuoden kokemus finanssialalta, erityisesti varallisuudenhoidon puolelta. Hän on työskennellyt välillisesti lohkoketjuteknologian parissa erilaisten projektien ja yhteistöiden kautta.

Haastatteluista kaksi suoritettiin kasvotusten ja kaksi Skypen välityksellä marraskuun 2018 ja huhtikuun 2019 välillä. Jokainen haastattelu nauhoitettiin ja nauhoite myöhemmin litteroitiin. Nauhoittamalla ja litteroimalla haastattelut varmistettiin, ettei haastattelun kannalta mitään oleellista tietoa jäänyt huomioimatta ja minimoitiin mahdollisuus tutkimuksen laatijan virheille. Haastattelujen vastaukset lajiteltiin aihepiirin mukaan, analysoinnin helpottamiseksi ja epäoleelliset asiat jätettiin pois. Teemahaastattelun luonne mahdollisti haastatteluissa myös sellaisten asioiden esiin tulemisen, joita ei oltu etukäteen huomioitu, mutta jotka lopulta osoittautuivat tutkimuksen kannalta merkittäviksi.

Haastatteluiden apuna käytettiin haastattelurunkoa, joka on jaettu kolmeen eri teemaan ja niiden alaisiin apukysymyksiin. Haastattelun teemat ja apukysymykset löytyvät liitteestä 1. Alkuun haastateltavia pyydettiin kertomaan omasta ammatillisesta taustasta ja siitä, miten he tutustuivat lohkoketjuteknologiaan. Tämän jälkeen siirryttiin haastattelun ensimmäiseen teemaan, joka käsittelee lohkoketjuteknologian ominaisuuksia yleisellä tasolla. Ensimmäisen teeman tavoitteena on selvittää, mitä mieltä haastateltava on teknologiasta ja miten merkittävänä sitä pitävät.

Toinen teema koskee lohkoketjuteknologian hyödyntämistä finanssialalla. Haastateltavilta kysyttiin kysymyksiä, joilla pyrittiin tuomaan esiin heidän tietämys teknologian soveltamisesta finanssialalla. Aihealueen tarkoituksena oli tuoda esiin haastateltavien näkemyksiä ja arvioita siitä, mitkä ovat teknologian tarjoamat merkittävimmät hyödyt finanssialalle, miten teknologiaa voi finanssialalla käytännössä hyödyntää ja muita finanssialan näkökulmasta oleellisia asioita.

Kolmas teema on lohkoketjuteknologian haasteet ja riskit. Haastateltavilta kysyttiin, mitkä ovat lohkoketjuteknologia suurimmat haasteet ja riskit. Kolmannen teeman tavoitteena oli kartoittaa haastateltavien mielestä teknologiaan liittyviä merkittävimpiä riskejä ja haasteita.

Haastatteluiden pääteemojen tueksi oli laadittu apukysymyksiä, joita painotettiin eri tavalla haastateltavan osaamisalueesta riippuen. Lohkoketjuteknologian ominaisuudet ja hyödyntäminen finanssialalla saivat haastatteluissa suuremman painoarvon kuin teknologiaan liittyvät haasteet ja riskit. Jokaisessa haastattelussa saatiin kuitenkin kaikkiin teemoihin kattavasti vastauksia. Kysymysten järjestys saattoi vaihdella haastateltavien välillä, mutta pääasiassa haastattelut etenivät haastattelurungon mukaisesti.

4.2 Tutkimustulokset

Suurin osa haastateltavista oli tutustunut lohkoketjuteknologiaan ensimmäisen kerran virtuaalivaluuttojen kautta. Kolme haastateltavista kertoi suhtautuneen lohkoketjuihin alkuun hieman skeptisesti, koska yleisesti ottaen virtuaalivaluuttoja pidettiin alkuun pitkälti

huijauksena. Ajan ja aiheeseen perehtymisen myötä he olivat ymmärtäneet, kuinka merkittävästä teknologiasta on kysymys. Yhdellä haastateltavista oli muita teknisempi tausta ja kokemusta kryptografiasta sekä hajautetuista tietokannoista ajalta ennen virtuaalilivluuttoja. Jokainen haastateltava oli sitä mieltä, että lohkoketjuteknologia tulee tulevaisuudessa olemaan merkittävässä roolissa niin finanssi- kuin muillakin aloilla. Lohkoketjuteknologiaa pidettiin teknologian merkittävyyden kannalta verrattavissa internettiin. Haastateltava 3 ei uskonut, että lohkoketjuteknologia tulee olemaan niin monipuolinen ja näkyvä kuin internetin, vaan olevan enemmän erilaisten sovellusten ja järjestelmien taustalla toimiva voima.

Yhtenä lohkoketjuteknologian merkittävimpanä hyötynä pidettiin sen mahdollistama tehokas arvonsiirto ja omaisuuden digitalisointi. Aikaisemmin arvonsiirtoon on tarvittu luotettava kolmas osapuoli, joka on hoitanut siirron osapuolten välillä. Lohkoketjut poistavat tarpeen erilaisille välikäsilä ja mahdollistavat uusien digitaalisten omaisuusluokkien muodostamisen.

Haastatteluissa toisena merkittävänä ominaisuutena nousi esiin yhteisten tilikirjojen ja tietokantojen muodostuminen. Monet toimialat perustuvat siihen, että transaktioita varmistetaan ja tietoa sovitetaan yhteen. Lohkoketjujen ja yhteisten tilikirjojen on mahdollista yksinkertaistaa ja tehostaa tiedonkulkua sekä monia muita prosesseja.

Kolmantena merkittävänä hyötynä pidettiin lohkoketjuteknologian ja älykkäiden sopimusten tuomia mahdollisuuksia sopimusten hallinnassa. Koko talous perustuu valtavaan määrään erilaisia sopimuksia. Lohkoketjuteknologia mahdollistaa älykkäillä sopimuksilla niiden automatisoinnin ja voi siten mullistaa talouden toiminnan.

4.2.1 Lohkoketjuteknologian sovelluskohteet finanssialalla

Haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että lohkoketjuteknologiasta on hyötyä useammalla eri tavalla finanssialan toimijoille. Siitä mikä on merkittävin sovelluskohde ja mistä on eniten hyötyä, oli erilaisia näkemyksiä. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi haastatteluissa esiin nousseita ja merkittävimminä pidettyjä osa-alueita finanssialalla, missä lohkoketjuteknologian arvioidaan olevan keskeisessä roolissa.

Selvitysprosessit

Haastatteluissa nousi esiin lohkoketjuteknologian ja älykkäiden sopimusten tuomat hyödyt erilaisiin selvitysprosesseihin. Selvitysprosesseja on mahdollista tehostaa monissa eri osa-alueissa kuten kansainvälisessä maksuliikenteessä, arvopaperikaupassa ja pääoma markkinoilla yleisesti. Lohkoketjut poistavat tarpeen tiedon edestakaiseen varmistamiseen

ja yksinkertaistavat selvitysprosesseja poistamalla välikäsiä. Haastateltavien mukaan tällä on merkittäviä hyötyjä niin pankeille kuin itse asiakkaillekin.

Kansainvälisissä maksuissa hyödynnetään jo tällä hetkellä paikoin lohkoketjuteknologiaa. Haastateltavan 4 mukaan eri globaalit toimijat ovat kehittäneet omia lohkoketjuja helpottamaan ja nopeuttamaan ylijarvojen tapahtuvia transaktioita. Esimerkiksi J.P. Morgan ja Goldman Sachs ovat kehittäneet sisäiseen käyttöön suunnattuja lohkoketjuja ja virtuaalivaluuttoja, joilla tehostavat omia prosessejaan.

Useampi haastateltavista kuitenkin huomautti, että seuraavan vuoden aikana Euroopassa yleistyy pankkien keskuudessa SEPA-pikasiirto. Tämä mahdollistaa tilisiirrot reaaliajassa Euroopan alueella vuorokauden ympäri viikon jokaisena päivänä. Uusi palvelu otetaan käyttöön pankeissa vaiheittain. Suomesta Nordea on jo ensimmäinen pankki, jossa asiakkaat pystyvät vastaanottamaan SEPA-pikasiirtoja. Seuraavassa vaiheessa he pystyvät myös lähettämään niitä itse. Tämä tulee olemaan käytössä valtaosassa pankeja vuoteen 2020 mennessä. Lohkoketjuteknologian ei näin ollen arveltu tässä vaiheessa tuovan merkittävää lisäarvoa perinteiseen maksuliikenteeseen.

