



KALEVI SORSA SÄÄTIÖ  
FONDEN • FOUNDATION

# *Impulsseja*

## *Lokakuu 2017*

*Petri Honkanen*

## Lohkoketjuteknologia

### Luottamuksen koodi hajautuneessa yhteiskunnassa

- Lohkoketjuteknologia on kivunnut nopeasti yhdeksi lupaavimmista teknologioista ja sen mahdollista muutosvoimaa on verrattu jopa internetin syntyyn ja leviämiseen. Merkittävimmän käytössä olevan sovelluksen – Bitcoin-kryptovaluutan – ohella muu massakäyttö antaa kuitenkin odottaa itseään.
- Lohkoketjuteknologia eroaa nykyisistä datarakenteista hajautetun luonteensa ja siihen kuuluvan varmentamismekanismien vuoksi: Lohkoketjuun säilöttyjä tietoja ja merkintöjä ei voi muuttaa eikä poistaa. Tiedot ovat myös läpinäkyviä ja ne voidaan tarkistaa kaikkialta samanaikaisesti samanlaisena. Nämä ominaisuudet houkuttelevat sen soveltamiseen laajalti yhteiskunnan ja talouden eri toiminnoissa.
- Lohkoketjuteknologian läpimurtoon tulee varautua tukemalla yhteiskuntatieteellisen tiedon tuottamista teknologian vaikutuksista yhteiskuntaan. Tiedon lisääminen on välttämätöntä lohkoketjuteknologian ymmärtämiseksi poliittisessa päätöksenteossa.

# Sisältö

Käsitteitä	3
1. Johdanto	4
2. Lohkoketjuteknologian teknologia	8
3. Merkittävin innovaatio sitten internetin?	10
3.1. <i>Finanssisektori, raha ja maksut</i>	10
3.1.1. <i>Pankit ja muut rahalaitokset</i>	11
3.1.2. <i>Vakuutus</i>	12
3.2. <i>Sovellusalueena koko yhteiskunta</i>	13
3.2.1. <i>Rekisterit</i>	13
3.2.2. <i>Tietotekniikkaa tukeva ja kehittävä käyttö</i>	16
3.2.3. <i>Viestintä, vuorovaikutus ja jakaminen</i>	17
3.2.4. <i>Kauppa, toimitusketjut ja alkuperä</i>	18
3.3. <i>Lohkoketjuteknologian kehittäjät, soveltajat ja hyödyntäjät</i>	20
4. Havaintoja ja pohdintaa tulevast	23
4.1. <i>Tietoa, tutkimusta ja ennakointia</i>	23
4.2. <i>Ylikansallinen ja perustuksellinen yhteistyön teknologia?</i>	24
4.3. <i>Kehitykseen vaikuttaminen – sääntely ja politiikka</i>	26
4.4. <i>Lohkoketjuteknologian tulevia haasteita</i>	27
4.5. <i>Voitaisiinko Suomessa tehdä jotain toisin?</i>	29

## Käsitteitä

**Lohkoketjuteknologia** = Hajautunut ja hajautettu tilikirja, joka säilöo kaikki varmennetut siirrot tietokoneiden verkkoon lohkoina niin, että tietoja tapahtuneista siirroista ei voida muuttaa eikä poistaa jälkikäteen.

**Kryptovaluutta** = Digitaalisen arvon mitta, jota käytetään vaihdon välineenä ja joka käyttää kryptografiaa siirtojen varmentamiseksi. (Käytetään myös termiä virtuaalivaluutta.)

**Bitcoin** = Ensimmäinen lohkoketju ja virtuaalivaluutta. Perustuu avoimeen lähdekoodiin. Perustanut nimimerkki Satoshi Nakamoto vuonna 2008.

**Ethereum** = Julkinen, avoimella lähdekoodilla rakennettu lohkoketjupohjainen hajautettu alusta, jonka päälle voidaan rakentaa muita alustoja ja muun muassa erilaisia sovelluksia (Dapps).

**Hyperledger** = Linux Foundationin moniulotteinen lohkoketjuyhteenliittymä avoimille alustoille. Mukana lukuisia eri kokoisia yrityksiä ja muita organisaatioita.

**Älykäs sopimus** = Lohkoketjuun säilötty, itsestään toteutuva sopimuksellinen tila, jota kukaan ei lohkoketjun lisäksi kontrolloi ja johon kaikki voivat siksi luottaa. Pätäkä koodia.

**Konsensusmekanismi** = Tapa, jolla verkoston jäsenet sopivat tilikirjaan tai lohkoketjuun säilöttävän datan tai ehdotetun siirron totuusarvosta.

**DAO (Decentralized Autonomous Organisation)** = lohkoketjun toiminnasta ja muutoksista päättävä organisaatio. Vastuussa myös päätösten toimeenpanemisesta.

**ICO (Initial Coin Offering)** = Joukkorahoitus virtuaalivaluuttaa hyväksikäyttäen eli hankkeen keino myydä omistuksia tai oikeuksia hankkeeseen.

# 1. Johdanto

Tieto- ja tietoliikenneteknologian kehitys ja käyttöönotto on erityisesti 1990-luvulta lähtien muuttanut yhteiskuntaa ja ihmisten vuorovaikutusta syvästi. Vaikka kansallisvaltio onkin edelleen merkittävä viiteryhmä ja vallankäyttäjä maailmassa, on ihmisten keskinäinen vuorovaikutus siirtynyt osin internetiin ja erilaisille sen mahdollistamille vuorovaikutusalustoille, jotka eivät tunne kansallisvaltioiden rajoja. Kansallisvaltioista muistuttavat verkkovuorovaikutuksessa toki edelleen kieli, valtioiden rajojen yli käydyn kaupan tullit ja muun muassa se, että erityisesti suuria internet- ja tietotekniikkayhtiöitä – esimerkiksi Google, Facebook, Apple, Microsoft ja Amazon – syytetään verovelvollisuuksien pakoilusta eri puolilla maailmaa. Samaan aikaan valtiot ja alueet kamppailevat näiden yritysten toimintojen saamisesta alueelleen.

Internet- ja IT-jättejä yhdistää veropakoilun ohella se, että ne keräävät käyttäjistään valtavasti tietoja ja käyvät niillä kauppaa. Käytännössä tämä tarkoittaa tulojen hankintaa esimerkiksi mainonnasta. Toinen merkittävä näitä yrityksiä yhdistävä tekijä on niiden keskitetty toiminta. Yritykset pystyvät kontrolloimaan kaikkea dataa ja informaatiota, joka kulkee niiden kautta, esimerkiksi poistamaan ja muuttamaan mitä tahansa omilla palvelimillaan olevaa tietoa. Tässä mielessä niiden toimintaa eivät pysty kontrolloimaan valtiot eivätkä palveluiden käyttäjät. Lainsäädäntöä kehittämällä on tosin pyritty suomaan yksilöille suurempi oikeus omiin tietoihin ja niiden kontrollointiin. Käytännössä palveluiden tarjoajalla on kuitenkin valta hallussaan olevaan informaatioon.

Internet- ja IT-jätit eivät kuitenkaan ole ainut taho, jolla on oikeus hallita tietoa ja dataa keskitetysti. Merkittäviä tiedon ja datan omistajia ja hallinnoijia ovat myös valtiot, muut julkisorganisaatiot sekä muut (suur)yritykset. Esimerkiksi valtiot keräävät ja kontrolloivat tietoa ja dataa eri tavoin, mutta keskitetysti.

Keskitetysti toimivien ja käytettyjen alustojen, tietojärjestelmien ja tietovarantojen valta-asema ei kuitenkaan ole muuttumaton. Vakavasti otettavaksi haastajaksi on kehkeytyneessä lohkoketjuteknologia, jonka keskeinen ominaisuus on sen hajautettu ja hajautunut luonne. Järjestelmää ei voida kytkeä pois yhdestä pisteestä, eikä siinä olevia tietoja ole tallennettu vain yhdelle palvelimelle tai koneelle, vaan koneiden verkkoon. Oleellista on myös se, että lohkoketjuun säilöttyjä tietoja ei käytännössä voida jälkikäteen muuttaa eikä poistaa. Siirrot, joilla tiedot on tallennettu lohkoketjuun, ovat julkisia, mutta itse tiedot ovat yleensä vain käyttäjän itsensä nähtävissä. Näin kuka tahansa pääsee varmistumaan aikaleimatun siirron autenttisuudesta. Aikaleimaus lohkoketjuun tarkoittaa, ettei historiaa voi tältä osin väärentää.

Merkittävä ero keskitettyihin järjestelmiin verrattuna on, ettei lohkoketjuteknologiassa tarvita niin sanottua kolmatta osapuolta – eli käytännössä esimerkiksi yritystä tai valtiota – luottamusta varmentamaan. Luottamus luodaan sen sijaan niin kutsutun konsensusmekanismin kautta yleensä tuhansien tai miljoonien tietokoneiden ja palvelinten verkossa. Hajautuneesti toimivassa järjestelmässä ei siis ole yhtä pistettä, jonka kautta kaikki tieto kulkisi ja jonka kautta tiedon alkuperän voisi varmistaa, vaan tieto on levällään verkostossa ja sen autenttisuus voidaan varmentaa vain aidon ja alkuperäinen siirron tunnuksella. Tämän vuoksi lohkoketjua kutsutaan myös hajautetuksi tilikirjaksi (distributed ledger). Siinä kaikki sisältö on kaikkien saatavilla samaan aikaan ja samanlaisena kaikkialla.

Lohkoketjuteknologian käyttöä ja käytön yhteiskunnallista kontekstia on toistaiseksi analysoitu hyvin vähän. Syy lienee se, että lohkoketjuteknologiaa on käytetty lähinnä pilotointimielessä. Laajavolyymiset yhteiskunnalliset kokeilut antavat

*Lohkoketjuteknologia voidaan nähdä keskusvallasta vapauttavana innovaatiokertomuksena, minkä mahdollistaa sen hajautunut ja keskitetyistä järjestelmistä vapaa luonne*

odottaa itseään, vaikka muun muassa valtio- ja pankkiveitoisia hankkeita onkin suunnitteilla. Edes ensimmäisen käytössä olevan lohkoketjuteknologiasovelluksen, virtuaalivaluutta Bitcoinin, osalta yhteiskunta-analyysiä ei ole juuri tehty<sup>1</sup>.

Useissa yhteyksissä lohkoketjuteknologia samaistetaan edelleen Bitcoinin ja sen toimintatapaan. Bitcoinin käyttäminen esimerkkinä lohkoket-

justa on kuitenkin harhaanjohtavaa erityisesti siksi, että lohkoketjuteknologiaa tullaan jatkossa käyttämään paljon muuhunkin kuin virtuaalivaluutan teknologiana. Bitcoinin synty ja leviäminen antaa kuitenkin mahdollisuuden hahmottaa lohkoketjuteknologian taustalla olevan teknologian yhteiskunnallisia ulottuvuuksia, ja siksi sen taustat on hyvä tuntea.

Bitcoinin kehittämisen ja kehittymisen taustalla on ollut paitsi tietotekniikkaan, myös ajattelutapoihin liittyviä motiiveja. Voidaankin puhua erityisesti Bitcoin-ideologiasta. Sen taustalla on nähty olevan kolme pääasiallista tavoitetta: 1. Talouksien alistussuhteiden purkaminen 2. Globaalin pankkitoiminnan romuttaminen 3. Keskuspankki Fedin vastaisen taistelun rahoittaminen. Bitcoinin

<sup>1</sup> Kuitenkin esim. Wonglimpiyarat, J. 2015. The New Darwinism of the Payment System: Will Bitcoin Replace our Cash-based Society? <http://www.icommercecentral.com/open-access/the-new-darwinism-of-the-payment-system-will-bitcoin-replace-our-cashbased-society.php?aid=65749>.

taustalla näyttävät ainakin alkuvaiheessa olleen sekä libertaristiset että anarkistiset tahot, jotka halusivat erottaa rahan ja valtion toisistaan.<sup>2</sup>

Vaikka virtuaalivaluutat nähdään edelleenkin anarkokapitalistien välineenä sekä valtioiden että suuryritysten vastaisessa ”taistelussa”<sup>3</sup>, on esimerkiksi Bitcoinia analysoitu myös muunlaisissa konteksteissa ja hylätty yksioikoinen näkemys lohkoketjuteknologiasta libertaristisena teknologiana.<sup>4</sup>

Lohkoketjuteknologia on kasvamassa irti Bitcoin-juuristaan, ja tämä tausta onkin jossain määrin menettänyt merkitystään. Nyttemmin lohkoketjuteknologian käyttöönotto voidaan nähdä eräänlaisena valtiollisesta keskusvallasta tai esimerkiksi pankkivallasta vapauttavana innovaatiokertomuksena, minkä mahdollistaa sen hajautunut ja keskitetyistä järjestelmistä vapaa luonne. Lohkoketjuteknologia on nähty uudentyypisenä organisoitumisen muotona, joka ei sovi perinteiseen kaksinapaiseen maailmaan. Se antaa mahdollisuuden rakentaa toimintaa organisoidusti perinteisten markkinasektori- / julkinen sektori -jaottelulle rakentuneiden käytäntöjen ulkopuolella.<sup>5</sup>

Mielenkiintoista on, että lohkoketjuteknologian ensimmäisinä hyödyntäjinä on ollut juuri sellaisia keskitettyyn toimintatapaan nojaavia tahoja, joiden kontrollista Bitcoin-ideologialla on haluttu irrottautua. Merkittäviä lohkoketjuteknologian edistäjiä ovat nimittäin olleet finanssialan yritykset – lähinnä suuret kansainväliset pankit (esimerkiksi JP Morgan, Santander ja Goldman Sachs) ja keskuspankit (UK ja EKP) – sekä jotkin yksittäiset valtiot (Iso-Britannia, Viro ja Yhdistyneet arabiemiirikunnat).

