

# Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä

**LVM**

LIIKENNE- JA  
VIESTINTÄMINISTERIÖ



*Suomi*  
*Finland*  
**100**

## **Liikenne- ja viestintäministeriön**

### **visio**

Hyvinvointia ja kilpailukykyä hyvillä yhteyksillä

### **toiminta-ajatus**

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää väestön hyvinvointia ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Huolehdimme toimivista, turvallisista ja edullisista yhteyksistä.

### **arvot**

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö

Julkaisun nimi

**Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä**

Tekijät

Tuomo K Kinnunen, Pekka Leviäkangas, Juho Kostiainen ja Lasse Nykänen, VTT Oy  
Kimmo Rouhiainen ja Keir Finlow-Bates, Chainfrog Oy

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö

Julkaisusarjan nimi ja numero

**Liikenne- ja viestintäministeriön  
julkaisuja 12/2017**

ISSN (verkkojulkaisu) 1795-4045

ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-243-528-6

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-528-6>

Asiasanat

Lohkoketjuteknologia

Yhteyshenkilö

Tuomas Kaivola

Muut tiedot

Tiivistelmä

Lohkoketjuteknologia on muuttamassa käsitystämme tietokannoista, niiden hallinnasta ja erilaisten toimija-verkostojen digitaalisen yhteen kytkeytymisen malleista. Lohkoketjuteknologiaa sovelletaan hajautetuissa informaatioverkoissa, ja sen avulla voidaan säilyttää tiedon luottamuksellisuus, koskemattomuus ja läpinäkyvyys ilman keskitettyjä hallintajärjestelmiä.

Lohkoketjusovellukset rakentuvat olemassa olevan digitaalisen datan ja ICT-infrastruktuurin päälle, mikä alentaa kokeilemisen kustannuksia ja mahdollistaa uusien käyttötapojen ilmestymisen nopeasti. Sovellusaloja onkin tunnistettu laajalti, ja käyttötapauksia tulee nopealla tahdilla lisää. Liikenteessä sovellusaloja ovat muiden muassa logistiikka, erilaiset liikkumispalvelut sekä viranomaistoiminnot.

Tässä raportissa on koostettu tutkijoiden näkemys lohkoketjuteknologioiden potentiaalisesta merkityksestä liikenteessä ja viestinnässä. Samalla kun erilaiset sovellusmahdollisuudet ovat lukuisat ja potentiaaliset, on syytä korostaa, että lohkoketjut ovat teknologiana vielä epäkypsä. Lohkoketjuteknologian soveltaminen sinänsä on mahdollista, mutta sen kustannustehokkuus sekä mahdolliset riskit ja ongelmat eivät ole vielä täysin tiedossa. Lohkoketjujen taloudelliset vaikutukset näyttävät ilmeisiltä. Erilaiset sosiaaliset ja yhteiskunnalliset vaikutukset ovat epävarmoja: ne voivat olla hyvinkin syvällisiä ja rakenteita ravistelevia, mutta tällaiset vaikutukset liittyvät tieto- ja viestintäteknologioihin laajemmin, eivätkä vain lohkoketjuihin.

Publiceringsdatum  
14.9.2017

Publikation

## Betydelsen av blockkedjetekniken inom transport och kommunikation

Författare

Tuomo K Kinnunen, Pekka Leviäkangas, Juho Kostiainen ja Lasse Nykänen, Teknologiska forskningscentralen VTT Ab  
Kimmo Rouhiainen ja Keir Finlow-Bates, Chainfrog Oy

Tillsatt av och datum

Kommunikationsministeriet

Publikationsseriens namn och nummer

**Kommunikationsministeriets  
publikationer 12/2017**

ISSN (webbpublikation) 1795-4045

ISBN (webbpublikation) 978-952-243-528-6

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-528-6>

Ämnesord

Blockkedjeteknik

Kontaktperson

Tuomas Kaivola

Rapportens språk

finska

Övriga uppgifter

Sammandrag

Blockkedjetekniken håller på att förändra vår uppfattning om databaser, hanteringen av databaser och modellerna för den digitala sammankopplingen mellan olika aktörsnätverk. Blockkedjeteknik, som används i decentraliserade informationsnät, hjälper att bevara informationens konfidentialitet, integritet och transparens intakt utan centraliserade styrsystem.

Blockkedjeprogrammen bygger på befintliga digitala data och IKT-infrastruktur, vilket sänker kostnaderna för utprovning och möjliggör en snabb uppkomst av nya användningsfall. Flera användningsområden har identifierats och antalet användningsfall ökar i snabb takt. I transportsektorn används blockkedjor bland annat inom logistik, olika mobilitetstjänster och myndighetsfunktioner.

I den här rapporten har vi samlat olika forskares syn på den eventuella betydelsen av blockkedjetekniken inom transport och kommunikation. Samtidigt som det finns många olika potentiella användningsområden finns det anledning att betona att blockkedjetekniken fortfarande ligger i sin linda. Att använda blockkedjetekniken är möjligt i sig, men dess kostnadseffektivitet, eventuella risker och problem är ännu inte helt kända. Blockkedjornas ekonomiska effekt ser ut att vara uppenbar. Blockkedjornas olika sociala och samhällsliga effekter är fortfarande osäkra, de kan vara mycket djupgående och strukturellt omskakande, men detta gäller även för informations- och kommunikationstekniken i allmänhet, inte enbart blockkedjor.

**Title of publication**  
**Applying blockchain technology and its impacts on transport and communications**

 Author(s)  
 Tuomo K Kinnunen, Pekka Leviäkangas, Juho Kostiainen and Lasse Nykänen, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd  
 Kimmo Rouhiainen and Keir Finlow-Bates, Chainfrog Oy

 Commissioned by, date  
 Ministry of Transport and Communications

Publication series and number

**Publications of the Ministry of Transport  
and Communications 12/2017**

 ISSN (online) 1795-4045  
 ISBN (online) 978-952-243-528-6  
 URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-528-6>

Keywords

Blockchain technology

 Contact person  
 Tuomas Kaivola

 Language of the report  
 Finnish

Other information

Abstract

Blockchain technology is changing our perception of data management – the way in which data is stored and the models of digital connections between different types of actor networks. Blockchain technology can be adopted by decentralised information networks and allows the confidentiality, integrity and transparency of the information to be preserved without centralised management systems.

Blockchain applications are constructed on existing digital data and ICT infrastructure, which reduces testing costs and allows the quick creation of applications cases. In fact, a large number of use cases have been identified and new cases are emerging at an increasing pace. Application areas within the transport sector include logistics, mobility services and the work of the authorities.

This report brings together researchers' views on the potential of blockchain technologies in transport and communications. While there are a large number of potential applications it is emphasised that blockchains are still immature as a marketplace technology. However, there are areas where blockchain technology can be and is applied. Despite the technology's potential cost-effectiveness, the risks and problems are not yet fully known – yet the economic impacts of are foreseeable. Regarding the social and societal impacts there is a high level of uncertainty: the impacts may on the one hand be profound and may prompt us to question existing structures and processes, while on the other hand the immediate impacts may be marginal. Many prospective impacts may be regarded as generic: more so associated with information and communications technologies and not exclusively limited to blockchains.

## Esipuhe

Digitaalisuuden edistäminen on yksi pääministeri Juha Sipilän hallitusohjelman keskeisistä tavoitteista. Teknologinen kehitys on nopeaa, ja innovaatiot avaavat uusia mahdollisuuksia niin yhteiskunnan kuin liiketoiminnan kehittämiseen. Tässä selvityksessä kartoitetaan lohkoketjuteknologian mahdollisuuksia ja vaikutuksia liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla.

Lohkoketjuteknologiaa pidetään teknologiana, jolla on paljon potentiaalia. Tunnetuin esimerkki on virtuaalivaluutta Bitcoin, mutta lohkoketjuteknologialla voi olla annettavaa myös moniin muihin asioihin. Se voi tarjota uusia mahdollisuuksia niin palveluiden järjestämiseen, tiedon hallintaan ja säilyttämiseen kuin tietoturvaan. Teknologiana lohkoketju on vielä keskeneräinen, mutta ensimmäiset sovellutukset alkavat jo tulla markkinoille. Tässä selvityksessä tarkemmin on tarkasteltu liikennettä, logistiikkaa sekä mediaa ja viestintää.

Uudet teknologiat herättävät aluksi aina paljon huomiota. Niistä ennustetaan tulevan sekä toimintaa helpottavia läpimurtoja että yhteiskuntaan syvästi vaikuttavia disruptioita. Lohkoketjuteknologian lopullista merkittävyyttä ei vielä voi arvioida, mutta selvitys tarjoaa tilannekuvan kehityksen tämän hetkisestä vaiheesta. Selvitys myös osoittaa sen, että digitalisaatio ei ole vain teknologinen kysymys. Digitalisaation merkittävä vaikutus tulee prosessien ja toimintatapojen muutoksesta.

VTT on laatinut tämän selvityksen liikenne- ja viestintäministeriön toimeksiannosta. Selvityksessä esitetyt näkemykset, johtopäätökset ja ehdotukset ovat selvitysten toteuttajien, eivätkä välttämättä heijasta liikenne- ja viestintäministeriön näkemyksiä.

Helsingissä 4. päivänä syyskuuta 2017

Tuomas Kaivola

ylitarkastaja

tieto-osasto, tietoliiketoimintayksikkö

<b>1.</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>3</b>
1.1	Yleiskuvaus lohkoketjuteknologian kehittymisestä ja merkityksestä .....	3
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset, menetelmät ja aineisto .....	4
<b>2.</b>	<b>Lohkoketjuteknologia .....</b>	<b>5</b>
2.1	Lohkoketjuteknologian esittely .....	5
2.2	Lohkoketjun soveltamisesta .....	8
2.2.1	Milloin lohkoketjua kannattaa soveltaa? .....	8
2.2.2	Harhakäsityksiä lohkoketjun soveltamisesta .....	9
<b>3.</b>	<b>Lohkoketjun sovellusalojen ja sovellutuksien kartoitus .....</b>	<b>11</b>
3.1	Lohkoketjun yleisiä sovellutuksia liikenteen ja viestinnän alalla .....	11
3.1.1	Digitaalinen henkilötiedon hallinta .....	11
3.1.2	Viranomaistoiminta .....	12
3.1.3	Älykäs sopimus .....	12
3.2	Lohkoketjun erityisiä sovellutuksia liikenteen ja viestinnän alalla .....	13
3.2.1	Liikkuminen .....	13
3.2.2	Logistiikka .....	17
3.2.3	Viestintä ja media .....	20
<b>4.</b>	<b>Hyödyntämismahdollisuuksien ja yhteiskunnallisten vaikutusten pohdinta .....</b>	<b>23</b>
4.1	Vaikutukset sääntelyyn .....	23
4.2	Vaikutukset yrityksiin .....	24
4.3	Vaikutukset kansalaisiin ja sosiaaliseen elämään .....	25
4.4	Vaikutukset ympäristöön, ekologiaan ja taloudelliseen kestävyYTEEN.....	26
4.5	Teknologiset vaikutukset.....	28
4.6	PESTEL-arviointi .....	28

# 1. Johdanto

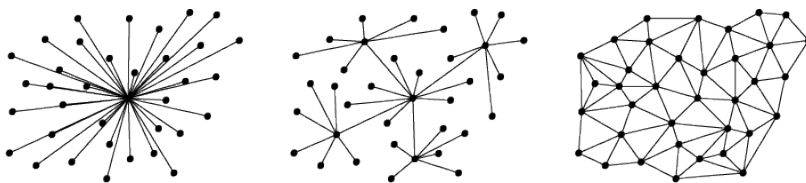
## 1.1 Yleiskuvaus lohkoketjuteknologian kehittymisestä ja merkityksestä

Lohkoketjuteknologia on muuttamassa käsitystämme tietokannoista, niiden hallinnasta ja erilaisten toimijaverkostojen digitaalisen yhteen kytkeytymisen malleista. Lohkoketjuteknologia on nuori ja epäkypsä, vaikka sitä on jo monin tavoin sovellettu esimerkiksi taloudellisten transaktioiden hallinnassa. Ensimmäinen ja tunnetuin lohkoketjusovellus on virtuaalivaluutta Bitcoin. Tunnettuudestaan huolimatta se ei ole ainoa tapa soveltaa lohkoketjuja, mutta sen levinneisyys kertoo jotain lohkoketjuteknologioiden mahdollisuuksista ja ta<sup>1,2</sup>. Lohkoketjun soveltamisen odotetaan vähentävän merkittävästä transaktioiden välityskustannuksista mahdollistamalla tehokkaasti hajautetun, jaetun tapahtumarekisterin, mikä voi johtaa radikaaliin muutokseen taloudessa (lansiti & Lakhani 2017). Kansainväliset pankit ja rahoituslaitokset ovatkin olleet lohkoketjuteknologian kehittymisen alkuvaiheen vetureita (WEF 2016).

Lohkoketjujen disruptiivinen merkitys on oivallettu jo vuosia sitten, mutta tutkimus- ja ammattikirjallisuus tästä teknologiasta on vielä vähäistä ja ajoittuu pääsääntöisesti parille viimeiselle vuodelle (ks. esim. Pilkington 2015, Crosby et al. 2016, Mainelli & Smith 2015). Julkaisujen määrä on kuitenkin kasvamassa kiihtyvään tahtiin. Suomeksi lohkoketjuista on julkaistu lähinnä yleistajuisia ammattilehtiartikkeleita, ja alan konsultointi on kasvavaa liiketoimintaa. Tutkimus ja keskustelu lohkoketjuista on jo ilmiö itsessään, johon liittyen odotuksia lohkoketjun merkityksestä kuvaa alla oleva lainaus:

*”Uuden maailmanlaajuisen digitaalisen luottamusjärjestelmän kehitys on nyt saanut alkunsa. Niin kutsuttu lohkoketjuteknologia (blockchain) on uudenlainen tietokanta-arkkitehtuuri, jonka protokolla automatisoi luottamuksen. Lohkoketjuteknologian lupaus tulevaisuuden teknologiana on todella merkittävä, sillä se ei ainoastaan tee kolmansiä osapuolia tarpeettomiksi, vaan lisäksi se tuottaa innovatiivisen ratkaisun digitaalisen yhteiskuntamme tärkeimmän resurssin, tiedon, varastoinnille. Se, millä tavalla ja kenen toimesta luottamusta ja tietoja hallinnoidaan, vaikuttaa olennaisesti valtarakenteisiin, liiketoimintamahdollisuuksiin ja yhteiskunnan toimintamalleihin.” (Stenfors 2016)*

Lohkoketjuteknologia toimii täysin hajautetuissa (distributed) informaatioverkoissa, jota havainnollistaa kuvan 1 oikeanpuolinen topologia.



**Kuva 1.** Keskitetty, hajautettu ja täysin hajautettu verkkotopologia.

<sup>1</sup> Pagliery, J. (2015) Record \$1 billion invested in Bitcoin firms so far. CNN Money, 3.11.2015. Saatavissa <http://money.cnn.com/2015/11/02/technology/bitcoin-1-billion-invested/>.

<sup>2</sup> Bitcoin - Daily Number of Transactions. Saatavissa <http://www.coindesk.com/data/bitcoin-daily-transactions/>



Lohkoketjun avulla voidaan säilyttää tiedon luottamuksellisuus, koskemattomuus ja läpinäkyvyys ilman keskitettyjä hallintajärjestelmiä (Greenspan 2016). Kaupallisia lohkoketjuteknologioita on jo olemassa, esimerkiksi: Hyperledger (IBM Fabric, Intel Sawtooth), Microsoft Azure BaaS (MultiChain, Emercoin, Strato ym.) ja Ethereum.

Lohkoketjujen soveltaminen on vasta alkutekijöissään ja laaja-alainen sovelluskehitys on vielä käynnistymässä. Tällä hetkellä voimme puhua vain soveltamisen *potentiaalisista* vaikutuksista, jotka saattavat olla evolutionäärisiä tai alla olevan lainauksen ennakoimia radikaaleja ja disruptiivisia vaikutuksia.

*”Lohkoketjuteknologian voidaan niin ikään ennakoida disruptoivan alustatalouden kehitystä mahdollistamalla muun muassa ennennäkemättömiä vuorovaikutuksen tapoja sekä uudenlaisia teknisiä sopimuskäytänteitä. Maturiteettinsa osalta lohkoketjuteknologia on kuitenkin vielä toistaiseksi kehitysasteella ja eri teknologia-toimittajien arvioiden mukaan se on valmis laaja-alaiseen sovelluskehitykseen noin kahden ja puolen vuoden kuluttua. Näin ollen lainsäätäjän näkökulmasta otollinen hetki lohkoketjuteknologian ymmärtämiselle sekä sen vaikutuksiin paneutumiselle olisikin parhaillaan käsillä, sillä näin varmistetaan julkisen toimijan oppi ja ymmärrys teknologiasta samanaikaisesti, kun sitä tutkitaan.”* (Mattila et al. 2015)

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset, menetelmät ja aineisto

Tutkimuksen tavoitteena on koostaa kevään 2017 näkemys lohkoketjuteknologioiden potentiaalisesta merkityksestä liikenteessä ja viestinnässä. Muut toimialat ja sektorit ovat rajattu tutkimuksen ulkopuolelle.

Tutkimuksellisenä päämenetelmänä on heuristinen analyysi, joka perustuu:

- Julkaistuun kirjalliseen ja/tai sähköiseen materiaaliin lohkoketjuteknologioista
  - Internet -aineistot, raportit, artikkelit
- Aivoriihi -tyyppisen työpajatyöskentelyn tuottamaan materiaaliin
  - työpaja pidettiin 29.5.2017 liikenne- ja viestintäministeriössä
- Tutkija- ja asiantuntijaryhmän synteisiin, joka tiivistyy luvussa 3 esitettyyn PESTEL-analyysiin. PESTEL on strategisen johtamisen analyysityökalu, jossa käsiteltävät teemat – yleensä laajat ja kompleksiset – on pilkottu kuuteen osa-alueeseen:
  - 1) poliittinen (Political),
  - 2) taloudellinen (Economic),
  - 3) yhteiskunnallinen (Societal / Social),
  - 4) teknologinen (Technological),
  - 5) ympäristöllinen (Environmental) ja
  - 6) oikeudellinen (Legal).

