

Katsaus lohkoketjuteknologioiden hyödyntämiseen Suomessa keväällä 2019

Sisällys

1	Työn tausta ja lähtökohdat.....	3
2	Lohkoketjuteknologiat.....	7
2.1	Lohkoketjun toiminta	8
2.2	Konsensusmekanismi	10
2.3	Rahakkeet ja älysovimukset	11
2.4	Lohkoketjujen mahdollisuuksia Suomessa ja maailmalla.....	16
2.5	Lohkoketjuihin liitettyjä ongelmia	22
3	Teknologia luottamuksen perustana	24
4	Lohkoketjujen sääntely ja hyödyntämistilanne eräissä maissa	28
4.1	Eräiden EU-maiden sääntely.....	29
4.1.1	Viro	29
4.1.2	Malta.....	30
4.1.3	Ruotsi.....	31
4.1.4	Saksa	31
4.1.5	Hollanti	32
4.1.6	Serbia	32
4.1.7	Liettua.....	33
4.2	Yhdysvallat.....	33
4.3	Kanada	34
4.4	Kiina	35
4.5	Sveitsi.....	35
5	Lohkoketjuteknologiat Suomessa.....	36
5.1	Lohkoketjuihin perustuvia hankkeita ja palveluita Suomessa syksyllä 2018	40
6	Yhteenveto	42
7	Ehdotuksia jatkotoimiksi	45
7.1	Järjestelmällinen nousevien teknologioiden ennakkointityö.....	45
7.2	Lainsäädännön kehittäminen tukemaan uusia toimintamalleja	46
7.3	Kokeilukulttuurin edistäminen ja kiinnittäminen osaksi ennakkointityötä sekä lainsäädännön kehittämistä.....	49
8	Lähteet.....	51
	Asiantuntijahaastattelut.....	51
	Kirjalliset lähteet.....	51

1 Työn tausta ja lähtökohdat

Suomella on pitkä historia uusien teknologioiden hyödyntämisessä ja myös niiden kehittämisessä. Suomi on ollut vuosikausia maailman kärkimaita kansainvälisissä vertailuissa, joissa on arvioitu kansalaisten digiosaamista, digitaalisten palveluiden käyttömahdollisuuksia ja niiden tarjoamista sekä hyödyntämistä¹. Suomalaisten korkea osaamistason ja toimiva yhteistyö julkisen ja yksityisen sektorin välillä ovat mahdollistaneet teknologian hyödyntämisen laajasti yhteiskunnan eri toimintasektoreilla.

Teknologian kehitysvauhti pysyy voimakkaana ja samalla vain mielikuvitus asettaa rajoja erilaisten teknologioiden hyödyntämismahdollisuuksille. Nousevien teknologioiden jatkuva ennakointi ja avoin hyödyntämismahdollisuuksien kokeilu ovat Suomen mahdollisuuksia pysyä teknologian tehokkaana hyödyntäjänä ja vaikuttaa osaltaan myös teknologian kehitykseen. Samalla joudumme ratkomaan entistä monimutkaisempia ongelmia, joista esimerkiksi teknologian hyödyntämiseen liittyvät eettiset kysymykset vaativat laajaa yhteiskunnallista ja myös kansainvälistä keskustelua ja sopimista. Samalla joudumme miettimään, millä keinoilla luomme kaikille halukkaille mahdollisuuden hyötyä teknologisista innovaatioista ja kuinka voimme edistää sosiaalista hyvinvointia ja yhdenvertaisuutta teknologian avulla. Esimerkiksi tekoälyn etiikkaan liittyvien kysymysten osalta Suomi on toiminut aktiivisena suunnannäyttäjänä².

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan tehtävänä on käsitellä tulevaisuuden kehitykseen vaikuttavia tekijöitä, tulevaisuuden tutkimusta ja teknologiakehityksen vaikutuksia.³ Näistä lähtökohdista valiokunta on tuottanut vuodesta 2013 alkaen teknologian vaikutuksia ennakoivia raportteja⁴, joiden yhteydessä valiokunta on kehittänyt oman mallin (nk. nelitasomalli; englanniksi Radical Technology Inquirer) nousevien teknologioiden vaikutusten arvioimiseksi⁵:

- TUVJ 2/2013 Tulevaisuuden radikaalit teknologiset ratkaisut
- TUVJ 6/2013 Suomen sata uutta mahdollisuutta: radikaalit teknologiset ratkaisut
- TUVJ 11/2014 100 Opportunities for Finland and the World
- TUVJ 1/2016 Teknologiamurros 2013-2016: Esiselvitys radikaalien teknologioiden kehityksestä 2013 katsauksen jälkeen
- TUVJ 2/2016 Technological change 2013-2016
- TUVJ 1/2018 Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaalitekhnologia.

¹ United Nations E-Government Survey 2018.

https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2018-Survey/E-Government%20Survey%202018_FINAL%20for%20web.pdf, <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/>

² Ks. esim. <https://www.tekoalyaika.fi/mista-on-kyse/etiikka/>

³ <https://www.eduskunta.fi/FI/lakiensaaminen/valiokunnat/tulevaisuusvaliokunta/sivut/default.aspx> viitattu 12.9.2018.

⁴ Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. Sivu 13.

⁵ Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. Sivut 48-50.

Tekoäly ja erilaiset hajautetut teknologiat, kuten lohkoketjuteknologia, ovat viime vuosina nousseet voimakkaasti esille osana laajaa teknologista kehitystä. Näitä teknologioita on käsitelty myös tulevaisuusvaliokunnan julkaisuissa Suomen sata uutta mahdollisuutta (Tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018), Jakamistalous ja alustatyö (Tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 3/2018) ja Tulevaisuuden sosioteknisiä vastakkainasetteluja: Radikaalit teknologiat ja dialektinen tulevaisuudentutkimus (Tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 4/2018).

Tulevaisuusvaliokunnan julkaisun 1/2018⁶ mukaan lohkoketjuteknologia⁷ ja vertaisverkkopohjainen luottamusverkosto, oma data (My data) ja tietosuoja (erityisesti EU:n tietosuoja-asetus GDPR) ovat nopeimmin kehittyvät teknologiakorit. Raportin mukaan ”Suomen tulisi olla erityisen aktiivinen niissä teknologioissa, jotka ratkaisevat suuria yhteiskunnallisia ongelmia, koska nämä teknologiat luovat myös globaaleja liiketoimintamahdollisuuksia ja samalla hyötyä ihmisille ja yhteiskunnalle.”⁸ Suomi on ollut varsin aktiivinen omaan dataan liittyen⁹, mutta lohkoketjuteknologian osalta kansalliset toimenpiteet ovat toistaiseksi puuttuneet. Lohkoketjuteknologiat ovat voimakkaassa edelleen kehitysvaiheessa. On hyvin todennäköistä, että lohkoketjuteknologioiden kypsyessä ja kehittyessä on todellinen vaikuttavuus kasvaa.

Teknologian ennakointiraporttien lisäksi tulevaisuusvaliokunta on julkaissut raportteja, joissa tarkastellaan nousevien teknologioiden mahdollistamia muutoksia. Näitä on tarkasteltu seuraavissa tulevaisuusvaliokunnan julkaisuissa:

- TUVJ 2/2017 Hyvinvointiyhteiskunta 2030.
- TUVJ 2/2018 Geeniteknologia.
- TUVJ 3/2018 Jakamistalous ja alustatyö.
- TUVJ 4/2018 Tulevaisuuden sosioteknisiä vastakkainasetteluja: Radikaalit teknologiat ja dialektinen tulevaisuudentutkimus.
- TUVJ 5/2018 Fotoniikasta valoa Suomen hyvinvointiin. Selvitys alan vaikuttavuudesta ja kasvunäkymistä.

Suomessa tekoäly on viime vuosina nostettu merkittäväksi teknologian osa-alueeksi, jota varten on käynnistetty politiikka- tai kansallisen tason toteutusohjelmia työ- ja elinkeinoministeriön¹⁰ sekä valtiovarainministeriön¹¹ toimesta. Accenturen tekoälytutkimuksen mukaan Suomella on globaalisti erittäin hyvät mahdollisuudet hyötyä tekoälyn mahdollisuuksista talouskasvun lisäämisessä. Tutkimuksessa

⁶ Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. Sivu 19.

⁷ Hajautettujen teknologioiden kuvaus: ks esim. <http://www.oecd.org/finance/OECD-Blockchain-Primer.pdf>

⁸ Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. Sivu 19.

⁹ Kts. esim. <https://www.lvm.fi/-/suomi-toimii-omadata-mallin-suunnannayttajana-980281> ; <https://fi.okfn.org/wg/my-data/suomessa/> ; Poikola, Kuikkaniemi, Kuittinen, Honko (2018): MyData - johdatus ihmiskeeseen henkilötiedon hyödyntämiseen.