Bitcoin-ideologiassa on hajauttamisdoktriineineen anarkokapitalistisia elementtejä, mutta itse lohkoketjuteknologia sen sijaan sisältää teknologisia ulottuvuuksia (muun muassa läpinäkyvyys), jotka tuottavat eräänlaista informaatiodemokratiaa. Sellaista ei keskitettyjen tietoaarkkitehtuurien aikakaudella ole ollut olemassa. Tässä mielessä hajautunut teknologia saattaa tuottaa hajautetun yhteiskunnan, jossa toimijoilla on sama ja yhteinen informaatioperusta.

Käsillä olevassa julkaisussa esitellään lohkoketjuteknologiaa ja sen käyttöä perusteista ja teknologiasta lähtien. Tarkoituksena on antaa lukijalle yleiskuva tästä yhteiskunnalliselta merkitykseltään jopa internetiin verratusta innovaatiosta sekä siitä, miten lohkoketjuteknologiaa hyödynnetään tai on suunniteltu

<sup>2</sup> Feuer, Alan. 2013. The Bitcoin Ideology. The New York Times. <http://www.nytimes.com/2013/12/15/sunday-review/the-bitcoin-ideology.html?mcubz=0>.

<sup>3</sup> Bogost, Ian. 2017. Cryptocurrency Might be a Path to Authoritarianism. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2017/05/blockchain-of-command/528543/>.

<sup>4</sup> Huckle, Steve ja White, Martin. 2016. Socialism and the Blockchain. Future internet. <http://www.mdpi.com/1999-5903/8/4/49/pdf>.

<sup>5</sup> Davidson, Sinclair ja De Filippi, Primavera ja Potts, Jason. 2016. Economics of Blockchain. Public Choice Conference. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2744751](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2744751).

Taulukko: Yhteiskuntamallit informaatioon pääsyn ja organisoitumisen suhteen

		Pääsy informaatioon	
		Eriytynyt	Yhtenäinen ja samanaikainen
Organisoituminen	Keskittetty	Informaatiojätit hallitsevat ja valtio kontrolloi	Edustuksellinen demokratia täydellisen informaation varassa
	Hajautunut	Tribaaliyhteiskunta	Suora demokratia, päätösten taustalla oleva tieto kaikkien nähtävissä

hyödynnettäväksi. Hyötyjä ja mahdollisuuksia käydään läpi luomalla katsaus ole-  
massa oleviin käyttökonteksteihin. Samassa yhteydessä tarkastellaan tahoja, jot-  
ka kehittävät, hyödyntävät, rahoittavat tai sääntelevät lohkoketjuteknologiaa.  
Päätösluvussa pohditaan lohkoketjuteknologian nykyistä roolia ja merkitystä se-  
kä sitä, miten se muuttaa maailmaa, jos ja kun se alkaa saada jalansijaa laajasti yh-  
teiskunnan eri alueilla.

## 2. Lohkoketjuteknologian teknologia

Lohkoketjuteknologian voi määritellä yleisimmillään avoimeksi, hajautetuksi, kryptografisesti ketjutetuksi ja kymmenien tuhansien tietokoneiden tai palvelinten verkkoon säilötyksi tilikirjaksi (ledger). Tämän jaetun tilikirjan sisällön voi tarkistaa samanaikaisesti eri paikoista. Kryptografisesti varmennetun lohkon ketjun sisältö on aina muuttamaton ja tilikirjan sisältö siis kaikkialla samanaikaisesti sama. Tähän myös perustuu lohkoketjun keskeinen innovatiivisuus ja etu: luottamus. Käyttäjät voivat luottaa siihen, että lohkoketjussa oleva tieto on muuttumatonta ja muuttamatonta. Lohkoketjulla ei ole keskuskontrollikoneistoa, vaan se toimii hajautetusti tuhansien, ellei miljoonien tietokoneiden muodostamassa vertaisverkossa. Hajautettu toiminta onkin keskeinen ominaisuus, joka erottaa lohkoketjuteknologian perinteisistä datarakenteista. Jälkimmäisissä lähtökohtana on datan hallinta ja säilöminen keskuspalvelimen avulla, mitä kautta järjestelmästä tulee hierarkkinen. Hajautettu tietokanta vaatii järjestelmästä erityisesti luottamukseen liittyviä toimintoja, joita ei perinteisissä keskitetyissä tietokannoissa tarvita eikä niissä myöskään ole.

Lohkoketjuteknologiassa tieto siirroista kerätään ja säilötään yhteiseen tilikirjaan ketjuna, jota kutsutaan lokiksi. Tieto tallentuu samanaikaisesti kaikkiin verkon tietokoneisiin ja tiedonsiirrot aikaleimataan. Siirtojen (transactions) aikaleima ilmaisee ajankohdan, jolloin esimerkiksi tuotteen omistus tai tekijänoikeuden käyttöoikeus on siirtynyt tai jokin muu muutos on tallentunut lohkoketjuun. Aikaleimasta voidaan jälkikäteen varmistaa jonkin asian tapahtuminen ja tapahtumahetki. Julkisissa lohkoketjuissa siirtojen loki on julkinen eli tapahtumat näkyvät julkisessa tilikirjassa.

Lohkoketjun kryptausmekanismilla tuotettua suojaa ei käytännössä pystytä murtaamaan nykyisellä teknologialla. Oleellista on myös se, että lohkoketjuun konsensuksen ja kryptauksen jälkeen säilöttyjä tietoja ei voi muuttaa. Näin ollen lohkoketjuun voidaan tallentaa erilaisia pysyviksi tarkoitettuja tietoja, ja niihin pääsee käsiksi vain itse käyttäjä tai sellainen henkilö tai taho, jolle käyttäjä on antanut oikeuden nähdä sisällön. Edes tietojen tallentaja eli käyttäjä ei kuitenkaan pysty poistamaan tai muuttamaan kerran säilöttyjä tietoja tai asiakirjoja. Näin lohkoketju on immuuni väärennöksille.

Lohkoketjujen väärentämättömyys perustuu sille, että uuden lohkon liittäminen osaksi lohkojen ketjua tapahtuu konsensusmekanismin kautta. Konsensusmekanismeista tunnetuimmat ovat niin kutsuttu *proof of work* eli louhiminen, jota käytetään muun muassa Bitcoinissa, sekä *proof of stake* eli riittäviin panoksiin perustuva mekanismi, jota on yritetty jalostaa muun muassa Ethereum-alustan toimintaa varten. Muita konsensusmekanismimalleja on pyritty kehittämään esimerkiksi



kuluneen ajan ja satunnaisuuden varaan<sup>6</sup>. Konsensusmekanismilla luodaan luottamus lohkoketjun käyttäjien välille käytännössä tuottamalla jokaisesta siirrosta lohkoketjuun yksi hajautetun verkoston varmistama ”totuus”, jota ei pystytä jälkikäteen muuttamaan. Näin estetään myös lohkoketjun haarautuminen.

Useissa yhteyksissä on esitetty, että lohkoketjun väärentämättömyys estää myös arvonsiirtoprosesseissa saman arvonmitan (esimerkiksi rahan) käyttämisen kahteen kertaan, kun alkuperäinen arvo siirretään samanaikaisesti kahteen eri paikkaan. Kaksoiskäytön ongelma on kuitenkin olemassa, mikäli kaksoiskäyttäjällä on käytössään riittävän suuret louhimisresurssit ja halu luoda uusi haara lohkoketjuun omien tavoitteiden saavuttamiseksi. Käytännössä kaksoiskäytön mahdollisuus on kuitenkin vain teoreettinen.

Julkisuuden ja läpinäkyvyyden osalta kaikki lohkoketjuteknologia ei ole samanlaista. Lohkoketjut on perinteisesti luokiteltu kolmeen luokkaan: julkisiin, luvanvaraisiin ja yksityisiin. Julkisille lohkoketjuille ominaista on se, että niihin säilötyt siirtotapah-  
tummat – ei kuitenkaan sisältö – ovat varmistettavissa lokista. Luvanvaraisiin lohko-

## *Hajautettu toiminta erottaa lohkoketju- teknologian perinteisistä datarakenteista*

ketjuihin osallistumiseen vaaditaan esimerkiksi kutsu tai lupa. Se voi olla lupa osallistua konsensuksen luomiseen ja/tai lupa älykkäiden sopimusten luomiseen lohkoketjun sisällä. Yksityiset, esimerkiksi yrityksen sisäiseen käyttöön tarkoitettut lohkoketjut ovat suljettuja, ei-

kä niissä välttämättä tarvita julkisille lohkoketjuille ominaista konsensusmekanismia, koska luottamus sisältyy lohkoketjuun alkuoletuksellisesti. Kyseenalaista on, tarjoavatko yksityiset lohkoketjut merkittävää uutta perinteisiin datarakenteisiin nähden<sup>7</sup>.

Lohkoketjukonseptien ja -alustojen määrä lisääntyy koko ajan huolimatta siitä, että kehitystyössä on mukana erityyppisiä yhteistyöorgaaneja, kuten R3 ja Hyperledger, jotka yhdistävät monen eri tahon kehitystarpeita. Osittain lukuisien eri sovellusten syntyminen voi johtua standardoinnin ja patentoinnin puuttumisesta, mutta toisaalta kehkeytymässä olevan teknologian tuntemattomista mahdollisuuksista ja siitä, että eri tahot tarvitsevat erilaisia ratkaisuja tarpeisiinsa. Mukana on paljon startup-yrityksiä, joiden liiketoimintamalli perustuu pääosin juuri alustan kehittämiseen. Aika, teknologinen paremmuus ja kysyntä tulevat kertomaan, mikä tai mitkä nyt kehitteillä olevista alustoista menestyvät ja jäävät henkiin.

<sup>6</sup> Esim. Lielacher, Alex. 2017. Welcome to the World of Blockchain Consensus Protocols. BTCManager. <https://btcmanager.com/welcome-to-the-world-of-blockchain-consensus-protocols/>.

<sup>7</sup> Horlacher, Chris. 2017. ‘Centralized’ blockchain projects are doomed to failure, American Banker. <https://www.americanbanker.com/opinion/centralized-blockchain-projects-are-doomed-to-failure>.

### 3. Merkittävin innovaatio sitten internetin?

Lohkoketjuteknologian luvattu läpimurto on joissain yhteyksissä arvioitu suurimmaksi muutokseksi sitten internetin syntymän 1990-luvulla<sup>8</sup>. Läpimurtoa ja yleistyminen ennustavat esimerkit on haettu yleensä finanssisektorilta ja taloudellisista hyödyistä. Tässä luvussa käydään ensin yleispiirteisesti läpi lohkoketjuteknologian näkymiä finanssialalla ja sen jälkeen tarkastellaan lohkoketjuteknologian potentiaalisia sovelluskohteita laajemmin yhteiskunnassa sekä sitä, ketkä lohkoketjuteknologiasta ovat kiinnostuneet ja miksi.

#### 3.1. Finanssisektori, raha ja maksut

Elokuussa 2016 Maailman talousfoorumi WEF totesi raportissaan lohkoketjuteknologian muuttavan koko maailman finanssisektorin toiminnan perusteita myöten. WEF:n mukaan jopa 80 prosenttia pankeista käynnistäisi lohkoketjuteknologiahankkeen vuonna 2017<sup>9</sup>. IBM:n selvityksen mukaan 65 prosenttia pankeista tulisi käyttämään lohkoketjuteknologiaa jo kolmen seuraavan vuoden (2017–2019) aikana<sup>10</sup>. WEF:n ja IBM:n ennusteet antavat hyvän kuvan siitä, että juuri finanssisektorilla lohkoketjuteknologiaan on panostettu kaikkein laajimmin ja jossa odotukset ovat suurimmat. Samalla linjalla on konsulttiryitys McKinsey, jonka tammikuussa 2017 tekemän analyysin mukaan finanssiala voisi säästää kustannuksissa jo kolmen seuraavan vuoden aikana yli sata miljardia euroa<sup>11</sup>. Accenturen ja McLaganin<sup>12</sup> selvityksessä puolestaan on laskettu, että kymmenen maailman suurinta investointipankkia voisi leikata kustannuksiaan keskimäärin 30 prosenttia parantuneen datan, läpinäkyvyyden ja sisäisen kontrollin ansiosta.