Tutkimusmenetelmällisesti raportti ja sen tulokset nojautuvat vahvasti siis myös monitapaus-analyysiin (multiple case analysis). Se oikeastaan onkin ainoa tutkimusmenetelmä, jota voidaan käyttää silloin, kun empiirinen aineisto on rajallinen eikä voida osoittaa selkeää testattavaa hypoteesia eikä tukevaa teoriapohjaa.

## 2. Lohkoketjuteknologia

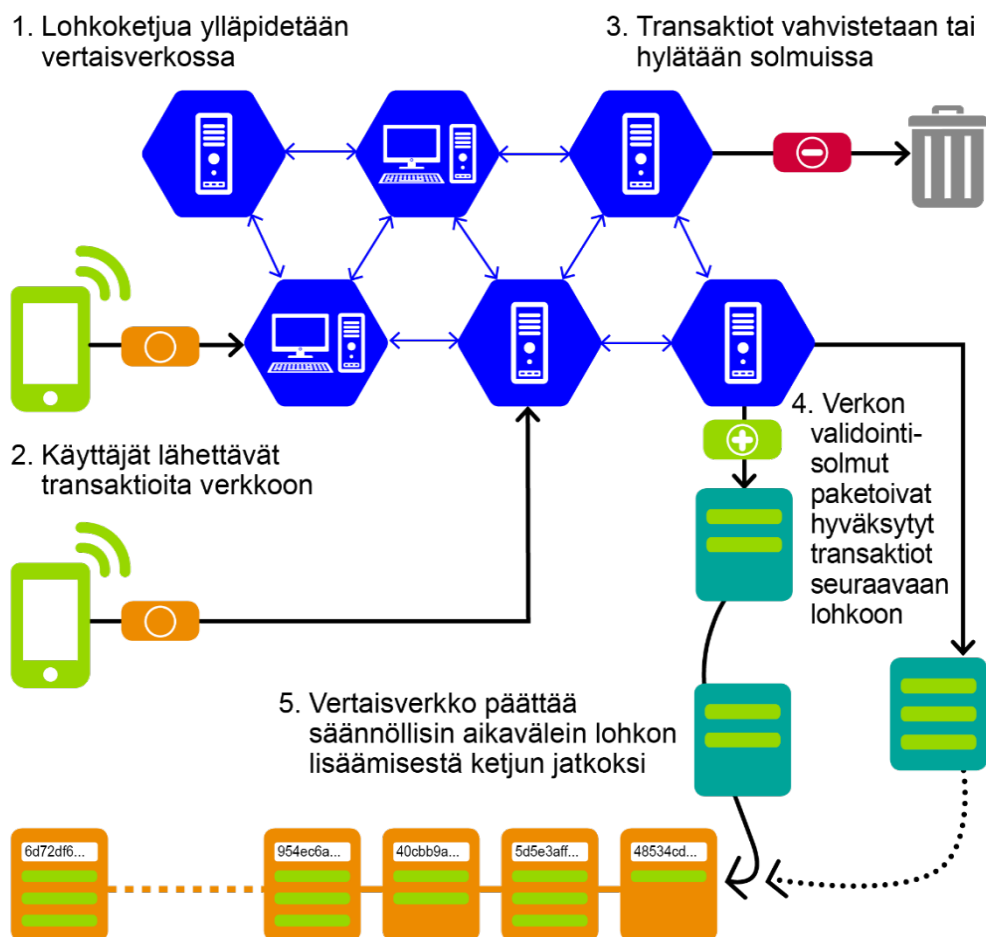
### 2.1 Lohkoketjuteknologian esittely

Lohkoketjuteknologia on uusi tapa yhdistellä vanhoja teknologioita, kuten julkisen avaimen salausta, kryptografiaa ja vertaisverkkoja (Nakamoto 2008). Teknologioita yhdistelemällä on luotu uuden tyyppinen kryptograafisesti *suojattu, hajautettu ja jaettu tietokanta eli lohkoketju*. Lohkoketjuteknologialla voidaan tehokkaasti tuottaa hajautettu tapahtumarekisteri tai tilikirja (distributed ledger), jossa transaktioita eli tilitapahtumia kirjataan pysyvästi kansioihin eli lohkoihin (Kotilainen 2017).

Lohkoketjuteknologian avulla toisilleen tuntemattomat tahot voivat yhteisesti tuottaa ja ylläpitää monenlaisia tietokantoja täysin hajautetusti. Tietokannasta (tai sen osasta) jaetaan kopio jokaiselle mukaan tulleelle taholle. Kaikki osalliset voivat tehdä tietokantaan muutoksia, jotka käsitellään ja hyväksytään ennalta määriteltyjen sääntöjen puitteissa konsensusmenettelyllä. Eri tahojen kulloinkin tekemät, hyväksytyt muutokset tallennetaan tietokantaan kootusti tietyin väliajoin yhteen niputettuina paketteina, joita kutsutaan lohkoiksi. (Mattila & Seppälä 2015). Kunkin lohkon koko tietosisällöstä lasketaan sormenjäljen kaltainen yksilöllinen tunniste, tiiviste. Lisättävä lohko ketjutetaan edeltäjäänsä sisällyttämällä sen tietosisältöön edeltävän lohkon tiiviste. Lohkon tietosisällön muuttaminen muuttaa myös lohkon tiivistettä samoin kuin edelleen jatkoksi ketjutettuja lohkoja ja niiden tiivisteitä (Storås 2016). Näin muodostuu lohkoketju eli ajantasainen tietokanta kaikkine muutoksineen. Lohkoketjun toimintaperiaate kuvataan kuvassa 2 käyttäjien lähettämien transaktioiden ja lohkon muodostumisen osalta.

Lohkoketjuteknologiaan liitetään yleisesti seuraavat ominaisuudet, joilla se erottuu muista tietokantaratkaisuista:

- Peukaloimaton (tamper proof): tapahtumahistoriaa ei pysty jälkikäteen muuttamaan.
- Täysin hajautettu (distributed): data varmuuskopioidaan automaattisesti.
- Yhteistyöhön kannustava (collaborative): toimijoiden välinen luottamus on ohjelmoitu.
- Välikädetön (disintermediated): mahdollistaa luottamuksellisen toiminnan ilman kolmatta osapuolta.



Kuva 2. Lohkoketjun toimintaperiaate vaiheittain

Lohkoketjuteknologialla voidaan tehokkaasti tuottaa hajautettu tapahtumarekisteri (distributed ledger), ja lohkoketjuteknologiaa käytetäänkin usein synonyymina hajautetulle tapahtumarekisteriteknologialle (Distributed ledger technology, DLT), joskin jälkimmäisen voi toteuttaa myös muilla teknologiaratkaisuilla (Walport 2016). Taulukossa 1 kuvataan hajautetun tapahtumarekisterin päätyypit, ominaisuudet ja esimerkkikäyttötapaukset.

Taulukko 1. Tapahtumarekisterien tyypit ja kuvaukset

Tapahtumarekisterin tyyppi	Kuvaus	Esimerkki käyttötapaus
<b>Rajattu, yksityinen (Permissioned private ledger)</b>	Intranetin kaltaisesti toimiva, yhden tai useamman tahon hallinnoima yksityinen tapahtumarekisteri. Käyttö edellyttää liittymistä ja hallinnoivan tahon hyväksymistä (Walport 2016).	Bankchain <sup>3</sup>
<b>Avoin, yksityinen (Permissionless private ledger)</b>	Intranetin kaltaisesti toimiva, yhden tai useamman tahon hallinnoima avoin tapahtumarekisteri. Käyttö ei edellytä liittymistä, mutta vaatii pääsyn yksityiseen verkkoon.	Monikansallisen organisaation whistleblower järjestelmä

<sup>3</sup> <https://www.paxos.com/bankchain>

<b>Rajattu, julkinen (Permissioned public ledger)</b>	Internetissä toimiva, yhden tai useamman tahon hallinnoima julkinen tapahtumarekisteri. Käyttö edellyttää liittymistä ja hallinnoivan tahon hyväksymistä. (Walport 2016).	Ripple <sup>4</sup> , sähköinen äänestys
<b>Avoin, julkinen (Permissionless public ledger)</b>	Lohkoketju on vapaasti saatavilla internetissä, ei kenenkään omistama tai hallitsema ja avoin kenelle tahansa (Walport 2016).	Bitcoin

## Terminologiaa

**Lohko (Block):** lohko koostuu määrätyin väliajoin yhteen niputetuista tieto- ja tapahtumapaketista, joita kutsutaan lohkoiksi (Kotilainen 2016).

**Lohkoketju (Blockchain):** lohkoketju on kryptograafisesti suojattu, hajautettu, jaettu ja läpinäkyvä tietokanta. Lohkoketjun luotettavuuden ydin on siinä, että kuhunkin lohkoon tallennetusta datasta luodaan uniikki tiiviste, joka lisätään aina seuraavan lohkon dataosioon (Kotilainen 2016).

**Tiiviste (Hash):** jokaisella lohkoketjuun liitettyllä loholla on yksilöllinen tunniste, jota kutsutaan tiivisteeksi. Tiiviste on lohkon sisältämästä datasta laskettu sekalainen merkkijono (Storås 2016).

**Tiivistefunktio:** kunkin lohkon tiiviste lasketaan algoritmilla, jota kutsutaan tiivistefunktioksi. Tiivistefunktio toimii jokaisella käyttäjällä samalla tavalla eli samasta datasta syntyy aina sama, yksilöllinen merkkijono (Storås 2016).

**Vertaisverkko (Peer-to-peer network):** vertaisverkko on tietokoneiden ja palvelinten muodostama hajautettu verkko.

**Solmu (Node):** jokainen lohkoketjun ylläpitoon osallistuva tietokone tai palvelin toimii solmuna, ja jokaisessa solmussa on yhdenmukainen kopio jaetusta tietokannasta eli lohkoketjusta. Kaikilla osallistujilla ja solmuilla ei tarvitse olla täydellistä kopiota (Enisa 2017).

**Validointisolmu (Miner, validator):** verkon validointisolmut osallistuvat verkon suojaamiseen ja uusien transaktioiden oikeellisuuden vahvistamiseen käytössä olevan konsensusprotokollan mukaisesti (Enisa 2017).

**Konsensus:** konsensusprotokolla on mekanismi, jonka avulla kaikki lohkoketjun käyttäjät hyväksyvät transaktion oikeellisuuden ja tapahtumarekisterin sisällön (Enisa 2017).

**Haarautuma (Fork):** haarautuma voi aiheutua konsensusprotokollan muuttamisesta jälkikäteen tai tapahtuman hyväksymisestä lohkoketjuun noudattamatta protokollaa. Haarautuma johtaa tapahtumarekisterin ei-toivottuun hajautumiseen kahdeksi eri versioksi (Enisa 2017).

**Älykäs sopimus (Smart Contract):** on sopimus joka perustuu ohjelmointikoodiin. Se on itsensä toteuttava tietokoneohjelma, ja poikkeaa siten tavanomaisista sopimuksista (Lauslahti et al. 2016).

<sup>4</sup> <https://ripple.com/>

## 2.2 Lohkoketjun soveltamisesta

Lohkoketju on hajautettu tietokantaratkaisu ja on periaatteessa sovellettavissa siinä missä muutkin tietokantaratkaisut (Greenspan 2016). Lohkoketjuteknologialla voi säilöä transaktioiden lisäksi tiedostoja, tekstiä, kuvia tai koodia. Lohkon sisään säilötty koodi voi tarkoittaa esimerkiksi älysovimusta (Storås 2016). Lohkoketjusovellukset rakentuvat olemassa olevan digitaalisen datan ja ICT-infrastruktuurin päälle, mikä alentaa kokeilemisen kustannuksia ja mahdollistaa uusien käyttötapauksien ilmestymisen nopeasti (Iansiti & Lakhani 2017). Sovellusaloja onkin tunnistettu laajalti, ja käyttötapauksia tulee nopealla tahdilla lisää. Esimerkiksi CB Insights tunnisti 27 toimialaa, jossa lohkaketjun soveltamisella voi olla disruptiivainen vaikutus. Näihin toimialoihin kuuluu pankkialan ja maksuliikenteen lisäksi muun muassa lainvalvonta, verotus ja hyväntekeväisyys (CB Insights 2017).

### 2.2.1 Milloin lohkaketjua kannattaa soveltaa?

Perinteiset keskitetyt tietokantaratkaisut tarjoavat parempaa suorituskykyä ja tietojen luottamuksellisuutta verrattuna lohkaketjuun, jonka etuna ja lisäarvoa tuovina ominaisuuksina ovat luottamus, välikädetttömyys ja toimintavarmuus. Yksiselitteistä ohjetta lohkaketjun soveltamisen kannattavuuteen ei ole: valinta edellyttää useiden eri tekijöiden arvottamista suhteessa sovelluskohteeseen. (Greenspan 2016). Esimerkiksi Japanin kauppa- ja teollisuusministeriö on kehittämässä yksityiskohtaista, 32 eri osatekijää huomioivaa lohkaketjuhankkeiden arviointimenetelmää (Higgins 2017). Bakker (2016) puolestaan on koostanut ao. yleispätevän listan edellytyksistä lohkaketjuteknologian soveltuvuuden arviointiin:

1. Onko tarve tietokannalle, joka sisältää tilikirjatyyppistä tietoa (kuka omistaa, minkä verran, mitä omaisuutta)?
2. Onko monta eri osapuolta, joiden tarvitsee lukea ja päivittää tietokantaa?
3. Vallitseeko eri osapuolten välillä lähtökohtaisesti epäluottamus?
4. Puuttuuko eri osapuolten väliltä kaikkien luottama kolmas osapuoli?
5. Onko olemassa yksiselitteinen logiikka transaktioiden hyväksymiseksi tietokantaan?
6. Eihän ole erityistä tarvetta tapahtumien luottamuksellisuudelle?

Bakker (2016) analysoi, olisiko lohkaketjusta hyötyä joukkoliikenteen lippujärjestelmässä, ja tämän analyysin tulokset on käännetty ja tiivistetty taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Arvio lohkaketjun soveltuvuudesta joukkoliikenteen lippujärjestelmään (Bakker 2016)

Edellytys	Täyttyisikö edellytys joukkoliikenteen lipputusjärjestelmässä?
<b>1. Tarve tilikirjalle / tapahtumarekisterille</b>	Kyllä: joskin lipputyytit kuten kuukausikortti ja alennusoikeudet voisivat olla haasteellisia transaktioiden kannalta.
<b>2. Useita eri osapuolia</b>	Kyllä: asiakkaat, tuotteiden jälleenmyyjät ja operaattorit.
<b>3. Osapuolten välillä luottamuksen puute</b>	Kyllä: joukkoliikenneoperaattorit eivät luota asiakkaisiin eivätkä asiakkaat toisiinsa.

<b>4. Luotettu kolmas osapuoli puuttuu</b>	Kyseenalainen: joukkoliikenteen organisointi on tyypillisesti julkishallinnon vastuulla ja vastaava viranomainen on yleisesti luotettu taho.
<b>5. Yksiselitteinen logiikka transaktioiden hyväksymisestä</b>	Haasteellinen: johtuen useista erilaisista lipputyypeistä (alennusryhmät, kuukausikortit) ja niiden aiheuttamasta transaktioiden vaihtelevuudesta.
<b>6. Ei erityistä tarvetta tapahtumien luottamuksellisuuteen</b>	Haastava yksityisyyden suojaamisen osalta: kaikkien joukkoliikenteen transaktioiden julkaiseminen avoimessa tietokannassa ei ole välttämättä sallittua.