¹⁰ Tekoälyaika-toimenpideohjelma: www.tekoalyaika.fi

¹¹ Eettistä tietopolitiikka tekoälyn aikakaudella. Tietopoliittinen selonteko: <https://vm.fi/tietopoliittinen-selonteko>. AURORA: <https://vm.fi/ihmiskeeseen-yhteiskunta> ja https://vm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/viranomaispalvelut-tekoalyaikaan-esiselvitys-kansallisesta-tekoalyohjelma-aurorasta

arvioitiin bruttoarvonlisän kehittymistä ja työn tuottavuuden kasvua vuonna 2035 eri maissa verraten skenaariota tekoälyn laajasta ja syvällisestä hyödyntämisestä maltilliseen ja vähäiseen hyödyntämiseen.¹²

Maa	Bruttoarvonlisän kasvu tekoälyn laajalla käytöllä	Bruttoarvonlisä tekoälyn vähäisellä käytöllä	Työn tuottavuuden kasvu arvio tekoälyn avulla
Yhdysvallat	4,6	2,6	35%
Suomi	4,1	2,1	36%
Yhdistyneet Kuningaskunnat	3,9	2,5	25%
Ruotsi	3,6	1,7	37%
Alankomaat	3,2	1,6	27%
Saksa	3,0	1,4	29%

Taulukko 1. Yhdistelmä Accenturen tekoälytutkimuksen maakohtaisista arvioista.

Tekoälyyn liittyvissä toimenpide- ja politiikkaohjelmissa on sivuttu myös hajautettuja teknologioita ja erityisesti lohkokejuteknologiaa osana tekoälyn hyödyntämistä. Lohkoketjuteknologioiden osalta ei kuitenkaan toistaiseksi ole virallista, kansallisesti koordinoitua toimintaa. Syitä tähän voi olla useita, mutta julkisessa keskustelussa lohkokejtut on yhdistetty usein virtuaalivaluuttoihin, rahanpesuun ja muuhun rikolliseen toimintaan. Viime aikoina lohkokejtujen käyttömahdollisuuksista on kuitenkin uutisoitu huomattavasti laajemmin. Toivottavasti ymmärryksen kasvaessa myös lohkokejtujen osalta toteutetaan kansallisia toimenpiteitä, jotka edistävät lohkokejtuteknologian hyödyntämistä ja kehittämistä myös Suomessa. Valtiovarainministeriön keväällä 2018 käynnistämä lohkokejtuverkosto toimii epävirallisena tiedonvaihtofoorumina ilman virallista asemaa tai toimintaan osoitettuja resursseja. Tämän lisäksi Suomessa on ainakin kaksi lohkokejtuteknologioihin liittyvää yhdistystä.

Nousevien teknologioiden hyödyt saadaan täysimääräisinä kansalaisten käyttöön vain, jos heillä on riittävät edellytykset kehittää ja ylläpitää omaa osaamistaan ja keinoja hyödyntää uusia teknologioita. Teknologia on vain väline, jolla on mahdollista luoda uusia toimintamalleja, kokonaan uutta (liike)toimintaa tai pyrkiä toteuttamaan tasa-arvoisempi ja yhdenvertaisempi yhteiskunta sen jäsenille. Valtiovarainministeriön johdolla valmistellussa valtioneuvoston tietopoliittisessa selonteossa (VNS 7/2018 vp) todetaan: ”Suomen selviytymis- ja menestystarinan taustalla on ollut vankka usko tiedon voimaan ja jokaisen kansalaisen oikeuteen saada tietoa: esimerkkeinä kattava lukutaito, yleinen oppivelvollisuus, korkea koulutustaso, kirjastolaitos ja julkisuusperiaate. Ne ovat edelleen sivistyksen, osaamisen ja taloudellisen menestyksemme perusta.”¹³ Tämä on tärkeä muistutus siitä, että kansalaisten osaamisenäkökulma ja osaamisen ylläpitäminen tulee muistaa teknologian hyödyntämisen edistämisessä.

Teknologian kypsyminen korostaa tarvetta myös sen kehitystä ja hyödyntämistä tukevalle sääntelylle. Globaalissa toimintaympäristössä tämä edellyttää aktiivista vaikuttamista kansainväliseen sääntelyyn ja standardointiin. Suomi on mukana EU:n erilaisissa työryhmissä ja valmisteluelimissä nousevien

¹² <https://www.accenture.com/us-en/insight-artificial-intelligence-future-growth>

¹³ Eettistä tietopolitiikka tekoälyn aikakaudella. Sivu 4.

<https://vm.fi/documents/10623/7768305/Eettist%C3%A4+tietopolitiikkaa+teko%C3%A4lyn+aikakaudella+-selonteko.pdf/bf0ef101-5e11-175e-a87a-dea78359780c/Eettist%C3%A4+tietopolitiikkaa+teko%C3%A4lyn+aikakaudella+-selonteko.pdf>

teknologioiden ja erityisesti lohkoketjuteknologiaan liittyen. Suomen standardoimisliitto SFS ry on mukana ISO:n kansainvälisessä lohkoketjujen standardointityössä¹⁴. SFS myös koordinoi kansallisesti standardointityön etenemistä. Vaikuttamalla aktiivisesti jo standardoinnin alkuvaiheessa voisimme osaltamme vaikuttaa työn suuntautumiseen Suomen kannalta mahdollisimman järkevästi. Tämä ei onnistu ilman riittävää resursointia ja asian tunnistamista tärkeäksi. Ilman aktiivista toimintaa kansainvälisessä sääntelyssä ja standardoinnissa, joudumme seuraamaan muiden viitoittamaa polkua. Myös OECD pitää standardointia olennaisena edellytyksenä lohkoketjujen laajan ja yhteentoimivan hyödyntämisen varmistamiseksi¹⁵.

Tulevaisuusvaliokunnan julkaisussa 1/2018 todetaan: ”Valta- ja haastajaregiimeihin liittyvän jaottelun avulla saadaan paremmin esille se, että kyse ei ole pelkästään teknologian muutoksesta, vaan teknologian ja yhteiskunnan kehitys tapahtuvat toisistaan riippuvaisina. Teknologian rinnalla muuttuvat myös yhteiskunnalliset ja sosiaaliset rakenteet ja sääntely, liiketoimintalogiikat, osaaminen ja ammatit sekä elämäntavat ja käyttökulttuurit.¹⁶” Juuri tätä muutosta lohkoketjuteknologia ja sen mahdollistama avoimuus, hajautettu toimintamalli sekä vertaisvarmistaminen ovat mahdollistamassa. Nähtäväksi jää, kuinka laajan muutoksen teknologia tuo mukanaan ihmisten arkeen.

Lohkoketjuteknologioiden mahdolliset vaikutukset yhteiskunnallisiin rakenteisiin, luottamuksen rakentumiseen, julkisen hallinnon toimintaan tai arvon siirtämiseen ovat perusteellisesti nykyisiä rakenteita kyseenalaistavia ja uusia mahdollisuuksia luovia. Siksi näitä mahdollisuuksia tulisi aktiivisesti arvioida ja seurata huolellisesti esimerkiksi osana sääntelyhankkeita tai tietopoliittisen selonteon toimeenpanoa.

Suomessa lohkoketjujen osalta lähes vakiintunut, sivusta seuraava toimintatapa voi olla perusteltua hitaasti kehittyvien teknologioiden osalta, mutta nopeasti kehittyvien teknologioiden osalta tulisi aktiivisesti seurata teknologian ja sitä hyödyntävien palveluiden kehittymistä ja näiden perusteella kehittää sääntely-ympäristöä. Olennaista olisi myös huomioida konkreettisten kokeilujen tulosten hyödyntäminen osana sääntelyn valmisteluprosessia.

Politiikkatoimien ja sääntelyn tulisi tukea ja mahdollistaa uusien teknologioiden mahdollistamia muutoksia. Jos sääntelyvalmistelussa teknologiaa tarkastellaan uhkien tai riskien kautta ja lähtökohtaisesti nykyisiä rakenteita säilyttäen, niin tällöin jätetään helposti huomioimatta teknologian hyödyntämisen positiiviset tai riskejä ja uhkia vähentävät näkökulmat. Teknologian mahdollisuuksien hyödyntäminen tehokkaasti edellyttää uusia toimintatapoja myös sääntely-ympäristön arviointimenetelmiin.

Tässä raportissa keskitytään ensisijaisesti kuvaamaan mahdollisimman yleistajuisesti lohkoketjuteknologioiden roolia luottamuksen automatisoinnissa ja sen hyödyntämismahdollisuuksia sekä ehdotetaan muutamia toimenpiteitä kansallisiksi toimenpiteiksi lohkoketjujen hyödyntämiseksi. Raportti on

¹⁴ https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/sfs_n_standardisointiryhmat#SFSSR229Lohkoketjuteknologiat ja <https://www.iso.org/committee/6266604.html>

¹⁵ <https://ocde.streamakaci.com/blockchain/>

¹⁶ Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. Sivu 14.

tarkoitettu kaikille lohkoketjuista kiinnostuneille. Raportti täydentää myös tulevaisuusvaliokunnan julkaisua TUVJ 3/2018 Jakamistalous ja alustatyö avaamalla teknologisesta näkökulmasta lohkoketjuteknologioiden mahdollisuuksia työn ja talouden murroksessa. Mattilan¹⁷ mukaan lohkoketju-käsitteellä on kolme eri merkitystä: lohkoketju tietorakenteena, lohkoketju teknologiapinona ja lohkoketju yhteiskunnallisena ilmiönä. Tässä raportissa lohkoketjuja tarkastellaan tietorakenteena ja teknologiapinona luvussa 2. Yhteiskunnallisena ilmiönä lohkoketjuja tarkastellaan luvussa 6 sekä lisäksi luvussa 3 luottamuksen näkökulmasta ja luvussa 4 sääntelyn näkökulmasta.