<sup>8</sup> Esim. Kotilainen, Samuli. 2017. Blockchain mullistaa maailman kuin internet. TiVi. [http://www.tivi.fi/Kaikki\\_uutiset/blockchain-mullistaa-maailman-kuin-internet-6623590](http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/blockchain-mullistaa-maailman-kuin-internet-6623590).

<sup>9</sup> Williams-Grut, Oscar. 2016. WEF: Blockchain will become the 'beating heart' of finance, Business Insider. <http://www.businessinsider.com/world-economic-forum-potential-of-blockchain-in-financial-services-2016-8?r=US&IR=T&IR=T>.

<sup>10</sup> Allison, Ian. 2016. IBM finds 65% of banks expect to have blockchains underway in three years, IBTimes. <http://www.ibtimes.co.uk/ibm-finds-65-banks-expect-have-blockchains-underway-three-years-1583751>.

<sup>11</sup> Finextra. 2017. Blockchain impact timeline speeds up, massive cost savings forecast, Finextra. <https://www.finextra.com/newsarticle/29977/blockchain-impact-timeline-speeds-up-massive-cost-savings-forecast/vcurrency>.

<sup>12</sup> Finextra. 2017. Blockchain could slash investment banks' costs by 30%, Finextra. <https://www.finextra.com/newsarticle/29995/blockchain-could-slash-investment-banks-costs-by-30>.

Lohkoketjuteknologiasta puhuttaessa puhe kääntyy usein finanssisektoriin myös siksi, että finanssisektori on lohkoketjuteknologian alkukoti: nykyisten sovellusten juuret ovat virtuaalivaluutta Bitcoinissa ja teknologiassa, jota Bitcoin hyödyntää.

### 3.1.1. Pankit ja muut rahalaitokset

Lohkoketjuteknologian huomattavaa suosiota finanssialalla – jo ennen kuin varsinaisia sovelluksia edes on käytössä – selittää osaltaan ennuste, että teknologian käyttöönotto säästäisi rahalaitosten kustannuksia huomattavasti sekä nopeuttaisi valtioiden ja pankkikeskittymien rajat ylittäviä rahansiirtoja. Säästöt perustuvat muun muassa siihen, että lohkoketjuteknologian käyttöönoton jälkeen rahansiirtojen nopeutta on ennakoitu laskettavan minuuteissa, kun tällä hetkellä maansisäiset siirrot vievät kaksi päivää ja ylivaltiolliset siirrot kahdesta kuuteen päivään. Esimerkiksi Ripplen lohkoketjun kautta toteutettavat siirrot Japanista

Thaimaahan vievät 2 sekuntia.

*Erityistä hyötyä lohkoketjuteknologiasta on arvioitu olevan niille yli kahdelle miljardille kehittyvän maan asukkaalle, jolla ei ole pankkitiliä tai virallista henkilöllisyyttä*

Lohkoketjuteknologialla on ennustettu vähennettävän rahapesua, jota on 2–5 prosenttia globaalista rahaliikenteestä.<sup>13</sup> Tällä hetkellä viranomaiset pystyvät pysäyttämään vain prosentin pesurahaliikenteestä. Erityistä hyötyä lohkoketjuteknologiasta on arvioitu olevan niille yli kahdelle miljardille kehittyvän maan asukkaalle, jolla ei ole pankkitiliä tai min-käänlaista virallista henkilöllisyyttä,

sillä rahansiirtojen välityshintojen merkittävän laskun on ennakoitu lisäävän taloudellista hyvinvointia köyhimmillä alueilla.

Maailman finanssilaitokset ovat pyrkineet vastaamaan lohkoketjuteknologian haasteeseen ja perustaneet R3CEV-yhteenliittymän muun muassa Corda-alustan ja ylikansallisen valuutan kehittämiseksi. Jäseninä R3ssa on yli 80 finanssilaitosta sekä muita kuin kaupallisia finanssialan toimijoita, muiden muassa Kanadan keskuspankki sekä Illinoisin osavaltion ja Hongkongin finanssisääntelyviranomaiset.

R3 ei ole ainut yhteenliittymä. Useat pankit, muiden muassa JPMorgan ja UBS, ovat muodostaneet Microsoftin, Accenturen ja Intelin rinnalla lähes sadan toimijan Ethereum Enterprise Alliancen<sup>14</sup>. Merkittävä yhteenliittymä on lisäksi kymmenen

<sup>13</sup> Bajpai, Prableen. 2016. How Blockchain Can Help Reduce Money Laundering. Nasdaq. <http://www.nasdaq.com/article/how-blockchain-can-help-reduce-money-laundering-cm712251>.

<sup>14</sup> Tästä esim. Weare, Kent. 2017. The Enterprise Ethereum Alliance is Formed - Microsoft, Intel, JP

jättipankin (mm. UBS, Deutsche Bank, BNY Mellon) konsortio lohkoketjuteknologiaan perustuvan digitaalisen rahan luomiseksi. Rahansiirtopalveluja tarjoavalla Ripplellä on 75 aktiivista pankkia omassa yhteistyöverkostossaan.

Finanssialalla lohkoketjusovelluksia kehitetään myös erilaisten arvo-osuuksien – esimerkiksi osakkeiden ja johdannaisten – kaupan tehostamiseksi ja luotettavuuden lisäämiseksi. Sillä voidaan alentaa kustannuksia muun muassa arvo-osuuskaupan jälkikaupassa, jossa tähdätään prosessien automatisointiin esimerkiksi sopimuksissa ja rekisterien ylläpidossa.

Lohkoketjuteknologia on kiinnostanut myös yli 90:ää keskuspankkia esimerkiksi Singaporessa, Britanniassa, Kanadassa, Barbadosella, Kiinassa, Tanskassa, Intiassa, Etelä-Afrikassa ja viimeksi Kambodžassa, joissa keskuspankki on suunnittelemassa omaa lohkoketjuteknologiaa hyödyntävää digitaalista rahaa<sup>15</sup>. Myös Suomen pankki on ollut jossain määrin kiinnostunut lohkoketjuteknologiasta<sup>16</sup>. Aktiivisuudesta asiassa kertoo se, että Englannin keskuspankki ja Boston Fed liittyivät Hyperledgeriin helmikuussa 2017. Asian ajankohtaisuutta osoittaa myös ehdotus G20-maiden keskuspankkien konsortiosta lohkoketjuteknologian kehittämisessä ja implementoimisessa<sup>17</sup>. Epäilyjäkin on esitetty: EKP:n tuoreimmista kommentteista lohkoketjuteknologiaa on pidetty liian keskeneräisenä hyödynnettäväksi lähitulevaisuudessa<sup>18</sup>.

### 3.1.2. Vakuutus

Vakuutuslalla lohkoketjuteknologian on nähty tuovan hyötyjä vakuutusliiketoimintaan laajalla skaalalla. McKinseyn<sup>19</sup> mukaan hyötyjen ulottuvuuksia ovat kasvun mahdollistaminen, tehokkuuden lisääminen ja kustannusten alentaminen. Käytännössä lohkoketju tulee mahdollistamaan alustan, jolla asiakas kontrolloi omia tietojaan ja jolle voidaan rakentaa älykkäitä sopimuksia ja vertaisvakuutuksia. Tehokkuutta tuo petosten ehkäiseminen lohkoketjudatan avulla, ja hallintokulujen kustannuksia voidaan alentaa identiteettien, sopimusten ja asiakirjojen automaattisella tunnistamisella ja varmentamisella. Jälleenvakuutuksen osalta PwC on laskenut alalla saatavan kustannussäästöjä 15–20 prosenttia, mikä tarkoittaisi jopa 5–10 miljardia euroa. Säästöt syntyisivät muun muassa prosessien

---

Morgan, Startups Join. InfoQ. <https://www.infoq.com/news/2017/03/Enterprise-Ethereum>.

<sup>15</sup> De Meijer, Carlo R. W. 2017. Blockchain and Central banks: a Tour de Table Part 1. Finextra. <https://www.finextra.com/blogposting/13507/blockchain-and-central-banks-a-tour-de-table-part-1>.

<sup>16</sup> Redman, Jamie. 2016. Finland's Central Bank Explores Blockchain Technology, Bitcoin.com. <https://news.bitcoin.com/finland-central-bank-blockchain/>.

<sup>17</sup> Maupin, Julie. 2017. The G20 Countries Should Engage with Blockchain Technologies to Build an Inclusive, Transparent, and Accountable Digital Economy for All. G20-Insights.org. [http://www.g20-insights.org/policy\\_briefs/g20-countries-engage-blockchain-technologies-build-inclusive-transparent-accountable-digital-economy/](http://www.g20-insights.org/policy_briefs/g20-countries-engage-blockchain-technologies-build-inclusive-transparent-accountable-digital-economy/).

<sup>18</sup> Davis, Alex. 2017. ECB Not Ready To Embrace Blockchain Technology, Law360. <https://www.law360.com/articles/912132/ecb-not-ready-to-embrace-blockchain-technology>

<sup>19</sup> McKinsey. 2016. Blockchain in insurance – opportunity or threat? <http://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Financial%20Services/Our%20Insights/Blockchain%20in%20insurance%20opportunity%20or%20threat/Blockchain-in-insurance-opportunity-or-threat.ashx>.

tehostamisesta, uusista tuotteista ja vakuutettavien kohteiden läpinäkyvyydestä<sup>20</sup>. EY (aiemmin Ernst&Young) on korostanut tiedon läpinäkyvyyden merkitystä riskiarvioinnissa<sup>21</sup>. Käytännössä lohkoketjuteknologian pohjalta on toteutettu *proof of concept* ainakin katastrofiriskikauppaa varten. Pankkialan R3-konsortion tapaan vakuutusalan suuryritykset ovat perustaneet oman yhteenliittymänsä, B3i:n<sup>22</sup>.

Lohkoketjuteknologia on antanut sysäyksen vertaisvakuutussektorille ja synnyttänyt esimerkiksi Dynamis-, Teambrella-, Rainvow- ja Etherisc-startupit. Niiden toimintaperiaatteena on poistaa keskimiehen eli välittäjän rooli ja minimoida välittämiskulut älykkäiden sopimusten avulla.<sup>23</sup>

### 3.2. Sovellusalueena koko yhteiskunta

Yhteiskunnan digitalisoituessa löytyy taukoamatta uusia potentiaalisia lohkoketjuteknologian sovelluskohteita, ja lähes kaikille inhimillisen toiminnan alueille kehitetään sovelluksia ja alustoja. Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen yhteiskunnan eri osa-alueilla lähtee yleensä tarkoituksenmukaisuudesta, sillä niistä kullakin tarvitaan erilaisia toimintoja. Koska hyödyntäviä tahoja on monissa tapauksissa useita, sovellushankkeille on ominaista yhteistyö eri osapuolten kesken. Maailmalla toimiikin jo ainakin 25 erilaista toimialakohtaista lohkoketjuteknologiaan keskittynyttä konsortiota. Toisaalta lohkoketjuteknologiaa kehitetään myös kehittäjäyritys- ja teknologialähtöisesti, jolloin käyttäjien odotetaan ilmaantuvan siinä vaiheessa, kun kehitetty alusta tai sovellus on valmis käytettäväksi. Innovaatiokirjallisuudessa näitä kahta innovaation syntyä kuvaavaa prosessia on kutsuttu demand-pull- ja technology-push-mekanismeiksi. Lohkoketjuteknologian käyttöönoton keskeneräisyyden vuoksi näitä mekanismeja ei tässä yhteydessä tarkastella syvemmin. Sen sijaan erilaisia käyttömahdollisuuksia lähestytään laajempina kokonaisuuksina niiden toiminnallisuuden mukaan.

#### 3.2.1. Rekisterit

Teknologisesta näkökulmasta lohkoketjua on kuvattu ”hajautetuksi tilikirjaksi”. Tilikirjavertaus tekee ymmärrettäväksi lohkoketjun toiminnan erilaisten

<sup>20</sup> PwC. 2016. Blockchain could save reinsurance industry \$5 billion plus, PwC. [http://pwc.blogs.com/press\\_room/2016/09/blockchain-could-save-reinsurance-industry-5-billion-plus-pwc.html](http://pwc.blogs.com/press_room/2016/09/blockchain-could-save-reinsurance-industry-5-billion-plus-pwc.html).