## 2.2.2 Harhakäsityksiä lohkoketjun soveltamisesta

Lohkoketjuteknologian ensimmäinen sovellus, virtuaalivaluutta bitcoin, on luonut mielikuvaa siitä, mitä lohkoketjut ovat ja mihin niitä voi soveltaa. Lohkoketjujen kehittyessä myös lohkoketjujen käyttö ja sovellusalueet ovat laajentuneet ja näin on syntynyt kuilu lohkoketjujen tämänhetkisten mahdollisuuksien ja Suomessa käydyn keskustelun välillä. Finlow-Bates on kerännyt muutamia omien luentojensa, pilottiensa ja työpajojensa perusteella esille nousseita yleisiä kysymyksiä ja harhakäsityksiä:

### **Lohkoketjut voivat käsitellä vain seitsemän transaktiota (tapahtumaa) sekunnissa**

*Bitcoin-lohkoketju on määritelty käsittelemään enintään seitsemän transaktiota sekunnissa. Toisenlaisella teknologialla ja määrittelyllä pystytään suorittamaan esimerkiksi 10 000 transaktiota sekunnissa. Vertailun vuoksi, Visa käsittelee noin 4000 transaktiota sekunnissa.*

### **Lohkot voidaan liittää lohkoketjuun 10 minuutin välein**

*Bitcoin-lohkoketju on määritelty liittämään lohko 10 minuutin välein. Lohkoketjut voidaan määrittellä liittämään lohkoja itseensä esimerkiksi muutaman minuutin välein tai kerran päivässä riippuen sovelluskohteesta. Erittäin nopeita lohkojen liittämisiä ei voi suositella, jos lohkoketjulla ei ole päättymispäivää.*

### **Lohkoketjujen pitää toimia ikuisesti**

*Lohkoketjulle voidaan ohjelmoida ja määrittellä loppumispäivä, joka voi olla hyödyllinen aikaan sidotun lohkoketjun rakentamisessa, kuten esimerkiksi rakennustyömaalle tai palvelulle.*

### **Lohkoketjut ovat erittäin isoja tietokantoja (gigatavuissa mitattuna)**

*Bitcoin-lohkoketju on kahdeksan vuoden toiminnan jälkeen noin 170 gigatavun kokoinen. Monimutkaisen rahaliikenteen transaktioiden seuraamisessa tämä ei ole paljon. Useimmat lohkoketjusovellukset eivät ole näin laajoja, jolloin niiden laajuus voi olla murto-osa bitcoin-lohkoketjuun verrattuna.*

### **Jokaisen lohkoketjun käyttäjän pitää olla lohkoketjun solmukohta**

*Lohkoketjua käyttääkseen ei tarvitse olla lohkoketjun solmukohta vaan esimerkiksi älypuhelin tai internetiin kytketty laite (IoT-laite) voi käyttää lohkoketjua täysimääräisesti. Lisäksi jokaisen solmukohdan ei tarvitse tallentaa koko lohkoketjun historiaa ja tietoja.*

### **Kaikki tiedot lohkoketjussa ovat anonyymejä**

*Lohkoketjut mahdollistavat aivan uusia tapoja jakaa tietoa ja hallita tai suojata omia tietojiaan. Kaikki tiedot eivät kuitenkaan ole automaattisesti salattuja ja anonyymejä. Koska lohkoketjun tietoja ei voi muuttaa tietyn ajan kuluttua, on tässä omien tietojen hallinnassa oltava tarkempi kuin normaalien tietokantojen suhteen.*

### **Älykkäät sopimukset ovat kuten oikeudelliset sopimukset**

*Älykkäät sopimukset tarkoittavat lohkoketjun lohkon ohjelmoitua koodia, joka tarkkailee lohkoketjua ja voi suorittaa ohjelmoituja toimintoja tiettyjen sovittujen muutosten toteutuksessa. Oikeudelliset sopimukset ovat usein kahden tai useamman toimijan välisiä sovittuja asioita, joita voi myös yhteisesti muuttaa ja irtisanoa. Näitä ominaisuuksia ei ole lohkoketjujen (ohjelmoiduissa ja pysyvissä) älykkäissä sopimuksissa. Älykkäitä sopimuksia on vaikea muuttaa, siksi on tällä hetkellä suositeltavaa ohjelmoida älykkyys lohkoketjujen ulkopuolelle.*

### **Lohkoketjut kuluttavat paljon energiaa**

*Bitcoin-lohkoketjun käyttämä konsensusprotokolla tarkoittaa, että lohkon validointiin sitoutuu paljon energiaa. Useimmat lohkoketjun sovelluskohteet ovat kuitenkin suljettuja, luvanvaraisia ja joidenkin kymmenien solmupisteiden ja käyttäjien toimintaa, jolloin energian käyttö on erittäin vähäistä, kuten muissakin tietokonesovelluksissa ja tietokannoissa.*

### **Lohkoketjuteknologioille on vaikea löytää sovelluskohteita liiketoiminnassa**

*Lohkoketjut ovat kehityspolkunsa alussa ja siksi epävarmuus sovellusalueista on yleistä. Lohkoketjuja verrataan myös inkrementaaliseen eli vähittäiseen, evolutionääriseen kehittämiseen ja nykyisiin ratkaisuihin. Näissä lohkoketjuilla ei olekaan merkittävää lisäarvoa, vaan lohkoketjujen disruptiivisuus tulee niiden soveltamisesta yhdessä lohkoketjujen mahdollistamien disruptiivisten liiketoimintamallien kanssa.*

## 3. Lohkoketjun sovellusalojen ja sovellutuksien kartoitus

### 3.1 Lohkoketjun yleisiä sovellutuksia liikenteen ja viestinnän alalla

#### 3.1.1 Digitaalinen henkilötiedon hallinta

Digitaalisen henkilötiedon hallinnassa viime vuosina on puhuttu paljon MyData-mallista. Mallin lähtökohtina ovat ihmiskeskeisyys, tiedon hyödynnettävyys ja liiketoimintamallien avautuminen. Nämä lähtökohdat konkretisoituvat kolmena periaatteena, jotka ovat: 1) yksilöiden oikeus ja mahdollisuus hallita omaa dataansa, 2) henkilötiedon kattava ja käytännöllinen saatavuus sekä 3) henkilötiedon hallinnan hajauttaminen ja yhteentoimivuus (Poikola ym. 2014).

Lohkoketjuteknologia ja nykyaikaisten kryptografisten tekniikoiden soveltaminen hajautetulla konsensusmenetelmällä ja avoimena tapahtumarekisterinä mahdollistaa korkean tason itsemääräämisoikeuden, turvallisuuden ja yksityisyyden tarjoamisen ainutlaatuisen hyödyllisenä henkilötiedon hallinnan yhdistelmänä (Smith & Khovratovich 2016). Käytännössä digitaalisen identiteetin todentamisen ja henkilötiedon hallinta voidaan toteuttaa ”identiteettikirjalla”, joka tarjoaa peukaloimattomat, varmistettavissa olevan henkilötietoasiakirjat (Avetisova & Kettunen 2017). Alla lyhyesti kuvatussa Sovrin-hankkeessa kehitetään avointa, kaikkien käyttöön tarjottavaa ratkaisua, universaaliin digitaalisen identiteetin hallintaan.

#### **Esimerkki: Lohkoketju digitaalisen henkilötiedon hallinnan mahdollistajana**

Sovrin Identity Network (SIDN) on avoin identiteettiverkosto, joka on toteutettu hajautettuna, julkisena ja rajattuna tapahtumarekisterinä (Permissioned Public Ledger). Rajattu tarkoittaa sitä, että vertaisverkon validointisolmut, jotka vahvistavat konsensusmenettelyllä transaktioiden oikeellisuuden, ovat määrättyjen tahojen hallinnassa. Tässä tapauksessa hallinnoivana tahona on yksityinen, voittoa tavoittelematon säätiö Sovrin Foundation.<sup>5</sup>

Sovrin on hyväksytty haudottavaksi osana Linus-säätiön avoimen lähdekoodin Hyperledger-yhteishanketta toimialojen välisten lohkoketjuteknologioiden edistämiseksi. Hautomovaiheessa Sovrin tunnetaan Hyperledger Indy -hankkeena, jossa tavoitteena on mahdollistaa universaali digitaalinen identiteetti ja tarjota ihmisille, organisaatioille ja asioille itsenäinen määräysvalta omaan digitaaliseen identiteettiin, ja samalla tuoda yleinen ratkaisu digitaalisen henkilötietojen kompleksisiin haasteisiin.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Windley, P. How Sovrin Works. Blogikirjoitus 3.10.2016.

[http://www.windley.com/archives/2016/10/how\\_sovrin\\_works.shtml](http://www.windley.com/archives/2016/10/how_sovrin_works.shtml)

<sup>6</sup> Announcing Hyperledger Indy: Purpose-built, decentralized independent identity for individuals and enterprise. Lehdistöiedote 2.5.2017. <https://www.cuinsight.com/press-release/announcing-hyperledger-indy-purpose-built-decentralized-independent-identity-individuals-enterprise>



### 3.1.2 Viranomaistoiminta

Lohkoketjuteknologia tarjoaa monia mahdollisuuksia viranomaistoiminnalle ja sen kehittämiselle. Lohkoketjusuovellusten odotetaan pienentävän toimintakustannuksia (mukaan lukien petosten, veropetosten ja maksuvirheiden vähentäminen), lisätä viranomaistoiminnan avoimuutta, suojata kriittistä infrastruktuuria kyberhyökkäyksiltä, vähentää tietosuojakustannuksia ja mahdollistaa tietojen jakaminen sekä uuden liiketoiminnan luominen (Walport 2016). Ensimmäisiä esimerkkeinä lohkaketjun hyödyntämisestä viranomaistoiminnassa ovat useat, ympäri maailman käynnissä olevat pilotti- ja kehityshankkeet maarekisterien toteuttamisesta lohkaketjupohjaisesti (Kotilainen 2016).

Suomessa viranomaistoiminnassa ei toistaiseksi juuri sovelleta lohkaketjuja. Kuitenkin potentiaalia soveltamiseen on olemassa ja odotettavissa on soveltamisen tarkempaa arviointia tulevaisuudessa. Valtioneuvostotasolla onkin perustettu lohkaketjuverkosto<sup>7</sup>.

Jos lohkaketjuteknologiat osoittautuvat käyttökelpoisiksi ja riittävän suoraviivaisesti sovellettaviksi, on todennäköistä, että teknologia löytää kohteensa myös viranomaistoiminnassa. Kaksi esimerkkiä, jotka molemmat perustuvat jo olemassa olevaan tarpeeseen, on tunnistettavissa: lupiin, todistuksiin ja kalustoon liittyvät rekisterit sekä infrastruktuuritiedon laajamittainen digitalisaatio.

#### **Esimerkki: Lohkoketjun mahdollisuuksia viranomaistoiminnassa**

Ensimmäisen esimerkin osalta rekisterien keskittämisen ja standardoinnin sijasta lohkaketjuilla voisi periaatteessa olla mahdollista ylläpitää joitakin rekistereitä hajautetusti, mutta silti niitä laajalta hyödyntäen eri käyttötarkoituksiin. Toisen esimerkin osalta lohkaketjuilla voidaan potentiaalisesti hajauttaa infrastruktuurin tietomallit pitäen ne kuitenkin halutussa määrin yhteiskäytössä. Tämä puolestaan mahdollistaa entistä luotettavamman tietopohjan infrastruktuuri elinkaaren hallinnalle ja tiedon tehokkaamman jakamisen uusien suunnitelmien ja tutkimuksen tietopohjaksi.

### 3.1.3 Älykäs sopimus

Älykäs sopimus on ohjelmointikoodille rakentuva, ehtojen täytyessä itsensä toteuttava tietokoneohjelma ja poikkeaa siten tekojen, puheen tai kirjoituksen avulla syntyvistä tavanomaisista sopimuksista. Älykkäiden sopimusten odotetaan mahdollistavan liiketoimintojen prosessiautomaation huomattavasti aiempaa laajemmassa mittakaavassa.

Lainsäädännön näkökulmasta älykkäiden sopimusten synnyttämien oikeussuhteiden pätevyys on vielä epäselvää (Lauslahti et al. 2016). Älykäs sopimus tekee mahdolliseksi vahvistaa sopimusosapuolten suorittaneen velvoitteensa, ja se mahdollistaa nopeutetun ja automatisoidun suorituksen vaadittujen ehtojen täytyessä (Enisa 2017).

<sup>7</sup> [http://www.d9.valtiokonttori.fi/fi-FI/Hallinnon\\_lohkaketjuteknologiaverkosto\\_k\(58217\)](http://www.d9.valtiokonttori.fi/fi-FI/Hallinnon_lohkaketjuteknologiaverkosto_k(58217)).

### **Esimerkki: älysovimuksen avulla toteutettu älykäs lukitus**

Saksalainen startup-yritys slock.it yhdistää fyysiset objektit ja lohkoketjun älykkäät sopimukset. Heidän demonstroimassa esimerkissä lukot voidaan avata ja lukita älykkään sopimuksen avulla. Tällainen ratkaisu lisää esimerkiksi vertaisvuokrauksen luotettavuutta, ja se mahdollistaa jakamistalouden hajauttamisen ja toteuttamisen ilman luotettua kolmatta osapuolta. Hajautettu jakamistalous antaa kenelle tahansa mahdollisuuden helposti vuokrata, jakaa tai myydä mitä tahansa, joka voidaan lukita.<sup>8</sup>

Lohkoketjusovellukset voivat olla toteutettuna esimerkiksi mobiilisovelluksina (muun muassa kimppekyytisovellukset) tai fyysiseen objektiin suuremmin kytköksissä.

## **3.2 Lohkoketjun erityisiä sovellutuksia liikenteen ja viestinnän alalla**

Lohkoketjuteknologian yleiset sovellukset tarjoavat mahdollisuuksia liikenne- ja viestintäsektorille. Erityisistä, hallinnonalan omista kysymyksistä tarkastellaan liikkumista, logistiikkaa sekä viestintää. Tarkempaan tarkasteluun valitut kuvataan taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Raportissa tarkemmin tarkastellut käyttötapaukset ja esimerkit

Sovellusala	Lyhyen aikavälin käyttötapaus	Tulevaisuuden visio
<b>Logistiikka</b>	Rahtitiedon ja dokumenttien jakaminen	Modulaarinen logistiikka
<b>Liikkuminen</b>	Sähköautojen lataus	Automaattinen ajaminen
<b>Viestintä, media</b>	Tekijänoikeudella suojatun sisällön jakaminen	Vapaa journalismi

Yhteenveto kartoituksen kaikista tuloksista löytyy liitteistä taulukosta 4. Siinä kartoitetut sovelluskohteet ja käyttötapaukset, jotka ovat lähes poikkeuksetta vasta ehdotus-, pilotointi- tai proof-of-concept -asteella liikenteen ja viestinnän alalla. Tällä hetkellä eniten sovellutuksia on liikenteen osalta.

### **3.2.1 Liikkuminen**

#### **Sähköautojen lataus**

Lohkoketjun merkitys liikkumisessa jakautuu lohkoketjuun liittyvien ominaisuuksien mukaisesti useaan osa-alueeseen, liittyen erityisesti ajoneuvoihin. Välikädettömyyden odotetaan edistävän erityisesti liikkumisen jakamistalouden ratkaisuiden yleistymistä, mukaan lukien autonjako ja vertaisvuokraus sekä kyydinjako ja kimppekyydit. Tietojen peukaloimattomuudelle nähdään tarvetta sekä ajoneuvon käyttöhistorian, että varaosien alkuperäisyyden var-

<sup>8</sup> Prisco, C.. Slock.it to Introduce Smart Locks Linked to Smart Ethereum Contracts, Decentralize the Sharing Economy. Bitcoin magazine, 5.11.2015. <https://bitcoinmagazine.com/articles/slock-it-to-introduce-smart-locks-linked-to-smart-ethereum-contracts-decentralize-the-sharing-economy-1446746719/>

mistamisessa. Täysin hajautettu, yhteistyöhön kannustava tietokanta voisi yhdistää esimerkiksi tietullien toimintaa yli osa-valtio- ja valtorajojen, helpottaen autoilijoiden kulkemista.

Älykkäillä sopimuksilla on myös monia tunnistettuja sovelluskohteita älykkäistä vakuutuksista sähkökäyttöisten ajoneuvojen automaattiseen lataukseen. Ajoneuvon ja sen käyttöön liittyvien sopimusten pohjalla on yleisesti ottaen *ajoneuvon digitaalinen lompakko (eWallet)*<sup>9, 10</sup>. Lohkoketjuihin pohjautuva digitaalinen lompakko voi mahdollistaa ajoneuvon suoraviivaiset ja jossain määrin jopa omatoimiset toimenpiteet ja päätökset, kuten tietullien ja pysäköinnin maksuun tai vakuutusmaksujen neuvotteluun sekä vertaisvuokrauksen hinnoitteluun ja lasuttamiseen.

Syksyllä 2017 markkinoille pyrkivä *Dovu* on kaupallinen esimerkki lohkoketjuun pohjautuvasta digitaalisesta liikkumiseen kytketystä lompakosta. *Dovu* on liikkumiseen käytettävä kryptovaluutta, jossa *Ethereumiin* perustuvia DOVU-tokeneita käytetään erilaisten palveluiden myymiseen ja ostamiseen. Ideana on, että käyttäjä pystyisi esimerkiksi vuokraamaan omaa autoaan muille käyttäjille, myymään tietoa ruuhkista ja ostamaan muilta vastaavia palveluita. Kaupankäynti tapahtuisi erityisellä digitaalisella markkinapaikalla ohjelmointirajapinnan kautta.<sup>11</sup>

Liikkumiseen liittyvien lohkoketjuja soveltavien palveluiden osalta seuraavaksi esitellään kaksi tapausta. Ensimmäinen esimerkki liittyy sähköautojen lataamiseen ja on konseptina ja teknologian kypsyysden osalta jo toteutettavissa. Toinen esimerkki on visiomaisempi sovelluskohte kytkeytyen liikennettä mullistaviin jakamistalouteen sekä automaatioon.

### **Käyttötapausesimerkki: Sähköautojen lataus**

Viimeisten parin vuoden aikana on kehitelty useampia lohkoketjuja hyödyntäviä ratkaisuita latausasemien vertaiskäytön mahdollistamiseksi sähköautoilijoille. Yleisperiaate ratkaisuisa on pitkälti sama. Lohkoketjut mahdollistavat loppukäyttäjälle (eli auton lataajalle) helpon ja turvallisen maksujärjestelmän käyttäen kryptovaluuttaa (esimerkiksi Bitcoin tai palvelun oma rahake, token) joko lompakko-sovelluksella tai RFID/NFC-kortilla. Latausaseman puolelta edellytetään tarvittavat tietoliikenneyhteydet ja älykkyys käyttäjien hyväksynnäksi ja käyttöoikeuksien sekä -ehtojen, kuten hinnoittelun, säätämiseksi. Avointa ja yhteistä lohkoketjujärjestelmää käyttäen latausasemia voivat operoida julkisten tahojen ja yksityisten yritysten lisäksi myös yksityishenkilöt.

Päätavoite ratkaisuisa on mahdollistaa latausaseman käyttö ja maksuvälitys vertaispalveluna ilman välikäsiä. Kaikki lataustiedot ja maksut tallennetaan lohkoketjuun, jolloin tarve kolmannen osapuolen maksuratkaisulle poistuu ja transaktiokustannukset laskevat merkittävästi. Latausaseman, tai siihen liitettävän lohkoketjukomponentin, tarjoaja voi ottaa oman transaktiopalkkion lataustapahtumista, mutta pankkien ja luottokorttiyhtiöiden kaltaiset toimijat jäävät tarpeettomiksi.