Arvon ja omaisuuden siirron uskotaan seuraavan muutaman vuoden kuluttua tapahtuvan reaaliajassa, oli kyseessä sitten maksu ulkomaille, arvopaperi- tai asuntokauppa. Tällä hetkellä näiden toimenpiteiden taustalla on paljon manuaalisesti tehtävää työtä ja useita eri toimijoita, mitkä tekevät prosesseista hitaita. Tulevaisuudessa lohkoketjujen ja älykkäiden sopimusten uskotaan automatisoivan valtaosa näistä manuaalisista prosesseista. Haastatteluissa tuli myös esiin se, että reaaliajassa toimiva selvitysjärjestelmä minimoi vastapuoliriskin. Haastateltava 1 ei usko lohkoketjuteknologian täysin korvaavan nykyisiä ekosysteemejä. Sen sijaan hän arvioi teknologian muuttavan taustalla toimivia prosesseja tehokkaammiksi tulemalla osaksi nykyisiä järjestelmiä vaiheittain.

Arvopaperikaupan arvioitiin olevan yksi keskeisistä osa-alueista, jonka toimintaa on mahdollista tehostaa lohkoketjuteknologian avulla. Nykyisiin prosesseihin liittyy vielä paljon manuaalista työtä ja useita osapuolia, jotka on mahdollista automatisoida ja poistaa lohkoketjuteknologian ja älykkäiden sopimusten avulla. Haastattelijien perusteella myös tokenisointi on merkittävässä roolissa tulevaisuuden arvopaperikaupassa.

Digitaalinen arvonsiirto ja omaisuuden digitalisointi

Haastateltujen perusteella yksi keskeisimpiä lohkoketjuteknologian tarjoamia hyötyjä finanssialalla on sen mahdollistama tehokas digitaalinen arvonsiirto ja kiinteän epäliikvidin omaisuuden muuttaminen digitaaliseen muotoon. Lohkoketjut mahdollistavat uusien digitaalisten omaisuusluokkien syntyminen. Haastateltavien mukaan lohkoketjuilla on

mahdollista digitalisoida esimerkiksi taulu, kiinteistö, elokuva tai arvopaperi, joka voidaan jakaa pieniin osiin eli tokeneihin.

Tokenit edustavat osuutta omistuksesta ja niillä on mahdollista käydä kauppaa. Omaisuuden digitalisointi ja jakaminen pieniin osiin luo mahdollisuuden niin sanottuihin mikroinvestointeihin. Mahdolliseksi tulee esimerkiksi sijoittaa taiteeseen, ilman että ostaisi koko taideteosta tai rahoittaa elokuvaa ja saada osa sen tuotoista. Tokenisoinnin myötä lohkoketjun päällä käytävä osakekauppa on merkittävästi nopeampaa, edullisempaa ja se lisää arvopaperien likviditeettiä. Haastateltavan 4 mukaan:

Kiinteän omaisuuden digitalisointi ja siirtyminen finanssi assetteihin laajentaa finanssialaa. Finanssi assetteihin vähitellen tavallaan siirtyy kiinteä omaisuus ja epälikvidit omaisuuserät. Voisi sanoa, että siitä voi tietyllä tavalla tulla finanssialan uusi renessanssi, kun oikeasti kokonaisallokaatio saadaan mukaan.

Identiteetin hallinta

Haastatteluissa nousi esiin digitaalinen identiteetti. Haastateltavan 2 mukaan, ennen kuin lohkoketjusovelluksia pystytään laajassa mittakaavassa tarjoamaan henkilöasiakkaille, tulee rakentaa digitaalisen identiteetin hallintajärjestelmä allekirjoitusten aitouden varmistamiseksi. Tähän tulee luoda yksi yhteinen infrastruktuuri, sillä jos tiedot ovat hajallaan useassa verkossa on sitä mahdotonta hallita. Haastateltavien mukaan digitaalinen identiteetti erityisesti helpottaisi asiakkaan tuntemis- ja rahanpesun estämisen prosesseja sekä estäisi identiteetti varkaudet kokonaan. Asiakas pystyisi esimerkiksi suoraan luovuttamaan itse palveluntarjoajalle omat henkilötiedot ja hallita niitä.

Haastateltava 3 arvioi ensimmäisten identiteettihallinta järjestelmien olevan terveydenhuoltoalalla esimerkiksi terveysdatan kerääminen. Tämä voi tapahtua hyvinkin nopeasti mahdollisten sosiaali- ja terveysalan palveluiden uudistumisen myötä. Suomessa kuitenkin on erittäin tiukat tietosuojasetukset, mikä saattaa hidastaa käyttöönottoa, vaikka itse järjestelmä olisi toimivaksi havaittu.

Haastateltavan 1 mukaan Virossa ollaan edelläkävijöitä, mitä digitaaliseen identiteettiin tulee. Heillä on jo käytössä eräänlainen digitaalinen identiteetti järjestelmä, jonka suojauksen taustalla toimii lohkoketjuteknologia. Ratkaisuja digitaaliseen identiteettiin ovat kehittäneet useat eri toimijat, joista asiantuntijat mainitsivat Sovrin säätiön, jonka tavoitteena on luoda itsevaltainen identiteetin hallintaverkko sekä Sitran IHAN hankkeen (International Human Account Network). Sitran ydinrooli on luoda edellytyksiä Suomen uudistumiselle sekä edistää talouden määrällistä ja laadullista kasvua. IHAN-hanke rahoittaa ja pyrkii edistämään erilaisia identiteettihallintajärjestelmiä. Enemmistö haastateltavista näki

digitaalisen identiteetti järjestelmän luomisen olevan valtion vastuulla, eikä niinkään esimerkiksi pankkien tai muiden finanssilaitosten.

Vakuutukset

Yksi finanssialan osa-alueista, jonka arveltiin muuttuvan ja hyötyvän lohkoketjuteknologiasta oli vakuutusliiketoiminta. Haastateltavan 2 mukaan vakuutukset perustuvat sopimuksiin ja sopimuksia hallitaan erilaisten vakuutustenhallintateknologioiden avulla. Haastateltavilla ei ollut syvällistä tietämystä vakuutusliiketoiminnasta, mutta olivat tietoisia, että lohkoketjuteknologia tarjoaa mahdollisuuksia esimerkiksi sopimustenhallintaan, korvauskäsittelyyn ja mahdollistaa uudenlaisten vakuutus tuotteiden luomisen. Lohkoketjuteknologian ja älykkäiden sopimusten arvioitiin olevan tulevaisuudessa keskeisessä roolissa myös vakuutusliiketoiminnassa. Haastateltavan 1 mukaan kun omaisuus ja vakuutus sopimukset on lohkoketjussa, pystytään korvauskäsittelyjen automatisointia lisätä entisestään.

Haastateltavan 1 mukaan vakuutus alalla yhteisten tietokantojen luominen vähentäisi petoksien määrää. Lohkoketjuun kerran tallennettua tietoa ei voi jälkikäteen muuttaa ja kaikki asianomaiset pääsevät sen tarkastamaan, joten jo kerran haettua korvausta ei pysty enää uudestaan hakemaan samasta tai toisestakaan vakuutusyhtiöstä. Haastattelussa nousi esiin myös yksilöllisten vakuutusten luominen. Haastateltavan 1 mukaan lohkoketjuun voi esimerkiksi kerätä asiakkaan terveystietoa erilaisten älylaitteiden avulla, joka määrittää sitten asiakkaan terveystietojen ja sen maksut.

Raportointi ja valvonnan tehostaminen

Haastateltavat näkivät lohkoketjuteknologian hyödyntämisen raportoinnin ja valvonnan tehostamisessa olevan kauempana tulevaisuudessa, eikä niin oleellista vielä tällä hetkellä. Lohkoketjujen ja hajautettujen tilikirjojen arvioitiin tarjoavan tulevaisuudessa mahdollisuuksia reaaliaikaiseen valvontaan ja raportointiin, sekä lisäävän prosessien läpinäkyvyyttä. Tärkeämpänä nähtiin esimerkiksi tarve kehittyneemmälle ohjelmistorobotiikalle tällä osa-alueella, ennen kuin pystytään siirtymään lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen.

Lohkoketjutyypit finanssialalla

Haastattelujen tulosten perusteella erilaiset lohkoketjut soveltuvat finanssialalle pitkälti sen käyttötarkoituksesta riippuen. Yksityisten eli luvanvaraisten lohkoketjujen arvioitiin soveltuvan finanssialan tarpeisiin parhaiten, jos asiaa tarkastellaan finanssialan instituutioiden näkökulmasta. Haastateltavan 3 mukaan finanssialan regulaatio on voimakasta ja yksityisyyden suoja keskeisessä roolissa, jonka takia yksityiset lohkoketjut ja hajautetut tilikirjat soveltuvat julkisia paremmin finanssialalle. Julkisilla lohkoketjuilla on omat hyötynsä ja tarkoitukset, mihin ne soveltuvat paremmin. Asiantuntijat eivät kuitenkaan sulje pois

kokonaan mahdollisuutta julkisten lohkoketjujen soveltamiseen finanssialalla tulevaisuudessa, kun teknologia kehittyy. Haastateltavan 2 mukaan esteenä julkisten lohkoketjujen käytölle on osittain teknologia itse. Julkiset lohkoketjut ovat huomattavasti yksityisiä hiitaampia, eikä niissä esimerkiksi ole mahdollista tällä hetkellä käsitellä tuhansia tapahtumia sekunnissa. Yksityiset lohkoketjut pystyvät luomaan konsensuksen huomattavasti nopeammin kuin julkiset lohkoketjut. Tämä mahdollistaa niiden käytön suuren tapahtumamäärän prosesseissa kuten arvopaperi kaupassa.