<sup>21</sup> Ernst&Young. 2016. Blockchain technology as a platform for digitization – Implications for the insurance industry. [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-blockchain-technology-as-a-platform-for-digitization/\\$FILE/EY-blockchain-technology-as-a-platform-for-digitization.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-blockchain-technology-as-a-platform-for-digitization/$FILE/EY-blockchain-technology-as-a-platform-for-digitization.pdf).

<sup>22</sup> Howard, L. S. 2017. Blockchain Insurance Industry Initiative B3i Grows to 15 Members. Insurance Journal. <http://www.insurancejournal.com/news/international/2017/02/06/440629.htm>.

<sup>23</sup> Huckstep, Rick. 2017. Introducing the Third Wave of Peer-to-Peer Insurance, The Digital Insurer. <https://www.the-digital-insurer.com/blog/insurtech-teambrella-and-the-third-wave-of-peer-to-peer-insurance/>.

rekistereiden ylläpidossa ja käytössä. Lohkoketjuperusteiset rekisterit ovat muutamattomia, yleensä julkisia ja saatavissa samanlaisina kaikkialla. Merkittäviä rekisteritoimintoja on kehitetty sekä julkisiin palveluihin että esimerkiksi yritysten yhteistyönä palvelemaan useampaa yritystä.

Koulutussektorin lohkoketjusovellusten yhtenä tavoitteena on tutkintojen ja suoritussten säilöminen lohkoketjuun niin, että oppilaitosten myöntämien tutkintotodistusten tiedot olisivat varmennettavissa lohkoketjusta. Tämä takaisi todistusten väärentämättömyyden sekä mahdollisuuden varmentaa todistusten aitouden kaikkialla maailmassa<sup>24</sup>. Eturintamassa ovat kulkeneet korkeakoulut, muun muassa MIT, eri puolilla maailmaa. Yrityksistä Sony kehittää omaa sovellusta yhdessä IBM:n kanssa. Keniassa hallitus toteuttaa yhdessä IBM:n kanssa pilottihanketta tutkintoväärennösten estämiseksi.

Terveydenhuollossa lohkoketjuteknologian käyttöönotosta odotetaan merkittävää hyötyä muun muassa asiakasrekistereiden ylläpidossa<sup>25</sup>. Alalla teknologiasta ovat kiinnostuneet paitsi pienet kehittävät yritykset, myös valtiot (esim. Viro) ja suuret kansainväliset IT-yritykset (mm. Philips). Yrityksistä mukaan on viime aikoina lähtenyt myös IBM, joka on käynnistämässä yhteishankkeen Yhdysvaltojen elintarvike- ja lääkelaitoksen (FDA) kanssa<sup>26</sup>. Yhdysvalloissa myös terveydenhuollon informaatioteknologiaa koordinoiva taho (ONC) on edesauttanut lohkoketjuteknologian huomioimista terveydenhuollon ratkaisuja etsittäessä.

## *Lohkoketjuteknologiasta voisi muodostua alusta terveystietojen globaalille järjestelmälle*

Keskeinen lohkoketjuteknologian hyöty terveydenhuollon asiakasrekistereille näyttäisi olevan se, että usealta taholta hoitoa saavan potilaan tiedot avautuisivat hoitoa antaville asiantuntijoille eri organisaatioissa, mutta potilas itse hallitsisi pääsyoikeutta omiin tietoihinsa, – muttei kuitenkaan voisi muuttaa tai poistaa niitä. Tietojen ”käytöstä” jäisi jälki lohkoketjuun. Lohkoketjuteknologia saattaisi tehostaa palveluntuottajien ja palvelun rahoittajan välisiä tapoja järjestää

<sup>24</sup> Matthews, David. 2017. What blockchain technology could mean for universities. Times Higher Education. <https://www.timeshighereducation.com/news/what-blockchain-technology-could-mean-for-universities#survey-answer>.

<sup>25</sup> Das, Reenita. 2017R. Does Blockchain Have A Place In Healthcare? Forbes, <https://www.forbes.com/sites/reenitadas/2017/05/08/does-blockchain-have-a-place-in-healthcare/#39c6e6211c31>.

<sup>26</sup> Osborne, Charlie. 2017. IBM bets on the blockchain to keep your medical data safe., ZDNet, <http://www.zdnet.com/article/ibm-bets-on-the-blockchain-to-keep-your-medical-data-safe/>.

sopimusasiat, korvauseriaatteet ja maksuliikenne<sup>27</sup>. Siitä voisi muodostua lisäksi alusta terveystietojen globaalille järjestelmälle<sup>28</sup>.

Lohkoketjuteknologian rekisteriulottuvuus korostuu myös sen hyödyntämisessä kiinteistö- ja maarekistereissä. Näitä on suunniteltu ja kehitettykin useissa maissa, kuten Ruotsissa, Georgiassa, Ghanassa, Hondurasissa ja Isossa-Britanniassa<sup>29</sup>.

Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen asiakashallinnassa (Know Your Customer, KYC) ja tunnistautumisessa parantaisivat arvioiden mukaan asiakkaiden palvelukokemusta ja toisivat säästöjä palvelun tarjoajalle, esimerkiksi pankeille, kun pe- tokset vähenisivät ja toiminnan kulut pienenisivät. Pidemmällä tähtäimellä asiakashallinnassa ja tunnistautumisessa on mahdollista siirtyä universaaliin standardiin<sup>30</sup>. Käytännössä muun muassa finanssilaitosten R3-yhteenliittymä kehittää omaa KYC-sovellustaan ja Suomessa on käynnissä laaja yhteishanke asiakkaiden laskutustietojen säilömisestä lohkoketjurekisteriksi.

Yksi lohkoketjuteknologian geneerisistä sovelluskohteista on tekijänoikeuksien suojaaminen ja niiden alaisten palveluiden tai artefaktien tarjoaminen korvausta vastaan asiakkaille. Lohkoketjuteknologia voi mahdollistaa mikromaksamisen, jolloin jokainen musiikin tekijä pystyisi myymään musiikkiaan suoraan kuluttajille ja tekijänoikeuskorvaukset suuntautuisivat suoraan oikeuksien omistajille ilman välittäjiä<sup>31</sup>. Käytännössä musiikkijakelija Spotify ehti jo hankkia omistukseensa lohkoketjuteknologiaa hyödyntävän Mediachain-kehittäjäyrityksen tunnistaakseen luotettavasti musiikkioikeuksien haltijat korvausten maksamiseksi. Ajatuksena on luoda hajautettu rekisteri tarjoamaan tietoa musiikkiteosten omistusoikeudesta<sup>32</sup>. Tekijänoikeuksien lohkoketjusovelluksia kehittää suuri joukko yrityksiä, esimerkiksi Aurovine, Resonate, Ujo, Revelator, Muse, dotblockchainmusic, Bittunes, Stem, Blokur, Veredictum, Creativechain ja Voise. Suomessa Teosto on kehittänyt omaa Pigeon-sovellustaan eri maiden tekijänoikeusjärjestöjen välisten esitys- ja maksutietojen nopeuttamiseksi.

<sup>27</sup> Tierion. 2016. Blockchain Healthcare 2016 Report – Promise & Pitfalls, Tierion. <https://tierion.com/blog/blockchain-healthcare-2016-report/>.

<sup>28</sup> Leigh, Liz. 2016. Sydney platform Cyph MD uses blockchain technology to facilitate data sharing in healthcare, Startup Daily. <http://www.startupdaily.net/2016/08/cyph-md-blockchain-healthcare/>.

<sup>29</sup> Bindman, Dan. 2017. Land Registry to trial blockchain-backed digital property transfer. LegalFutures. <http://www.legalfutures.co.uk/latest-news/land-registry-trial-blockchain-backed-digital-property-transfer>.

<sup>30</sup> Asatryan, Diana. 2016. KYC May Be the Next Big Thing for Blockchain, Bank Innovation. <http://bankinnovation.net/2016/11/kyc-may-be-the-next-big-thing-for-blockchain/>.

<sup>31</sup> Dickson, Ben. 2017. Blockchain could completely transform the music industry, VentureBeat. <http://venturebeat.com/2017/01/07/blockchain-could-completely-transform-the-music-industry/>.

<sup>32</sup> Esim. Perez, Sarah. 2017. Spotify acquires blockchain startup Mediachain to solve music's attribution problem. TechCrunch. <https://techcrunch.com/2017/04/26/spotify-acquires-blockchain-startup-mediachain-to-solve-musics-attribution-problem/>.

Taiteen ja erityisesti digitaalisen taiteen alueella immateriaalioikeuksien alueella toimiva Ascribe on kehittänyt sovellusta, jonka avulla tekijät voivat säilöä digitaaliset teoksensa ja käydä niillä kauppaa<sup>33</sup>.

### 3.2.2. Tietotekniikkaa tukeva ja kehittävä käyttö

Lohkoketjuteknologia on itsessään tietotekninen innovaatio tai paremminkin yhdistelmä muutamasta olemassa olevasta teknologiasta, joita käytetään uudella tavalla. Tässä mielessä sen kaikki soveltaminen on tietotekniikan soveltamista. Joissain tapauksissa lohkaketjuteknologialla voidaan kuitenkin parantaa suoraan tietoteknisten laitteiden ja sovellusten suorituskykyä ja luotettavuutta sekä lisätä volyymejä.

Asioiden internet (Internet of Things, IoT) on yksi uuden teknologian merkittävimmistä kehitysalueista tällä hetkellä. Joidenkin vuosien kuluttua odotetaan 50 miljardin erilaisen digitaalisen laitteen olevan yhteydessä toisiinsa. Samalla kun laitemäärät ja vuorovaikutus laitteiden välillä lisääntyy, kasvavat tietoturvaongelmien riskit, mutta myös yksityisyyden haasteet. Muun muassa tähän laajenevaan kenttää muassa tähän laajenevaan kenttään lohkaketjuteknologiaa on yritetty istuttaa ratkaisuksi sen luotettavuuden vuoksi<sup>34</sup>. Kiinassa lohkaketjuteknologian ja IoT:n varaan on suunniteltu kymmenien miljardien eurojen arvoista älykaupunkia. Merkittävä avaus lohkaketjuteknologian hyödyntämiselle IoT:n osalta on suurten teollisuusyritysten (mm. Cisco, Foxconn ja Bosch) vuonna 2017 perustama yhteenliittymä<sup>35</sup>.

Lohkoketjuteknologian hyödyntäminen – eli hajautetun vertaisverkon käyttäminen – antaa mahdollisuuden jakaa tai oikeastaan yhdistää useiden tietokoneiden kapasiteettia, mikä parantaa suorituskykyä ja luotettavuutta. Lohkoketjuteknologian keskeisinä etuina perinteisiin keskitettyihin pilvipalveluihin verrattuna on pidetty hajautetun palvelun kestävyyttä, kustannustehokkuutta, yksityisyyden turvaa ja läpinäkyvyyttä. Hajautetussa palvelussa tieto ei ole altis yhteen alueelliseen paikkaan kohdistuville hyökkäyksille eli esimerkiksi tiedon muuttamiselle tai poistamiselle. Hajautettu palvelu on keskitettyjä pilvipalveluja huomattavasti kustannustehokkaampi eli käytännössä halvempi, koska kolmansia osapuolia, välittäjiä, ei tarvita. Samaan aikaan kun hajautettu palvelu turvaa käyttäjien yksityisyyden kryptografisesti, on sen kautta mahdollista nähdä läpinäkyvästi erilaiset siirrot ja muutokset säilötyn datan käsittelyssä.<sup>36</sup>

<sup>33</sup> Michalska, Julia. 2016- Blockchain: how the revolutionary technology behind Bitcoin could change the art market, The Art Newspaper.

<sup>34</sup> Banafa, Ahmed. 2016. How to Secure the Internet of Things (IoT) with Blockchain, Datafloq. <https://datafloq.com/read/securing-internet-of-things-iot-with-blockchain/2228>.

<sup>35</sup> Rizzo, Pete. 2017. Cisco, Bosch Reveal New Details on IoT-Blockchain Projects, CoinDesk. <http://www.coindesk.com/cisco-bosch-reveal-new-details-iot-blockchain-projects/>.

<sup>36</sup> Esim. Maor, Ron. 2017. Cloud Computing: The Future Belongs to Blockchain. Forbes. <http://www.forbes.co.il/news/new.aspx?Pn6VQ=L&0r9VQ=EIMKF>.