Latausaseman omistajan – tai sellaisen hankintaa harkitsevan – kannalta kannustimena toimii mahdollisuus asettaa latausaseman käytölle vapaasti haluamansa hinnoittelu (kWh hinta + käyttömaksu) eli käyttämättömänä olevalle resurssille saa mahdollisuuden tuottaa lisätuloja ja tehostaa investoinnin kannattavuutta.

Esimerkiksi Ethereum-lohkoketjuun pohjautuva BlockCharge-ratkaisu koostuu ”älypistokeesta” (Smartplug), mobiilisovelluksesta ja taustalla toimivasta lohkoketjusta, johon tiedot

<sup>9</sup> <https://medium.com/@blockchainfirst/the-first-blockchain-car-wallet-is-working-305408ed05cb>

<sup>10</sup> [https://www.zf.com/corporate/en\\_de/magazine/magazin/artikel/viewpage\\_22227304.html](https://www.zf.com/corporate/en_de/magazine/magazin/artikel/viewpage_22227304.html)

<sup>11</sup> <https://dovu.io/>

tallennetaan. Mobiilisovellus neuvottelee automaattisesti halvimman sopimuksen latausjärjestelmien kanssa. Liiketoimintamallinaan BlockCharge myy älypistokkeitaan sekä veloittaa mikrotransaktioita kunkin lataustapahtuman yhteydessä (Zimakova 2016).

Ethan BloT on Blockchainfirst-yrityksen tuottama alusta lohkoketjuratkaisuille. Alustalle toteutetun vertaiskäyttöön perustuvan latausaseman ensimmäiset ajoneuvon lataukset tehtiin Saksassa vuoden 2017 alussa. Latausasemia on suunniteltu laajennettavaksi sensoreilla, mahdollistaen esimerkiksi latausmääriin ja -aikoihin liittyvän datan keräämisen sekä muun ympäristöön liittyvän havainnoinnin ja tallentamisen helposti samaan lohkoketjuun. (Blockchainfirst 2017.)

Edellä mainittujen lisäksi myös Share&Charge tarjoaa latausasemiin liitettävän moduulin, jonka avulla käyttäjien tunnistaminen ja latausten hallinta voidaan toteuttaa. Järjestelmän edellytyksenä on, että latausasemassa on sähkönkulutuksen mittari. Toisena osana on mobiilisovellus, jonka avulla voi määrittää hintojen lisäksi myös käyttäjäryhmiä, jolloin lataamisen voi asettaa ilmaiseksi esimerkiksi perheenjäsenille. (Tual 2016, Share&Charge 2017.)

Kyseiset järjestelmät ovat siis jo nykyisellään teknisestä toteuttamiskelpoisia, ja pilottitoteutuksia on jo olemassa. Yleistymisen kannalta haaste on luonnollisesti riittävän käyttäjämäärän saavuttaminen. Mikäli koko latausverkosto koetaan lähtökohtaisesti kattavuudeltaan riittämättömäksi, ei pienen osajoukon lohkoketjupohjaisen ratkaisut auta houkuttelemaan käyttäjiä. Toisaalta lohkoketjuihin perustuvan ratkaisun helppous, toteuttaminen ilman sopimuksia suoraan käyttäjien kanssa, voisi myös olla lisäkannustin yksityishenkilöiden latausjärjestelmille ja niiden jakamiselle, ja siten koko yleisen latausverkon ja sähköisen liikenteen edistämiseksi.

Edellinen esimerkki ja varsin helposti toteutettavissa olevat vertaislatausjärjestelmien ratkaisut keskittyivät mobiilisovelluksiin, jolloin itse ajoneuvoon ei tarvittaisi mitään lisäominaisuuksia nykyiseen verrattuna. Käytön yksinkertaistaminen ja ihmisiltä tarvittavan vuorovaikutuksen vähentäminen tulevat edellyttämään suurempaa integraatiota käsiteltäviin objekteihin eli tässä tapauksessa ajoneuvoon. Ajoneuvon ja sen identiteetin kytkeminen lohkoketjuun, jolloin ajoneuvolle tulee oma tunniste tai digitaalinen lompakko, mahdollistaa älykkäisiin sopimuksiin kirjattujen toimenpiteiden ja tehtävien automaattisen suorittamisen, esimerkiksi auton latauksesta tai pysäköinnistä maksamisen. Tulevaisuuden visiossa, jossa yhteiskäyttöiset ajoneuvot ajavat autonomisesti, älykkäiden sopimusten kyvykkyys on olennainen osa saumatonta palvelukokemusta – käyttäjien tunnistamisen ja hyväksynnän perusteella reititys ja laskutus voivat tapahtua automaattisesti ennalta määrättyjen periaatteiden mukaisesti.

### Tulevaisuuden visio: Jaetut, automaattiset kulkuvälineet

Esimerkkinä hyvin korkeaan ambitiotasoon tähtäävästä ratkaisusta on Mobotiq. Tätä yksittäisille liikkujille suunnattua autonomista ajoneuvoa on jo muutama vuosi kehitetty Ethereum-lohkoketjun pohjalle. Lohkoketjua on hyödynnetty alusta pitäen rahoituksessa, suunnittelussa ja kehityksessä osallistamalla, kannustamalla ja palkitsemalla (palvelun oman valuutan muodossa) – lohkoketjun avulla luodaan yhteistä näkemystä, luottamusta ja palkitaan myötävaikeudet reilusti. Konseptin operointivaiheessa lohkoketjuteknologia on ytimessä halliten käyttäjien hyväksyntää ja sopimuksia.

Konseptin ydinajatuksena on, että ympäri kaupunkia löytyvät pienet, autonomisesti liikkuvat ajoneuvot poimisivat ja kuljettaisivat kyytiä kännykkäsovelluksella pyytävät matkustajat koh-

teeseensa, tietojen ja maksujen hoituessa automaattisesti lohkoketjuun tallentaen. Useamman hengen ryhmän tapauksessa voitaisiin kutsua ja ketjuttaa monta ajoneuvoa. Ajoneuvoja voisivat omistaa yritykset, julkistahot tai yksityiset henkilöt. Ajoneuvojen jakaminen yleiseen käyttöön olisi omistajalle lisäansaintakeino. Pelkän konseptin lisäksi ajoneuvosta on jo pari vuotta sitten tehty prototyypiversio ja katulaillisen tuotteen kehittelyä jatkettu.

Automaattiajamisen teknologian ja sitä tukevan lainsäädännön mahdollistaessa älykkäisiin sopimuksiin pohjautuvat kulkuneuvot, aukeaisi niiden mahdollisen menestyksen myötä myös suurempi tarve sekä hyöty muiden palveluiden ja infrastruktuurin (esimerkiksi latausasemat, tietullit ja pysäköinti) sopeutumiseen samaan teknologiaan. Autonomisten ajoneuvojen osalta älykkäät sopimukset voisivat pystyä hoitamaan paitsi vertaisvuokrausta myös vakuutusmaksuja käyttäjien ja käytön mukaan sekä palvelulaatusopimuksia ja niihin liittyviä korvauksia esimerkiksi viivästyksistä. Vastaavasti laajentaessa visiota ja yhteistoiminnallisuutta entisestään, palvelulaadulla kilpailemiseksi ja sen säätämiseksi liikenteenhallinnan ja keskustelevien ajoneuvojen välillä voisi olla mahdollista varata prioriteetteja ja etuajo-oikeutta – eli muut ajoneuvot antaisivat tietä korkeammasta prioriteetista maksaneelle (Sena 2017).

Ylläolevan vision toteuttaminen vaatii merkittävää, vuosikymmenten yli jatkuvaa teknologiakehitystä autonomisen ajamisen mahdollistamiseksi (ERTRAC 2017). Teknologiakehityksen lisäksi visio edellyttää myös merkittävää lohkoketjun mahdollistamaa sovelluskehitystä sekä radikaalia muutosta niin yhteiskunnallisten toimintamallien kuin kansalaisen asenteiden ja käyttötottumusten suhteen. Näistä epävarmuustekijöistä johtuen kehityskulkua ja nopeutta on vaikea ennakoida.

## Muita sovellutuksia

### **Ajoneuvojen rekisteröinti ja hallinnointi**

Ajoneuvojen rekisteröinti ja sertifiointi sekä ajoneuvojoukon eli fleetin hallinta lohkoketjujen avulla voi tehostaa muun muassa luotettavaa palvelu- ja huoltokirjanpitoa.

### **Ajoneuvon ajokilometrien todentaminen**

Ajoneuvotietojen tallentaminen tasaisin väliajoin lohkoketjuun mahdollistaa muuttamattomissa olevan ajokilometrien kirjaamisen, jota voidaan verrata esim. auton jälleenmyynnin yhteydessä mittarilukemaan.

### **Älykkäät vakuutukset**

Lohkoketjuihin ja älykkäisiin sopimuksiin pohjautuvat vakuutusratkaisut voivat liittyä joko ajoneuvoon tai liikkumispalveluihin yleensä. Ajoneuvon tapauksessa esimerkiksi onnettomuuksien tiedot on mahdollista välittää ajoneuvosta saman tien. Älykäs sopimus voi nopeuttaa yksiselitteisten tapauksien ja ehtojen mukaisten toimenpiteiden käsittelyä vähentäen käsittelyyn sitoutuvia resursseja. Vastaavasti liikkumispalveluiden tapauksessa esimerkiksi lennon viivästymisestä voisi saada sopimusehtojen mukaisen korvauksen ilman hidasta valitus- ja käsittelyprosessia.

### **Sähköajoneuvon lataaminen**

Sähköautojen lataaminen hyödyntäen ajoneuvon digitaalista lompakkoa. Älykäs latausase- ma ja ajoneuvo voivat hoitaa latauksen valtuutuksen sekä maksun ilman välikäsiä. Älykkään sopimuksen ansiosta lataus voidaan optimoida suoritettavaksi esim. sähkön markkinahinto- jen mukaan otollisena ajankohtana.

### **Autonvuokraus**

Auton vuokraamisen ja liisaamisen prosessi voitaisiin suoraviivaistaa malliin ”klikkaa, allekir- joita, aja”. Asiakas voisi yksinkertaisesti allekirjoittaa vuokrasopimuksen ja valita vakuutuk- sen digitaalisesti, ja sopimustiedot tallennetaan lohkoketjuun.

### **Autonvuokraus vertaispalveluna**

Lohkoketjupohjaiset turvalliset vertaistransaktiot voivat minimoida tai kokonaan poistaa luo- tettujen tahojen ja palvelualustojen tarpeen. Lohkoketjujen avulla käyttäjän tiedot (kuten ikä, vakuutukset ja maksukyky) voidaan osoittaa suoraan, mahdollistaen turvallisen vertaisvuok- rauksen itse määritettyjen ehtojen perusteella.

### **Kimppakyydit ja kyydinjakaminen**

Lohkoketjut mahdollistavat palveluiden sisäisen valuutan sekä uudenlaisia tapoja palkita avoimen yhteisön jäseniä erilaisista kontribuutioista, kuten korvauksen palvelun kehittämi- sestä, louhimispalkkion ylläpitämisestä ja käytöstä itsestään. Lohkoketju mahdollistaa jaka- mispalveluiden, kuten kimppakyydin ja kyydinvälityksen, toteuttamisen ilman keskitettyä hallinnoivaa tahoa.

### **Sähköiset tietullit**

Kansallisesti yhteentoimiva järjestelmä sähköiseen tietullaukseen voidaan toteuttaa lohko- ketjun avulla. Tällöin tullaus ja maksu tapahtuisivat suoraan asiakkaan ja minkä tahansa tietullin välillä ilman tarvetta välityskeskuksille.

## **3.2.2 Logistiikka**

### **Rahtitiedon ja dokumenttien jakaminen**

Lohkoteknologian sovellusalueista puhuttaessa logistiikka nostetaan useasti esiin. Lohkoket- juteknologian koetaan soveltuvan erityisen hyvin juuri logistiikan alalle, koska nykyiset toimin- tamallit ja logistiikan tietokanta- ja tietoliikennetkaisuut eivät enää vastaa riittävän tehok- kaasti ja ketterästi logistiikan kysyntään. Logistiikassa tiedon vaihto ja palvelut ovat perintei- sesti syntyneet kahden tai kolmen tahon välissä suljetuissa sopimuksissa ja neuvotteluissa, mikä on johtanut siihen, että nykyinen toimintamalli kuljetusten päävirtoja lukuun ottamatta on usein melko tehoton. Logistiikassa tarve uudennaisille avoimille, moniulotteisille ja lä- pinäkyville, mutta samalla erittäin luotettaville ratkaisuille on ilmeinen ja siksi lohkoketjutekno-

logian koetaan hyvin soveltuvan juuri logistiikkaan. (BIFA 2017; Del Castillo 2017; Robinson 2016; Sadouskaya 2017.)

Logistiikassa lohkoketjuteknologian koetaan parantavan toiminnan läpinäkyvyyttä ja mahdollistavan logististen toimintojen tarkemman seurannan ja valvonnan sekä erityisesti tehostavan ja sujuvoittavan toimituksiin ja varastointiin liittyvien sopimusten tekemistä. Tiedon viemisellä lohkoketjuteknologian mahdollistamaan entistä selkeästi avoimempaan alustaan kuljetusketjun eri tahot voivat tarkastella toimituksen etenemistä ilman, että he ovat itse juuri nyt vastuussa siitä. Tämä mahdollistaa logistiikan tilannekuvan analysoinnin ja kokonaisuuden tehostamisen, koska olemassa olevaa kysyntää ja tarjontaa pystytään tehokkaammin kontrolloimaan. Muun muassa maailman johtaviin rahtiyhtiöihin kuuluva Maersk on ilmaissut kiinnostuksena lohkoketjuteknologiaan ja sen mahdollistamaan logistiikan seurattavuuteen. Maersk on yhteistyössä IBM:n kanssa testaamassa Hyperledgerin avoimen lähdekoodin lohkoketjuteknologiaa, jonka tarkoituksena on tehostaa tiedon ja dokumenttien välitystä toimijoiden välillä. (Condliffe 2017.)

Myös japanilaiset kaupan alalla toimivat yritykset ovat hiljattain perustaneet 14 yrityksen konsortion, joka toteuttaa maaliskuuhun 2018 mennessä tutkimuksen lohkoketjuteknologian käytöstä. Tutkimuksessa tutkitaan lohkoketjun käytön esteitä, soveltuvia käytännön käyttökohteita ja tulevaisuuden käyttökohteita kaupan ja logistiikan alalla. Konsortioon kuuluu muun muassa Mitsui OSK Lines-, K Line- ja NYK-varustamot sekä rahoitus-, vakuutus-, logistiikka- ja kansainvälistä kauppaa harjoittavia japanilaisia yrityksiä. Mitsui OSK Linesin mukaan konsortio on ensimmäinen avaus lohkoketjuteknologian käytöstä kaupan alalla Japanissa. (Hand 2017.)

#### **Käyttötapausesimerkki: Rahtitiedon ja dokumenttien jakaminen**

Smart Log -projekti on Kouvola Innovation Oy:n (Kinno) vetämä kansainvälinen projekti, jossa lohkoketjuteknologioita pyritään integroimaan logistiikkaan ja erityisesti logistiikan liiketoimintaan liittyvän datan välittämiseen. Projektin tavoitteena on vähentää rahtiaikoja toimitusten kokonaisratkaisuisissa tehokkaammalla ja avoimella tiedonvälittämällä. Projekti toteutetaan yhteistyössä logistiikkayritysten kanssa ja tarkastelut suoritetaan valituilla case-käytävillä. Toimitusaikojen lyhentämiseen pyritään tarjoamalla logistiikkayrityksille yleinen ja yhteinen lohkoketju, johon erikokoiset logistiikkayritykset voivat liittyä ja jossa tietoa voidaan jakaa. (Kinno 2017.)

Kolmivuotinen syyskuussa 2016 käynnistynyt SmartLog-projekti rahoitetaan Interreg central Baltic -ohjelmasta. Projektin partnereita ovat: Kouvola Innovation Oy (Suomi), Region Örebro country (Ruotsi), Transport and Telecommunication Institute (Latvia), Valga County Development Agency (Viro), Sensei LCC (Viro) ja Tallinnan teknillinen yliopisto (Viro). Projekti koostuu kolmesta työpaketista: 1) yhteistyö logistiikkayritysten kanssa, 2) kuljetukseen liittyvän datan käsittely ja analysointi, jonka tavoitteena on kartoittaa rakenne operationaalisen datan käsittelyyn, 3) lohkoketjuteknologian rakenteen ja sovellusmahdollisuuksien kehittäminen. (Kinno 2017.)

Tarkemman ja läpinäkyvän seurannan avulla voidaan saada myös muodostettua yleisellä tasolla parempi kuva logistiikan ja kuljetusten tilasta ja niistä aiheutuvista vaikutuksista muun muassa talouteen ja ympäristöön, joiden kysyntä on elinkaaritarkastelun ja parantuneen ympäristötietouden myötä lisääntynyt myös loppukuluttajien keskuudessa. Tarkka ja mahdollisimman reaaliaikainen logistiikan seuranta koetaan erityisen tärkeäksi teollisuuden kannalta, koska sen avulla voidaan muun muassa seurata toimituksia ja tarvittaessa varautua varaosien tai kriittisten raaka-aineiden toimituksiin. (Del Castillo 2017; Frost & Sullivan 2017.)

Läpinäkyvyyden ja tarkan seurannan lisäksi lohkoketjuteknologian ja siihen liittyvien älykkäiden sopimusten uskotaan merkittävästi tehostavan logistiikkaa. Siirryttäessä perinteisistä kahden tahon suljetuista sopimuksista avoimeen ja läpinäkyvämpään alustaan logistiikan toimijat voivat älykkäiden sopimusten avulla ketterämmin solmia virtuaalisesti sopimuksia verkoston eri toimijoiden välillä ja näin laajentaa yhteistyöverkostoaan. Tarvittavan tiedon avautuessa pois keskitetyistä suljetuista järjestelmistä yhteiseen ja avoimeen alustaan logistiikan kysyntä ja tarjonta voidaan paremmin optimoida, mikä palvelee sekä logistiikan ostajia että logistiikkapalvelun tarjoajia. (Frost & Sullivan 2017; Sadouskaya 2017.)