Tämä raportti on valmisteltu kirjoittajan tulevaisuusvaliokunnan sihteeristössä suorittaman virkamiesvaihdon aikana. Raporttia varten on haastateltu asiantuntijoilta yksityiseltä ja julkiselta sektorilta. Erityiset kiitokset raportin toteutumisesta ansaitsevat kaikki haastatellut asiantuntijat, kommentoinnista Kimmo Mäkinen, Ville Viitasaari ja Mikko Alasaarela sekä kaikki muut raporttia kommentoineet. Raportissa esitetyt näkökulmat ja toimenpide-ehdotukset ovat kirjoittajan henkilökohtaisia näkemyksiä, eivätkä edusta valtiovaraministeriön tai eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan virallista kantaa.

2 Lohkoketjuteknologiat

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti lohkoketjuteknologian taustaa, toimintaperiaatteita ja haasteita. Luvussa kuvataan myös lohkoketjuteknologian roolia automatisoidun luottamuksen rakentajana.

Lohkoketjuteknologian alkusysäyksenä pidetään Satoshi Nakamoto -nimimerkin lokakuussa 2008 kryptografiaan keskittyneen metzdowd.com-verkkosivuston jakelulistalla julkaisemaa artikkelia ”Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”. Nakamoto julkaisi ensimmäisen Bitcoin-sovelluksen tammikuussa 2009, joka käytännössä käynnisti Bitcoin-verkoston toiminnan. Ensimmäinen bitcoin-lohko on tallennettu 3.1.2009 klo 18:15:05 (GMT) ja sen kerrotaan sisältävän tekstin: ”The Times 03/Jan/2009 Chancellor on brink of second bailout for banks.”. Nakamoton mukaan hajautettuun vertaisluottamukseen perustuva Bitcoin julkaistiin vastineeksi vallalla olevalle rahoitusjärjestelmälle, joka perustuu keskuspankkeihin ja vähimmäisvarantojärjestelmään.¹⁸ Bitcoinia pidetään edelleen monessa yhteydessä esimerkkinä lohkoketjusta, vaikka nykyisen sen rinnalle on syntynyt lukuisia erilaisia sovellusalueita ja toteutusteknologioita.

Tulevaisuusvaliokunnan julkaisun 1/2018: ”Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037” mukaan vertaisverkkopohjaiset luottamusratkaisut ja lohkoketjuteknologia ovat teknologioita, joihin liittyvät odotukset kasvavat nopeimmin. Lohkoketjuteknologioiden yleiskäyttöisyydestä kertoo se, että valiokunnan julkaisun perusteella ne ovat monessa eri arvontuontiverkostossa nopeimmin kehittyviä teknologioita, jotka haastavat nykyisiä toimintamalleja.¹⁹ Tämä kertoo osaltaan myös siitä, kuinka vahvasti digitaalisessa muodossa tallennettuun tietoon perustuvia monet nykyiset arvontuontiverkostot ovat. Tämä näkyy hyvin esimerkiksi sijaintitiedon tai verkkokäyttäytymisen hyödyntämisessä erilaisissa digitaalisissa palveluissa.

¹⁷ Esitys tilaisuudessa Tiedosta palveluja (TraFi) 17.3.2017.

https://arkisto.trafi.fi/filebank/a/1490193031/d78aa69c1a2b53602c06b76bf5ef7950/24640-6_ppt_Mattila_Seppala_%5B.pdf

¹⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Satoshi_Nakamoto

¹⁹ Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu TuVJ1/2018.

Lähes kaikessa ympärillämme tapahtuvassa toiminnassa digitalisaatio läpileikkaa ja muuttaa toimintatapoja ja -malleja. Lohkoketjuteknologiat ovat yksi keino lisätä digitalisaation vaikutuksia eri toimialoilla. Euroopan unionin lohkoketjuforumin julkaisussa todetaan: "Lohkoketju on erittäin hyvä luomaan luottamusta tietoon ja prosesseihin tilanteissa, joissa käyttäjäjoukko on laaja ja heterogeeninen. Lisäksi lohkoketju on hyvä luomaan tiedon käytönvalvontaa ja -seurantaa sekä suunnittelusta riippuen kohtalaisen hyvä väline mahdollistamaan tiedon yksityisyyden ja jaettavuuden."²⁰

Uutuudestaan huolimatta lohkoketjuteknologiat rakentuvat varsin kypsistä teknologisista elementeistä: internetissä käytettävistä tiedonvälitysprotokollista, ohjelmointikielistä, vertaisverkkoteknologiasta ja julkiseen avaimeen perustuvasta salausmenetelmästä (PKI²¹). Näiden yhdistelmänä lohkoketjuteknologiat kuitenkin mahdollistavat uudella tavalla rakentuvan avoimen ja automatisoidun hajautetun luottamuksen toimintamallin. Hajautetussa ja avoimessa lohkoketjussa on paljon samaa ideologiaa, jota oli alun perin myös internetissä: ei ole yhtä toimijaa, joka hallitsi tiedon kulkua tai ylläpitoa, vaan toiminta rakentuu hajautettujen solmujen ja niiden keskinäisen luottamuksenhallinnan varaan.

Mattilan²² mukaan "Lohkoketjuteknologialle ei ole tutkimuskirjallisuudesta tai muutoinkaan löydettävissä selkeää, yksiselitteistä ja yleisesti tunnustettua määritelmää". Yleisesti ottaen lohkoketjua käytetään kuvaamaan varsin laajaa joukkoa erilaisia tiedonhajautusmenetelmiä. Joskus lohkoketjuteknologioihin perustuvat palvelut voivat olla hyvin perinteisiä, erilaisiin tietokantaratkaisuihin perustuvia hajautettuja tiedontallennusratkaisuja, jossa tietokannasta vain tehdään kopioita eri paikkoihin. Näitä saatetaan usein myös markkinoida lohkoketjupalveluina, vaikka ne eivät välttämättä sellaisia ole. Lohkoketjupalveluiden erot perinteisiin tietokantaratkaisuihin liittyvät teknologioiden hyödyntämisverkoston (liike)toimintalogiikkaan ja erityisesti siihen miten verkostossa tai palvelussa toteutetaan luottamus (lohkoketjuun) tallennettuun tietoon (konsensusmekanismi)²³ ja siihen miten verkoston jäseniä palkitaan heidän verkoston käyttöön luovuttamasta tietoteknisestä resurssista.

Tässä raportissa lohkoketjuilla tai lohkoketjuteknologialla viitataan ensisijaisesti (pääasiassa avoimiin) lohkoketjuteknologioihin, joissa hyödynnetään erilaisia tiedonmuuttumattomuuden varmistusmenetelmiä.

2.1 Lohkoketjun toiminta

Lohkoketjuteknologian perusideana voidaan pitää tavoitetta luoda autonomisia ja keskitetystä hallinnoijasta riippumattomia automatisoitavia palveluprosesseja, arvonsiirtomekanismeja ja

²⁰Huom. Kirjoittajan oma suomennos: "Blockchain, for instance, is very good at creating trust in information and processes in situations where there are large, heterogeneous sets of stakeholders or users. Blockchain is also good at creating trusted audit trails of information and, depending on how a system is designed, makes it relatively easy to keep data both private and shareable."

https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/eu_observatory_blockchain_in_government_services_v1_2018-12-07.pdf. Sivu 4.

²¹ Public Key Infrastructure (PKI) tekniikkaa käytetään esimerkiksi Väestörekisterikeskuksen myöntämissä henkilökorteissa olevassa kansalaisvarmenteessa. Kts. esim. <https://fi.wikipedia.org/wiki/PKI>

²² Mattila (toim.), Seppälä, Hukkinen, Laikari, Markkanen, Koulumäki, Jia: Lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuudet palkkatulojen verotuksessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:30. 2019. Sivu 19.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161543/30_Lohkoketjuteknologian%20hyodyntamismahdollisuudet%20palkkatulojen%20verotuksessa_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

²³ Kts. esim. <https://medium.com/lohkoketju/mik%C3%A4-on-lohkoketju-b7bad2212829>

liiketoimintaverkostoja, joissa hyödynnetään vertaisverkkopohjaista automatisoitua luottamusta ja virtuaalisia rahakkeita. Mattilan²⁴ mukaan ”lohkoketjuteknologia voidaan ymmärtää työkaluna avointen vertaisverkkoalustojen synnyttämiselle ja kasvattamiselle verkon protokollan kannustinrakenteen sekä järjestelmän sisäisten kryptorahakkeiden kautta.”