Lohkoketjuteknologian avuksi on kehitetty muun muassa IPFS (Inter Planetary File System), jonka kautta erityyppiset tiedostot voidaan tallentaa hajautettuun verkkoon ja tieto tallennuksesta ja muutoksista tiedostoihin säilöä lohkoketjuun.<sup>37</sup>

### 3.2.3. Viestintä, vuorovaikutus ja jakaminen

Kolmantena laajempaan käyttökokonaisuutena voidaan pitää lohkoketjuteknologian soveltamista erityyppiseen käyttäjäväliseen viestintään, vuorovaikutukseen ja jakamiseen. Media-alalla lohkoketjuteknologiaa on soviteltu muun muassa erilaisiin sisällön jakamisen, sosiaalisen median ja tekijänoikeuksien konteksteihin sekä mainontaan. Useimmat media-alan lohkoketjuhankkeista ovat uusien startup-yritysten lanseeraamia eli ne hakevat paikkaansa ja käyttäjiä suurempien, usein keskitetysti toimivien suuryritysten markkinoilla. Lohkoketjuyritysten onkin ennakoitu haastavan keskitetysti (centralized) toimivia internet-ajan uusmediayrityksiä kuten Facebookia ja Googlea<sup>38</sup>. Perinteisen mediateollisuuden suuryritykset eivät ole ainakaan julkisesti ilmaisseet kiinnostusta lohkoketjuteknologiaan, vaikka hajautetun mallin perusteella niille saattaisi olla tarjolla keinoja esimerkiksi valeuutisongelman ratkaisemiseen<sup>39</sup> ja käyttäjätietojen turvallisuuden takaamiseen<sup>40</sup>. Mediasektorin tulevaisuuden kannalta merkittävänä on nähty myös sisällöntuottajien (mm. toimittajien) roolin muuttuminen uberisaation seurauksena<sup>41</sup>. Hajautetusti jaetuilla alustoilla ei tarvittaisi kontrolloivia välittäjiä, jotka saattavat ottaa suurenkin korvauksen toimimisestaan keskusmiehenä.

Myös jakamistalouden seuraavan vaiheen on ennakoitu perustuvan lohkoketjuteknologialle ja hajautettujen jakamistalouden alustojen tuovan käyttäjille huomattavia etuja keskitettyihin alustoihin verrattuna<sup>42</sup>. Alustoja ollaan kehittämässä muun muassa liikenteeseen, energiakauppaan, majoitukseen ja vakuuttamiseen.

Energian tuotannossa ja kaupassa esimerkkinä jakamistaloudesta voidaan pitää New Yorkin Brooklynissä vuonna 2016 mikroverkossa aloitettua ja Ethereum-alustalla toimivaa naapureiden välistä aurinkosähkökauppaa, joka laajentui vuonna 2017 Siemensin rakentamaksi 50 kotitalouden, koulun, paloaseman ja tehtaan

<sup>37</sup> Allison, Ian. 2016. How IPFS Is Reimagining The Internet. Newsweek. <http://www.newsweek.com/how-ipfs-reimagining-internet-512566>.

<sup>38</sup> Cooper, Brian. 2016. Blockchain: Facebook's biggest threat. The Drum. <http://www.thedrum.com/opinion/2016/10/21/blockchain-facebooks-biggest-threat>; Sloane, Garrett. 2017. Digital TV Players Eye. Blockchain to Block Facebook, Google. AdvertisingAge. <http://adage.com/article/digital/digital-tv-players-eye-blockchain-block-facebook-google/308090/>.

<sup>39</sup> Allison, Ian. 2017. Blockchain experts discuss fake news and reputation. IBTimes. <http://www.ibtimes.co.uk/blockchain-experts-discuss-fake-news-reputation-1603385>.

<sup>40</sup> Casey, Michael. 2016. The Blockchain: Decentralized trust to unlock a decentralized future. O'Reilly. <https://www.oreilly.com/ideas/the-blockchain-decentralized-trust-to-unlock-a-decentralized-future>.

<sup>41</sup> Fernández, Covadonga. 2016. The uberization of journalism: Blockchain technology. BBVAOpenMind. <https://www.bbvaopenmind.com/en/the-uberization-of-journalism-blockchain-technology/>.

<sup>42</sup> Lielacher, Alex. 2017. How The Blockchain Can Create A True Peer-To-Peer Sharing Economy. Nasdaq. <http://www.nasdaq.com/article/how-the-blockchain-can-create-a-true-peertopeer-sharing-economy-cm806072>.

järjestelmäksi, jossa pienillä määrillä aurinkoenergiaa käydään kauppaa lohkoketjussa ilman välittäjiä. Järjestelmään kuuluu myös litiumakkuja.

Energiaan liittyviä lohkoketjupohjaisia jakamistalouden sovelluksia toteutetaan myös Australian Perthissä ja Saksassa. Kaliforniaan on tulossa kokeiluun jakamistalouden mallilla toimiva sähköautojen hajautettu lataamisteknologia.

Jakamistalouden suuret kansainväliset yritykset ovat nekin saamassa kilpailijoita hajautetusti ilman välittäjiä toimivista alustoista. Kuljetuspalveluiden välittäjää Uberiä yrittää haastaa muun muassa Arcade City. Majoituspalveluissa ATLANT on kertonut tavoitteekseen painaa AirBnB:n jopa 30 prosentin välityspalkkion 3 prosenttiin lohkoketjuteknologian ja hajauttamisen avulla.

Lohkoketjuteknologia saattaa mullistaa myös vaalit ja muut äänestystilanteet. Tanskassa järjestettiin erään puolueen jäsenäänestys lohkoketjuteknologialla, ja Australiassa maan posti on ilmoittanut kehittävänsä lohkoketjuteknologian hyödyntämistä paikallisesti. Erilaisia lohkoketjupohjaisia äänestys- tai vaalisovelluksia on kokeiltavana tai suunnitelmassa Venäjällä, Virossa, Ukrainassa ja Abu Dhabissa. Lohkoketjuteknologian mahdollisia implikaatioita tulevaisuuden äänestämiseksi on pohdittu myös EU-parlamentin tieteellisen ennakkoinnin ajatushautomossa.

### 3.2.4. Kauppa, toimitukset ja alkuperä

Kansainvälinen kauppa ja globaalit tavarakuljetukset ovat moniulotteinen toimintakenttä, jota yksinkertaistamaan ja tehostamaan on kehitetty useita lohkoketjusovelluksia.

Alankomaissa käynnistettiin vuoden 2016 lopulla laaja lohkoketjuun perustuva logistiikkahanke, jossa ovat mukana Rotterdamin satama, ABN Amro, korkeakouluja sekä muita logistiikka-alan toimijoita. Tanskassa maailman suurin konttilaivooperaattori Maersk toteutti yhdessä Kööpenhaminan IT-yliopiston kanssa hankkeen, jossa korvataan paperiperusteiset rahtikirjat lohkoketjuteknologialla. Yhdysvalloissa maan postipalvelut (United States Postal Service) on ottanut askeleita lohkoketjuteknologian hyödyntämiseksi finanssipalveluissa sekä laite-, identiteetti- ja toimitusketjuhallinnassa.

Dubain hallituksen yhdessä IBM:n kanssa käynnistämän hankkeen tavoitteena on toteuttaa lohkoketjuteknologian avulla koko logistiikka- ja tilausketjun kattava reaaliaikainen järjestelmä. Kiinassa on käynnistymässä IBM:n ja Walmartin seurantajärjestelmä sianlihan matkasta tuottajalta kuluttajalle<sup>43</sup>. Venäjällä ja Australiassa

<sup>43</sup> Popper, Nathaniel ja Lohr, Steve (2017). Blockchain: A Better Way to Track Pork Chops, Bonds, Bad Peanut Butter? NY Times. <https://www.nytimes.com/2017/03/04/business/dealbook/blockchain-ibm-bitcoin.html>.

on käynnistetty hankkeet maataloustuotteiden alkuperän ja toimitusketjun seurantaan.

Logistiikan lohkoketjusovelluksia tutkitaan ja kehitetään myös Suomessa. Kouvolan kaupungin elinkeinoyhtiön (Kinno) vetämässä ylikansallisessa hankkeessa tarkoituksena on luoda konsepti kuljetusten seuraamiseksi reaaliaikaisesti ja tiedon säilömiseksi lohkoketjuun osapuolten käyttöön<sup>44</sup>.

Lohkoketjuteknologia antaa välineitä tuotteiden alkuperän ja aitouden jäljittämiseksi, ja hankkeita toteutetaan esimerkiksi ruoan, merkkituotteiden, taideteosten ja timanttien väärennösten paljastamiseksi. Tuoteväärennösten globaaliksi arvoksi arvioidaan vuositasolla 1,8 biljoonaa euroa, joten kyse on merkittävästä taloudellisesta kysymyksestä. Alkuperän jäljittäminen on tärkeää myös muista – esimerkiksi eettisistä tai juridisista – syistä. Lohkoketjuteknologia antaa mahdollisuuden torjua muun muassa veritimanteilla ja sukupuuttoon kuolevilla lajeilla käytävää kauppaa. Kaakkois-Aasiasta pyydetyn tonnikalan alkuperän ja toimitus-

## *Lohkoketjuteknologia antaa mahdollisuuden torjua veritimanteilla ja sukupuuttoon kuolevilla lajeilla käytävää kauppaa*

ketjun säilömisellä lohkoketjuun pyritään vastaamaan ylikalastuksen ja työolojen ongelmiin<sup>45</sup>.

Lohkoketjuteknologiaa on hyödynnetty avun ja lahjoitusten perille menon ja käytön seurantaan pakolaisleireillä<sup>46</sup>.

Lohkoketjuteknologista onkin

sen läpinäkyvyyden ja väärentämättömyyden vuoksi kaavailtu laajamittaista ratkaisua lahjoitusten seuraamiseen<sup>47</sup>. Älykkäiden sopimusten kautta lahjoittaminen poistaa hyväntekeväisyysjärjestön hallinnolta mahdollisuuden ottaa itselleen koodattua osuutta suurempaa osuutta<sup>48</sup>. Kiinassa jo tuhannen hyväntekeväisyysjärjestön lahjoituksia voidaan seurata verkkokauppayhtiö Alibaban tytäryhtiö Alipayn kautta.

<sup>44</sup> Kotilainen, Samuli. 2017. Logistiikka-alan ongelma synnytti uuden idean – Tivi: Kouvola loikkaamassa lohkoketjuehityksen kärkeen. Tivi. <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/logistiikka-alan-ongelma-synnytti-uuden-idean-tivi-kouvola-loikkaamassa-lohkoketjuehityksen-karkeen-6631992>.

<sup>45</sup> Peters, Adele. 2016. Tracking Tuna On The Blockchain To Prevent Slavery And Overfishing, FastCoExist, <https://www.fastcoexist.com/3063440/tracking-tuna-on-the-blockchain-to-prevent-slavery-and-overfishing>.

<sup>46</sup> Hilliard, Mark. 2016. Innovation awards: Aid:Tech finds a way to intersect Blockchain with humanitarianism, Irish Times. <http://www.irishtimes.com/business/innovation-awards-aid-tech-finds-a-way-to-intersect-blockchain-with-humanitarianism-1.2720527>.

<sup>47</sup> Cassatt, Sam. 2016. During Natural Disasters, Blockchain Could Make All the Difference, Futurism. <https://futurism.com/during-natural-disasters-blockchain-could-make-all-the-difference/>.

<sup>48</sup> Allison, Ian. 2016. When will charities become blockchain-based 'trust machines'? IBTimes. <http://www.ibtimes.co.uk/when-will-charities-become-blockchain-based-trust-machines-1571856>.

### 3.3. Lohkoketjuteknologian kehittäjät, soveltajat ja hyödyntäjät

Lohkoketjuteknologian kehittäminen ja käyttöönotto vaatii yleensä usean tahon osallistumista hankkeen läpivientiin, koska teknologia on monin tavoin täysin uusi, ja sen toiminnan tavat poikkeavat aiemmasta. Lohkoketjuteknologian kehittymistä ja käyttöönottoa tuleekin tarkastella systeeminä. Toimintaan vaikuttavat muiden muassa kehittäjäyritykset, sijoittajat, eri tasoisia kehitys- ja toiminta-alueita tarjoavat yritykset sekä julkinen sektori. Julkisen sektorin roolina on toimia kehittäjäkumppanina esimerkiksi valtion omissa lohkoketjuhankkeissa, rahoittajana teknologian kehittämisessä, lainsäätäjänä ja tulkitsijana toimintaedellytyksiä koskevissa kysymyksissä sekä standardeista ja patenteista päättävänä tahona. Keskeinen kehitystoimintaan vaikuttava taho ovat myös käyttäjät: kuluttajat, yritykset ja julkinen sektori. Lohkoketjuteknologiaa kehitetään näiden tahojen leikkauksissa. Teknologian kehitysvaihetta ja muuttumista innovaatioksi voidaan arvioida eri tahojen näkemysten ja osallistumisen perusteella.