Keskeinen asia, jonka lohkoketjuteknologia ja älykkäät sopimukset tuovat logistiikkaan, on virtuaalisesti muodostettavat sopimukset, joilla voidaan siirtää kuljetusketjuna aikana vastuita ja oikeuksia kuljetettavan tavarana osalta (Kotilainen 2017). Tämä nykyistä toimintamallia merkittävästi ketterämpi ja nopeampi toimintamalli tarjoaa logistiikka alalle uuden entistä dynaamisemman ja joustavamman tavan toimia ja vastata nopeisiin ja yllätyksellisesti ilmeneviin kysyntäpyyntöihin (Sadouskaya 2017).

Läpinäkyvyyden ja tarkan seurannan avulla lohkoketjuteknologian koetaan parantavan myös logistiikan luotettavuutta, koska lohkoketjuteknologian toimintamallin avulla väärinkäytösten ja virheiden havainnointi odotetaan olevan nykyistä tehokkaampaa ja helpompaa. Logistiikan kannalta luotettavuus ja vastuiden jakaminen ovatkin yksiä tärkeimpiä tekijöitä, koska monesti logistiikkapalvelun ostaja, joka on myymässä tuotettaan loppuasiakkaalle, ei suoraan ole itse logistiikkatapahtuman kanssa tekemisissä, vaan tapahtuman suorittaa palvelun tarjoaja, joka myös kohtaa loppuasiakkaan. Eli myyvä taho on luottanut tuotteensa toisen toimijan vastuulle. Tämä toimijoiden välinen luottamus onkin yksi syy siihen, miksi logistiikassa on usein hyvin pitkiä yhteistyöhistorioita ja rajoittuneita yhteistyöverkostoja, jotka rakentuvat keskinäiseen luottamukseen. Älykkäillä sopimuksilla on tarkoitus avartaa tätä rajoitettua luottamusta ja tehdä vastuiden jakamisen ja toiminnan läpinäkyvyyden avulla mahdolliseksi luottaa myös muihin kuin perinteisiin yhteistyökumppaneihin. (Cognizant 2016.) Lohkoketjuteknologian näkee sekä uhkaksi että mahdollisuudeksi myös rahdinvälitysyhtiöt, joiden tehtävänä on ollut saavuttaa yllä kuvattuja etuja perinteisin menetelmin. Toisaalta lohkoketjut voivat tehostaa näiden yhtiöiden toimintaa ja tuoda niille uusia liiketoimintamahdollisuuksia, mutta toisaalta teknologia voi myös syödä niiden markkinaosuutta. (Xirinachs 2017.)

### [Tulevaisuuden visio: Lohkoketju modulaarisen logistiikan mahdollistajana](#)

Modulaarinen logistiikka yhdistettynä avoimeen, toimijariippumattomaan järjestelmään mahdollistaisi tavaralogistiikan merkittävän tehostamisen ja optimoinnin yli nykyisen toimijasiiloituneen järjestelmän (Cognizant 2016). Logistisesti tehottomin osa kokonaisuudessa on ensimmäisten ja viimeisten kilometrien kuljetus, jossa usein yksittäistä pakettia viedään kuluttajalle tai kuluttaja lähettää yksittäistä pakettia matkaan. Visiona on tämän osan toteuttaminen modulaarisella, jaetulla ja joukkoistetulla ratkaisulla, ja lohkoketjuteknologia mahdollistaa avoimen, jaetun alustan kehittämisen tähän tarpeeseen. Jaettu alusta voisi tehostaa erityisesti lähilogistiikkaa toimijoiden, kuluttajien, kaupan ja tuottajien välillä, ja luoda uusia palveluita ja uutta liiketoimintaa muun muassa elintarviketeollisuuden ja lähiruoan ympärille.

Yllä olevan vision toteuttaminen edellyttää modulaarisen logistiikan teknologiakehitystä ja sekä radikaalia muutosta suljetusta avoimeen logistiikkajärjestelmään. Vision kokeileminen pienen mittakaavan pilottina on sinällään jo mahdollista. Teknologiakehityksen lisäksi visio edellyttää myös merkittävää lohkoketjun mahdollistamaa sovelluskehitystä sekä radikaalia muutosta niin yhteiskunnallisten toimintamallien kuin kansalaisen asenteiden ja käyttötottumusten suhteen.



## Muita sovellutuksia

### **Kuljetusten saapumisen ja sisällön seuraaminen**

IBM on kehittänyt järjestelmää, jossa ajoneuvoihin kiinnitetään RFID-tunniste, jossa on tiedot kulkuneuvosta, sen kuljettajasta ja kuormasta. Internetiin kytkeytyneet sensorit mittaavat kuljetuksen etenemistä, ja data siirretään lohkoketjutietokantaan, jossa kaikki asianomaiset tahot pääsevät siihen käsiksi.

### **Konttien luovuttamisen automaatio**

Edellä on käsitelty, kuinka dokumentteja pystytään jakamaan entistä tehokkaammin lohkoketjuteknologian avulla. Antwerpenin satamassa on käynnistynyt kokeilu, jossa dokumenttien hallinnan avulla pystytään automatisoimaan konttien luovutus.

### **Älykkäät rahtivakuutukset**

Reaaliaikainen ja läpinäkyvä rahdin seuranta mahdollistaa paremman käsityksen rahdin riskeistä ja älykkäämpien vakuutusten kehityksen. Samalla varautuminen tunnistettuihin riskeihin paranisi, ja toteutuneiden riskien selvittely olisi huomattava tehokkaampaa.

## **3.2.3 Viestintä ja media**

### **Tekijänoikeudella suojatun sisällön jakaminen**

Lohkoketjuteknologian ominaispiirteille ja vahuuksille löytyy potentiaalisia sovelluskohteita viestinnän alalta, vaikkakaan käyttötapauksista ei löytynyt vielä kovin laajalti mainintoja kirjallisista lähteistä. Tässä työssä tunnistetut tapaukset löytyvät media-alalta, journalismista ja tekijänoikeuksilla suojatun sisällön hallinnasta ja jakamisesta. Esimerkiksi Thomson Reuters -yhtiö selvittää lohkoketjun soveltumista identiteetin varmistamiseen luottamuksellisten tietojen luovuttamisen yhteydessä sekä turvalliseen tiedon välitykseen. Nämä sovelluskohteet kytkeytyvät journalismin luotettavuuteen, jossa sekä välitettävän tiedon alkuperän ja peukaloimattomuuden varmistaminen on oleellista (Rizzo 2016).

Lohkoketjuteknologian odotetaan mahdollistavan uudenlaisen ja aiempaa ketterämmän alustamaisen toiminnan kehittymisen media-alalla. Lohkoketjujen ennakoitua vauhdittavan uusien liiketoimintamallien muodostumista ja erityisesti mikromaksupohjaisen järjestelmän yleistymistä (Deloitte 2016). Aktiivisinta tämä kehitys vaikuttaa tällä hetkellä olevan seuraavan käyttötapausesimerkin mukaisesti tekijänoikeudella suojatun sisällön jakamisessa.

### **Käyttötapausesimerkki: Tekijänoikeudella suojatun sisällön jakaminen**

Lohkoketjuun voidaan tallentaa alkuperäisen sisällön tunniste- ja tekijänoikeustiedot sekä älysopimuksen muotoon laaditut ohjeet sisällön esittämisen tai lataamisen korvaamiseksi tekijöille. Tämä mahdollistaa tekijänoikeuksien hallinnan tekijöille ilman välikäsiä. Lohkoketjun avulla voidaan samalla vähentää välillisiä kustannuksia muun muassa tilastoinnista, tekijänoikeuksien hallinnasta ja tekijänoikeusmaksujen välittämisestä (Deloitte 2016).

Teosto julkaisi 29.5.2017 kehittävänsä lohkoketjupohjaista alustaa tekijänoikeusjärjestöille. Teoston käyttämä Pigeon-alusta tulee tarjoamaan musiikin tekijänoikeusjärjestöille maailmanlaajuisesti teknisen alustan ja työvälineet, jotka mahdollistavat esitys- ja maksutietojen nopeamman käsittelyn järjestöjen välillä. Teosto Futures Labin kehittämän alustan suunnittelun lähtökohtana on tekijänoikeusjärjestöjen kustannusten pienentäminen, sekä erityisesti eri maiden välillä tilitettävien esityskorvausten maksuaikojen lyhentäminen. Teosto on käynnistämässä keskustelut potentiaalisten yhteistyökumppanien kanssa konseptin jatkokehityksestä.

Yhdysvalloissa toimiva startup-yritys Ujo Music on myös kehittämässä luovia aloja palvelevaa jaettavaa infrastruktuuria, jonka julkikirjattuna tavoitteena on tuoda isompi osuus tuotetusta arvosta sisällöntuottajille ja heidän asiakkailleen. Kaupallinen ja avoin Ujo alusta hyödyntää lohkoketjuteknologiaa luodakseen läpinäkyvän ja täysin hajautetun tietokannan tekijänoikeuksista ja niiden omistajista, ja automatisoidakseen rojaltien maksamisen älykkäiden sopimusten ja kryptovaluutan avulla. Näin Ujo alusta pyrkii rakentamaan uutta läpinäkyvää, tehokkaampaa ja tuottavampaa musiikkiekosysteemiä<sup>12</sup>.

Lehdistön vapaus on yksi avoimen ja demokraattisen yhteiskunnan peruspilareista. Maailmanlaajuisesti tarkasteltuna vapaa lehdistö tavoittaa vain murto-osan väestöstä, ja liki puolet maailman kansalaisista on täysin vapaan lehdistön tavoittamattomissa (Publicism 2016). Lohkoketjun ominaisuuksista ja ilmiöstä onkin herännyt keskustelua ja pyrkimyksiä selvittää, millä tavoin lohkoketjuteknologia soveltuisi journalismiin ja uutisvälitykseen. Alla oleva tulevaisuuden visio avaa tämän hetken näkökulmaa siihen, miten lohkoketjun odotetaan tukevan ja mahdollistavan vapaan journalismin yleistymistä ja leviämistä.

#### Tulevaisuuden visio: Lohkoketjut vapaan journalismin mahdollistajana

Visiotasolla lohkoketjuteknologian soveltamisen odotetaan paitsi varmistavan turvallisen tavon julkaista ja rahoittaa journalismia sekä uutisvälitystä myös vahvistavan journalistien ja tietolähteiden anonymiteettia.

Lohkoketjuteknologiapohjaisen globaalisti hajautetun tietokannan ja tapahtumarekisterin nähdään olevan hallinnon ja keskeisten organisaatioiden sensuroinnin ulottumattomissa ja siten ehkäisevän pyrkimyksiä rajoittaa tai poistaa julkaistua sisältöä. Samalla lohkoketjun nähdään mahdollistavan tulevaisuudessa vapaan lehdistön toimimisen anonymisti tai pseudonymien avulla. Vapaa lehdistö tarvitsee toimiakseen myös luotettavat työkalut, julkaisualustan sekä lukijoita ja tukijoita. Lohkoketjuteknologiaan kohdistuu odotuksia myös kaikkia edellä mainittuja tekijöitä kohtaan, esimerkiksi toimittajien välisen anonymin luottamusverkon viestinnän ja tiedonvälityksen mahdollistavat työkalut saattaisivat olla toteutettavissa parhaiten lohkoketjusovelluksilla. Myös uutistoimistotoiminnan voisi hajauttaa ja automatisoida lohkoketjuteknologian avulla. Lisäksi tukijat ja lukijat voisivat maksaa hyvästä journalistisesta sisällöstä anonymisti suoraan toimittajille lohkoketjuperustaisella kryptovaluutalla (Publicism 2016).

Julkisen lohkoketjun avoimuus ja läpinäkyvyys on tunnustettu myös haasteena anonymille toiminnalle, sillä julkisesti saatavilla olevien tietojen pohjalta esimerkiksi tiedusteluviranomaiset pystyivät ajan kuluessa saamaan selvillä toimijoiden todelliset identiteetit (Publicism 2016).

---

<sup>12</sup> Consensys kotisivut, Ujo Music hankekuvaus. <https://consensys.net/ventures/spokes/>

Vapaan journalismin mahdollistaminen lohkoketjuteknologialla perustuu lukuisten sovelluskohteiden ja käyttötapausten yhdistelmään. Vision voidaankin nähdä tulevan toistaiseksi enemmän vapaan journalismin haaveesta ja ideologiasta yhdistyneenä lohkoketjuun ilmiönä kuin lohkoketjuteknologian syvällisestä ymmärtämisestä tunnistetun ongelman ratkaisijana. Varsinainen sovelluskehitys on vielä niin alkuvaiheessa, että kehityskulkua ja todellista potentiaalia on vaikea ennakoida.

#### Muita sovellutuksia

##### **Mikromaksujen kerääminen kustannustehokkaasti**

Monet mediapalvelut rahoittavat verkkotoimintaansa sekä mainoksin että kuukausimaksuin. Maksujen kerääminen aiheuttaa kuluja, joten mikromaksut yksittäisistä sisällöistä eivät ole yleistyneet. Lohkoketjuteknologian avulla voitaisiin kuitenkin kerätä mikromaksuja kustannustehokkaasti.

## 4. Hyödyntämismahdollisuuksien ja yhteiskunnallisten vaikutusten pohdinta

Lohkoketjuihin perustuvilla teknologioilla ja tietoratkaisuilla voidaan vaikuttaa ensisijaisesti eri toimijoiden muodostamien verkostojen tiedonjakoon ja yhteisen tiedon luomiseen. Näitä sovellusalueita ovat esimerkiksi:

- toimitusketjut, joissa ketjun osapuolten välillä liikkuu tietoa, hyödykkeitä ja rahaa.
- yhteisten resurssien (esimerkiksi auto) jakaminen, joissa luottamusyhteisöjen jäsenten suhde rakentuu yhteisen resurssin ympärille.
- erilaisen yhteisen kiinnostuksen kohteena olevan tiedon jakaminen toimijoiden välillä; esimerkiksi suunnitteluprojektit ja yhteinen toiminnansuunnittelu; myös vaikkapa aikataulutietojen jakaminen joko avoimesti tai rajatusti luottamusyhteisön kesken voisi olla tällainen esimerkki.

Samalla kun erilaiset sovellusmahdollisuudet ovat lukuisat ja potentiaaliset, on syytä korostaa, että lohkoketjut ovat teknologiana vielä epäkypsä. Niiden soveltaminen sinänsä on mahdollista, mutta niiden kustannustehokkuus sekä mahdolliset riskit ja ongelmat eivät ole vielä täysin tiedossa. Näin ollen ainoa tie löytää parhaat soveltamisen paikat ovat sekä omat kokeilut että muiden toteuttamien kokeilujen seuraaminen ja vertailu (benchmarking).

Lohkoketjujen disruptiivinen vaikutus perustuu lähinnä siihen, että tarve keskitettyyn valvontaan ja välimiehenä toimimiseen vähenee ilman, että tiedon luottamuksellisuus tai autenttointi siitä välttämättä kärsii. Tästä seuraa muutamia asioita, joilla niin ikään saattaa olla disruptiivinen merkitys:

- 'Tietovallan' keskittyminen vähenee: lohkoketjuihin perustuvia sovelluksia voi periaatteessa perustaa kuka tahansa ja sovelluksen käyttö yhteisössä ei välttämättä vaadi keskitettyä tietovaltaa. Toisaalta lohkoketjuteknologian soveltaminen ei sinänsä tarkoita myöskään sitä, ettei tietovaltaa voisi keskittää, jos niin halutaan.
- Prosessit, joissa etabloituneella toimijalla on keskitetty tietovalta-asema, voivat pilkkoutua osiin ja rakentua uudestaan useanlaisilla topologioilla. Esimerkiksi clearing-toiminnot, joissa toimijoiden kesken jaetaan rahaa toteutuneiden kustannusten tai transaktioiden mukaan, voivat tulla tarpeettomiksi. Tällaisia clearing-toimintoja on ollut esimerkiksi rautateillä ja muuallakin logistiikassa.
- Automaattisen tiedon vaihdanta saattaa merkitsevästi helpottaa. Kun tieto voidaan luotettavasti jakaa ja sitä voidaan hajautetusti hallinnoida, voidaan erilaisten automatisoitujen transaktio-ohjelmien käyttöä ja transaktionopeutta lisätä huomattavastikin.

### 4.1 Vaikutukset sääntelyyn

Kun tietovalta hajautuu ja transaktiot nopeutuvat ja automatisoituvat, kasvaa myös erilaisten väärinkäytösten riski, sillä hajautettua tiedonkäsittelyä ja -hallintaa voidaan valvoa paljon rajatummin. Prosesseista, palveluista ja yhteiskunnan eri funktioista saattaa tulla pirstoutuneita ja vaikeasti hahmotettavia. Tällöin esimerkiksi lainsäätäjien työ saattaa vaikeutua ja monimutkaistua. Miten säädellään esimerkiksi autojen yhteiskäyttöä maailmassa, jossa on tuhansia erilaisia toimijoita sekä satoja tai kymmeniä erilaisia liiketoimintamalleja? Mahdollisuudet järkevään sääntelyyn voivat merkittävästi kaventua, etenkin jos sääntely on reaktiivis-

ta potentiaalsiin tuleviin teknologisiin muutoksiin nähden. Toisaalta sääntely voi myös saada uusia muotoja digitalisaation edistyessä; lainsäädännön ja muun perinteisen sääntelyn tarjoamien mahdollisuuksien rinnalle voi ajan myötä kehittyä teknistä, ohjelmistokoodeihin ja algoritmeihin perustuvaa sääntelyä, jonka määrittely voi vaatia yhtä paljon huomiota kuin lainsäädäntökin (Walport 2016).