Lohkoketjut voidaan jakaa avoimiin ja suljettuihin palveluihin. Avoin lohkoketju on nimensä mukaisesti avoin kenelle tahansa liittyä mukaan lohkoketjun toimintaan, tarkastella ja lisätä siihen tietoa sekä toimia verkoston tasavertaisena jäsenenä. Avoimiin lohkoketjuihin liittyy aina rahake (tai virtuaalivaluutta tai älyraha), jolla verkoston jäsenille korvataan heidän verkostolle luovuttamaa tietoteknistä resurssia. Teoriassa avoimen lohkoketjun kaikissa solmuissa pitäisi olla täysi kopio koko lohkoketjun sisällöstä, mutta käytännössä näin ei aina välttämättä ole. Bitcoin lienee kuuluisin esimerkki avoimesta lohkoketjusta.

Suljettuun lohkoketjuun liittyminen edellyttää hyväksyntää lohkoketjun hallinnoijalta. Suljettuun lohkoketjuun tallennetun tiedon luku- ja kirjoitusoikeuksia hallitaan eri toimijoiden rooliin liittyvien käyttöoikeuksien perusteella. Suljetuissa lohkoketjuissa ei välttämättä tarvita tai käytetä rahakkeita verkoston vaatimien tietoteknisten resurssien korvaamiseen, mutta rahakkeita voidaan käyttää esimerkiksi verkoston sisällä tapahtuvien palveluiden tai niihin liittyvien käyttöoikeusarvojen siirtoon. Esimerkkejä eri tavoin suljetuista lohkoketjuista ovat esimerkiksi jonkin yrityksen täysin sisäinen lohkoketjupalvelu, rajoitetusti yleisölle ja yrityksille avoin (esim. asunto-osakkeen kauppapalvelu, joka on vain kauppaprosessin osapuolille avoin) tai lukuoikeuksien osalta täysin yleisölle avoin palvelu, johon vain hyväksytyt toimijat saavat tallentaa tietoa (esim. tuotteen alkuperän tarkastuspalvelu).

Lohkoketjuteknologiat rakentuvat pääsääntöisesti kolmesta eri toimintakerroksesta:

- **Protokollakerros** määrää käytettävän lohkoketjun peruseräatteen. Esimerkiksi, millä ohjelmointikielellä tietty lohkoketju ohjelmoidaan, millä ohjelmointikielellä voidaan tehdä lohkoketjua hyödyntäviä sovelluksia ja mikä on kyseisessä lohkoketjussa käytettävä konsensusmekanismi.
- **Vertaisverkkokerros** toteuttaa käytännössä lohkoketjun vaatiman toimijoiden välisen vertaisverkon, joka suorittaa sovelluserroksessa tehtäviä toimenpiteitä protokollakerroksessa määriteltujen sääntöjen puitteissa.
- **Sovelluserros** yhdistää protokolla- ja verkkokerrokset toimiviksi palveluiksi. Käytännössä tässä kerroksessa luodaan käyttöliittymät loppukäyttäjien palveluille. Internet-verkko-protokollakerros (TCP/IP) toteuttaa lopulta eri toimijoiden yhdistämisen ja tiedonsiirron niiden välillä.

Lohkoketju muodostuu sarjasta tiedostolohkoja, jotka voivat käytännössä sisältää mitä tahansa digitaalisessa muodossa olevaa tietoa. Kun lohko on täynnä, siinä oleva tieto tallennetaan lohkoketjussa olevien solmujen (engl. node) muodostamaan verkostoon. Tietoina voi olla esimerkiksi kahden osapuolen tekemän tapahtuman tiedot, viittaus jossakin sijainnissa olevaan tietoon tai vaikka tieto siitä, kuka omistaa tietyn musiikkikappaleen tekijänoikeudet. Solmut taas ovat lohkoketjuun liittyneitä tietokoneita tai muita tietoteknisiä laitteita. Solmut muodostavat verkoston, joka validoi lohkot eli käytännössä hyväksyy tai

²⁴ Mattila (toim.), Seppälä, Hukkinen, Laikari, Markkanen, Koulumäki, Jia: Lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuudet palkkatulojen verotuksessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:30. 2019. Sivu 19.
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161543/30_Lohkoketjuteknologian%20hyodyntamismahdollisuudet%20palkkatulojen%20verotuksessa_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

hylkää tallennettavaksi esitetyn lohkon sisällön lohkoketjun perustamisvaiheessa määritellyllä konsensusmekanismilla. Sillä varmistetaan verkoston määrittelemä luottamus lohkoketjun tilasta eli käytännössä yhteinen ymmärrys tallennetun tiedon tilaan ja sen muuttumattomuuteen. Lohkoon tallennetusta tiedosta lasketaan matemaattisella algoritmilla tunniste, joka tallennetaan seuraavaan muodostuvaan lohkoon. Jos lohkon sisältö muuttuu, muuttuu samalla myös lohkon tunniste. Hyväksytty lohko tallennetaan lopuksi osaksi lohkoista muodostuvaa ketjua. Näin saadaan aikaan ketju, johon tallennettuna olevaa sisältöä voidaan lisätä, muokata tai poistaa vain verkoston määrittelemien konsensusääntöjen puitteissa. Lohkoketju ei kuitenkaan takaa, että siihen tallennettu tieto on oikein tai oikeaa, vaan lohkoketjulla voidaan varmistaa vain se, ettei siihen tallennettua tietoa ole oikeudetta muutettu tallentamisen jälkeen. Luotettuja tiedon varmistajia tarvitaan siis jatkossakin.

Lohkoketjun toiminnasta riippuen lohkoketjussa olevat solmut voivat toimia täyssolmuina ja kevytsolmuina. Täyssolmuissa on tallennettu koko kyseinen lohkoketju ja siinä toteutetut transaktiot. Kevytsolmuissa voi olla tallennettuna vain osa lohkoketjun sisällöstä tai ne hoitavat vain tiettyä toimintaa kyseisessä lohkoketjussa, esimerkiksi pääsyoikeuksien hallintaan liittyviä tehtäviä. Jakamalla verkoston tehtäviä voidaan tehostaa myös transaktioiden läpimenonopeutta sekä luoda tehokkaampia älysopimuksiin ja palveluiden välisiin virtuaalisiin rahakkeisiin perustuvia palveluita. Lohkoketjuun tallennetun tiedon käyttöoikeuksia, tiedon muuttumattomuutta ja lohkoketjuja hyödyntäviin palveluihin liittyviä arvonsiirtomekanismeja hallitaan erilaisilla älysopimuksilla ja –rahakkeilla sekä luottamusmekanismeilla.²⁵

2.2 Konsensusmekanismi

Lohkoketjuun tallennettavan tiedon validointi eli yhteisymmärrys (konsensus) tallennetun tiedon muuttumattomuudesta voidaan tehdä eri tavoin. Uusia menetelmiä kehitetään jatkuvasti (esimerkiksi synkronoituihin aikaleimoihin perustuva), joten oletettavasti lohkoketjuteknologian kehittyessä myös konsensusmekanismit muuttuvat.

Yleisimpiä konsensusmekanismeja tällä hetkellä ovat

- suurimpaan laskentatehoon perustuva luottamus (proof of work),
- verkoston hallintaosuuden määrällä painotettu luottamus (Proof-of-Stake) ja
- luotettuihin toimijoihin perustuva luottamus (Proof-of-Authority), jossa vain määritetyt solmut saavat validoida ja lisätä lohkoja ketjussa.

Eri lohkoketjuissa käytetty konsensusmekanismi riippuu kunkin lohkoketjun ja sitä hyödyntävän sovelluksen käyttötarpeesta. Esimerkiksi Bitcoin käyttää suurimpaan laskentatehoon perustuvaa konsensusmekanismia (proof-of-work), jossa kaikki verkoston solmut kilpailevat keskenään lohkojen validoinnista ja niistä saatavista palkinnoista eli bitcoineista. Mitä enemmän solmulla on käytettävissä laskentatehoa, sitä suurempi on sen todennäköisyys saada validointitehtävät suoritettua nopeasti ja saada ensimmäisenä valmiiksi hyväksyttäväksi ehdotettava lohko sekä saada siitä tarjolla oleva palkkio.