Lohkoketjuteknologiaa kehittäviä startup-yrityksiä on Blockchain Startup Trackerin (2017) mukaan maailmassa yhteensä yli 1 200. Eniten niitä on seurannan mukaan Yhdysvalloissa, 37 prosenttia ja Isossa-Britanniassa, 15 prosenttia. Muiden maiden prosentit vaihtelevat neljän prosentin alapuolella. Toimialoista suurimmat ovat kommunikaatio ja informaatio 45 prosentilla sekä finanssiala 36 prosentilla.

Heinäkuussa 2017 julkaistun selvityksen mukaan 57 prosentissa maailman suur-yrityksistä (yli 20 000 työntekijää) oli käynnistetty prosessi lohkoketjuteknologian hyödyntämiseksi tai aktiivisesti harkittu sellaisen käynnistämistä. Kahdessa kolmasosassa odotettiin, että lohkoketjuteknologia on integroitu yrityksen järjestelmään vuoden 2018 aikana.<sup>49</sup>

Suuryrityksistä lohkoketjuteknologian etujoukoissa ovat olleet suuret tietotekniikka- ja konsulttiyritykset sekä finanssialan jätit. Kiinnostus on levinnyt kuitenkin nopeasti toimialojen läpi, ja tällä hetkellä on vaikeaa löytää alaa, jolta ei löytyisi asiaan perehtyneitä yrityksiä.

Kehitystyössä ja käyttöönotossa ei ole kyse ainoastaan yritysten kaupallista intresseistä, vaan laajemmin valtioiden ja erilaisten ylikansallisten toimijoiden halusta löytää uusia ratkaisuja nykyisiin ongelmiin. Lohkoketjuteknologiaan liittyy monia sellaisia läpinäkyvyyden, kustannustehokkuuden ja luotettavuuden elementtejä, jotka voisivat vastata niihin haasteisiin, jotka uhkaavat globaalia yhteisöä eri

<sup>49</sup> Browne, Ryan. 2017. Blockchain technology being considered by more than half of big corporations, according to study. CNBC. <https://www.cnbc.com/2017/07/31/blockchain-technology-considered-by-57-percent-of-big-corporations-study.html>.

puolella maailmaa. Tästä syystä mm. YK<sup>50</sup> ja sen alaiset organisaatiot selvittävät lohkoketjuteknologian mahdollisuuksia esimerkiksi ilmastonmuutoksen torjunnassa, katastrofilahjoitusten seuraamisessa ja köyhimpien lasten auttamisessa.

Poliittisen ohjauksen puolella Euroopan parlamentti otti toukokuussa 2016 lohkoketjuteknologiaan neutraalin kannan edistäen sen käyttöä ja kehittämistä, vaikka kiinnittikin huomiota mahdollisiin ongelmiin virtuaalivaluuttojen käytössä. Parlamentti kehotti jäsenvaltioita olemaan estämättä lohkoketjujen kehittämistä ja käyttöönottoa liialla sääntelyllä. Euroopan komissio on puolestaan etsinyt ja rahoittanut hankkeita lohkoketjuteknologian kehittämiseksi. Myös Euroopan rahoitusmarkkinoita valvova European Security and Markets Authority (ESMA) on viimeksi vuonna 2017 todennut, ettei lohkoketjuteknologia vaadi toistaiseksi erityistä sääntelyä<sup>51</sup>.

Kansainvälinen standardointijärjestö ISO<sup>52</sup> on ottanut lohkoketjuteknologian ja

## *Arabiemiraateissa Dubain sulttaanikunta aikoo maailman johtavaksi lohkoketju- teknologian käyttäjäksi säilömällä kaikki viralliset asiakirjat lohkoketjuun*

hajautetut tilikirjat agendalleen ja perustanut sitä varten komitean. Standardoinnin tarkoituksena on ISO:n mukaan tukea datan vaihtoa ja yhteistoiminnallisuutta käyttäjien, sovellusten ja järjestelmien kesken.

Lohkoketjuteknologiasta ei valtiotasolta ole kovin paljon tietoa varsinaisesta poliittisesta ohjauksesta, ja eri säätelevä-

viranomaisten linjaukset perustuvat epätietoisuuteen nykyisestä tilanteesta ja siitä, mitä on tulossa. Merkittävää valmistelutyötä on tehty Isossa-Britanniassa, missä hallitus julkaisi ”Beyond the block chain” -selvityksen vuonna 2016, jonka jälkeen lohkoketjuteknologiakokeiluja on yritetty käynnistää hallituksen ja muiden julkisten tahojen toimesta eri sektoreilla.<sup>53</sup>

Arabiemiraateissa Dubain sulttaanikunta aikoo maailman johtavaksi lohkoketjuteknologian käyttäjäksi säilömällä tulevaisuudessa kaikki viralliset asiakirjat

<sup>50</sup> Simonsen, Scott. 2017. 5 Reasons the UN Is Jumping on the Blockchain Bandwagon, SingularityHub. <https://singularityhub.com/2017/09/03/the-united-nations-and-the-ethereum-blockchain/>.

<sup>51</sup> Bobeldijk, Yolanda. 2017. ESMA: It's 'too early' to regulate blockchain, Financial News. <https://www.fnlonon.com/articles/european-watchdog-its-too-early-to-regulate-blockchain-20170207>.

<sup>52</sup> ISO. 2016, ISO/TC 307 – Blockchain and electronic distributed ledger technologies. [http://www.iso.org/iso/home/standards\\_development/list\\_of\\_iso\\_technical\\_committees/iso\\_technical\\_committee\\_participation.htm?commid=6266604](http://www.iso.org/iso/home/standards_development/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee_participation.htm?commid=6266604).

<sup>53</sup> UK Government Office for Science. 2015. Distributed Ledger Technology: beyond block chain. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf).

lohkoketjuun<sup>54</sup>. Georgian valtio on luonut yhdessä BitFury-yrityksen kanssa maahan vuonna 2017 käyttöönotettavaa kiinteistörekisterijärjestelmää. Maa- ja kiinteistörekisterihankkeet ovat yksi keskeinen valtioiden toteuttama lohkoketjun sovellusalue, ja niitä on vireillä Ruotsissa, Britanniassa, Hondurasissa ja Ghanassa. Kenian valtio on soveltamassa IBM:n kanssa lohkoketjuteknologiaa terveydenhuoltoon, koulutukseen ja kiinteistörekisteriin.

Hongkongin hallitus pitää lohkoketjuteknologian sovellusten tutkimista ja kehittämistä erittäin tärkeinä Hongkongin finanssiteknologisen aseman vuoksi ja näkee alueen potentiaalisena lohkoketjuteknologian avaintekijänä maailmassa. Myös Sveitsi on toivottanut esimerkiksi finanssialan lohkoketjuyritykset tervetulleeksi.

Yhdysvaltojen edustajainhuoneeseen perustettiin työryhmä edesauttamaan lohkoketjuteknologian käyttöönottoa ja sille suotuisaa lainsäädäntöä. Puolustusvoimien tutkimusorganisaatio DARPA selvittää lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuuksia esimerkiksi ydinasedatan suojaamisessa. Osavaltioista Illinois on ilmoittanut hakevansa itselleen roolia lohkoketjuteknologian innovaatiokeskukseksi. Illinoisin osavaltioilla on kehitteillä myös käytäntö, jolla vastasyntyneille luotaisiin oma ja itsekontrolloitu – ja lapsen perustiedot sisältävä – identiteetti lohkoketjuun<sup>55</sup>. Delawaressa astui elokuussa 2017 voimaan laki, jossa yritysten osakkeenomistajalistat on voinut tallentaa lohkoketjuun. Osavaltioon on rekisteröity 65 prosenttia koko Yhdysvaltojen Fortune 500 -yrityksistä ja yli puolet, eli miljoona, julkisesti noteeratuista yrityksistä.

Kiinan hallituksen tavoite on vuoden 2016 linjapaperin mukaan kansainvälisten standardien luominen – ja hallitus haluaa kiinalaisille yritykselle aktiivisemmän globaalin roolin. Viron edistyksellisyydestä digitalisoinnissa on puhuttu paljon niin Suomessa kuin kaikkialla maailmassa. Lohkoketjuteknologian osalta merkittävimpinä avauksina voidaan pitää maan tavoitetta terveystietojen varmentamisesta lohkoketjuteknologian avulla. Tanskan verohallinto toteutti Kööpenhaminan IT-yliopiston kanssa hankkeen, jossa lohkoketjuteknologiaa hyödynnettiin esimerkiksi autoveron sekä auton rekisteröinti- ja muiden tietojen seuraamisessa yli omistajavaihdosten. WNorjan valtio on tukemassa AiSpot-yrityksen hanketta, jossa rakennetaan kanta-asiakkaiden palkitsemisjärjestelmää matkailun alalla. Vastaavaa järjestelmää kehitetään myös Dubaissa.

Lohkoketjuteknologia on herättänyt kiinnostusta kaupunkitason toimijoissa, joista ainakin Rotterdam on lähtenyt luomaan kiinteistöjensä vuokrausta varten lohkoketjusovellusta esimerkiksi vuokrasopimusten tallentamiseksi lohkoketjuun.

<sup>54</sup> Gulf News. 2016. Dubai launches Blockchain strategy to become paperless by 2020, Gulf News. <http://gulfnews.com/news/uae/government/dubai-launches-blockchain-strategy-to-become-paperless-by-2020-1.1907790>.

<sup>55</sup> Allison, Ian. 2017. The Illinois Blockchain Initiative creates self-sovereign identity at birth. IBTimes. <http://www.ibtimes.co.uk/illinois-blockchain-initiative-creates-self-sovereign-identity-birth-1637530>.

## 4. Havainnot ja pohdintaa tulevasta

Lohkoketjuteknologian käyttöönoton odotetaan tuovan muutoksia sekä tietoteknologian käyttöön, liiketoimintamalleihin että laajemmin yhteiskuntaan. Tässä julkaisussa on pyritty antamaan kokonaiskuva tilanteen moninaisuudesta ja haluttu korostaa, että teknologian mahdollisuudet eivät ole vielä toteutuneet niin, että sitä käytettäisiin yhteiskunnassa laajamittaisesti. On kuitenkin paljon viitteitä siitä, että käyttöönotto tulee tapahtumaan lähitulevaisuudessa. Julkaisun lopuksi pohditaan nykytilannetta ja erityisesti sitä, millaista yhteiskuntaa lohkoketjuteknologian merkittävä käyttöönotto mahdollisesti implikoisi.

### *4.1. Tietoa, tutkimusta ja ennakkointia*

Lähestyttäessä lohkoketjuteknologiaa tutkimuksellisesti on tutkimuskohteen kehitysvaiheesta johtuen esitettävä varauksia tiedon saatavuudesta, hankinnasta ja analysoinnista. Koska monia alustoja ja sovelluksia vasta konseptoidaan tai korkeintaan pilotoidaan, on syvemmän ja systemaattisemman yhteiskunnallisen analyysin tekeminen millään ennakkoinnin menetelmillä haasteellista. Ehkä tämän vuoksi lohkoketjuteknologiaa koskeva tutkimus on tähän mennessä rajoittunut teknisten ulottuvuuksien tutkimukseen, eikä yhteiskuntatieteellistä tutkimusta ole juuri tehty. Yhtenä syynä tutkimuksen vähäisyyteen on se, ettei yhteiskuntatieteellisessä tutkimuksessa ole koettu tärkeäksi tutkia aihetta, joka on olemassa vasta lähinnä tutkijoiden ja kehittäjien työpöydillä. On myös epäselvää, kuinka moni yhteiskuntatutkijoista edes tietää teknologian olemassaolosta. Lohkoketjuteknologian yhteiskuntatieteelliselle analyysille on kuitenkin tilaus. Jos ja kun lohkoketjuteknologiaa aletaan ottaa massakäyttöön, on perusteltua, että on myös yhteiskuntatieteilijöitä, jotka tuntevat lohkoketjuteknologian toimintaperiaatteet reaaliaikaisesti sen kehityksen kanssa.

Vaikka varsinaista tutkimustietoa on niukalti, internetistä on saatavissa runsaasti tietoa ja näkemyksiä lohkoketjuteknologiasta. Saatavilla olevien lähteiden erityispiirre on, että lohkoketjuteknologiaa koskevat uutiset ja artikkelit lisääntyivät räjähdysmäisesti vuosien 2016–17 aikana. Google-haku sanalla ”blockchain” syyskuussa 2017 tuotti 28,5 miljoonaa osumaa. Lohkoketjuteknologiasta on kirjoitettu ja julkaistu valtavasti materiaalia. Internetin kautta on saatavissa tietoa erityyppisistä kehityshankkeista yrityksissä, tutkimuslaitoksissa ja julkisella sektorilla.