Kestävä ratkaisu yllä mainittuun haasteeseen on ”resilientti” sääntely, joka keskittyy enemmänkin perusperiaatteihin ja puitteisiin uppoutumatta liikaa yksityiskohtiin. On mahdollista, että tällöin myös sääntelyn moninaisia vaikutuksia on helpompaa arvioida, ainakin ylätasolla (ks. OECD 2015). Toinen OECD:n raportti (OECD 2012) ohjeistaa miettimään, onko sääntelylle muita vaihtoehtoja (esimerkiksi tekniset standardit tai virastokohtainen ohjeistusvaltuutus). Joka tapauksessa sääntelyn tulisi olla tavoitteellista ja toteuttaa yhteiskunnan ja kansalaisten tarpeita oikeudenmukaisuutta ja kestävyyttä noudattaen. Tällöin myös ”puitetyyppinen” sääntely lienee tie valmistautua teknologisiin murroksiin.

Liikenteen kansainvälinen sääntely on niin ikään – ja varsinkin EU:n myötä – lisääntynyt radikaalisti (Mononen & Leviäkangas 2015, s. 115). Vaikka sääntely olisikin resiliienttiä, niin määrän kasvaessa teknologian disruptiot lisäävät lainsäätäjän työmäärää ja mitä todennäköisimmin myös sääntelyn määrää. Toisin sanoen ei ehkä riitä, että sääntelyn resilienssi on pelkästään kotimaassa kunnossa, koska ylikansallinen sääntely kuitenkin ohjaa myös kansallista sääntelyä.

On mahdollista, että lohkoketjut korvaavat jossain määrin nykyisiä standardeja, esimerkiksi kansainvälisessä kaupassa käytettäviä standardeja. On myös mahdollista, että nousee tarve uudelle, entistäkin kattavammalle standardointityölle. Tietovallan hajauttaminen mahdollistaa *ad hoc* -verkostot myös kansainväliseen kauppaan, mutta samalla saattaa nousta esiin tarve standardoida entistäkin vahvemmin kansainvälisen kaupan sääntöjä. Esimerkiksi kansainvälisen rautatieliikenteen sääntelyä (COTIF) on säännöllisesti uudistettu. Onko uudistamiselle jälleen tarvetta, jos kuljetusketjut voivat käyttää lohkoketjuja tavaraliikenteen hallintaan, vai onko koko sääntelykokoelmalle yleensäkin tarvetta?

Lohkoketjut saattavat mahdollistaa toisaalta laajemman digitaalisen itsemääräämisoikeuden ja kolmansien osapuolten pääsyn estämisen omiin tietoihin (suljetut yhteisöt). Samaan aikaan EU:n lainsäädäntö on muuttumassa entistä enemmän yksilön oman datan määräämistä suojaavaksi. EU:n tietosuojasetus (General Data Protection Regulation) on astumassa voimaan vuoden 2018 toukokuussa. Keskitetty tietovalta on murentumassa myös regulaation, ei ainoastaan teknologian, kautta. EU:n tietosuojasetus sisältää mm. oikeiden tulla unohdetuksi eli saada yksityiset tiedot poistettua rekisteristä. Lohkoketjun historiaa ei jälkikäteen pysty poistamaan, joten tietosuojasetus vaikuttaa siihen, miten henkilötietoja tulee käsitellä lohkoketjupohjaisessa tietokannassa, yhtenä vaihtoehtona on esimerkiksi jättää yksityisyyteen liittyvät tiedot tietokannan ulkopuolelle<sup>13</sup>.

## 4.2 Vaikutukset yrityksiin

Selkeät potentiaaliset vaikutukset talouteen liittyvät sopimuksiin ja transaktioihin (esimerkiksi älykkäät sopimukset) toimijaverkostoissa, joista toimitusketjut ovat ehkä selkein esimerkki. Lohkoihin voidaan tallentaa pitävästi ja samalla läpinäkyvästi tavaratoimituksiin liittyvät sopi-

---

<sup>13</sup> Farmer, S. (2016) Blockchain technologies and the EU 'right to be forgotten' – an insurmountable tension? Uutisartikkeli 7.9.2016 <http://www.ibtimes.co.uk/blockchain-technologies-eu-right-be-forgotten-insurmountable-tension-1580166>

mukset, omistusten siirrot sekä rahan ja tavaroiden transaktiot. Nämä voidaan tehdä yksittäisen toimitusketjun tasolla, jolloin paljon puhuttu toimitusketjun sopiva läpinäkyvyys parantaa osapuolten suunnittelua, ennakointia ja tilastointia. Toimitusketjujen läpinäkyvyyttä on yleisesti tunnettu logistinen ongelma ja kokonainen tutkimusparadigma.

Toimitusketjujen osalta puhutaan suurista potentiaalisista taloudellisista vaikutuksista. Suomessa yritysten logistiikkakustannukset olivat vuonna 2014 noin 22,9 miljardia euroa eli noin 11,4 prosenttia suhteutettuna bruttokansantuotteeseen (Solakivi et al. 2014). Mitkä todelliset vaikutusmekanismit ja -potentiaalit ovatkaan, puhutaan helposti luvuista, jotka ovat erotettavissa jopa kansantalouden tasolla. Varastoihin tarpeettomasti sitoutunut pääoman sekä logistiikkayritysten kyky vastata suurien asiakkaiden tarpeisiin ovat eräitä merkittävimpiä kustannus- ja markkinahaasteita. Osin näihin voidaan mahdollisesti vastata lohkoketjuilla, sillä esimerkiksi suunnittelulla ja ennakkoinnilla voidaan vaikuttaa varastojen kokoon.

Tietotekniikka- ja varsinkin ohjelmistoyrityksille ja -yrittäjille lohkoketjuteknologiat tarjoavat lähes äärettömät uudet sovellusalueet. Onkin nähtävissä tämän toimialan kasvua ja pääomien sitoutumista uusiin (ja vanhoihin) lohkoketjusovelluksiin kehittäviin yrityksiin. Kilpailu tulee olemaan globaalia ensi askelista lähtien. Sovellukset tulevat olemaan hyvin erimittakaavaisia, lähtien pienten kansalaisyhteisöjen sovelluksista ja päätyen geneerisiin, globaaleihin ratkaisuihin. Ensin tullaan näkemään kirjavia (ja sekava) joukko erilaisia sovelluksia, joista osa valikoituu ja penetroituu markkinoille.

Kaikki toimialat tulevat olemaan lohkoketjujen soveltajia. On kuitenkin varsin selvää, että toimialat etenevät eri tahtiin, aivan kuten ne ovat edenneet yleensäkin digitalisaation suhteen. Pankki- ja rahoitustoimiala, vakuutussektori sekä ICT-toimiala itsessään ovat nopeimpia etenijöitä (ks. Leviäkangas et al. 2017). Sen vuoksi näiden toimialojen tarkka seuraaminen onkin tärkeää liikenne- ja viestintäsektorille.

## 4.3 Vaikutukset kansalaisiin ja sosiaaliseen elämään

Lohkoketjuilla voi olla vaikutuksia kansalaisten jokapäiväiseen elämään. Tämä riippuu kuitenkin siitä, millaisia lohkoketjusovelluksia yritykset, yhteisöt ja julkiset palvelut kykenevät kehittämään ja tarjoamaan. On todennäköistä, että esimerkiksi jakamistalouden verkostot mahdollistuvat lohkoketjujen myötä, mutta jokaiseen sovellukseen tarvitaan sisältö, käyttöliittymä ja itse yhteisö tai verkosto, joka on valmis ottamaan lohkoketjusovelluksen käyttöönsä. Näin ollen teknologian penetraation nopeus tai hitaus on vaikeasti arvioitavissa.

Kansalaisten digitaidot ovat erityisen tärkeässä asemassa ajatellen lohkoketjuteknologioiden ja -sovellusten markkinapenetraatiota: mitä enemmän digitaalisia kuluttajia, sitä suuremmat markkinat – ja päinvastoin. OECD on jo jonkin aikaa sitten kiinnittänyt tähän seikkaan huomiota ja digitalous saattaa tuoda mukanaan sekä uudenlaista eriarvoistumista, että uudenlaista tasa-arvoistumista. Varsinkin julkisissa palveluissa tasa-arvoinen kansalaisten kohtelu on peruslähtökohta. Lohkoketjuilla itsessään saattaa olla tasa-arvon kannalta kahdensuuntaisia vaikutuksia: toisaalta ne voivat edistää jakamistalouden sovelluksia liikenteessä mahdollistamalla pienien luottamusyhteisöjen rakentumista, toisaalta ne voivat olla uusi pullonkaula omaksua digitaalisia palveluita. Molemmat skenaariot ovat mahdollisia ja kumpi toteutuu, riippuu sovelluksen käytettävyydestä, edullisuudesta ja saatavuudesta.

Julkinen sähköinen asiointi Suomessa on varsin hyvällä tolalla – sekä palveluiden tarjonnan että kansalaisten digitaatio-osalta – esimerkiksi liikenneasioissa. Joka tapauksessa julkisissa palveluissa, joissa julkinen tietovalta on avainasemassa, lohkoketjuteknologioilla ja sovelluksilla on aikaa hakea paikkansa eikä lyhyellä tähtämällä ole nähtävissä suuria vaikutuksia.

Mutta samaan hengenvetoon on todettava, että edellä mainittu arvio on tätä raporttia kirjoittaneiden tutkijoiden ja asiantuntijoiden, ja siten subjektiivinen.

Suurimmat vaikutukset kansalaisille tulevat sellaisten markkinatoimijoiden kautta, jotka soveltavat lohkokejuteknologiaa omiin tarjoamiinsa ja prosesseihinsa. Näitä toimijoita ovat verkko-kauppa, pankki-, rahoitus- ja vakuutuspalvelut, perushyödykkeitä tarjoavat yritykset kuten sähkö-, vesi- ja energiayritykset. Yksittäisen kansalaisen näkökulmasta lohkokejuteknologioiden suorat vaikutukset eivät ole välttämättä kovin suuria, mutta osana kehittyvää digitalisaatiota vaikutukset ovat suoria ja voivat olla hyvinkin merkittäviä. Esimerkiksi älykkäät sovimukset voivat kuitenkin tarjota yksittäisille kansalaisille mahdollisuuden käyttää uudentyypisiä palveluita sekä toisaalta olla tuottamassa osaltaan jakamistalouden palveluita, kuten ajoneuvojen, asuntojen tai työkalujen jakamista. Englanninkielinen termi ”prosumer” (producer + consumer) kuvastaa muutosta, joka kiteytyy tuottajan ja kuluttajan rajan hämärtymiseen.

Lohkokejuihin perustuvat kansalais- ja kuluttajapalvelut todennäköisesti lisäävät sähköisen tunnistamisen ja tunnistautumisen tarvetta, koska luottamusyhteisöjen rakentuminen vaatii jonkinasteista tunnettuutta verkoston sisällä. Näitä tukevia teknologioita ja MyData-ratkaisut vaativat vielä kehitystä. Paremmilla sähköisen henkilötiedon ratkaisuilla saadaan suotuisampi kasvualusta ja markkinanäkymä digitaalisille palveluille.

EU:n yleinen tietosuojasetus (General Data Protection Regulation) mahdollistaa entistä paremmin kansalaisen itsemääräämisoikeuden itseään käsittävän tiedon suhteen (right to be forgotten). Tämä yhdistettynä lohkokejujen mahdollistamaan suljettujen luottamusyhteisöjen rakentumiseen luo myös epävarmoja ja epäselviä tulevaisuudenkuvia.

## 4.4 Vaikutukset ympäristöön, ekologiaan ja taloudelliseen kestävyYTEEN

Lohkokejujen käyttö ei sinänsä näyttäisi sen enempää lisäävän kuin vähentävänkään välittömästi liikkumisen ja kuljettamisen kysyntää, mutta prosessien tehostuminen ja rationalisointuminen vähentää resurssikulutusta. Väilillisesti vaikutukset kestävyYTEEN tulevat pidemmällä aikavälillä, jos esimerkiksi jakamistalous autojen käytössä mahdollistuu kansalaisverkostojen ja palveluntarjoajien kautta. Tämänkään muutos ei välttämättä vähennä ajosuoritetta ratkaisevasti.

Lohkokejuihin perustuvat sovellukset saattavat vaatia enemmän sähköenergiaa ja siten lisätä hiilijalanjälkeä. Ainakin Bitcoin-lohkokejujen tapauksessa arvioidaan näin. On arvioitu, että esimerkiksi Bitcoin-valuutan louhinnan kuluttama sähköenergia vastaa koko Irlannin yhteenlaskettua sähkönkulutusta. Bitcoin-lohkokejujen sähköenergian kulutus johtuu pitkälti siinä käytetystä konsensus-menetelmästä, jolle on jo olemassa merkittävästi energiatehokkaampia vaihtoehtoja.

Kaiken kaikkiaan suuria ympäristö- tai ekologiavaikutuksia ei ole näköpiirissä. Epäsuorasti jakamistalouden kautta sen sijaan vaikutukset valtion fiskaaliseen tasapainoon voivat pitkällä aikavälillä olla radikaaleja. Esimerkiksi ajoneuvojen määrän vähentyminen vaikuttaisi suoraan valtion verotuloihin, joskin parantaisi samalla Suomen vaihtotasetta. Samalla vertaisvuokraus- ja kuljetuspalveluiden käyttö voisi merkittävästi lisääntyä. Kokonaisvaikutuksia pitäisikin tarkastella ei ainoastaan valtion fiskaalitalouden vaan koko kansantalouden näkökulmasta.

## Kryptovaluutat

Kryptovaluutan ei tarvitse olla bitcoinin tapainen julkinen järjestelmä. Kryptovaluutan lohkoketjua voidaan hallita ja ylläpitää yksityisesti, vaikka transaktioiden lukeminen ja lähettäminen olisikin avoimesti tai rajatusti julkista. Yksityisen lohkoketjun rajattujen solmujen (permissioned) ja julkisten liiketoimien yhdistelmä vaikuttaisi lupaavimmalta vaihtoehdolta viranomaisvetoiselle kryptovaluuttajärjestelmälle. Tällöin yksityiset tuntemattomat tahot eivät valvoisi järjestelmää, mutta järjestelmä kykenisi toimimaan avoimesti, esimerkiksi vahvistettujen henkilö- tai y-tunnuksien perusteella.

Viranomaisvetoinen kryptovaluuttajärjestelmä olisi mahdollista rakentaa luotettavasta bitcoin- tai ethereum- lähdekoodista. Tällainen järjestelmä antaisi taloudesta vastaavalle taholle kyvyn painaa kryptovaluuttaa tai vähentää sen tarjontaa, mahdollistaen siten perinteisen makrotaloudellisen sääntelyn. Valuutta olisi myös viranomaisvalvonnassa tuntemattomien "louhijalohkojen" sijaan. Lisäksi kryptovaluutta on myös tuhottavissa.

Kryptovaluutalla on kaikki perinteisen rahan ominaispiirteet: valuuttayksiköt ovat kirjanpito-yksiköitä, jotka ovat yhtä kestäviä kuin kryptovaluuttajärjestelmäkin. Ne ovat jaettavissa haluttuun desimaalien tasoon asti ja korvattavissa. Nykyisellä internet- ja mobiililaitteiden aikakaudella ne ovat myös erittäin "kannettavia". Toisin kuin tavalliset setelit, ne näyttävät olevan myös väärentämättömiä. Lohkoketjuteknologia, jolla kryptovaluutat toimivat, tarjoaa lisäetuja seurannalle ja auditoitavuudelle: koko tapahtumaketju valuutan luomisesta, sen siirtämisellä myyjältä asiakkaalle ja lopulta mahdollisesti sen tuhoamisesta voidaan lukea suoraan lohkoketjusta.

## Verotus

Älykkäiden sopimusten infrastruktuurin avulla liiketoimien verotus (esimerkiksi arvonlisävero) voitaisiin suorittaa myyntihetkellä. Tällaiset älykkäät sopimukset voitaisiin määrittää siten, että myyjä asettaa oikean alv-luokan ja tapahtuman aikana lasketaan oikea prosenttiosuus maksusta, vähennetään myyjän saamisesta ja reititetään automaattisesti ja välittömästi verotoimiston kryptovaluutta-osoitteeseen. Tämä on verrattavissa bitcoinilla tällä hetkellä veloitettavaan "transaktiomaksuun", jossa bitcoin "louhijat" ottavat pienen osan liiketoimen arvosta lisätessään transaktiotiedon bitcoin-lohkoketjuun.

Vielä kunnianhimoisempi suunnitelma olisi laajentaa edellä mainittu tuloverotukseen, jolloin kaikki tuloverot sekä eläkevakuutus- ja sosiaaliturvamaksut laskettaisiin ja siirrettäisiin automaattisesti asianosaisille. Tällainen monesta lähteestä monelle kohteelle reititys olisi myös mahdollista toteuttaa automatisoidusti kryptovaluuttajärjestelmässä. Kansantalouden hallinnan automatisointi on kiehtova mahdollisuus, mutta on syytä korostaa, että käsitteet ja järjestelmät ovat vielä alkuvaiheessa ja edellyttävät pitkäjänteistä tutkimusta, kokeilua ja perusteellista testausta, ennen kuin toimintakelpoinen järjestelmä voitaisiin ottaa käyttöön.