²⁵ Ks. esim. <http://www.oecd.org/finance/OECD-Blockchain-Primer.pdf> sekä Mattila, Juri, Seppälä, Timo & Lähteenmäki, Ilkka (14.9.2018). ”Kuka vie ja ketä? – Pankit alustatalouden ristitulessa”. ETLA Raportti No 84. <https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-84.pdf> sekä Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 12/2017. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80667/LVM_12_2017_Lohkoketjuteknologian%20soveltaminen.pdf

Suurimpaan hallintaosuuteen perustuva konsensusmekanismi (proof-of-stake) on huomattavasti resurssitehokkaampi malli. Siinä lohkojen validointitehtävät jaetaan sen mukaan, kuinka paljon solmulla on hallussaan verkostossa käytettävää rahaketta. Jos verkoston solmulla on hallussaan esimerkiksi 7% kaikesta verkostossa käytettävästä rahakkeesta, se joutuu suorittamaan 7% kaikista verkoston lohkojen validointitehtävistä. Suurimpaan hallintaosuuteen perustuvassa konsensuksessa validoiijat eivät saa validointipalkkiota kuten esimerkiksi Bitcoinissa, vaan jokaisen lohkon validoinnista maksetaan sen suorittajalle maksu (validation fee). Maksun määrä ja valuutta määritellään kyseisen lohkoketjun protokollassa. Hallintaosuuteen perustuva konsensusmekanismi on huomattavasti laskentatehoon perustavaa mekanismia energiatehokkaampi, koska siinä laskentatehoa ei hukata keskinäiseen kilpailuun, vaan jokainen solmu suorittaa oman osuutensa lohkojen validoinnista. Haittapuolena voidaan pitää varakkaimman solmun valtaa validoinnissa; erityisesti jos verkoston solmujen varallisuuserot ovat suuria.

Luotettuihin toimijoihin perustuvassa konsensusmekanismissa on ennalta määrätty ne solmut, jotka hyväksyvät lohkoketjuun tallennettavat tiedot. Tämä toimintamalli vastaa hyvin pitkälle nykyistä, luotettuun kolmanteen osapuoleen perustuvaa toimintamallia. Luotettuihin toimijoihin perustuva konsensusmekanismi on perusteltu erityisesti yksityisissä ja suljetuissa lohkoketjuverkostoissa. Niissä konsensus voidaan toteuttaa lohkoketjua hallitsevan organisaation toimesta tai muuten verkoston määrittelemien sääntöjen puitteissa. Luotetun toimijan mallissa etuna on selkeys siitä, kuka tai ketkä vastaa(vat) lohkoketjussa olevan tiedon validoinnista. Samalla kuitenkin menetetään lohkoketjun perimmäinen idea siitä, että mikään yksittäinen taho ei yksinään voi muuttaa lohkoketjuun tallennettua tietoa tai hallita koko lohkoketjua.

Jokainen lohkoketju määrittelee siihen tallennettavan lohkon koon ja myös uuden lohkon tallennustiheyden palvelun käyttötarkoituksen perusteella. Käytettävä konsensusmekanismi määrittää, mikä on teoreettinen maksimi lohkojen tallennustiheydelle. Sopivin tallennustiheys on aina riippuvainen palvelun tai verkoston tehtävästä. Esimerkiksi Bitcoinissa uusi lohko liitetään ketjuun noin kymmenen minuutin välein, joten esimerkiksi kaupan kassalla Bitcoin-maksun läpimenoa joutuisi odottamaan vähintään 10 minuuttia. Bitcoinin arvioitu teoreettinen maksimi on noin 7 transaktiota sekunnissa ja todellisuudessa arviolta 3-4, kun esimerkiksi Visan luottokorttijärjestelmä käsittelee arviolta noin 1600 transaktiota sekunnissa²⁶. Kuten alussa jo todettiin, Bitcoin suunniteltiin alun perin nimenomaan omaisuuden tai arvon siirtämisen välineeksi ilman keskitettyjä pankkitoimijoita eikä arkisen maksukäytön välineeksi. Bitcoinin tapahtumanopeuden osalta on erilaisia kehityshankkeita käynnissä, joiden avulla tallennusnopeutta pyritään kasvattamaan²⁷.

2.3 Rahakkeet ja älysopimukset

Avoimiin lohkoketjuihin liittyy aina rahake²⁸ (engl. token, suomeksi käytetään usein myös termiä virtuaalivaluutta tai älyraha). Alasaarelan mukaan ”virtuaalivaluutat ovat ohjelmoitavaa rahaa, älyrahaa”²⁹. Tässä raportissa virtuaalivaluutasta käytetään pääsääntöisesti termiä rahake. Tietyissä lainauksissa tai viittauksissa käytetään termiä virtuaalivaluutta.

²⁶ <https://altcointoday.com/bitcoin-ethereum-vs-visa-paypal-transactions-per-second/> Viitattu 20.11.2018.

²⁷ Kts. esim. Bitcoin Lightning Network <https://cointelegraph.com/lightning-network-101/what-is-lightning-network-and-how-it-works>

²⁸ Kts. Alasaaren lausunto eduskunnan tulevaisuusvaliokunnalle:

<https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2018-AK-209325.pdf>

²⁹ <https://www.salkunrakentaja.fi/2019/02/arvon-internet/>

Rahaketta voi verrata fyysisessä maailmassa olevaan polettiin, jolla voi ostaa palveluita. Esimerkiksi huvipuistojen pelipoletit tai rannekkeet, golf-kenttien pallopoletit, jne. Aivan kuten poleteilla, rahakkeilla voi olla lukuisia erilaisia käyttötarkoituksia, sillä arvoa on itseasiassa hyvin monella asialla myös digitaalisessa maailmassa. Rahakkeet voivat esimerkiksi osoittaa pääsy- tai käyttöoikeutta johonkin palveluun, oikeutta äänestää, sisältää arvoa tai oikeutta alennukseen jostain tuotteesta tai palvelusta. Rahakkeilla voidaan esimerkiksi antaa korvaus verkoston jäsenille verkoston toiminnan varmistamiseksi annetuista resursseista³⁰ tai osoittaa hajautetussa verkossa esimerkiksi omistusoikeus (esimerkiksi johonkin omaisuuteen tai oikeuteen toteuttaa jotain) tai määrätä vaikka tiettyjen palveluiden toteutusjärjestys asiakkaille.

Mahlbergin ja Hyytiäisen mukaan: ”Tokeneita voidaan pitää todisteena arvosta eli ne toimivat arvon säilyttämisen välineenä.”³¹ Rahakkeet voidaan jakaa karkeasti kolmeen pääkategoriaan³²:

- **Maksurahakkeet** eli virtuaalivaluutat, joiden tarkoituksena on toimia maksuvälineenä tai valuutanomaisena arvona. Esimerkiksi Bitcoin³³, Ethereum³⁴, Monero³⁵.
- **Hyödykerahake**, joka sisältää oikeuden johonkin palveluun tai oikeuteen. Esimerkiksi StorjCoin³⁶, jolla saa hankittua lohkoketjuun hajautettua ja suojattua tallennustilaa.
- **Omaisuuksirahake**, joka sisältää osuuden tai oikeuden yritykseen tai muuhun omaisuuteen. Vastaa esimerkiksi yrityksen osaketta.

Rahakkeiden arvo määrittyy pääasiassa niiden roolista, tarkoituksesta ja ominaisuuksista palvelun ja arvon tuottamisessa³⁷. Tämän lisäksi erityisesti virtuaalivaluuttojen arvo muodostuu markkinoilla, joissa niiden arvoa heiluttelevat tulevaisuuden odotukset, huhut ja muut normaaliin markkinaehtoiseen arvonmuodostukseen liittyvät muuttujat. Rahakkeiden arvon määrittäminen perinteisiä valuuttoja vasten on monissa tapauksissa hankalaa tai perusteetonta. Kuinka esimerkiksi arvotetaan rahake, jolla saa automatisoidun pääsyoikeuden lukemaan jonkin anturin tietoja tai rahake, jolla osoitetaan digitaalinen allekirjoitus louhintakoneen ostaessa automatisoidussa prosessissa määrääjäksi itselleen vakuutuksen mahdollisia louhintavahinkoja varten? Rahakkeet voivat vastata fyysisen maailman käden puristusta kaupan hyväksymisen merkiksi, maksuvälinettä, omistusoikeutta tai melkein mitä tahansa omistus-, oikeus- tai siirtosuhdetta, joten rahakkeiden niputtaminen yhden virtuaalivaluuttamääritelmän alle ei ole perusteltua.

Erilaisia virtuaalivaluuttoja ja -rahakkeita on tällä hetkellä arviolta muutama tuhat ja niitä syntyy lisää koko ajan. Osa näistä rahakkeista on käytettävissä avoimeen vaihdantaan ja osa tarkoitettu puhtaasti tietyn sovelluksen sisäiseen käyttöön, jolla ei ole avoimen rahavaihdannan roolia tai maksukäyttöä. Suljetuissa

³⁰ Kts. esim. <https://medium.com/swlh/types-of-tokens-the-four-mistakes-beginner-crypto-investors-make-a76b53be5406>

³¹ <http://blockchain.it.jyu.fi/assets/pdf/aurora-ai.pdf> Sivu 4.

³² Kts. esim. Mahlberg ja Hyytiäinen: AuroraAI ja uudenlaiset token-taloudet. 2019.