Haastatteluissa nousi esiin mahdollisuus julkisten lohkoketjujen hyödyntämisestä identiteetin hallinnassa ja digitaalisen identiteetin luomisessa, jota esimerkiksi pankit voisivat hyödyntää asiakkaiden tunnistamiseen. Digitaalisen identiteetti järjestelmän taustalle soveltuisi puolestaan julkinen lohkoketju yksityistä paremmin, koska silloin identiteetit ei olisi minkään tietyn tahon hallinnassa.

4.2.2 Haasteet ja riskit

Valtaosa asiantuntijoista piti keskeisenä haasteena finanssialaa itsessään ja siihen liittyvää sääntelyä. Ongelmallista on saada lohkoketjuteknologialle riittävät ja laajat sovitut standardit, jotta teknologiaa pystytään niiden puitteissa käytännössä hyödyntämään. Nykyiset lait ja säännökset saattavat olla ristiriidassa teknologian kanssa, ja niitä pitää muuttaa tai tarkentaa ennen lohkoketjujen käyttöönottoa.

Haastateltava 2 piti haasteena erityisesti osaamisen puutetta. Myös muut haastateltavista olivat kuulleet, että lohkoketju osaajille on kysyntää. Asiantuntijan mukaan todellisia innovatiivisia koodareita ei ole tarpeeksi, jotka pystyisivät viemää teknologian kehitystä halutulla nopeudella eteenpäin. Osaajia löytyy, mutta niiden rajallinen määrä rajoittaa myös teknologian kehityksen nopeutta. Haastateltavan 2 mukaan:

Järjestelmiä suunnitellaan ja niistä kehitetään proof-of-concepteja, mutta ei oo tarpeeksi tekijöitä ketkä voisi laittaa ne toimimaan käytännössä.

Itse teknologiaan liittyvät haasteet ovat asiantuntijoiden mukaan läsnä tietyillä osa-alueilla. Esimerkkeinä he mainitsivat identiteetin hallintajärjestelmät ja lohkoketjuteknologian hyödyntämisen raportoinnin ja valvonnan välineenä. Intressi- ja asennehaasteita ei pidetty kovin merkittävinä. Yleisesti ottaen asiantuntijoiden mukaan valtaosa ihmisistä saattaa linkittää vielä lohkoketjut negatiivisesti virtuaalivaluuttoihin tai huijauksiin. Ammattilaisten keskuudessa tietämys kasvaa koko ajan asteittain, eikä sen koeta olevan merkittävä haaste teknologian kehityksen kannalta.

Haastateltavien mukaan itse lohkoketjuteknologiaan ei sisälly merkittäviä riskejä. Haastateltavan 4 mukaan:

Lohkoketjuissa itsessään ei oo mitään sellaista pahaakaan mikä pitäisi kitkeä tai että se itessään aiheuttaisi jotain ongelmaa, vaan sillä on välinearvo ja sitä täytyy tiettyjen pelisääntöjen mukaan käyttää ja valvoa.

Teknologian kehitystä ja käyttöä tulee valvoa, ettei huolimaton kehitys tai ylläpito synnytä riskejä. Tämä pätee käytännössä kaikkiin uusiin teknologioihin. Uusissa teknologioissa on aina omat riskinsä, kuten miten hyvin se menestyy ja saadaanko siitä haettu hyöty irti. Monesti uusiin teknologioihin liittyy alkuun suuret odotukset, mutta todellisuus selviää vasta teknologian kehityksen myötä. Haastateltava 2 arvioi että:

Lohkoketjuteknologian odotukset on lähtenyt ikään kuin sivuraiteille. Lohkoketjuja yritetään hyödyntää joka paikassa ja odotetaan ratkovan kaikkennäköisiä ongelmia. Todelliset käyttömahdollisuudet ovat huomattavasti pienemmät, mitä siltä odotetaan.

Haastateltavien 2 ja 1 mukaan lohkoketjuteknologiaan liittyy samat riskit kuin mihin tahansa muuhunkin uuteen teknologiaan. Yhtenä riskinä pidetään investointiriskiä. Aina on mahdollista, että investointilaskelmissa on oltu liian optimistisia ja investoinnit eivät maksa itseään takaisin arvioidussa ajassa. Uusissa teknologioissa on riskinä myös se, että kehitetään vielä parempi, korvaava teknologia. Myös nykyiset järjestelmät saattavat kehittyä ja tehdä paikoin uuden teknologian tarpeettomaksi. Haastatteluissa nousi esiin esimerkiksi riski siitä, että nykyisiä maksuliikenteen järjestelmiä kehitetään toimimaan tehokkaammin. Tästä esimerkkinä aikaisemmin mainittiin uusi SEPA-pikasiirto. Haastateltavan 3 mukaan perinteisten maksuliikennejärjestelmien kehittymisestä on ollut viitteitä myös kansainvälisten maksujen puolella. Tämä tarkoittaisi sitä, että jos nykyiset järjestelmät kehitetään toimimaan nopeammin ja kustannustehokkaammin, voi lohkoketjuteknologian tarjoamat hyödyt maksuliikenne puolella jäädä pieniksi. Tässä piilee investointiriski erityisesti niillä, jotka ovat investoineet lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen maksuliikenteessä.

Haastateltavan 2 mukaan tietoturvariski on myös läsnä uusissa teknologioissa. Uusia järjestelmiä tulee huolella testata ennen julkaisua, ettei tietoturvaan jää aukkoja hakkereille. Asiantuntijat pitävät itse lohkoketjujen suojausta erittäin vahvana, mutta monesti henkilön ja itse teknologian väliin tarvitaan jonkinlainen käyttöliittymä. Jos lohkoketjun rajapinnassa toimivan sovelluksen suojaus on heikko, pääsevät hakkerit käsiksi sitä kautta myös lohkoketjun dataan.

Haastatteluissa nousi esiin ongelma lohkoketjun käyttämiseen. Tällä hetkellä esimerkiksi virtuaalivaluutat toimivat yksityisillä avaimilla, joiden avulla pääsee tarkastamaan ja

tekemään muutoksia omiin lohkoketjuun taltioituihin tietoihin. Kadonneiden pankkitunnusten tilalle, saa helposti uudet ja vanhat pystytään mitätöimään. Haastateltavan 3 mukaan yksityiset avaimet ovat oma riskinsä, niiden tämän hetkiselällä toimintatavalla. Yksityisen avaimen joutuminen väärin käsiin voi tarkoittaa varojen menettämistä lopullisesti. Uutta ei saa kadonneen tilalle ja varas voi viedä kaikki varat. Haastateltavan mukaan tämä on yksi syistä, miksi esimerkiksi nykyisellään virtuaalivaluutat eivät sovellu koko kansan maksuvälineeksi. Monelle on liian suuri riski, että varat ovat yhden tunnuksen takana, jonka häviämisen myötä menisi myös siihen liitetyt varat. Sama riski liittyy myös esimerkiksi paljon puhuttuun digitaaliseen identiteettiin. Tietosuojaariskin toteutuminen vaarantaisi kaiken yksilöön liittyvän tiedon. Haastateltava 3 arvioi kuitenkin, että ennen suurelle yleisölle suunnattuja sovelluksia tullaan varmasti löytämään ratkaisun näihin ongelmiin.

Haastateltava 2 toi esiin riskin älykkäisiin sopimuksiin liittyen:

Älykkäät sopimukset tekevät sen mitä ne on koodattu tekemään, eikä mitään muuta.

Näin ollen virhe koodissa voi sopimuksesta riippuen luoda suurenkin riskin. Hän uskoo, että alalle tulee standardisopimuksia koodeihin liittyen. Taustalla tulee olla hallintomalli, jossa on määritetty tahot, ketkä ovat vastuussa mahdollisista virheistä.