Alaviitteistä löytyy lisätietoa kryptovaluutasta arvonlisäveron maksamisesta<sup>14</sup> sekä älykkäiden sopimusten, kryptovaluutan ja verotuksen laillisuuden tarkastelusta yhdysvaltalaisesta näkökulmasta.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Ainsworth, R.T., Alwohaibi, M. & Cheetham, M. (2016) VATCoin: The GCC's cryptotaxcurrency. Saatavissa: <https://www.law.upenn.edu/live/files/5955-gcc-vatcoin.pdf>

<sup>15</sup> Gayton, C.M. Smart Contracts, Cryptocurrency and Taxes. Asiantuntijakirjoitus 26.7.2016. <https://medium.com/@squizzi3/smart-contracts-cryptocurrency-and-taxes-6050f1f5308e>



## 4.5 Teknologiset vaikutukset

Lohkoketjuilla on muun teknologian kehitystä kiihdyttävä vaikutus. Tietojärjestelmien ja -arkkitehtuurien, ohjelmistojen ja sovellusten, käyttöliittymien ja tunnistamisteknologioiden kehittämisen voi sangen kirkkaasti nähdä saavan uutta pontta lohkoketjuista ja niiden tarjoamista mahdollisuuksista. Suomessa on jo joukko yrityksiä, jotka tarjoavat lohkoketjuteknologiaan liittyvää palvelu- ja kehitystyötä ja tämä noste tuo luultavasti vielä useita lisää markkinoille. Teknologisen vaikutuksen lisäksi nosteella on myös huomattava taloudellinen merkitys ja korkean teknologian maana Suomi hyötyy tästä sekä suhteellisesti että absoluuttisesti. Lohkoketjuteknologian käyttöönotto vaatii kuitenkin sekä resursseja että osaamista.

Lohkoketjuilla saattaa olla erittäin myönteisiä vaikutuksia niissä tilanteissa, joissa vaaditaan yhteistä suunnittelua ja tiedonhallintaa. Liikenteen hallinnonalalla tällaisia tilanteita on viljalti. Vaikkapa sillan tai tunnelin suunnittelu on monen toimijan yhteisponnistus ja tapahtuu tänä päivänä erilaisiin suunnittelun ja rakentamisen tietomalleihin (BIM) perustuen. Eri suunnitteluasiantuntijat – käytännössä eri konsulttitoimistot – osallistuvat suunnitteluun kukin omilla erikoisosaamisillaan. Suunnitelmaversioiden ja -lokien ylläpitäminen lohkoketjuperiaatteisiin nojautuen voi tehdä prosessista hallittavamman, laadukkaamman ja vastuullisemman. Samaa tietomalliin voidaan myöhemmin lisätä kunnonvalvonta ja muuta tietoa, jolloin lähestytään kokonaisvaltaista ”asset management” -mallia, joka palvelee sekä tilaajaa että nykyisiä ja tulevia suunnittelijoita. Liikenteen infrastruktuurien kokonaisvaltaiseen hallintaan lohkoketjuperustaisilla työkaluilla olisi merkittävää potentiaalia.

Valmistavassa teollisuudessa lohkoketjuihin kohdistuu paljon odotuksia liittyen toimitus- ja arvonlisäysketjuihin, joiden arvioidaan kytkeytyvän entistä tiiviimmin toisiinsa. Tällöin esimerkiksi perinteiselle imuohjauksen soveltamiselle avautuu uusia mahdollisuuksia. Samalla tuotteiden ja palveluiden kytkemistä toisiinsa voidaan helpottaa. Logististen toimitusketjujen resursseja voidaan jakaa ja kuljetuskapasiteettien käyttöasteita nostaa. Nämä kaikki kuitenkin edellyttävät toimijoiden keskinäistä alustavaa sopimusta liittyä ketjuun ja luoda yhteisiä sovel-lusalueita, jotka mahdollistavat lohkoketjujen hyödyntämisen.

## 4.6 PESTEL-arviointi

Seuraavassa on kirjoittajien synteesi lohkoketjujen mahdollisista ja potentiaalisista vaikutuksista lyhyemmällä (< 5 vuotta) ja pidemmällä (≥ 10 vuotta) aikavälillä. Se pohjautuu tämän raportin kirjoittamisen yhteydessä läpikäytyyn materiaaliin sekä kirjoittajien näkemyksiin ja kokemuksiin. On korostettava, ettei empiirinen (kokemusperäinen) ja positivistinen (tieteellisiin kokeisiin ja havaintoihin perustuva) ote ole mahdollinen, vaan kyse on enemmän tutkijoiden ja asiantuntijoiden tulkinnoista.

PESTEL-analyysi (esimerkiksi Van den Berg ym. 2014, ja liikennesektorille sovellettuna Leviäkangas 2016) on yleisesti strategisissa ongelmissa ja analyyseissä käytetty menetelmä, jossa annetun makroympäristön tai -teeman käsittely paloitellaan paremmin hallittaviksi osaluokiksi:

- P = political, politiikka-segmentti
- E = economic, talous-segmentti
- S = social, sosiaalinen segmentti
- T = technological, teknologinen segmentti
- E = environmental, ympäristöllinen / ekologinen segmentti
- L = legal, sääntely

PESTEL-kehikon mukainen synteesi on esitetty taulukossa 5.

**Taulukko 5.** PESTEL-analyysi lohkoketjujen potentiaalisista ja mahdollisista vaikutuksista; liikenne- ja viestintäsektori

Osa-alue	Lyhyt aikaväli < 5 vuotta		Pitkä aikaväli ≥ 10 vuotta	
	Vaikutukset ja mittakaava	Kohdistuminen	Vaikutukset ja mittakaava	Kohdistuminen
<b>P - olitical</b>	Ei merkittäviä	-	Merkittäviä haasteita sääntelyn toimivuudessa	Yleinen poliittinen paine
<b>E - conomic</b>	<u>Yritystalous:</u> kohtalaisia vaikutuksia yritysten toimintaan ja keskinäisiin transaktioihin	Toimitusketjut, logistiikkayritykset	Merkittäviä vaikutuksia yritysten ja toimitusketjujen tiedonhallintaan ja transaktioteknii-koihin; haasteena tietotekninen yhteentoimivuus ja mahdolliset tietoturvakysymykset	Yritykset, toimitusketjut, logistiikka
	<u>Julkinen talous:</u> ei merkittäviä fiskaalisisessa mielessä; julkisten palveluiden tuotannossa mahdollisia vaikutuksia (esim. veronkeräys, julkisten rekisterien käyttö)	Virastot	Ajoneuvojen jakaminen saattaa vähentää autojen määrää ja sitä kautta autoverokertymää; mahdollisesti virastotoimintojen ja viranomaispalveluiden automaatio vähentää hallinnon tarvetta	Julkinen talous, aluetalous (jos alueilla veronkanto-oikeus) kärsivät, yksityistaloudet voittavat; verotaakan keveneminen
	<u>Pääomatalous, yritystalous:</u> uusien teknologiayritysten määrän kasvu, ohjelmistoyritysten markkinat kasvavat	Teknologia- ja ohjelmistoyritykset, sijoittajat	<u>Pääomatalous, yritystalous:</u> markkinoiden konsolidaatio ja kasvun tasaantuminen; uusien markkinasegmenttien kasvu?	Teknologia- ja ohjelmistoyritykset, sijoittajat

<b>S - ocietal</b>	Ei merkittäviä	-	Epävarmat; luultavasti erot 'digitaalitoisten' ja muiden kansalaisten välillä korostuvat	Sosiaalisten ja demografisten jakolinjojen mukaisesti
<b>T - echnological</b>	Yhteentoimivuushaasteet kasvavat;  yhteistoiminnan ja -kehittämisen mahdollisuudet kasvavat;  digitaalisen tunnistamisen ja tunnistautumisen merkitys kasvaa	Kaikki organisaatiot; yksittäiset kansalaiset	Epävarmat	Epävarmat
<b>E - nvironmental</b>	Ei merkittäviä vaikutuksia	-	Ei merkittäviä vaikutuksia	-
<b>L - egal</b>	Sääntely-ympäristön kompleksisuus kasvaa kun teknologia tuo mukanaan uusia toimintatapoja ja liiketoiminnan logiikoita	Lainsäätäjät ja yritykset pääasiassa, mahdollisesti myös vaikutuksia kansalaisiin, esim. EU:n yleisen tietosuojasetuksen kautta (GDPR)	Epävarmat	Epävarmat -

Kaiken kaikkiaan taloudelliset vaikutukset näyttäisivät dominoivan, kun taas ympäristöön kohdistuvat vaikutukset ovat todennäköisesti vähäisiä tai sen verran epäsuorien vaikutusmekanismien päässä, että vaikutusta on vaikea nähdä. Erilaiset sosiaaliset ja yhteiskunnalliset vaikutukset ovat epävarmoja: ne voivat olla hyvinkin syvällisiä ja rakenteita ravistelevia, mutta tällaiset vaikutukset liittyvät teknologiamurrokseen laajemminkin, eivätkä vain lohkoketjuihin.

Liite: Yhteenveto lohkoketjun sovellutuksista liikenteen, logistiikan ja viestinnän aloilla.

**Taulukko 4.** Lohkoketjujen käyttötapauksia liikenteessä ja viestinnässä

Käyttötapaus	Kuvaus	Sovellusalue
<b>Ajoneuvojen rekisteröinti ja hallinnointi</b>	<p>Ajoneuvojen rekisteröinti ja sertifiointi sekä ajoneuvojoukon I. fleetin hallinta lohkoketjujen avulla voi tehostaa mm. luotettavaa palvelu- ja huolto-kirjanpitoa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Startup-yritys HashCoin<sup>16</sup>, Venäjä</li> <li>• Yhteishanke, YK:n ajoneuvo-fleet Moldovassa<sup>17</sup></li> <li>• Dovu<sup>18</sup></li> </ul>	<b>Liikkuminen /</b> Ajoneuvon tiedot
<b>Ajoneuvon ajokilometrien todentaminen</b>	<p>Ajoneuvotietojen tallentaminen tasaisin väliajoin lohkoketjuun mahdollistaa muuttamattomissa olevan ajokilometrien kirjaamisen, jota voidaan verrata esim. auton jälleenmyynnin yhteydessä mittarilukemaan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yhteishanke, Bosch ja TÜV Rheinland<sup>19</sup>, Saksa</li> </ul>	<b>Liikkuminen /</b> Ajoneuvon tiedot
<b>Älykkäät vakuutukset</b>	<p>Lohkoketjuihin ja älykkäisiin sopimuksiin pohjautuvat vakuutusratkaisut voivat liittyä joko ajoneuvoon tai liikkumispalveluihin yleensä. Ajoneuvon tapauksessa esim. onnettomuuksien tiedot on mahdollista välittää ajoneuvosta saman tien. Älykäs sopimus voi nopeuttaa yksiselitteisten tapauksien ja ehtojen mukaisten toimenpiteiden käsittelyä vähentäen käsittelyyn sitoutuvia resursseja<sup>20</sup>. Vastaavasti liikkumispalveluiden tapauksessa esim. lennon viivästymisestä voisi saada sopimusehtojenmukaisen korvauksen ilman hidasta valitus- ja käsittelyprosessia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proof-of-Concept hanke, Capgemini-AIE<sup>21</sup></li> <li>• Prototyyppi, InsurETH<sup>22</sup>, Iso-Britannia</li> </ul>	<b>Liikkuminen /</b> Älykkäät sopimukset ja korvaukset
<b>Sähköajoneuvon lataaminen</b>	<p>Sähköautojen lataaminen hyödyntäen ajoneuvon digitaalista lompakkoa. Älykäs latausasema ja ajoneuvo voivat hoitaa latauksen valtuutuksen sekä maksun ilman välikäsiä. Älykkään sopimuk-</p>	<b>Liikkuminen /</b> Ajoneuvoon ja sen käyttöön liittyvät sopimukset

<sup>16</sup> Lyke, A. HashCoin uses Emercoin Blockchain for vehicle registration and tracking. Cointelegraph 8.12.2016. <https://cointelegraph.com/news/hashcoin-uses-emercoin-blockchain-for-vehicle-registration-and-tracking>

<sup>17</sup> Timp, J. United Nations Will Adopt Emercoin For Its Car Fleet Management Project. Cointelegraph 28.9.2016. <https://cointelegraph.com/news/united-nations-will-adopt-emercoin-for-its-car-fleet-management-project>

<sup>18</sup> <https://dovu.io/>

<sup>19</sup> Manning J. Blockchain technology to stop illegal mileage manipulation. Ethnews 24.3.2017. <https://www.ethnews.com/bosch-using-blockchain-technology-to-stop-illegal-mileage-manipulation>

<sup>20</sup> Huckstep, R. 2016. What does the future hold for blockchain and insurance? Daily Fintech 14.1.2016. <https://dailyfintech.com/2016/01/14/what-does-the-future-hold-for-blockchain-and-insurance/>

<sup>21</sup> Proof-of-Concept Blockchain project around Car Insurance. <https://github.com/Capgemini-AIE/blockchain-insurance>

<sup>22</sup> InsurETH - Automated Flight Insurance: <http://mkvd.s3.amazonaws.com/apps/InsurEth.pdf>

	<p>sen ansiosta lataus voidaan optimoida suoritettavaksi esim. sähkön markkinahintojen mukaan otollisena ajankohtana.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Startup-yritys, Ethan BloT Charging Station<sup>23</sup>, Saksa</li> <li>• Prototyyppi, BlockCharge<sup>24</sup>, Saksa</li> <li>• Startup-yritys, Share&amp;Charge<sup>25</sup>, Saksa</li> </ul>	
<b>Autonvuokraus</b>	<p>Auton vuokraamisen ja liisaamisen prosessi voitaisiin suoraviivaistaa malliin ”klikkaa, allekirjoita, aja”. Asiakas voisi yksinkertaisesti allekirjoittaa vuokrasopimuksen ja valita vakuutuksen digitaalisesti, ja sopimustiedot tallennetaan lohkoketjuun.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proof-of-concept, DocuSign &amp; Visa<sup>26</sup>, Yhdysvallat</li> </ul>	<b>Liikkuminen /</b> Ajoneuvoon ja sen käyttöön liittyvät sopimukset
<b>Autonvuokraus vertaispalveluna</b>	<p>Lohkoketjupohjaiset turvalliset vertaistransaktiot voivat minimoida tai kokonaan poistaa luotettujen tahojen ja palvelualustojen tarpeen. Lohkoketjujen avulla käyttäjän tiedot (kuten ikä, vakuutukset ja maksukyky) voidaan osoittaa suoraan, mahdollistaen turvallisen vertaisvuokrauksen itse määritettyjen ehtojen perusteella.<sup>27</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alustan kehityshanke, Universal Sharing Network<sup>28</sup>, Saksa</li> <li>• Startup-yritys, Mobotiq, Ranska<sup>29</sup>.</li> </ul>	<b>Liikkuminen /</b> Ajoneuvoon ja sen käyttöön liittyvät sopimukset
<b>Kimppakyydit ja kyydinjakaminen</b>	<p>Lohkoketjut mahdollistavat palveluiden sisäisen valuutan sekä uudenlaisia tapoja palkita avoimen yhteisön jäseniä erilaisista kontribuutioista, kuten korvauksen palvelun kehittämisestä, louhimispalkkion ylläpitämisestä ja käytöstä itsestään. Lohkoketju mahdollistaa jakamispalveluiden, kuten kimppakyydin ja kyydinvälityksen, toteuttamisen ilman keskitettyä hallinnoivaa tahoa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hanke, La’Zooz<sup>30</sup>, Israel</li> <li>• Startup-yritys, Arcade City<sup>31</sup>, Austin, Texas</li> </ul>	<b>Liikkuminen /</b> Jakamistalous

<sup>23</sup> The first Multipurpose Blockchain enabled EV Charging Station. Medium 18.1.2017.