<http://blockchain.it.jyu.fi/assets/pdf/aurora-ai.pdf> tai <https://medium.com/paratii/on-the-immaturity-of-tokenized-value-capture-mechanisms-1fde33f2bc8e>

³³ <https://bitcoin.org/en/>

³⁴ <https://www.ethereum.org/>

³⁵ <https://www.getmonero.org/>

³⁶ <https://storj.io/>

³⁷ Kts. esim. http://www.finanssivalvonta.fi/fi/Toimiluvat/Innovaatio/Pages/UKK_virtuaalivaluutat.aspx tai <https://blockgeeks.com/guides/security-tokens/>

lohkoketjuissa resurssien käyttö voidaan kattaa verkoston osapuolten keskinäisellä sopimuksella, eikä näissä ole välttämätöntä luoda virtuaalista valuttua verkoston jäsenten resurssien korvaamiseksi. Muihin käyttötarkoituksiin niitä voidaan kyllä käyttää, esimerkiksi omaisuuserien tai käyttöoikeuksien hyödyntämiseen³⁸.

Kevään 2019 kuluessa julkaistiin lisätietoja muutamista rahakeavauksista, joilla voi laajempaakin merkitystä tulevaisuudessa. Facebookin suunnitelmista oman virtuaalisen rahakkeen toteuttamisesta oli huhuttu lähes koko vuosi 2018 ja keväällä 2019 huhut asian ympärillä voimistuivat. Kesällä 2019 suunnitelmasta saatiin lisätietoja Facebookin julkaistua Libra-virtuaalivaluutan kuvauksen (white paper³⁹). Libra-virtuaalivaluutan arvo olisi ns. stabiili virtuaalivaluutta, jonka arvo sidotaan erikseen määriteltävien valuuttojen ja muiden omaisuuserien arvoon. Libra-verkoston perustamisessa ovat mukana Facebookin lisäksi esimerkiksi Mastercard, PayPal, Visa muita maksupalvelutoimijoita sekä useita muita eri sektoreilla toimivia yrityksiä. Jo tällä kokoonpanolla kokonaisuus olisi merkittävä toimija globaalissa arvonsiirtoverkostossa, sillä pelkästään Facebookilla on arviolta yli kaksi miljardia käyttäjää.⁴⁰ Libran merkityksestä kertoo paljon se, että Ranskan valtiovarainministeri ilmoitti syyskuussa 2019 Ranskan estävän Facebookia kehittämästä digitaalista valuuttaansa Libraa Euroopassa, koska Libra on uhka nykyiselle talousjärjestelmälle⁴¹.

Belfastin kaupunki julkaisi oman suunnitelmansa Belfast coinin toteuttamiseksi toukokuussa 2019. Kaupungin suunnitelmissa on tarjota kannustin kaupunkilaisille ekologisesti ja sosiaalisesti kestäväan kulutukseen virtuaalisen rahakkeen avulla. Rahaketta voisi ansaita esimerkiksi vapaaehtoistyöstä tai kierrätyksestä ja se olisi käytettävissä kaupungissa toimivissa liikkeissä.⁴² Tämä esimerkki voisi parhaimmassa tapauksessa käynnistää merkittävän globaaliin liikkeen, jolla suuret massat saadaan kannustettua kestäväan kulutukseen.

Rahakkeita käytetään myös joukkorahoituksen muotona. Tällöin rahake lanseerataan (myydään) sijoittajille (ICO⁴³, Initial Coin Offering), jolloin tietty osa rahakemäärästä myydään FIAT-valuuttoja⁴⁴ vastaan ja saaduilla varoilla rahoitetaan verkoston tai palvelun toimintaa. Rahakkeeseen sijoittaneet taas voivat toivoa palvelun tai verkoston nousevan niin suosituksi, että rahakkeen arvo nousee. Rakennuslalla on pohdittu rahakkaiden hyödyntämistä rakennuksen joukkorahoituksen toteutuksessa (Initial Building Offering

³⁸ Ks. esim. <https://yle.fi/uutiset/3-10454370> tai <https://www.trusttoken.com/>

³⁹ https://libra.org/en-US/wp-content/uploads/sites/23/2019/06/LibraWhitePaper_en_US.pdf

⁴⁰ <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/facebookin-kryptovaluuttasuunnitelmista-paljastui-lisatietoja-houkuttelee-nyt-kumppaneita-mukaan-maksuverkostoonsa/7389874#gs.bkwsbl>,
<https://www.forbes.com/sites/billybambrough/2019/03/07/blow-to-bitcoin-as-mark-zuckerberg-warns-facebook-payments-are-coming/#ed8a9006daa2>

⁴¹ <https://yle.fi/uutiset/3-10967507>

⁴² <https://www.prnewswire.com/news-releases/belfast-to-get-uks-first-incentive-based-digital-currency-boosting-local-economy-and-environment-300845512.html>

⁴³ Kts. esim. https://fi.wikipedia.org/wiki/Initial_coin_offering tai <https://www.mikrobitti.fi/uutiset/blockchain-ideoilla-kerataan-satoja-miljoonia-osa-kampanjoista-pelkkää-kuumaa-ilmaa-mista-ico-anneissa-on-kyse/7af0ed5a-1fab-39ef-a51b-558d340c4483>

⁴⁴ FIAT-valuutta tarkoittaa valuuttaa, jossa valuutan ominaisuudet ja arvo perustuvat hallinnollisiin päätöksiin, eikä valuutan fyysisiin ominaisuuksiin (vrt. esimerkiksi seteliraha vs. kultaharkko).
https://en.wikipedia.org/wiki/Fiat_money

(IBO))⁴⁵. Rahakkeiden käyttö arvopapereiden lanseeramisen (STO, Security Token Offering) välineenä on voimakkaasti kasvavan kiinnostuksen kohde, mutta käytännön toteutuksia on vielä harvakseltaan. Arvopaperitoiminta on kuitenkin jo varsin digitalisoitunutta, joten on todennäköistä, että myös erilaiset rahakkeisiin perustuvat toiminnot tulevat yleistymään tulevaisuudessa. Suomessa on esimerkiksi valmisteltu listaamattomien osakkeiden osakashallinnan ja osakevaihdon digitalisoinnin mahdollistavaa liiketoimintaverkkoa lohkoketjuteknologioihin pohjautuen⁴⁶. Hankkeen toteutuksesta vastaavat Nordea, OP Ryhmä, Privanet ja Tieto Oyj. Erilaisten digitaalisten osake- ja omistustodistusten markkinat ovat kuitenkin voimakkaasti kehittyviä ja useat globaalit rahoituslaitokset tutkivat mahdollisuuksia hyödyntää uusia teknologioita. Hyvä esimerkki tästä on useiden eurooppalaisten ja aasialaisten maiden arvopaperikeskukset ovat perustaneet yhteistyöhankkeen digitaalisten arvo-osuuksien hallinnan kehittämiseksi.⁴⁷

Lohkoketjujen yhteydessä mainitaan usein älysopimukset. Käytännössä älysopimukset ovat lohkoketjuun tallennettuja algoritmeja eli ohjelmoituja käskyjä, joita toteutetaan automaattisesti ehtojen täytyessä niin pitkään kuin kyseinen lohkoketju on toiminnassa. Älysopimusten avulla voidaan hallinnoida hyvin monenlaisia toimia, joilla muutetaan tai siirretään tapahtumiin liittyviä tietoja: tallentaa tapahtumatietoja, käyttöoikeuksia nähdä tiettyjä tietoja eri lohkoissa, aurinkosähkön myyntiä, sähköauton latausta, digitaalisen tuotteen käyttöoikeuksia, organisaation sisäisten arvonsiirtojen automatisointia tai logistiikan tietovirtoja. Joissakin yhteyksissä älysopimuksia kuvataan termillä ”tilakone”, joka ilmoittaa, onko sopimuksen mukainen tila voimassa vai ei⁴⁸.

Käytännössä vain mielikuvitus asettaa rajat sopimusten käyttötarkoituksille ja niiden erilaisille yhdistelmille. Älysopimukset yhdistettynä esimerkiksi älykkäisiin laitteisiin mahdollistaa erilaisten laitteiden automaattisten toimenpiteiden suorittamisen. Tesla-sähköautoihin uutisoitiin toukokuussa 2019 ilmestyneen päivitys, joka tilaa automaattisesti auton järjestelmän vialliseksi havaitsemille osille varaosat käyttäjän määrittelemään huoltopisteeseen. Järjestelmä ei vielä mahdollista automaattista laskutusta, mutta tämä on hyvä esimerkki esineiden internetin ja hajautettujen teknologioiden mahdollisuuksista.⁴⁹ Toinen, kuvitteellinen esimerkki, tilanteesta, jossa kaivoksessa räjäytyspanoksella reikää poraava älykäs laite havaitsee maaperässä muutoksia aiempaan maaperätutkimukseen. Laite lähettää lohkoketjuun tallennetun älysopimuksen perusteella tarjouspyynnön vakuutuksesta räjäytyksen ajalle. Kyseisessä lohkoketjussa olevat vakuutusyhtiöiden älysopimukset arvioivat laitteelta saadut tiedot omia ehtojaan vasten ja antavat vastaukset. Porauslaite hankkii älysopimuksen puitteissa parhaiten sopivan vakuutuksen räjäytyksen ajaksi ja maksaa sen ennen räjäytystä kyseisen lohkoketjupalvelun käyttämällä rahakkeella. Vastaava tapahtuma voidaan siirtää esimerkiksi älykkääseen jääkaappiin, joka tilaa ennalta määriteltyjen ehtojen puitteissa esimerkiksi ruokaostokset halvimmalta toimittajalta suoraan kotiin tai valmiiksi pakattuna sovitettuun kauppaan.