4.2.3 Lohkoketjuteknologian tulevaisuus finanssialalla

Haastateltujen asiantuntijoiden näkemykset olivat hieman erilaiset siitä, millä aikavälillä nähdään konkreettisia lohkoketjusovelluksia ja hyödyntämistä laajemmassa mittakaavassa. Vastausten perusteella muodostettuna arviona voidaan pitää, että seuraavan 1-5 vuoden aikana tullaan finanssialalla näkemään erilaisia lohkoketjuteknologiaa hyödyntäviä sovelluksia ja järjestelmiä. Edellisvuosina on pääasiassa nähty uusia konsepteja ja prototyypppejä. Nyt seuraavan parin vuoden aikana nähdään uusia pilottihankkeita ja ensimmäiset käytännön sovellukset. Tällä hetkellä löytyy jo joitain käytännön sovelluksia, mutta laajamittainen käyttöönotto vie vielä vuosia. Haastateltava 3 kertoi esimerkkinä vuoden 2018 lopussa Suomessa tehdystä ensimmäisestä digitaalisesta asuntokaupasta lohkoketjuteknologian avulla. Digitaalisten asuntokauppojen määrän odotetaan kasvavan seuraavien vuosien aikana asuntokauppariikinoilla. Asiantuntijat uskovat, että myös muilla aloilla nähdään lohkoketjupohjaisten sovellusten lisääntyvä käyttöönotto seuraavien vuosien aikana.

Haastateltavien mielestä lohkoketjuteknologiasta on niin yksilö kuin yhteiskuntatasolla hyötyä, koska se tekee nykyisistä prosesseista tehokkaampia ja vapauttaa resursseja muualle. Haastateltava 1 kuitenkin huomautti, että on tahoja, kenen etujen mukaista tämä ei välttämättä ole ja siksi pyrkivät sitä vastustamaan. Hänen mukaan:

Uusien innovaatioiden markkinoille tuomisessa on aina se haaste, että ne jotka harjoittaa liiketoimintaa, mikä hyötyy tästä markkinoiden kitkasta, tulevat vastustamaan muutosta jos he eivät itse ole uudistumiskykyisiä. Muuten se on suoraan pois niiden tuloksesta.

Lohkoketjuteknologia poistaa lukuisista erilaisista prosesseista tarpeen kolmannelle osapuolelle ja siten vaikuttaa moniin eri toimijoihin. Tällaisilta toimijoilta on siis odotettavissa uudistumisen vastustusta. Monet kuitenkin pyrkivät kääntämään muutoksen omaksi edukseen.

Haastateltavien näkemykset finanssialan yhteenliittymien ja verkostojen merkityksestä lohkoketjuteknologian kehityksen kannalta oli yhteneväisiä. Näillä nähtiin olevan keskeinen rooli teknologian eteenpäin viemisen ja käytännön sovellusten luomisen kannalta. Yleisenä mielipiteenä oli, että yksittäisen toimijan ei kannata tehdä kehitystyötä yksin. Oleellisena pidettiin useiden alan toimijoiden työskentelyä yhdessä uusien käytäntöjen ja järjestelmien luomiseksi.

4.3 Johtopäätökset

Ensimmäisellä tutkimuskysymyksellä pyrittiin löytämään vastaus siihen, miten lohkoketjuteknologiaa voidaan hyödyntää finanssialalla. Seuraavan sivun taulukkoon 3 on kerätty tutkimuksen johtopäätökset teemojen ja niiden apukysymysten mukaan. Tutkimustulosten perusteella lohkoketjuteknologia on yksi tämän hetken merkittävimmistä teknologioista ja sen keskeisimpiä ominaisuuksia on digitaalinen arvonsiirto, omaisuuden digitalisointi, hajautettujen yhteisten tietokantojen luominen ja erilaisten prosessien automatisointi älykkäiden sopimusten avulla.

Taulukko 3 Tutkimuksen johtopäätökset

Teemat ja apukysymykset	Johtopäätökset
Lohkoketjuteknologian merkitys	<ul style="list-style-type: none"> • Suuri • Yksi vuosituhanen merkittävimmistä teknologioista
Teema I Lohkoketjuteknologian keskeisimmät hyödyt ja ominaisuudet	<ul style="list-style-type: none"> • Digitaalinen arvonsiirto ja omaisuuden digitalisointi • Hajautettujen yhteisten tietokantojen luominen • Älykkäät sopimukset ja automatisointi tehostuminen
Lohkoketjuteknologian merkitys finanssialalla	<ul style="list-style-type: none"> • Suuri • Finanssialan uusi aikakausi
Finanssialan osa-alueet missä lohkaketjuteknologia tarjoaa merkittäviä hyötyjä	<ul style="list-style-type: none"> • Arvopaperi- ja johdannaiskauppa • Kansainvälinen maksuliikenne (sisäiset maksuliikenne järjestelmät) • Asuntokauppa • Vakuutukset • Digitaalisen identiteetin kautta tehokkaampi asiakkaan tuntemis- ja rahanpesun estämisen prosessit
Teema II Lohkoketjutyypin soveltuminen finanssialalle	<ul style="list-style-type: none"> • Ensisijaisesti yksityiset lohkaketjut ja hajautetut tilikirjat • Julkiset lohkaketjut käyttötarkoituksesta riippuen
Yhteenliittymien merkitys teknologian kehitykselle	<ul style="list-style-type: none"> • Suuri
Teknologian vaikutus asiakkaisiin, tuotteisiin ja palveluihin	<ul style="list-style-type: none"> • Pienemmät kulut • Nopeammat palvelut • Uusia yksilöllisiä tuotteita ja palveluja
Lohkoketjuteknologian käyttöönotto finanssialalla	<ul style="list-style-type: none"> • 1-5 vuotta
Teema III Haasteet	<ul style="list-style-type: none"> • Lainsäädäntö ja regulaatio • Osaamisen puute • Teknologiset haasteet
Riskit	<ul style="list-style-type: none"> • Uusiin teknologioihin liittyvät riskit kuten suuret odotukset, teknologian kehittymättömyys ja investointiriski

Lohkoketjuteknologia merkitys on myös finanssialalla suuri ja se tarjoaa hyödyntämismahdollisuuksia usealla eri osa-alueella. Empiirisen tutkimuksen tulokset ovat täten yhteneviä teoriassa esitettyjen näkemysten kanssa siitä, että finanssialalla on mahdollista hyödyntää lohkoketjuteknologiaa usealla eri tavalla. Lohkoketjuteknologian keskeisimpänä hyötynä finanssialalle on älykkäiden sopimusten tuoma automatisaatio eri prosesseihin sekä omaisuuden digitalisointia. Tätä tukee myös tutkimuksen teoriaosuus. Älykkäiden sopimusten todettiin mahdollistavan lohkoketjuteknologian avulla monien prosessien automatisoinnin, sekä poistavan tarpeen välikäsille ja useille manuaalisille työtehtäville. Teoriassa esitettiin esimerkiksi älykkäiden sopimusten nopeuttavan asunto- ja arvopaperikauppaa, automatisoimalla eri prosesseja. Tutkimuksen perusteella voi erityisesti arvopaperikaupan odottaa muuttuvan lohkoketjuteknologia sovellusten myötä. Lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä asuntokaupassa löytyy puolestaan jo käytännön esimerkkejä ja sen käytön voi odottaa laajenevan lähitulevaisuudessa.

Tutkimuksen empiirisessä osassa digitaalinen arvonsiirto ja omaisuuden digitalisointi sai suuremman painoarvon kuin teoriassa. Sen arvioitiin laajentavan finanssialan toimintaa uusien digitaalisten omaisuusluokkien myötä ja mahdollisesti vievän finanssialan uudelle aikakaudelle. Myös lohkoketjuteknologian mahdollistamien yhteisten tietokantojen merkitys nähtiin suurena.

Tutkimustulosten ja teorian pohjalta lohkoketjuteknologia tarjoaa hyötyjä maksuliikenteen osalta lähinnä kansainvälisiin maksuihin. Maan rajojen sisäisillä tapahtuvan maksamisen ei empiirisen tutkimuksen mukaan arvioida muuttuvan, vaan odotetaan enemmän nykyisten maksuliikenteen järjestelmien kehittyvän. Kehitteillä on useita erilaisia hankkeita perinteisen kansainvälisen maksamisen korvaamiseksi. Yhteisinä piirteinä näillä hankkeilla on lohkoketjussa toimiva digitaalinen raha, jolla pankit siirtäisivät arvoa reaaliajassa toistensa välillä. Monet näistä hankkeista on vielä testivaiheessa, mutta niillä saatavat kustannussäästöt on arvioitu merkittäviksi. Tutkimuksen empiirisessä osuudessa nousi kuitenkin esiin mahdollisuus siitä, että nykyiset kansainvälisten maksujen järjestelmät kehittyvät ja näin ollen lohkoketjuteknologian tuoma lisäarvo jää vähäiseksi. Investoinnit lohkoketjuteknologian hyödyntämiseksi kansainvälisessä maksuliikenteessä ovat olleet merkittävät. Tällä hetkellä ei pystytä sanomaan tuleeko lohkoketjuteknologia korvaamaan perinteiset järjestelmät, vai onnistuuko nykyisten järjestelmien kehitys, jolloin tarvetta lohkoketju pohjaisille ratkaisuille ei ole. Lohkoketjujen nähtiin toimivan enemmän pankkien omissa sisäisissä maksuliikennejärjestelmissä, joista löytyi jo käytännön esimerkkejä.