Aihetta tutkittaessa kaikki tieto ei luonnollisesti ole julkisesti saatavilla, vaan sitä tulee hankkia hanke- ja yrityskohtaisesti. Lisäksi suurin osa hankkeista on muualla kuin Suomessa. Blockchain Startup Trackerin mukaan Suomessa oli syyskuussa 2017 vain 4 kappaletta eli 0,4 prosenttia kaikista ilmoitetuista lohkoketjuteknologiaa kehittävästä startup-yrityksistä<sup>56</sup>. Globaali tiedonhankinta tulee olemaan yksi keskeinen tulevaisuuden haaste lohkoketjututkimukselle ja aineiston hankinnalle myös Suomessa.

Suunnaton määrä verkkohaun osumia sekä erilaisia ja eritasoisia kirjoituksia – tai edes niiden laaja läpikäynti – ei takaa viimeisen ja objektiivisen tiedon löytymistä, vaan lohkoketjuteknologian tulevaisuus näyttäytyy avoimena ja hajautuneena. Kenelläkään ei ole varmaa tietoa siitä, milloin ja millaisin ehdoin lohkoketjuteknologiaa tullaan jatkossa hyödyntämään laajassa mittakaavassa ihmisten, yhteisöjen, valtioiden ja yritysten arjessa. Hakukoneiden tarjoamista mahdollisuuksista huolimatta tieto lohkoketjuteknologiasta on hajautunut samaan tapaan kuin lohkoketjuteknologia on hajautunut teknologia.

Ehkä osittain tämän vuoksi lohkoketjuteknologia näyttäytyy myyttisenä ja lupausnomaisena tarinana, johon on sisäänkirjoitettu suuri muutos joskus määrittelemättömässä tulevaisuudessa<sup>57</sup>. On perusteltua epäillä, että tällaista myyttiä vahvistaa – suomalaisessakin mediassa levitetty – epämääräinen uskomus siitä, että lohkoketjuteknologian käyttöönotto tulee mullistamaan maailmaa yhtä paljon kuin internetin luominen 1990-luvun alkupuolella.

Kontrastina myyttiselle lupaukselle ja vallankumoukselliselle muutokselle on se keskeinen havainto, ettei lohkoketjusovelluksia juurikaan ole markkinoilla tai tuotannollisessa käytössä. Lupaus näyttää edelleenkin vain lupaukselta.

#### 4.2. Ylikansallinen ja perustuksellinen yhteistyön teknologia?

Lohkoketjuteknologia on leimallisesti globaali teknologia. Vaikka lähes puolella alan startup-yrityksistä olikin vuoden 2017 alkupuoliskolla kotipaikka joko Yhdysvalloissa tai Isossa-Britanniassa, yrityksiä ja hankkeita on kaikissa maanosissa. Sovelluskohteet eroavat jonkin verran alueellisesti, mutta aiemmin esitellyt ideologiset lähtökohdat ja suunnitellut sovelluskohteet kertovat siitä, että teknologia taipuu hyvin erilaisiin käyttötarkoituksiin käyttäjien tarpeiden mukaan. Finanssi- ja maksujärjestelmissä pyritään hyödyntämään

<sup>56</sup> Blockchain Angels. 2017. The Blockchain Startup Tracker. <https://www.blockchainangels.eu/startups/charts/>.

<sup>57</sup> Honkanen, Petri. 2017. Lohkoketjuteknologian lupaus. Arcada. Saatavissa: [http://dSPACE.arcada.fi:8080/jspui/bitstream/123456789/48/1/AWP\\_1-2017\\_Honkanen.pdf](http://dSPACE.arcada.fi:8080/jspui/bitstream/123456789/48/1/AWP_1-2017_Honkanen.pdf).



lohkoketjuteknologiaa sekä pankkien voittojen lisäämiseksi että maailman kahden miljardin köyhän, identiteettittömän tai pankkitilittömän ihmisen olojen kohentamiseksi.

Tässäkin julkaisussa esiin nostettujen hankkeiden perusteella näyttää siltä, että lohkoketjuteknologia on yhteistyön teknologia. Tästä kertovat paitsi eri tilaajatahojen – kuten valtioiden ja suuryritysten – ja alustoja ja sovelluksia kehittävien startup-yritysten yhteistyö, myös laajat konsortiot eri toimialoilla ja alustojen ympärillä. Näitä ovat mm. pankkien R3, vakuutuslaitosten B3i, Hyperledger ja Ethereum Enterprise Alliance sekä IoT-lohkoketjuteknologian yhteenliittymä. Myös patenttitrollauksen vastainen yhteenliittymä implikoi yhteistyötä.

Erilaisista käyttökonteksteista ja käyttäjistä sekä kehittämissyhteistyöstä ponnistava teknologia ei ainakaan alustavan analyysin<sup>58</sup> perusteella näyttäisi suoraan istuvan teknologiatyöntöiseen tai

-lähtöiseen (technology push) innovaatiomalliin.

*Tällaiselle teknologialle on tyypillistä, että se muuttaa koko sosiaalista ja taloudellista rakennetta pitkän, vuosikymmenten mittaisen prosessin seurauksena*

Lohkoketjuteknologian ole-  
mista analysoineet Iansiti & Lakhani<sup>59</sup> ovat päätyneet kutsumaan lohkoketjuteknologiaa perustukselliseksi (foundational) teknologiaksi, jota ei voi arvioida perinteisellä radikaali innovaatio / inkrementaali innovaatio -akselilla. Tällaiselle teknologialle on tyypillistä, että se muuttaa koko sosiaalista ja

taloudellista rakennetta, mutta vasta pitkän, vuosikymmenten mittaisen prosessin seurauksena. Katsottaessa lohkoketjuteknologiaa tästä näkökulmasta sen syvemmät vaikutukset yhteiskuntaan voi todennäköisesti havaita vasta sukupolven kuluttua.

<sup>58</sup> Honkanen, Petri. 2017. Lohkoketjuteknologian lupaus. Arcada. [http://dspace.arcada.fi:8080/jspui/bitstream/123456789/48/1/AWP\\_1-2017\\_Honkanen.pdf](http://dspace.arcada.fi:8080/jspui/bitstream/123456789/48/1/AWP_1-2017_Honkanen.pdf).

<sup>59</sup> Iansiti, Marco & Karim R. Lakhani. 2017, The Truth About Blockchain, Harvard Business Review. <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>.

### 4.3. Kehitykseen vaikuttaminen – sääntely ja politiikka

Vaikka lohkoketjuteknologian perusominaisuuksia ovat sen hajautunut luonne ja keskitetyn vallan katoaminen, ovat perinteisen keskitetyn vallan (eli valtion) edustajat ottaneet kantaa siihen, kuinka lohkoketjuteknologiaan voitaisiin huomioida esimerkiksi sääntelyssä ja lainsäädännössä sekä valtioiden muissa toimenpiteissä.

Honkanen (emt.) on jaotellut tämänhetkiset tavat suhtautua lohkoketjuteknologiaan kolmeen tyyppiin: ”ei aiheuteta vahinkoa”, ”odotetaan ja katsotaan” sekä ”pelätään ja kontrolloidaan”. Jälkimmäisin ei ole ollut hallitseva toimintamalli missään maailmassa, eikä lohkoketjuteknologiaa ole ainakaan vielä nähty erityisenä mörkönä valtioiden toiminnan kannalta. Kiina on tosin kieltänyt ICOt eli virtuaalivaluutalla toteutetun joukkorahoituksen kansalaisiltaan<sup>60</sup>, eivätkä Yhdysvaltojen kansalaiset voi maan tiukan sääntelyn vuoksi osallistua ICO:ihin<sup>61</sup>.

Kehittämistoimenpiteiden aktiivisuudessa on eroja eri valtioiden välillä. Tässä mielessä kolmeen edellä mainittuun suhtautumistapaan voisi lisätä ”aktiivisen tukemisen”, jota esimerkiksi Ison-Britannian hallitus on omalla, vuonna 2015 julkaistulla raportillaan ja sen pohjalta ilmaissut. Useat eri valtioiden lanseeraamat hankkeet ja kannanotot kertovat siitä, että lohkoketjuteknologian hyväksi voidaan toimia aktiivisesti. Myöskään EU ei ole toistaiseksi halunnut puuttua lohkoketjuteknologian kehittämiseen ja käyttöön asettamalla esteitä sen kehittämislle, vaan päinvastoin se on yrittänyt edesauttaa innovaatioiden syntyä<sup>62</sup>.

Julkisen sektorin roolina näyttää olevan hankkeiden toteuttaminen yhdessä pienempien tai suurempien yritysten (esim. IBM) kanssa sekä sääntelyn kehittäminen esimerkiksi brittiläisellä sandbox-kokeilumallilla, jossa lohkoketjuteknologiaa hyödyntävät yritykset voivat testata tuotteita ja palveluita ennen käyttöönottoa The Financial Conduct Authorityn (FCA) säännöillä<sup>63</sup>. Valtiot luovat myös yhdessä tulevaisuuden toimintaympäristöä – yksi tällainen toimenpide on lohkoketjuteknologian standardointiin tähtäävän kansainvälisen ISO-komitean perustaminen.

Ison-Britannian hallitukselle tehty raportti suositteli vuonna 2015 edelleen huomionarvoisia toimenpiteitä lohkoketjuteknologian edistämiseksi ja sen

<sup>60</sup> Vincent, James. 2017. China bans all ICOs and digital currency launches as ‘illegal public financing’. The Verge. <https://www.theverge.com/2017/9/4/16251624/china-bans-ico-initial-coin-offering-regulation>.

<sup>61</sup> Buntinx, JP. 2017. Why can't US Citizens participate in cryptocurrency ICOs? The Merkle. <https://themerke.com/why-cant-us-citizens-participate-in-cryptocurrency-icos/>.

<sup>62</sup> EurActiv. 2017. Risks and opportunities of Blockchain and Distributed Ledgers Technologies (BDLTs). EurActiv. <http://pr.euractiv.com/pr/risks-and-opportunities-blockchain-and-distributed-ledgers-technologies-bdlt-153524>.

<sup>63</sup> Ahuja, Vivek. 2017. FCA gives nod to second wave of ‘sandbox’ firms, FNLondon. <https://www.fnlonon.com/articles/fca-gives-nod-to-second-wave-of-sandbox-firms-20170615>.

käyttöönottoon varautumiseksi. Hallituksen tulisi ottaa vastuu lohkoketjuteknologian ministeritasoisesta johtamisesta, visioinnista ja alustoista sekä varmistaa hankkeiden käynnistäminen paikallistasolla ja käynnistää konkreettisia arjen kokeiluja. Hallituksen olisi kehitettävä regulaatiota ja luotava standardit yhdessä teollisuuden kanssa. Osaamista ja taitoja hallituksen piirissä tulisi lisätä. Tutkimusyhteisön pitäisi panostaa muun muassa teknologian turvallisuuden ja skaalautuvuuden ongelmien ratkaisemiseen.<sup>64</sup>

Yksi julkisen sektorin ja valtion rooli on patenttien hyväksyminen. Haettujen lohkoketjupatenttien määrä onkin ollut voimakkaassa kasvussa erityisesti vuonna 2017, jolloin esimerkiksi Yhdysvaltojen patenttivarastoon UPSTOon oli vuoden alkupuoliskon aikana tullut 390 lohkoketjuteknologiaan laajasti liittyvää hakemusta, mikä tarkoitti 90 prosentin nousua vuoden 2016 saman ajankohdan määrään verrattuna<sup>65</sup>. Samaan aikaan yhä harvempi patentti on hyväksytty. Vaikka lohkoketjuteknologian patentoinnista ei ole Suomessa juurikaan julkisesti keskusteltu, uutiset muualta maailmasta kertovat varautumisesta siihen, että immateriaalioikeuksilla saatetaan käydä jossain vaiheessa kauppaa ja halu patentointiin voi johtaa riitoihin. Jotkut asiantuntijat ovat pelänneet jopa puhelinalan kaltaista patenttisotaa, joka voisi hidastaa innovointia ja käyttöönottoa. Indikaattorina tilanteen kuumenemisestä voidaan nähdä patenttisalkkujen haaliminen ilman että niitä aiotaan hyödyntää itse. Patenttitrollaamista vastaan onkin syntynyt yritysvetoinen konsortio<sup>66</sup>.

#### *4.4. Lohkoketjuteknologian tulevia haasteita*

Jos julkisuutta hallitsevaa lupausta on uskominen, lohkoketjuteknologialla on edessään menestyksenkäs tulevaisuus ja teknologia tullaan ottamaan käyttöön kaikilla nyky-yhteiskunnan alueilla. Automaattisesti menestys ei kuitenkaan synny. Tarvitaan paljon aikaa ja uutta osaamista teknologian kehittämiseksi sekä sen käyttöönottamiseksi.