Miksi älysopimukset lohkoketjussa ovat sitten merkittäviä? Edellä kuvatuissa digitaalisessa yhteisössä tai palveluprosesseissa, jossa toimijat ovat koneita, luottamuksen rakentaminen edellyttää uusia toimintamalleja. Tähän tarpeeseen lohkoketjut ja älysopimukset voivat tuoda uusia mahdollisuuksia.

⁴⁵ <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/rotostelysta-tulee-vaikeampaa-nain-lohkoketjut-ja-alytopimukset-lisaavat-rakennusalan-laatu-seka-luotettavuutta-6734983>

⁴⁶ <https://www.tieto.fi/uutiset/asiakastieto-nordea-op-ryhma-privanet-ja-tieto-digitalisoivat-listaamattomien-osakkeiden>

⁴⁷ <https://www.coindesk.com/a-group-of-30-global-central-securities-depositories-is-exploring-crypto-custody>

⁴⁸ <https://medium.com/lohkoketju/ethereum-ja-%C3%A4lysopimukset-3804332e9d22>

⁴⁹ <https://www.teslarati.com/tesla-repairs-service-automatic-pre-order-parts/>

Periaatteessa älysopimukset ovat vastaavia kuin perinteisessä tietojärjestelmässä olevat ehtoperusteiset ohjelmistot, joita suoritetaan automaattisesti tiettyjen ehtojen täytyessä. Ero syntyy lohkoketjuteknologiaan liittyvästä hajautuksen ja avoimuuden ideasta. Lohkoketjuun tallennettu älysopimus on lohkoketjun julkisuudesta riippuen kaikkien osapuolten nähtävissä tai avoimesti kaikkien nähtävissä, sopimus on tallennettuna kaikille osapuolille samanlaisena ja sen perusteella tehdyt toimenpiteet tallentuvat (hyvin) samanaikaisesti kaikkien osapuolten saataville, kukaan ei voi muuttaa sopimuksen sisältöä oikeudetta ja ilman että muut osapuolet saavat muutoksesta tiedon. Lisäksi älysopimukset ovat ns. passiivisia, sillä ne aktivoituvat vasta kun niihin tallennetut ehdot täyttyvät, joten ne kuluttavat lohkoketjun resurssia vain toteutuessaan. Älysopimusten mahdollistamasta toimintamallista syntyvä avoimuus luo mekanisoitua luottamusta.

Avoimien lohkoketjujen suureksi innovaatioksi esitetään mahdollisuus poistaa luotettu kolmas osapuoli toimijoiden välisessä tapahtumassa eli lohkoketjun erilaiset tavat luoda konsensus verkoston tapahtumista. Mitä luotettu kolmas osapuoli itseasiassa tarkoittaa? Pankkisektori on hyvä esimerkki luotettuun kolmanteen organisaatio-osapuoleen perustuvasta toimintamallista. Pankkien toimintaa säädellään hyvin voimakkaasti ja suljettujen järjestelmien sekä luottamussuhteiden varmistamiseksi pankeilla on myös tiukat raportointivelvollisuudet. Me maksamme pankeille siitä, että ne tuottavat meille esimerkiksi luotettavan maksunsiirtoympäristön, jossa maksamamme laskun summa siirtyy muuttumattomana sen oikealle vastaanottajalle.

Lohkoketjuteknologioiden avulla luottamus pankkien tuottamassa maksunsiirrossa voidaan toteuttaa erilaisilla tavoilla ja sitä voidaan automatisoida. Esimerkiksi eri maissa toimivien yritysten välisessä kaupassa ehtona voi olla ostajan maksuvalmiuden varmistus. Nykyisin ostajan pankki voi antaa myyjälle todistuksen, että ostajalla on riittävästi varallisuutta suorittaa maksu. Todistus voi olla kirjallinen tai suullinen. Lisäksi voidaan vielä vaatia esimerkiksi ulkopuolisen notaarin kuittausta. Vastavuoroisesti ostaja voi vaatia myyjältä todistusta, että tuotetta on todella saatavilla ja esimerkiksi notaarin vahvistuksen, että yritys on todella olemassa. Lohkoketjuteknologioita ja älysopimuksia hyödyntäen varallisuuden tarkistus, tuotteen valmistus ja logistiikka voidaan automatisoida älysopimuksiin ja digitaalisiin tietolähteisiin (pankkitilin saldo, tuotantolinjan tunnistet, yrityksen varmistetut tiedot rekisteristä) perustuen. Samalla automatisoituu luottamus kaupan osapuolten välillä. Yksi esimerkki tällaisesta on we-trade -palvelu, joka toteuttaa hajautettua tilikirjateknologiaa hyödyntäen EU-alueella toimiville pienyrityksille edellä kuvattua automatisoitua luottamusta yritysten väliseen, rajat ylittävään kaupankäyntiin. Palvelussa on mukana useita rahoituslaitoksia, esimerkiksi Nordea.⁵⁰

Käytännössä lohkoketju ei todellisuudessa kuitenkaan poista luotettua kolmatta osapuolta. Lohkoketjuihin perustuvissa palveluissa luotetaan ohjelmakoodiin, sen tuottaneeseen yritykseen ja palvelussa mukana olevaan verkostoon. Täysin hajautettu luottamus vaatii paljon panostusta verkostolta: laskentatehoa, algorithmin, ohjelmakoodien tai teknologioiden arviointia. Luotetulla kolmannella osapuolella osana lohkoketjuverkostoa voidaan tuottaa tehokkuutta verkoston toimintaa ja samalla luoda avoin ja yhteinen tilannekuva kaikille verkoston jäsenille. Esimerkiksi julkisen sektorin organisaatioiden rooli erilaisissa hajautettuja teknologioita hyödyntävissä palveluprosesseissa olisi mielenkiintoista arvioida uudelleen. Hyvänä esimerkkinä digitaalisen identiteetin ja siihen liittyvän tiedon tuottaminen ja varmentaminen.

⁵⁰ <https://we-trade.com/the-platform>

2.4 Lohkoketjujen mahdollisuuksia Suomessa ja maailmalla

Euroopan parlamentin päätöslauselmassa 3.10.2018 todetaan: ”...Euroopan unionilla on erinomainen tilaisuus ottaa maailmanlaajuinen johtoasema DLT-teknologian alalla ja olla uskottava toimija sen kehityksen ja markkinoiden muovaamisessa maailmanlaajuisesti yhteistyössä kansainvälisten kumppaneiden kanssa”⁵¹. Suomella on hyvät mahdollisuudet olla mukana muokkaamassa eurooppalaista toteutustapaa lohkoketjuteknologioiden kehittämiseen aktiivisella, osaamiseen ja kokeiluihin perustuvalla osallistumisella.

Lohkoketjuteknologiat ovat mitä suurimmassa määrin tieto- ja teknologiaintensiivisiä ja niihin liittyy paljon kysymyksiä esimerkiksi eettisistä, vastuu- sekä oikeusnäkökulmista. Edellä mainittuihin seikkoihin liittyvien perusteltujen politiikka-avausten rohkea edistäminen ja avarakatseinen kokeilu luovat pohjan tulevaisuuden menestykselle. Valtioneuvoston tietopoliittinen selonteko sisältää kokonaisuuksia, joissa nousevat teknologiat ja niiden aktiivinen kehittäminen sekä kokeilut tuovat uusia mahdollisuuksia toteuttaa vanhoja toimintoja ja kehittää täysin uusia toimintoja. Näitä voi löytyä esimerkiksi tiedon saatavuuden ja käyttöoikeuksien hallinnasta, kansalaisten osallisuuden lisäämisessä tai luotettavuuden varmistamisessa.

Valtioneuvoston tulevaisuusselonteot 2017 (Valtioneuvoston tulevaisuusselonteon 1. osa Jaettu ymmärrys työn murroksesta) ja 2018 (Valtioneuvoston tulevaisuusselonteon 2. osa Ratkaisuja työn murroksessa) käsittelevät työn murrosta, jossa keskeisenä haasteena esiin nousee erilaisten alustojen kasvava rooli työnvälittämisessä ja yksilön toimeentulo palkansaaja- ja yrittäjäroolien välillä. Lohkoketjuteknologioilla on huomattavat mahdollisuudet luoda tasa-arvoisempia toimintamalleja alustamallien rinnalle hyödyntäen rahakkeisiin perustuvia hajautettuja arvonnluonti- ja siirtopalveluita. Tällaisissa palveluissa rahakkeiden avulla luotu kannustin verkoston toimijoille käytännössä toteuttaa merkittävimmän arvonnluonnin palvelun protokollakerroksessa. Vastaavasti keskitetyissä alustapalveluissa suurin arvonnluonti tapahtuu sovelluskerroksessa, jolloin verkoston käyttäjät ja mahdollistajat jäävät arvonnluonnin ulkopuolelle.⁵²

Globaalit lohkoketjupohjaiset palvelut perustuvat pääsääntöisesti avoimiin lohkoketjuihin ja erilaisiin virtuaalirahakkeisiin, jotka mahdollistavat digitaalisten palveluiden tuottaman arvonnlisäyksen jakamisen nykyisten alustatoimijoiden toimintaa tasapuolisemmin. Avoimuus ja rahakkeiden kautta rakentuvat kannustinmekanismi helpottavat palveluiden käytön leviämistä ja skaalautuvuutta tarjoamalla palveluiden käyttäjille erilaisia rahakkeisiin perustuvia kannustimia osallistua verkoston toimintaan ja kasvattaa verkostoa. Monissa yhteyksissä tästä uudesta kokonaisuudesta käytetään ilmaisua arvonn internet⁵³.