Vakuutusliiketoiminta on yksi finanssialan osa-alueista ja sillä on omat mahdollisuudet hyödyntää lohkoketjuteknologiaa. Keskeisimpiä keinoja ovat vakuutuslomakkeiden hallinta,

korvauskäsittely ja uudenlaiset vakuutus tuotteet. Tutkimuksen teoria ja empiirinen osuus tukevat sitä, että älykkäät sopimukset ovat keskeisessä roolissa myös vakuutusyhtiöissä. Hyötyjen arveltiin näkyvän erityisesti prosessien nopeutumisena ja kustannusten laskuna, jota tukee myös tutkimuksen teoria.

Lohkoketjuteknologian mahdollistama uudenlainen identiteetinhallinta on keskeisessä roolissa finanssialalla sekä yhteiskunnallisella tasolla. Finanssialalla vaikutuksia on erityisesti asiakkaan tuntemisen ja rahanpesun estämisen prosesseihin. Digitaalisen identiteettijärjestelmän luomisen ei kuitenkaan nähty olevan finanssialalla toimivien tehtävänä, vaan järjestelmän luomisesta tulee vastata valtio.

Lohkoketjuteknologian ei nähty lähitulevaisuudessa olevan merkittävä osa raportointia ja valvonnan tehostamista. Lohkoketjut eivät vielä teknisiltä ominaisuuksiltaan sovellu raportoinnin ja valvonnan työkaluksi, mutta mahdollisuutta niiden hyödyntämisestä ei poissuljeta täysin. Tärkeämpänä nähtiin nykyisten järjestelmien kehittäminen, ennen lohkoketjuteknologian hyödyntämistä. Tätä tukee osittain tutkimuksen teoria, jossa Euroopan arvopaperimarkkinaviranomaisen (ESMA 2017) mukaan lohkoketjuja ei ole alun perin luotu raportoinnin ja riskienhallinnan työkaluksi. Heidän mukaan lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen tällä osa-alueella liittyy myös paljon erilaisia haasteita.

Teoriassa arvioitiin yksityisten lohkoketjujen ja hajautettujen tilikirjojen soveltuvan pääasiassa finanssialalle. Tätä ajatusta tuki myös saadut tutkimustulokset, vaikka mahdollisena pidettiin myös paikoin julkisten lohkoketjujen hyödyntämistä. Julkiset lohkoketjut eivät kuitenkaan nykyisellään sovellu finanssialalla hyödynnettäviksi, koska niiden transaktio nopeudet eivät ole riittävät ja ne eivät täytä finanssialan sääntelyn vaatimuksia. Julkisille lohkoketjuille voi kuitenkin löytyä käyttöä tietyiltä osa-alueilta kuten identiteetinhallinnasta. Yksityisiä lohkoketjuja voidaan muovata sääntelyn mukaisiksi ja ne ovat merkittävästi nopeampia. Erityisesti yksityisyyden suoja ja lohkoketjun yleinen hallinta on paremmin toteutettavissa yksityisissä lohkoketjuissa.

Tutkimustulosten ja teorian mukaan pankit sekä muut toimijat tulevat yhdessä muodostamaan yksityisiä lohkoketjuverkostoja. Finanssilaitosten ei ole kannattavaa kehittää omia lohkoketjuja, niiden suurten kustannusten ja teknologian osaamistarpeen takia. Yhteenliittymien ja erilaisten verkostojen merkitys on suuri lohkoketjuteknologian kehityksen kannalta. Finanssilaitosten on kannattavampaa ja tehokkaampaa yhdessä erilaisten hankkeiden kautta kehittää teknologiaa luoden samalla edellytyksiä sen hyödyntämiselle käytännössä. Johtopäätöksenä tutkimustulosten perusteena voidaan pitää, että seuraavan viiden vuoden aikana finanssialalla nähdään yhä enemmän käytännön lohkoketjusovelluksia.

Toisella päätutkimuskysymyksellä pyrittiin kartoittamaan riskejä ja haasteita, jotka liittyvät lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen finanssialalla. Teoriaosuudessa nämä jaoteltiin teknologisiin-, osaamis-, lainsäädännöllisiin-, intressi- ja asennehaasteisiin. Asiantuntijat painottivat haasteita eri tavalla. Johtopäätöksenä voidaan kuitenkin pitää, että keskeisimmät haasteet liittyvät finanssialan lainsäädäntöön ja regulaatioon. Haasteena on saada riittävän laajat standardit, joiden puitteissa teknologiaa voidaan finanssialalla hyödyntää. Lainsäädännön muuttaminen tai paikoin tarvittavat tarkennukset vievät aikaa, mikä puolestaan voi hidastaa teknologiaan käyttöönottoa.

Yhtenä haasteena nähtiin osaajien puute. Tähän osa haastateltavista ei kuitenkaan osannut suoraan ottaa kantaa, vaikka olivat kuulleet lohkoketju osaajien kysynnän oleva kova. Johtopäätöksenä voidaan kuitenkin teorian ja saatujen tulosten pohjalta pitää että, uusia ammattitaitoisia osaajia ei ole tarpeeksi, jotka pystyvät luomaan haluttuja lohkoketjusoveluksia. Rajallinen määrä osaajia rajoittaa itse teknologian kehitystä ja leviämistä. Itse teknologiset haasteet ovat läsnä finanssialan tietyillä osa-alueilla, joissa se hidastaa kehitystyötä. Saatujen tulosten perusteella intressi- ja asennehaasteet ovat olemassa, mutta niiden merkitys on vähäinen.

Tutkimustulosten mukaan itse lohkoketjuteknologiaan ei liity merkittäviä riskejä. Riskejä voi kuitenkin syntyä, jos kehityksen ja käytön valvonta ei ole riittävää. Lohkoketjuteknologiaan liittyy myös samat riskit kuin mihin tahansa uuteen teknologiaan. Uuden teknologian riskit liittyvät yleensä teknologian menestymiseen ja saadaanko sillä tavoiteltu hyöty irti. Uusiin teknologioihin liittyy alkuun aina suuret odotukset. Asetettuihin odotuksiin ei välttämättä kyetä kuitenkaan vastaamaan, kun teoriasta siirrytään käytäntöön. Tällöin riskinä on, ettei lohkoketjuteknologia pysty lunastamaan lupaustaan ja tavoiteltu hyöty jää odotettua pienemmäksi.

Tutkimustuloksista tuli esiin riski lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä maksuliikenteessä. On mahdollista, että nykyisiä järjestelmiä kehitetään toimimaan nopeammin ja paremmin, jolloin tarvetta uudelle teknologialle ei ole. Haastattelutulosten mukaan perinteiset maksuliikenne järjestelmät kehittyvät ja näin ollen lohkoketjuteknologian tarjoama lisäarvo tällä osa-alueella mahdollisesti pienenee. Tässä piilee investointiriski niillä, jotka ovat investoineet lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen maksuliikenteessä. Tämä riski ei ollut noussut esiin lainkaan tutkimuksen teoriaosuudessa.

Toinen esiin noussut riski liittyi älykkäisiin sopimuksiin ja niiden koodiin. Virhe koodissa voi aiheuttaa sopimuksen toiminnan odottamattomalla tavalla. Keskitettyyn identiteetin hallintajärjestelmään liittyy myös omat riskinsä. Jos henkilöiden identiteetit ja kaikki tiedot ovat samassa järjestelmässä, voi riskin vaikutus sen toteutuessa olla merkittävä. Vaikka itse

lohkoketjuja pidetään lähes immuuneina tietoturva- ja tietosuojariskeille, niin nekin tarvitsevat käyttöliittymän, joka toimii lohkoketjun ja sen käyttäjän rajapinnassa. Käyttöliittymän suojauksen peittäessä voi tietoturvariski toteutua. Suurin osa riskeistä on kuitenkin hallittavissa erilaisin tietoteknisin keinoin. Standardisopimuksilla voidaan esimerkiksi varmistaa koodin laatu ja minimoida mahdollisuus koodivirheille, ja tälläkin hetkellä arkaluonteista tietoa on perinteisten käyttöliittymien takana.

4.4 Tutkimuksen validiteetin ja reliabiliteetin arviointi

Luotettavuuden arviointi on tärkeä osa jokaista tieteellistä tutkimusta. Tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan validiteetin ja reliabiliteetin avulla. Validiteetti kertoo, onko tutkimus pätevä ja onko siinä saadut tulokset luotettavia ja tutkimuksen kannalta oikeita. Kvalitatiivisesta tutkimuksesta puhuttaessa validiteetti on keskeisemmässä roolissa kuin reliabiliteetti. Tutkimuksen validiteettia pidetään hyvänä, kun tutkimuksen kohderyhmä ja kysymykset ovat oikeat. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, 24–25.)