Jotta uusi teknologia saavuttaisi yhteiskunnallisen läpimurron, siihen on yleensä aina rakennettu sisään lupaus jostain paremmasta, kauniimmasta ja tehokkaammasta. Lohkoketjuteknologiaan liittyy sekä yleisinhimillisiä lupauksia että mahdollisuuksia yrityksille ja valtioille säästää kustannuksissa. Haasteita

<sup>64</sup> UK Government Office for Science. 2015. Distributed Ledger Technology: beyond block chain. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf).

<sup>65</sup> Tian, Chuan. 2017. The Rate of Blockchain Patent Applications Has Nearly Doubled in 2017. CoinDesk. <https://www.coindesk.com/rate-blockchain-patent-applications-nearly-doubled-2017/>.

<sup>66</sup> Jalfin, Shai. 2017. Protecting IP in the Blockchain Sector. IPWatchdog. <http://www.ipwatchdog.com/2017/06/30/protecting-ip-blockchain-sector/id=84581/>.

kehittämisessä ja käyttöönotossa kuitenkin riittää. Merkittävä teknologinen haaste on konsensusmekanismeihin eli varmentamiseen liittyvä skaalautuvuuden ongelma. Esimerkiksi Bitcoinin kyky käsitellä suuria siirtomääriä on rajallinen<sup>67</sup>. Toinen suuri haaste on Bitcoinin louhintaprosessin energiankäyttö, mikä ohittaa laskelmien mukaan Tanskassa käytetyn energian määrän vuonna 2020<sup>68</sup>. Muita teknisiä ongelmia saattaa jatkossa aiheuttaa esimerkiksi useiden lohkoketjujen yhteensovittaminen<sup>69</sup>.

Haasteita on tekniikan lisäksi ihmisissä. Kyselyn mukaan amerikkalaisten suuryritysten johtajista 39 prosenttia tuntee lohkoketjuteknologiaa korkeintaan vähän<sup>70</sup>. Yhdysvalloissa ja Euroopassa tehdyn kyselyn mukaan lohkoketjuteknologian implementointi tulee kärsimään osaajapulasta<sup>71</sup>. Muun muassa Japanissa osaajapulaan on jo törmätty<sup>72</sup>.

Ihmisten ja yhteisön rooli näkyy myös hajautuneen teknologian jatkuvuuden turvaamisessa. Koska hajautuneiden lohkoketjujen toiminnasta vastaa hajallaan oleva käyttäjien yhteisö, jonka olemassaoloa ja pysyvyyttä ei säädellä mitenkään, on täysin mahdollista, että tällainen lohkoketju kuolee, kun käyttäjät syystä tai toisesta kaikkoon. <sup>73</sup>.

Käytön laajentuessa saatetaan törmätä päätöksenteon, hallinnon ja hallinnan ongelmiin. Kun jotkut lohkoketjuteknologian saarnamiehet ovat pitäneet teknologiaa uudenlaisen kansalaisyhteiskunnan mahdollistajana ja jopa valtion – eli yhden kolmannen osapuolen – poispyyhkäisijänä, kriittisimmät ovat nähneet ainakin nykymuotoisen lohkoketjuteknologian pienten fraktioiden hallitsemana ja hyödyntämänä digitaalisena feodalismina<sup>74</sup>.

Lohkoketjuteknologian rooli yhteiskunnan muutoksessa ja tulevassa järjestyksessä onkin pitkälti avoin.

<sup>67</sup> Lielacher, Alexander. 2017. SegWit Lock-In: What Does it Mean for Bitcoin? Insidebitcoins. <http://insidebitcoins.com/news/segwit-lock-in-what-does-it-mean-for-bitcoin/66351>.

<sup>68</sup> Templeton, Graham. 2016. Bitcoin could soon use more power than Denmark, but help is on the way, ExtremeTech. <https://www.extremetech.com/extreme/225660-bitcoin-could-soon-use-more-power-than-denmark-but-help-is-on-the-way>.

<sup>69</sup> Ben-Ari, Adi. 2017. Outstanding Challenges in Blockchain Technology in 2017. Blockchain News. <http://www.the-blockchain.com/2017/01/24/adi-ben-ari-outstanding-challenges-blockchain-technology-2017/>.

<sup>70</sup> Graham, Luke. 2016a. The 2017 challenge for blockchain: Getting executives to understand it, CNBC. <http://www.cnbc.com/2016/12/14/2017-challenge-for-blockchain-executives-obstacles-regulation.html>.

<sup>71</sup> Bobeldijk, Yolanda. 2017. Financial services industry still lacks blockchain brains, Financial News. <https://www.fnlondon.com/articles/financial-services-industry-still-lacks-blockchain-brains-20170209>.

<sup>72</sup> Wilson, Thomas. 2016. Expert shortage hampers Japanese financials in blockchain race, Reuters. <http://www.reuters.com/article/us-japan-fintech-blockchain-idUSKCN10S2GN>.

<sup>73</sup> Atzori, Marcella. 2017. Blockchain Governance and the Role of Trust Service Providers: The TrustedChain® Network. SSRN [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2972837](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2972837).

<sup>74</sup> Emt. Atzori.

Ennakoitaessa ja arvioitaessa lohkoketjuteknologian vaikutuksia ja yhteyksiä yhteiskuntakehitykseen, lähtökohdaksi voidaan ottaa olemassa olevat hankkeet, kehityskohteet ja suunnitelmat lohkoketjuteknologian hyödyntämisestä. Kaiken sen aineiston perusteella, joka näistä on saatavilla, teknologiaa otetaan käyttöön asteittain käyttöön sekä elinkeinoelämässä, julkisella sektorilla että niin kutsutulla kolmannella sektorilla. Ensimmäiset toimivat käyttökohteet ovat (ylikansalliset) rahansiirrot sekä erilaiset rekisterit. Suurta rysäystä ei ole näköpiirissä, vaikka esimerkiksi virtuaalivaluuttojen arvot ovat kasvaneet räjähdysmäisesti vuonna 2017 ja ICO:t ovat olleet suuri menestys monille lohkoketjuteknologiaa kehittäville startupeille.

Autuaasta tulevaisuudesta maalatut kuvaukset eivät ainakaan vielä ole toteutuksessa. Ne näkemykset, joiden<sup>75</sup> mukaan lohkoketjuteknologian käyttöönoton yhtenä päätepisteenä on valtion, lakien ja sääntöjen häviäminen yhteiskuntarakenteiden ja sosiaalisten suhteiden tullessa koodatuksi ohjelmiin, joutuvat odottamaan toteutumistaan. Myöskään riskit ja vastuut eivät ainakaan vielä näytä muuttuneen läpinäkyviksi eikä luottamuksen ongelma osoita katoamisen merkkejä. Anarkokapitalistisen unelman toteutumisen sijaan valtiot, keskuspankit ja suuryritykset virittelevät omia lohkoketjusalustojaan jatkaakseen elämäänsä.

*Jos lohkoketjuteknologiaan halutaan panostaa kansallisesti, tiedon tuottaminen ja informaation välittäminen vaativat huomattavasti nykyistä enemmän resursseja*

Lohkoketjuteknologian voi-

kin nähdä teknologisenä välineenä, jolla instituutiot pitävät itseään yllä, kun yhteiskunta ja sen rakenteet asteittain uusiutuvat. Vuosia kestävä yhteiskunnallinen muutos on vasta aluillaan.

#### 4.5. Voitaisiinko Suomessa tehdä jotain toisin?

Suomeen on muutaman viime vuoden aikana syntynyt useita lohkoketjuteknologian ympärille muodostuneita verkostoja. Niissä on mukana tutkijoita, kehittäjiä

<sup>75</sup> Stenfors, Sari. 2017. Jakamistalouden esimerkkejä Piilaaksosta: Miten kyborgit organisoivat? Esitys eduskunnan tulevaisuusvaliokunnassa. [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/aineistot/Documents/04\\_Augmented%20Leadership%20Institute\\_Stenfors\\_0\\_20\\_2015\\_esitys\\_020316.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/aineistot/Documents/04_Augmented%20Leadership%20Institute_Stenfors_0_20_2015_esitys_020316.pdf).

ja aktiiviharrastajia sekä tutkimusorganisaatioista että erikokoisista yrityksistä. Myös valtionhallinnon sisään on muodostunut oma verkostonsa. Alan tutkimus- ja kehittämishankkeita ovat rahoittaneet muun muassa Tekes, Suomen akatemia, EU ja yritykset. Varsinaisia läpimurtohankkeita ei globaalissa mittakaavassa ole syntynyt, mutta media-aineiston perusteella Suomi ei ole erityisessä katveessa. Suomalaishankkeet ovat saaneet näkyvyyttä myös maamme ulkopuolella ja kotimainen media tarttuu lohkoketjuteknologiaan entistä hanakammin.

Tietoa lohkoketjuteknologiasta ja sen kehittämisestä tarvitaan kuitenkin enemmän ja laajemmin kuin media-artikkelien muodossa. Vaikka kyse on ”vain” yhdestä teknologiasta, olisi sen monipuolinen tutkiminen muutenkin kuin teknologisesti näkökulmasta perusteltua. Koska lohkoketjuteknologian kehittämisessä ja käyttöönotossa on mitä todennäköisimmin kyse vuosia kestävästä prosessista ja hyvin erilaisten tahojen toimintatapojen ja näkemysten yhteensovittamisesta, olisi perusteltua tarjota tutkittua tietoa prosessin tueksi. Tällaista tietoa saadaan monitieteisellä otteella, jossa mukana on erilaisia käyttäytymis-, talous- ja yhteiskuntatieteellisiä näkökulmia. On selvää, että myös kehkeytymässä olevan teknologian kehittämiseen tulee panostaa voimakkaasti.

Tämä ei kuitenkaan riitä, vaan laaja-alaisesti käytäntöjä muuttava teknologia vaatii uutta osaamista ja muutoksia esimerkiksi koulutukseen ja sen tutkimiseen, millaisia osaamista lohkoketjuteknologian käyttöönotto edellyttää.

Lohkoketjuteknologian tutkimuksen ja kehittämisen rahoitus ei voi olla yksinomaan julkisen rahoituksen varassa. Eri alojen yritysten tulee osallistua mahdollisen tulevaisuutensa haarukointiin jo oman etunsa vuoksi. Julkisen sektorin tulee paitsi rahoittaa alkuvaiheen tutkimusta ja kehitystyötä, myös toimia kokoonkutsujana ja informaation välittäjänä eri tahojen välillä. Jos lohkoketjuteknologiaan halutaan panostaa kansallisesti, tiedon tuottaminen ja informaation välittäminen vaativat huomattavasti nykyistä enemmän resursseja.

#### Kirjoittaja

Petri Honkanen, VTT, on tutkinut lohkoketjuteknologian yhteiskuntasuhdetta Arcada-ammattikorkeakoulun hankkeessa. Hän on perehtynyt tutkimustiedon ja ennakkoinnin hyödyntämiseen ja käyttötarpeisiin päätöksenteossa ja toimenpiteiden valmistelussa.

## Impulsseja-sarjan uusimpia julkaisuja

MEYER, Henning: 'Poliittisia vastauksia digitaalisen vallankumouksen haasteisiin'  
Syyskuu 2017 (12 s.)

MUSTOSMÄKI, Armi: 'Pohjoismainen työmarkkinamalli digipaniikin aikakaudella'  
Kesäkuu 2017 (27 s.)

WINGBORG, Mats: 'Ruotsin terveydenhuollon uudistukset ja niiden vaikutukset'  
Maaliskuu 2017 (14 s.)

BLÅFIELD, Ville: 'Uusi työ – uudet duunarit. Keskusteluja työn muutoksesta'  
Helmikuu 2017 (52 s.)

JUTILA ROON, Merja: 'Maahanmuuttajat äänestäjinä Suomen kuntavaaleissa.'  
Marraskuu 2016 (15 s.)

SIHTO, Matti: 'Aktiivisen työvoimapolitiikan paluu. Suomi nostettava pohjois-  
maiselle tasolle.' Lokakuu 2016 (10 s.)

VALTANEN, Markku: 'Onnistuuko sote? Mitä kansalaiset ajattelevat hallituksen  
sosiaali- ja terveydenhuollon uudistuksesta.' Lokakuu 2016. (22 s.)

SILTALA, Juha: 'Työnantajan alaisena ilman työsuhdetta. Uuden talouden keikka-  
ja silpputyö paluuna entiseen.' Syyskuu 2016. (31 s.)

PENNY, Kaisa: 'Tulonsiirroista tuotonjakoon, uudelleenjaosta ensijakoon'. Syyskuu  
2016. (24 s.)

KUISMA, Markku: 'Mikä on totuus valtion yhtiöistä?' Toukokuu 2016. (11 s.)

Kalevi Sorsa -säätiö on sosiaalidemokraattinen ajatushautomo,  
joka ylläpitää yhteiskunnallista, tasa-arvoa ja demokratiaa  
edistävää keskustelua.

*[www.sorsafoundation.fi](http://www.sorsafoundation.fi)*