<https://medium.com/@blockchainfirst/the-first-multipurpose-blockchain-enabled-ev-charging-station-d8265c1bcb38>

<sup>24</sup> BlockCharge - EV Charging via Ethereum: <https://cryptofr.com/topic/2565/blockcharge-ev-charging-via-the-ethereum-blockchain>

<sup>25</sup> Share&Charge kotisivut. <https://shareandcharge.com/en/>

<sup>26</sup> DocuSign & Visa Connected Car Initiative: Smart Contracts & Payments Prototype. Lehdistötiedote <https://www.docusign.com/press-releases/docusign-showcases-smart-contracts-payments-prototype-built-for-visas-connected-car>

<sup>27</sup> Birr, T. & Stöcker, C. (2016) Goodbye car ownership, hello clean air: welcome to the future of transport. World Economic Forum artikkeli 16.12.2016. <https://www.weforum.org/agenda/2016/12/goodbye-car-ownership-hello-clean-air-this-is-the-future-of-transport>

<sup>28</sup> Universal Sharing Network project - solution for commoditizing any underutilized resource: <https://slock.it/usn.html>

<sup>29</sup> Mobotic Autonomous P2P pods: <http://mobotiq.com/>

<sup>30</sup> Schneider, N. 2015. La’Zooz: The Decentralized, Crypto-Alternative to Uber. Blogikirjoitus 26.1.2015 <http://www.shareable.net/blog/lazooz-the-decentralized-crypto-alternative-to-uber>

<b>Sähköiset tietullit</b>	Kansallisesti yhteentoimiva järjestelmä sähköiseen tietullaukseen voidaan toteuttaa lohkoketjun avulla. Tällöin tullaus ja maksu tapahtuisivat suoraan asiakkaan ja minkä tahansa tietullin välillä ilman tarvetta välityskeskuksille. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratkaisuehdotus, A Unified Tolling Network, Milligan Partners, Yhdysvallat <sup>32</sup></li> </ul>	<b>Liikkuminen / Tietullit</b>
<b>Toimitusketjun hallinta, aitouden ja alkuperän jäljittäminen</b>	Lohkoketjun avulla voidaan pitää kirjaa tuotteiden alkuperästä, tuottajasta, toimitusketjusta ja omistajasta sekä näyttää luotettavasti mistä tuotteiden raaka-aineet ovat peräisin tai kuinka ne on tuotettu. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Startup-yritys, Everledger<sup>33</sup>, Lontoo</li> <li>• Yhteishanke, Walmart, IBM, Tsinghua University, Peking, Kiina<sup>34</sup></li> </ul>	<b>Logistiikka / toimitusketju</b>
<b>Konttien luovuttamisen automaatio</b>	Edellä on käsitelty, kuinka dokumentteja pystytään jakamaan entistä tehokkaammin lohkoketjuteknologian avulla. Antwerpenin satamassa on käynnistynyt kokeilu, jossa dokumenttien hallinnan avulla pystytään automatisoimaan konttien luovutus. <sup>35</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T-mining, Belgia<sup>36</sup></li> </ul>	<b>Logistiikka / toimitusketju</b>
<b>Rahdin seuranta, tullaus ja dokumenttien käsittely</b>	Lohkoketjun avulla voidaan tehokkaasti toteuttaa reaaliaikainen ja läpinäkyvä rahdin seuranta kaikille toimitusketjun osapuolille sekä nopeuttaa, turvata ja tehostaa rahtiliikenteen monimutkaisia asiakirjaprosesseja ja transaktioita. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yhteishanke, SmartLog, Kouvola (Kinno 2017)</li> <li>• Pilottihanke, Maersk, IBM, kansainvälinen rahti <sup>37</sup></li> </ul>	<b>Logistiikka / rahti</b>
<b>Kuljetusten saapumisen ja sisällön seuraaminen</b>	IBM on kehittänyt järjestelmää, jossa ajoneuvoihin kiinnitetään RFID-tunniste, jossa on tiedot kulkuneuvosta, sen kuljettajasta ja kuormasta. Internetiin kytkeytyneet sensorit mittaavat kuljetuksen etenemistä, ja data siirretään lohkoketju-	<b>Logistiikka / rahti</b>

<sup>31</sup> Perez, C. 2016. Arcade City is the 'Black Market' Uber that Runs on Facebook. Motherboard.com artikkeli 27.5.2016. [https://motherboard.vice.com/en\\_us/article/arcade-city-is-the-black-market-uber-that-runs-on-facebook-christopher-david](https://motherboard.vice.com/en_us/article/arcade-city-is-the-black-market-uber-that-runs-on-facebook-christopher-david)

<sup>32</sup> Milligan, M. 2016. A Unified Tolling Network. Blogikirjoitus 11.2.2016. <https://milliganpartners.com/unified-tolling-network/>

<sup>33</sup> Volpicelli, G. 2016. Beyond bitcoin. Your life is destined for the blockchain. Lehtiartikkeli 8.6.2016. <http://www.wired.co.uk/article/future-of-the-blockchain>

<sup>34</sup> IBM Lehdistö tiedote 19.10.2016. <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/50816.wss>

<sup>35</sup> Antwerpenin sataman lehdistö tiedote 28.6.2017. <http://www.portofantwerp.com/en/news/antwerp-start-t-mining-develops-blockchain-solution-safe-efficient-container-release>

<sup>36</sup> <http://www.t-mining.be/>

<sup>37</sup> <https://www.technologyreview.com/s/603791/the-worlds-largest-shipping-company-trials-blockchain-to-track-cargo/?set=603799>

	tietokantaan, jossa kaikki asianomaiset tahot pääsevät siihen käsiksi. <sup>38</sup>	
<b>Älykkäät rahtivakuutukset</b>	Reaaliaikainen ja läpinäkyvä rahdin seuranta mahdollistaa paremman käsityksen rahdin riskeistä ja älykkäämpien vakuutusten kehityksen. Samalla varautuminen tunnistettuihin riskeihin paranisi, ja toteutuneiden riskien selvittely olisi huomattava tehokkaampaa. <sup>39</sup>	<b>Logistiikka /</b> rahti, vakuutus
<b>Luottamuksellisen tiedon välitys ja identiteetin varmistus</b>	Lohkoketjut voivat auttaa varmistamaan identiteetin ennen luottamuksellisten tietojen luovuttamista. Lohkoketjua voidaan soveltaa turvalliseen ja väärentämiseltä suojatun tiedon välitykseen, mikä lisää journalismin luotettavuutta. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thomson Reuters, kansainvälinen uutisvälitys<sup>40</sup></li> </ul>	<b>Media /</b> journalismi
<b>Tekijänoikeudella suojatun sisällön jakaminen</b>	Lohkoketjuun voidaan tallentaa alkuperäisen sisällön tunniste- ja tekijänoikeustiedot sekä älysopimuksen muotoon laaditut ohjeet sisällön esittämisen tai lataamisen korvaamiseksi tekijöille. Tämä mahdollistaa tekijöille suoran tekijänoikeuksien hallinnan, ilman välikäsiä. (Deloitte 2016). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Startup-yritys Ujo Music, Yhdysvallat</li> <li>• Tekijänoikeusjärjestö Teosto, Suomi<sup>41</sup></li> </ul>	<b>Media /</b> tekijänoikeudet
<b>Mikromaksujen kerääminen kustannustehokkaasti</b>	Monet mediapalvelut rahoittavat verkkotoimintaansa sekä mainosin että kuukausimaksuin. Maksujen kerääminen aiheuttaa kuluja, joten mikromaksut yksittäisistä sisällöistä eivät ole yleistyneet. Lohkoketjuteknologian avulla voitaisiin kuitenkin kerätä mikromaksuja kustannustehokkaasti. <sup>42</sup>	<b>Media /</b> rahoitus
<b>Vapaa journalismi</b>	Lohkoketjut voi mahdollistaa anonyymisti tai pseudonyymien avulla toimivan vapaan journalismin, jossa lukijat ja tukijat voivat niin ikään anonyymisti maksaa sisällöstä lohkoketjun mahdollistamalla kryptovaluutalla. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yleishyödyllinen yritys Publicism<sup>43</sup>, Alankomaat</li> </ul>	<b>Media /</b> journalismi

<sup>38</sup> IBM lehdistötiedote 21.6.2017. <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/52665.wss>

<sup>39</sup> Cuomo, P. 2017. Blockchain for cargo must lead to blockchain for the cargo's insurance? Uutisartikkeli 19.3.2017 <http://insights.instech.london/post/102e2ub/blockchain-for-cargo-must-lead-to-blockchain-for-the-cargos-insurance>

<sup>40</sup> Rizzo, P. 2016. Thomson Reuters Demos New Ethereum Blockchain Use Cases. Uutisartikkeli 21.9.2016. <http://www.coindesk.com/thomson-reuters-blockchain-ethereum-devcon2/>

<sup>41</sup> Teosto kehittää blockchain-alustaa musiikin tekijänoikeusjärjestöille <http://www.teosto.fi/teosto/uutiset/teosto-kehitt%C3%A4%C3%A4-blockchain-alustaa-musiikin-tekij%C3%A4noikeusj%C3%A4rjest%C3%B6ille>

<sup>42</sup> Deloitte (2017) Blockchain @ Media. A new game Changer for the Media Industry. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/technology-media-telecommunications/deloitte-PoV-blockchain-media.pdf>

<sup>43</sup> Publicism (2016) Can blockchain help us to create free press in each country? Exploring routes to safe free press tools. Whitepaper. <http://www.publicism.nl/>

## Lähdeluettelo

Avetisova, K & Kettunen, A. (2017) Digital identity management as key component of future customer experience. Blogikirjoitus 6.2.2017. Saatavissa:

<https://perspectives.tieto.com/blog/2017/01/digital-identity-management-as-key-component-of-future-customer-experience/>

Bakker, D. (2016) Blockchains in Transit? Blogikirjoitus 2.6.2016. Saatavissa: <https://blog.ul-ts.com/posts/blockchains-in-transit/>

BIFA (British International Freight Association). (2017) Blockchain technology in logistics. Saatavissa: <http://www.bifa.org/news/articles/2017/feb/blockchain-technology-in-logistics>.

Blockchainfirst (2017). The first Multipurpose Blockchain enabled EV Charging Station. <https://medium.com/@blockchainfirst/the-first-multipurpose-blockchain-enabled-ev-charging-station-d8265c1bcb38>

CB Insights (2017) Banking Is Only The Start: 27 Big Industries Where Blockchain Could Be Used. Blogikirjoitus 27.2.2017. Saatavissa: <https://www.cbinsights.com/blog/industries-disrupted-blockchain/>

Cognizant. (2016) How Blockchain Can Slash the Manufacturing "Trust Tax". Saatavissa: <https://www.cognizant.com/whitepapers/how-blockchain-can-slash-the-manufacturing-trust-tax-codex2279.pdf>

Condliffe, J. (2017) The World's Largest Shipping Company Trials Blockchain to Track Cargo. MIT technology Review. Saatavissa: <https://www.technologyreview.com/s/603791/the-worlds-largest-shipping-company-trials-blockchain-to-track-cargo/?set=603799>

Crosby, M., Nachiappan, Pattanayak, P., Verma, S. & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain Technology: Beyond Bitcoin. Applied Innovation Review, Issue No. 2, June 2016.

Del Castillo, M. (2017) Microsoft's Blockchain Supply Chain Project Grows to 13 Partners. Coindesk. Saatavissa: <http://www.coindesk.com/microsofts-blockchain-supply-chain-project-grows-to-13-partners/>

Deloitte (2016) Blockchain applications in the media industry. Saatavissa: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/Innovation/deloitte-uk-blockchain-app-in-media.pdf>

Enisa (2017) Distributed Ledger Technology & Cybersecurity - Improving information security in the financial sector. The European Union Agency for Network and Information Security -raportti. Saatavissa: <https://www.enisa.europa.eu/publications/blockchain-security>

ERTRAC (2017) Automated Driving Roadmap. ERTRAC Working Group "Connectivity and Automated Driving". Version 7.0, 29.5.2017.



Frost & Sullivan. (2017) Blockchain Technology Revolutionizing Automotive Industry. Industry research Analysis, K13A, Automotive & Transportation, 31.3.2017.

Greenspan, G. (2016) Blockchains vs centralized databases. Blogikirjoitus 17.3.2016. Saatavissa: <http://www.multichain.com/blog/2016/03/blockchains-vs-centralized-databases/>

Greenspan, G. (2015) Private blockchains are more than “just” shared databases. Blogikirjoitus 1.8.2015. Saatavissa: <http://www.multichain.com/blog/2015/10/private-blockchains-shared-databases/>

Hand M. (2017) MOL, NYK and K Line jump on the Blockchain bandwagon. Artikkelit 28.8.2017. [http://www.seatrade-maritime.com/news/asia/mol-nyk-and-k-line-jump-on-the-blockchain-bandwagon.html?utm\\_content=MOL%2C%20NYK%20and%20K%20Line%20jump%20on%20the%20Blockchain%20bandwagon&utm\\_source=Email&utm\\_medium=Seatrade%20Maritime%20News&utm\\_contact=17342631&utm\\_term=Newsletter\\_Seatrade%20Maritime%20Daily%20News&utm\\_campaign=97448](http://www.seatrade-maritime.com/news/asia/mol-nyk-and-k-line-jump-on-the-blockchain-bandwagon.html?utm_content=MOL%2C%20NYK%20and%20K%20Line%20jump%20on%20the%20Blockchain%20bandwagon&utm_source=Email&utm_medium=Seatrade%20Maritime%20News&utm_contact=17342631&utm_term=Newsletter_Seatrade%20Maritime%20Daily%20News&utm_campaign=97448)

Higgins, S. (2017) Japan's Government Develops Method for Assessing Blockchains Coindesk uutisartikkeli 18.4.2017. Saatavissa: <http://www.coindesk.com/japans-government-develops-method-assessing-blockchains/>

Iansiti, M. & Lakhani, K. R. (2017) The truth about blockchain. Harvard Business Review, Jan–Feb issue

Kinno. (2017). project SmartLog. Kouvola Innovation Oy. Saatavissa: <https://smartlog.kinno.fi/>

Kotilainen, S. (2017) Blockchain mullistaa maailman kuin internet. Tivi. Saatavissa: [http://www.tivi.fi/Kaikki\\_uutiset/blockchain-mullistaa-maailman-kuin-internet-6623590](http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/blockchain-mullistaa-maailman-kuin-internet-6623590)

Lauslahti, K., Mattila, J. & Seppälä, T. (2016) Älykäs sopimus – Miten blockchain muuttaa sopimuskäytäntöjä?, ETLA Raportit No 57, <https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-57.pdf>

Leviäkangas, P. (2016). Digitalisation of Finland's transport sector. Technology in Society 47 (2016) 1-15.

Leviäkangas, P & Seong M.P. & Sungkon M. (2017) Keeping up with the pace of digitization? The case of the Australian construction industry. Technology in Society, Volume 50, August 2017, Pages 33–43.

Liikennevirasto (2017). Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje Liikenneviraston ohjeita 12/2017.

Mainelli, M. & Smith, M. (2015). Sharing ledgers for sharing economies: an exploration of mutual distributed ledgers (aka blockchain technology). The Journal of Financial Perspectives: FinTech, Winter 2015, Vol. 3, Iss. 3.

Mattila, J. & Seppälä, T. (2015) Laitteet pilveen – vai pilvi laitteisiin? Keskustelunavauksia teollisuuden ja yhteiskunnan digialustojen uusista kehitystrendeistä, ETLA Raportit No 44, <http://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-44.pdf>

Mononen, P. & Leviäkangas, P. (2015) Trafin vaikuttavuustutkimus, osaraportti 3: palveluiden vaikuttavuusarviot. Oulun yliopiston tuotantotalouden työpapereita, 2/2015. Oulun yliopisto.

Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Saatavissa: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

OECD (2015) OECD Regulatory Policy Outlook 2015. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238770-en>

OECD (2012). Better Policies for Better Lives. OECD, 2012.

Pilkington, M. (2016) Blockchain Technology: Principles and Applications (September 18, 2015). Research Handbook on Digital Transformations, edited by F. Xavier Olleros and Majlinda Zhegu. Edward Elgar, 2016. Saatavissa SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2662660>

Poikola, A., Kuikkaniemi, K. & Kuittinen O. (2014) My Data – johdatus ihmiskeskeiseen henkilötiedon hyödyntämiseen. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-418-0>

Publicism (2016). Can blockchain help us to create free press in each country? Exploring routes to safe free press tools. White paper, concept version 23092016. Saatavissa: <http://www.publicism.nl/#whitepaper>

Rizzo, P. (2016) Thomson Reuters Demos New Ethereum Blockchain Use Cases. Coindesk uutisartikkeli 21.9.2016. Saatavissa: <http://www.coindesk.com/thomson-reuters-blockchain-ethereum-devcon2/>

Robinson, A. (2016) What Is Blockchain Technology, and What Is Its Potential Impact on the Supply Chain?. Cerasis. Saatavissa: <http://cerasis.com/2016/06/29/blockchain-technology/>

Sadouskaya, K. (2017) Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain and Logistics. Bachelor's thesis, XAMK Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu Oy. Saatavissa: <https://theseus.fi/bitstream/handle/10024/126096/Adoption%20of%20Blockchain%20Technology%20in%20Supply%20Chain%20and%20Logistics.pdf?sequence=1>.

Sena, M.L. (2017). Blockchain Beyond Bitcoin: Is there a life? The Dispatcher Newsletter, Volume 4, Issue 6, May 2017. Saatavissa: <http://www.michaellsena.com/the-dispatcher-newsletter-2/>

Share&Charge (2017). Share&Charge -verkkosivut: Saatavissa: <https://shareandcharge.com/>

Smith, S.M. & Khovratovich, D. (2016) Identity System Essentials. Evernym whitepaper 29.3.2016. Saatavissa: <http://www.evernym.com/wp-content/uploads/2017/02/Identity-System-Essentials.pdf>

Solakivi, T. & Ojala, L. & Laari, S. & Lorentz, H. & Töyli, J. & Malmsten, J. & Viherlehto, N. (2014). Logistiikkaselvitys 2014. Turun Kauppakorkeakoulun julkaisuja KR-1:2014.

Stenfors, S. (2017) Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet – Graalin malja vai Pandoran lipas?, Teoksessa Rousku, K. et al. (2017) Pilkahduksia tulevaisuuteen – digitalisaation ja robotisaation mahdollisuudet. Valtiovarainministeriön julkaisuja 10/2017.

Storås, N. (2016). Lohkoketjuteknologia pähkinäkuoressa – tämä kannattaa tietää. Tivi 5.4.2016. Luettu 24.4.2017, saatavilla on-line: [http://www.tivi.fi/Kaikki\\_uutiset/lohkoketjuteknologia-pahkinakuoressa-tama-kannattaa-tietaa-6537904](http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/lohkoketjuteknologia-pahkinakuoressa-tama-kannattaa-tietaa-6537904)

Trafi (2017). Tietotilinpäätös 2016.

Tual, S. (2016). Blockchain Energy P2P sharing project Share&Charge going into live Beta. Blogikirjoitus 21.9.2016. <https://blog.slock.it/blockchain-energy-p2p-sharing-project-share-charge-going-into-live-beta-ad4e069e79d>

Van den Berg, G. & Pietersma, P. (2014) 8 Steps to Strategic Success: Unleashing the Power of Engagement, Kogan Page, London, 2014, p. 153.

Walport, M. (2016) Distributed Ledger Technology: Beyond Block Chain, Government Office for Science, London.

World Economic Forum (2016) The future of financial infrastructure: An ambitious look at how blockchain can reshape financial services. Saatavissa <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-financial-infrastructure-an-ambitious-look-at-how-blockchain-can-reshape-financial-services>

Xirinachs A. (2017) Blockchain Technology: Friend or Foe?. Artikkel 4.7.2017. [http://gcaptain.com/blockchain-technology-friend-or-foe/?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3AGcaptain+%28gCaptain.com%29&goal=0\\_f50174ef03-196e315359-169900025&mc\\_cid=196e315359&mc\\_eid=cc06e102ce](http://gcaptain.com/blockchain-technology-friend-or-foe/?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3AGcaptain+%28gCaptain.com%29&goal=0_f50174ef03-196e315359-169900025&mc_cid=196e315359&mc_eid=cc06e102ce)

Zimakova, I. (2016). BlockCharge: the blockchain-based solution for charging electric cars. Blogikirjoitus 27.10.2016. <https://www.linkedin.com/pulse/blockcharge-blockchain-based-solution-charging-cars>