Haastateltavat asiantuntijat valittiin huolella tutkimuksen validiteettia silmällä pitäen. Haastateltavien ammatillinen tausta ja työhistoria huomioiden, voidaan heitä pitää tutkimuksen kannalta oikeana kohderyhmänä ja heiltä saatuja vastauksia luotettavina. Yhdellä haastateltavista ei ollut ammatillista kokemusta lohkoketjuteknologiasta, mutta hänellä kuitenkin oli laaja tietämys aihealueesta. Haastattelurunko oli laadittu siten, että haastattelut antaisivat mahdollisimman kattavat vastaukset tutkimuskysymyksiin. Haastattelurunko toimi hyvin ja haastatteluista saaduilla vastauksilla pystyttiin vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Haastatteluissa poikettiin hieman haastattelurungosta ja kysymysten järjestyksestä, mutta tämä huomioitiin tutkimustulosten analysoinnin vaiheessa. Haastattelut litteroitiin ja vastaukset järjestettiin aihealueittain. Tulosten analysoinnissa kaikki tutkimuksen kannalta epäoleellinen tieto poistettiin ja keskityttiin tutkimuskysymyksiin.

Reliabiliteetti ilmaisee sen, miten luotettavasti ja toistettavasti käytetty tutkimusmenetelmä mittaa haluttua ilmiötä (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009, 26). Tutkimuksen otanta oli melko pieni, mikä vaikuttaa heikentävästi tutkimuksen luotettavuuteen. Pienen otannan takia yksikin erilainen näkemys, antaa suuren painoarvon saaduissa tuloksissa. Haastatteluissa asiantuntijoilta saadut vastaukset ja mielipiteet olivat kuitenkin erittäin yhdenmukaisia, muutamia yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta. Haastateltavat valittiin huolella tarkoin kriteerein, jotta tutkimukseen saataisiin mahdollisimman ammattitaitoisia henkilöitä vastaamaan kysymyksiin. Näin ollen voi olettaa, että tässä tutkimuksessa saadut tulokset ovat toistettavissa pienestä otannasta huolimatta. Mikäli tutkimus toistettaisiin, voisi vastausten olettaa olevan samanlaisia. Se miten niitä painotetaan voisi kuitenkin vaihdella.

5 YHTEENVETO

Lohkoketjuteknologia on viime vuosina ollut paljon otsikoissa virtuaalivaluuttojen suosion kasvun myötä. On kuitenkin huomattu, että lohkoketjuteknologian käyttötarkoitus ei rajoitu virtuaalisten kolikoiden siirtoon internetissä. Lohkoketjuteknologia mahdollistaa laajojen hajautettujen tietokantojen luomisen, omaisuuden digitalisoinnin, poistaa paikoin tarpeen keskushallinnolle ja älykkäiden sopimusten avulla luo uusia mahdollisuuksia erilaisien prosessien automatisointiin. Lohkoketjuteknologia pohjaisia sovelluksia kehitetään lähes kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla ja sille on asetettu suuret odotukset. Teknologiaa pidetään yhtenä vuosituhaten merkittävimmistä ja verrattavissa internettiin.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuuksia finanssialalla. Tutkimuskysymyksiä oli miten lohkoketjuteknologiaa voi hyödyntää finanssialalla, sekä mitä haasteita ja riskejä siihen mahdollisesti liittyy. Opinnäytetyön ensimmäisessä teoriaosuudessa selvitettiin lohkoketjuteknologian toimintaa, ominaisuuksia, historiaa, sekä siihen liittyviä haasteita ja riskejä. Teorian toinen osuus käsitteli lohkoketjuteknologian hyödyntämistä finanssialan eri osa-alueilla. Teoriaosuuden tarkoituksena oli luoda tietopohja lohkoketjuteknologian toiminnasta, haasteista, riskeistä ja sen erilaisista käyttömahdollisuuksista finanssialalla, jonka avulla empiriaosan tuloksia voi verrata teoriaan.

Tutkimuksen empiirinen osuus toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena. Tiedonkeruumenetelmänä käytettiin haastattelua, joka on tyypillinen tiedonkeruumenetelmä kvalitatiivisille tutkimuksille. Haastattelu toteutettiin teemahaastatteluna, johon valittiin neljä finanssialan ja lohkoketjuteknologian asiantuntijaa. Haastatteluissa käsitellyt teemat olivat lohkoketjuteknologia ja sen ominaisuudet, lohkoketjuteknologia finanssialalla sekä lohkoketjuteknologiaan liittyvät haasteet ja riskit. Haastatteluiden tukena käytettiin liitteenä 1 olevaa haastattelurunkoa, johon oli laadittu avuksi apukysymyksiä.

Tutkimuksessa onnistuttiin saamaan vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tutkimustuloksista kävi ilmi, että lohkoketjuteknologia on yksi tämän hetken merkittävimmistä teknologioista ja se tulee olemaan keskeisessä roolissa finanssialan muutoksissa. Lohkoketjuteknologialla on mahdollista merkittävästi nopeuttaa monia nykyisiä finanssialan prosesseja ja transaktioita, sekä laskea kustannuksia. Sen arvioidaan omaisuuden digitalisoinnin myötä muuttavan ja laajentavan finanssialan toimintaa. Keskeisenä ominaisuutena tulee myös olemaan yhteiset hajautetut tietokannat. Toimivista käytännön lohkoketjusovelluksista löytyy jo esimerkkejä, mutta teknologian laajamittainen käyttöönotto vie vielä vuosia. Käyttöönottoa hidastavat haasteet ovat erityisesti finanssialan voimakas sääntely, teknologian kehittymättömyys ja osaajien puute. Itse teknologia ei sisällä merkittäviä riskejä, muutamia

yksittäisiä teknologiasia ja uusiin teknologioihin liittyviä riskejä lukuun ottamatta. Näiden riskien arvioidaan poistuvan teknologian kehityksen myötä.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan todeta, että lohkoketjuteknologialle löytyy finanssialalta useita eri osa-alueita missä sitä voitaisiin hyödyntää. Näistä osa-alueista olisi hyvä tehdä omia tarkentavia jatkotutkimuksia. Erityisesti lohkoketjuteknologian hyödyntäminen arvopaperikaupassa olisi hyvä aihe jatkotutkimukselle. Tästä aiheesta ei ole tehty tutkimuksia, jotka sisältäisivät ajan tasalla olevaa tietoa. Myös eri omaisuusluokkien digitalisointi ja tokenisointi olisi hyvä jatkotutkimusaihe.

Lohkoketjuteknologia tarjoaa merkittäviä parannuksia finanssialan nykyisiin erilaisiin selvitysprosesseihin. Tätä osa-aluetta on vain vähän tutkittu ja mahdollisuudet aiheen jatkotutkimuksille ovat hyvät. Lisäksi lohkoketjuteknologia identiteetinhallinnassa sopii hyvin jatkotutkimusaiheeksi. Tutkimuksia lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä vakuutusliiketoiminnassa on jo tehty viime aikoina, joten se ei sovellu jatkotutkimusaiheeksi tässä vaiheessa.

Lohkoketjuteknologia kehittyy hyvin nopeasti ja sen myötä myös tutkimukset ja niiden sisältämä tieto vanhenevat nopeasti. Tilanne voi olla täysin toinen kahden vuoden kuluttua, ja myös tämän tutkimuksen aihe voi jo muutaman vuoden päästä soveltua erinomaisesti jatkotutkimusaiheeksi. Jo pelkästään opinnäytetyön teon aikana tapahtui merkittäviä edistysaskelia. Jatkotutkimus voisi esimerkiksi tarkastella, mitä lohkoketjuteknologialta odotettiin alussa sen tullessa finanssialalle ja miten nämä odotukset lopulta toteutuivat.

Opinnäytetyön aihepiiri varmistui kesällä 2018, josta sen työsti jatkui kevään 2019 loppuun. Aikaisempi tietoni lohkoketjuista perustui lähinnä virtuaalivaluuttoihin, jotka olivat herättäneet mielenkiinnon kyseistä teknologiaa kohtaan. Olen suuntautunut opinnoissani finanssialaan ja työskentelen tällä hetkellä pankissa. Valitsin aiheen, koska koin sen ajankohtaisena ja kiinnostavana. Aihe osoittautui haastavaksi, mutta erittäin mielenkiintoiseksi ja koin tutkimuksen tekemisen antoisaksi. Erityisesti tutkimuksen teoriaosuus oli työläs, koska lähteet olivat pääasiassa englanniksi, käsitteistö teknistä ja monille sanoille ei vielä ole Suomessa vakiintuneita termejä, joka hidasti kääntämistä. Myös empiirisen tutkimuksen toteutus oli haastavaa, koska haastateltavaksi sopivia henkilöitä ei Suomessa ole paljoja ja monet heistä osoittautuivat erittäin kiireisiksi. Lisäksi mahdollisimman laajan kuvan saamiseksi halusin haastateltavien omaavan erilaiset työnkuvat finanssialan ja lohkoketjuteknologian näkökulmasta. Tutkimuksen kohderyhmä olisi voinut olla vieläkin laajempi, mutta olen tyytyväinen, että sain näinkin monta asiantuntijaa haastateltavaksi.

Tutkimuksen aihe osoittautui varsin laajaksi, jonka takia monien aiheiden käsittely jäi vain pintapuoliseksi raapaisuksi. Teorian kirjoittamiseen olisin voinut tehdä paremman

suunnitelman, koska nyt jouduin reilusti karsimaan tekstiä, kun kokonaisuus meinasi levitä liian laajaksi. Tämä osaltaan vei suuren määrän aikaa ja viivästytti työn valmistumista. Koen kuitenkin opinnäytetyön lopputuloksen antavan hyvän ja laajan kuvan lohkoketjuteknologiasta, sen toiminnasta, mitä mahdollisuuksia se finanssialalle tuo sekä mitä haasteita ja riskejä on hyvä huomioida. Opinnäytetyö prosessi opetti minulle todella paljon uutta lohkoketjuteknologiasta, sen hyödyntämisestä finanssialalla sekä omasta työskentelystäni.

LÄHTEET

Painetut lähteet

Drescher, D. 2017. Blockchain basics: a non-technical introduction in 25 steps. Frankfurt: Apress.

Böhme, R. & Okamoto, T. 2015. Financial cryptography and data security. San Juan. Springer.

Hagström, L. & Dahlquist, O. 2017. Scaling blockchain for the energy sector. Uppsala: Uppsala Universitet

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Knüpfer, S. & Puttonen, V. 2018. Moderni rahoitus. Helsinki: Alma Talent.

Honkanen, P. 2017. Lohkoketjuteknologian lupaus. Helsinki: Yrkeshögskolan Arcada, Institutionen för kultur och kommunikation.

Kückelhaus, M. & Chung, G. 2018. Blockchain in logistics: Perspectives on the upcoming impact of blockchain technology and use cases for the logistics industry. Troisdorf: DHL Customer Solutions & Innovation.

Mougayar, W. 2016. The Business Blockchain: Promise, Practice and Application of Next Internet Technology. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2009. Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto.

Swan, M. 2015. Blockchain: Blueprint for a new economy. Kalifornia: O'Reilly Media, Inc.

Shbair, W., Steichen, M. Francois, J. & State, R. 2018. Blockchain Orchestration and Experimentation Framework: A Case Study of KYC. Luxemburg: University of Luxemburg.

Tapscott, D. & Tapscott, A. 2016. Blockchain revolution: How the technology behind Bitcoin is changing money, business and the world. New York: Penguin Random House LLC.

Elektroniset lähteet

- Accenture. 2017. Banking on Blockchain. [Viitattu: 10.3.2019] Saatavissa: <https://www.accenture.com/us-en/insight-banking-on-blockchain>
- Agora. 2018. The first blockchain-backed presidential election just took place in Sierra Leone. [Viitattu: 19.9.2018]
Saatavissa: <https://www.agora.vote/press>
- AXA. 2017. AXA goes blockchain with fizzy. [Viitattu: 18.10.2018] Saatavissa: <https://group.axa.com/en/newsroom/news/axa-goes-blockchain-with-fizzy>
- AXA. 2018. B3i founders from blockchain startup. [Viitattu: 18.10.2018] Saatavissa: <https://axaxl.com/insurance/news/b3i-founders-form-blockchain-startup>
- Bayer, D., Haber, S. & Stornetta, S. 1992. Improving the efficiency and reliability of digital time-stamping. [Viitattu: 11.7.2018] Saatavissa: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.71.4891&rep=rep1&type=pdf>
- Birkman, Y. 2014. Bitcoin by analogy. [Viitattu: 9.1.2019] Saatavissa: <https://www.ybrikman.com/writing/2014/04/24/bitcoin-by-analogy/>
- Brown, R. 2018. The Corda Platform: an introduction. [Viitattu: 9.1.2019] Saatavissa: <https://www.corda.net/content/corda-platform-whitepaper.pdf>
- B3i. 2018a. Welcome to B3i – The blockchain insurance industry initiative. [Viitattu: 18.10.2018] Saatavissa: <https://b3i.tech/home.html>
- B3i. 2018b. B3i selects Corda blockchain platform. [Viitattu: 9.1.2019] Saatavissa: <https://b3i.tech/single-news-reader/b3i-selects-corda-blockchain-platform.html>
- Commodity Futures Trading Commission. 2018. Primer on smart contracts. [Viitattu: 9.4.2019] Saatavissa: https://www.cftc.gov/sites/default/files/2018-11/LabCFTC_PrimerSmartContracts112718.pdf
- CoinMarketCap. 2019. Top 100 Cryptocurrencies by market Capitalization. [Viitattu: 17.7.2018] Saatavissa: <https://coinmarketcap.com/>
- Complexity Labs. 2018. Evolution of Blockchain. [Viitattu: 29.7.2018] Saatavissa: <https://complexitylabs.io/evolution-of-blockchain/>
- Deloitte. 2018a. Deloitte's 2018 global blockchain survey. [Viitattu: 29.11.2018] Saatavissa: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/financial-services/cz-2018-deloitte-global-blockchain-survey.pdf>

Deloitte. 2018b. The tokenization of assets is disrupting the financial industry. [Viitattu: 8.1.2019] Saatavissa: <https://www2.deloitte.com/lu/en/pages/technology/articles/tokenization-assets-disrupting-financial-industry.html>

Digiconomist. 2018. Bitcoin energy consumption index. [Viitattu: 8.7.2018] Saatavissa: <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>

Dryja, T. & Poon, J. 2016. The Bitcoin Lightning Network: scalable off-chain instant payments. [Viitattu: 12.8.2018] Saatavissa: <https://lightning.network/lightning-network-paper.pdf>

DTCC. 2018. DTCC announces study results demonstrating that DLT can support trading volumes in the US equity markets. [Viitattu: 10.3.2019] Saatavissa: <http://www.dtcc.com/news/2018/october/16/dtcc-unveils-groundbreaking-study-on-dlt>

ECSDA. 2018. ECSDA welcomes ID2S as new member. [Viitattu:9.2.2019] Saatavissa: <https://ecsda.eu/archives/8072>

e-Estonia. 2019. Estonia blockchain technology. [Viitattu:1.3.2019] Saatavissa: <https://e-estonia.com/wp-content/uploads/faq-a4-v02-blockchain.pdf>

Enisa. 2016. Distributed Ledger Technology & Cybersecurity improving information security in the financial sector. [Viitattu:9.2.2019] Saatavissa: <https://www.enisa.europa.eu/publications/blockchain-security>

Ethereum. 2018. Is the ether supply infinite? [Viitattu: 12.8.2018] Saatavissa: <https://www.ethereum.org/ether>

European Central Bank. 2016. Distributed ledger technologies in securities post-trading. [Viitattu: 10.3.2019] Saatavissa: <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecbop172.en.pdf>

European Central Bank. 2017. The potential impact of DLTs on securities post-trading harmonisation and on the wider EU financial market integration. [Viitattu: 10.3.2019] Saatavissa: https://www.ecb.europa.eu/paym/intro/governance/shared/pdf/201709_dlt_impact_on_harmonisation_and_integration.pdf

Finanssivalvonta. 2018. Asiakkaan tunteminen ja tunnistaminen. [Viitattu: 18.3.2019] Saatavissa: <https://www.finanssivalvonta.fi/pankki/rahanpesun-estaminen/asiakkaan-tunteminen-ja-tunnistaminen/>

Finanssivalvonta. 2019. PSD2. [Viitattu: 9.4.2019] Saatavissa:

<https://www.finanssivalvonta.fi/saantely/saantelykokonaisuudet/psd2/>

Government office for science. 2016. Distributed Ledger Technology: beyond blockchain.

[Viitattu: 5.2.2019] Saatavissa:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf

Greenwich Associates. 2018. Blockchain adoption in capital markets. [Viitattu: 2.9.2018]

Saatavissa: <https://www.greenwich.com/equities/blockchain-adoption-capital-markets-2018>

Hackett, R. 2016. Fortune: Why J.P. Morgan chase is building a blockchain on Ethereum.

[Viitattu: 13.12.2018]

Saatavissa: <http://fortune.com/2016/10/04/jp-morgan-chase-blockchain-ethereum-quorum/>

Hyperledger. 2018. About Hyperledger. [Viitattu: 23.10.2018] Saatavissa:

<https://www.hyperledger.org/about>

IBM. 2017. Blockchain: emerging use cases for insurance. [Viitattu: 8.9.2018] Saatavissa:

<https://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=IUW03053USEN>

IBM. 2018. Smart Dubai and IBM offer the first government-endorsed blockchain platform in the Middle East. [Viitattu: 25.2.2019] Saatavissa: <https://newsroom.ibm.com/2018-10-30-Smart-Dubai-and-IBM-to-Offer-the-First-Government-Endorsed-Blockchain-Platform-in-the-Middle-East>

IBM. 2019. IBM Blockchain World Wire. [Viitattu: 19.4.2019] Saatavissa:

<https://www.ibm.com/blockchain/solutions/world-wire>

IBM Institute for Business Value & The Economist Intelligence Unit. 2016. Leading the pack in blockchain banking. [Viitattu: 27.8.2018] Saatavissa:

https://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/gb/en/gbp03467usen/gbp03467-usen-02_GBP03467USEN.pdf

Investopedia. 2019. Nostro Account. [Viitattu: 27.3.2019] Saatavissa:

<https://www.investopedia.com/terms/n/nostroaccount.asp>

J.P. Morgan. 2018. What is Quorum? [Viitattu: 13.12.2018]

Saatavissa: <https://www.jpmorgan.com/global/Quorum#close>

Lauslahti, M., Mattila J. & Seppälä, T. 2017. ETLA. Smart contracts – How will blockchain technology affect contractual practices? [Viitattu: 12.9.2019] Saatavissa:

<https://www.etla.fi/julkaisut/smart-contracts-how-will-blockchain-technology-affect-contractual-practices/>

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2017. Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä. [Viitattu: 9.2.2019] Saatavissa:

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80667/LVM_12_2017_Lohkoketjuteknologian%20soveltaminen.pdf

Long, M. 2016. Ripple and XRP can cut banks global settlement costs up to 60 percent. [Viitattu: 2.1.2019] Saatavissa: <https://ripple.com/insights/ripple-and-xrp-can-cut-banks-global-settlement-costs-up-to-60-percent/>

McKinsey & Company. 2017. Blockchains Occam problem. [Viitattu 1.3.2019] Saatavissa: <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/blockchains-occam-problem>

McKinsey & Company. 2016. Blockchain in insurance – opportunity or threat? [Viitattu: 17.10.2018] Saatavissa:

<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Financial%20Services/Our%20Insights/Blockchain%20in%20insurance%20opportunity%20or%20threat/Blockchain-in-insurance-opportunity-or-threat.ashx>

Mäntylä, J-M. 2017. Yle Uutiset: Bitcoin on tuomittu kuplaksi, mutta samaa teknologiaa käytetään pian asuntokaupassa, kuljetuksissa, viennin rahoituksessa ja jopa sotessa. [Viitattu: 30.7.2018] Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9989602>

Nakamoto, S. 2008. Bitcoin: A Peer-to-peer electronic cash system. [Viitattu: 20.7.2018] Saatavissa: <https://nakamotoinstitute.org/bitcoin/>

Nasdaq. 2016. Building on blockchain. [Viitattu: 16.3.2019] Saatavissa:

https://business.nasdaq.com/Docs/Blockchain%20Report%20March%202016_tcm5044-26461.pdf

Nasdaq. 2017. Nasdaq Blockchain strategy. [Viitattu: 16.3.2019] Saatavissa:

https://business.nasdaq.com/media/Blockchain%20Mutual%20Fund%20Strategy%20SEB%20and%20Nasdaq%202018_tcm5044-61791.pdf

Open Source Initiative. 2007. The open source definition. [Viitattu: 20.1.2019] Saatavissa: <https://opensource.org/osd>

Pwc. 2016. Chain reaction: how blockchain technology might transform wholesale insurance. [Viitattu: 11.10.2018] Saatavissa: <https://www.pwc.lu/en/fintech/docs/pwc-how-blockchain-technology-might-transform-insurance.pdf>

- Pwc. 2017. Blockchain, a new catalyst for new approaches in insurance. [Viitattu: 11.10.2018] Saatavissa: https://www.pwc.ch/en/publications/2017/Xlos_Etude_Blockchain_UK_2017_Web.pdf
- Ripple. 2018a. The Ripple protocol consensus Algorithm. [Viitattu: 18.3.2019] Saatavissa: https://ripple.com/files/ripple_consensus_whitepaper.pdf
- Ripple. 2018b. Market performance. [Viitattu: 27.1.2019] Saatavissa: <https://ripple.com/xrp/market-performance/>
- RippleNet. 2018. Customers. [Viitattu: 2.1.2019] Saatavissa: <https://ripple.com/rippletnet/>
- R3. 2018a. Delivering blockchain technology to transform the way the world does business. [Viitattu: 13.1.2019] Saatavissa: https://www.r3.com/wp-content/uploads/2018/09/US_18_R3_FS_v7.pdf
- R3. 2018b. The R3 Story. [Viitattu: 2.1.2019] Saatavissa: <https://www.r3.com/about/>
- Santander InnoVentures. 2015. The Fintech 2.0 Paper: rebooting financial services. [Viitattu: 11.10.2018] Saatavissa: <http://santanderinnoventures.com/wp-content/uploads/2015/06/The-Fintech-2-0-Paper.pdf>
- Siikala, K. 2015. Tilisiirto kulkee yhdessä pankkipäivässä. [Viitattu: 11.10.2018] Saatavissa: http://www.finanssiala.fi/uutismajakka/Sivut/Tilisiirto_kulkee_yhdessa_pankkipaivassa.aspx
- Sontheimer, T. & Hofer, P. 2017. Accenture: International payments in digital world. [Viitattu: 6.9.2018] Saatavissa: https://www.accenture.com/t00010101T000000Z__w__/gb-en/_acnmedia/PDF-69/Accenture-International-Payments-Digital-World.pdf
- Suomen Akatemia. Konsortiohakemuksen ohjeet. [Viitattu: 22.1.2019] Saatavissa: <http://www.aka.fi/fi/rahoitus/nain-haet/hakuohjeet/konsortiohakemuksen-ohjeet/>
- Suomen Pankki. 2019. Selvitysjärjestelmät. [Viitattu: 22.2.2019] Saatavissa: <https://www.suomenpankki.fi/fi/raha-ja-maksaminen/selvitysjarjestelmat/>
- Swiss Re. Successful Kenya Livestock Insurance Program scheme scales up. [Viitattu: 8.9.2018] Saatavissa: http://www.swissre.com/reinsurance/successful_Kenya_livestock_insurance_program_scheme_scales_up.html

Szabo, N. 2005. Bit Gold. Satoshi Nakamoto Institute. [Viitattu: 11.7.2018] Saatavissa:
<https://nakamotoinstitute.org/bit-gold/>

S&P Global. 2018. The world's 100 largest banks. [Viitattu: 9.9.2018]
Saatavissa:<https://platform.mi.spglobal.com/web/client?auth=inherit#news/article?id=44027195&cdid=A-44027195-11060>

Tilastokeskus. 2018. Energian kokonaiskuluts. [Viitattu 8.7.2018] Saatavissa:
https://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_energia.html

Visa Europe. 2018. Processing. [Viitattu: 12.8.2018]
Saatavissa: <https://www.visaeurope.com/enabling-payments/processing>

Wood, G. 2016. Blockchains: What and why. [Viitattu: 9.2.2019] Saatavissa:
<https://www.slideshare.net/gavofyork/blockchain-what-and-why>

World Economic Forum. 2016. The future of financial infrastructure. [Viitattu: 10.3.2019]
Saatavissa:
http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_future_of_financial_infrastructure.pdf

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X. & Wang, H. 2018. Blockchain challenges and opportunities: a survey. [Viitattu: 18.2.2019] Saatavissa:
https://www.henrylab.net/pubs/ijwgs_blockchain_survey.pdf

LIITTEET

Liite 1

HAASTATTELURUNKO

Henkilökohtaiset

- Kerro omasta ammatillisesta taustastasi ja miten tutustuit lohkoketjuteknologiaan?

Lohkoketjuteknologian ominaisuudet

- Mielenpide lohkoketjuteknologiasta
- Lohkoketjuteknologian merkittävyys
- Teknologian ominaisuudet

Lohkoketjuteknologia finanssialalla

- Merkitys finanssialan näkökulmasta
- Hyödyt finanssialalle
- Hyödyntäminen finanssialalla (Maksuliikenne, johdannais- & arvopaperikauppa, KYC & AML, Rahoitus, Vakuutusliiketoiminta, Raportointi ja valvonta)
- Teknologiaan liittyvät odotukset finanssialalla
- Tämänhetkiset sovelluskohteet
- Tulevaisuuden sovelluskohteet
- Millä aikavälillä teknologian käyttöönotto ajallisesti tapahtuu?
- Lohkoketjutyyppeiden soveltuminen finanssialalle
- Yhteenliittymien ja verkostojen merkitys ja toiminta
- Teknologian vaikutus asiakkaisiin, tuotteisiin ja palveluihin

Lohkoketjuteknologiaan liittyvät haasteet ja riskit

- Teknologiaan liittyvät haasteet rajoitteet
- Haasteiden merkitys
- Teknologiaan liittyvät riskit
- Riskien merkitys