Suomella olisi erinomainen mahdollisuus rakentaa oma menestystarina lohkoketjuihin perustuvassa digitaalisen arvonn internetissä omiin kansallisiin vahvuuksiin perustuen. Suomalaisena innovaationa voisi pohtia esimerkiksi luotettuun toimijaan (valtio, Suomi-alustana) ja sen liikkeelle laskemiin rahakkeisiin perustuvia arvonnluontipalveluja, jotka voisivat helpottaa siirtymiä esimerkiksi toimeentulon näkökulmasta työntekijä- ja yrittäjäroolien välille. Suomi-alustana ei itseasiassa ole kaukana Viron e-kansalaisuudesta, mutta hajautetusti toteutettuna ja rahakkeisiin perustuvina palveluketjuina Suomi-alusta voisi mahdollistaa

⁵¹ <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONGML+TA+P8-TA-2018-0373+0+DOC+PDF+V0//FI>

⁵² Kts. esim. <http://www.usv.com/blog/fat-protocols>

⁵³ Ks. esim. Alasaarela: <https://medium.com/@alasaarela/suomella-ei-ole-varaa-jäädä-sivuun-älyrahasta-ja-arvonn-internetistä-22b786a63c5e> tai <https://medium.com/iov-internet-of-values/key-principles-about-the-internet-of-value-12f08fbdf975> tai <https://www.thenewbarcelonapost.com/en/blockchain-the-internet-of-value/>

myös toimeentulon ja hyvinvoinnin jakamisen aivan uusilla tavoilla sekä avoimesti globaalin virtuaalisen kansallisvaltion tarjoaman hallinnollisen toimintaympäristön.

Virtuaalisen rahakkeen tai valuutan arvon kytkeminen pelkästään viralliseen tai kaupalliseen maksuvaluuttaan voi estää meitä näkemästä niitä mahdollisuuksia, joita vertaisluottamuksen kautta rakentuvalla luottamus- tai maine-arvolla on automatisoidussa kanssakäymisessä. Tiedon alkuperän muuttumattomuus ja sen seurattavuus yhdistettynä tunnistettuihin käyttäjiin luo mahdollisuudet luoda nykyistä luotettavampi digitaalisesti ja sosiaalisesti rakentuva luottamus esimerkiksi paikallisyhteisöjen välille. Tämä yhdistettynä esimerkiksi vapaaehtois- tai vertaistystyöhön luo mahdollisuuksia toteuttaa hyvinvoinnin jakamista ilman virallista rahataloutta. Uudet arvonluonnin ja -siirron mahdollisuudet asettavat myös monet nykyiset periaatteet ja toimintatavat epävarmuuden tilaan. Ihmisten hyvinvoinnin mittaaminen nykyisillä taloustieteen mittaustavoilla ei enää tuota luotettavaa tietoa todellisesta hyvinvoinnista. Suomen bruttokansantuote näyttää laskevan, koska BKT-mittari ei välttämättä mittaa riittävän hyvin digitaalisessa ympäristössä tapahtuvaa arvonluontia, eikä ota huomioon elinympäristön heikentymisen tai ihmisten sosiaalisten suhteiden vaikutusta hyvinvointiin.

Lohkoketjut käytännössä pakottavat miettimään uudelleen verotuksen perimmäisiä periaatteita. Miten mahdollistetaan verotuksella uudet hyvinvoinnin siirrot sekä jakamisen tavat, joissa arvon mittaaminen on euroissa vaikeaa, mahdotonta tai epämieliekästä? Suomella olisi erinomaiset edellytykset toimia tässä globaalina suunnan näyttäjänä esimerkiksi muuttamalla perinteinen talkoo-toimintamalli toimivaksi digitaalseksi hyvinvoinnin arvonluonti- ja siirtomekanismiksi, jossa eri ihmisten osaaminen olisi vuorovastaisesti käytettävissä riippumatta siitä, tuntevatko kaikki talkoolaiset toisensa. Yksi kokeilu tällaisesta oli osuuskunta Arvotakomo⁵⁴, jonka toiminta kuitenkin päättyi rahakkeiden verotukselliseen kohteluun.

Hajautettuihin digitaalisiin rahakkeisiin perustuvat palveluprosessit aiheuttavat jo nyt vaikeuksia verotuksen toteuttamiselle. Viralliseen rahatalouteen perustavalla verotusjärjestelmällä on vaikeuksia ymmärtää ja seurata rahakkeiden mahdollistamia arvonsiirron uusia mekanismeja. Rahakkeet mahdollistavat hyvinvoinnin arvonluonnin ja vaihdannan ilman virallista valuuttaa, mutta pitääkö sitä verottaa? Onko edes järkevää verottaa sosiaalisen hyvinvoinnin luomaa arvonlisää?

Toisaalta älysopimukset voivat myös helpottaa verotusta automatisoimalla verojen tilittämistä osana tapahtumia ja siirtää esimerkiksi veronkannon vastuuta viranomaisten ulkopuolelle. Esimerkiksi tullimaksujen ja arvonlisäverojen maksaminen olisi mahdollista automatisoida hyvin pitkälle älysopimuksilla sisällyttämällä nämä osaksi tapahtumaketjua. Verojen keräämisen automatisointi vähentäisi myös petosten mahdollisuuksia. Vastaavasti asuntokaupan yhteydessä hoidettavat varainsiirto- ja muiden vastaavien veromaksujen automatisointi voidaan sisällyttää älysopimuksilla suoraan osaksi prosessia. Verohallinto onkin jo pilotoinut ALV-maksujen seurannan automatisointia lohkoketjuihin perustuen.

Samaan aikaan on kuitenkin huomioitava, että kuka tahansa voi luoda oman virtuaalivaluutan (rahakkeen) ja sitoa sen arvon älysopimuksella hallussaan olevaan omaisuuteen. Olisikin mielenkiintoista nähdä, miten nykyisen lainsäädäntö suhtautuisi henkilön itse lanseeraamaan ja omaan reaaliomaisuuteen sidottuun virtuaalivaluuttaan ja näiden jakamiseen liittyvään testamentti-nimiseen älysopimukseen, jolla valuutan rahakkeet olisi jaettava sopimuksessa nimetyille henkilöille sopimuksen

⁵⁴ <https://arvotakomo.fi/>

toimeenpanoehtojen täyttyessä. Tulisiko kyseeseen virtuaalivaluuttaverotus, perintöverotus, varainsiirtoverotus vai jotain muuta vai kaikki?

Verotusjärjestelmän kohdatessa systeemisen haastajan olennaiseksi nousee kysymys, miten mielekkäänä kansalaiset pitävät verojen maksua? Julkisen sektorin rahoituksen käytön toteuttaminen entistä läpinäkyvämmäksi ja seurattavammaksi voisi osaltaan lisätä halua verojen maksuun. Esimerkiksi osallistuvan ja ilmiöpohjaisen budjetoinnin kokeilujen yhteydessä lohkoketjuteknologiat voisivat tuoda uudenlaisia seurattavuuden ja läpinäkyvyyden mahdollisuuksia verovarojen käyttöön. Olisiko esimerkiksi mahdollista tarjota kansalaiselle mahdollisuus ohjata osa maksamistaan veroista haluamaansa kohteeseen sekä seuranta, jolla kohdentumisen voi todentaa? Tällä voisi olla veronmaksumoraalia entisestään korottava vaikutus. Osallistavaa budjetointia hyödynnetään maailmalla jo varsinkin kuntatasolla: osa budjetista on jätetty kaupunginosan asukkaiden ohjattavaksi esimerkiksi Helsingissä⁵⁵. Lohkoketju voi helpottaa ja lisätä tällaista toimintaa varsinkin paikallisdemokratiassa.

Lohkoketjuteknologioiden on esitetty omaavan mahdollisuuksia myös tulonsiirtojen ja verotuksen summaamisessa reaaliaikaisesti hyödyntäen valtion sisäistä virtuaalivaluutta esimerkiksi verotilin muodossa. Aihetta selvitettiin valtioneuvoston VNTEAS-tutkimushankkeessa: ”Lohkoketjuteknologian ja ohjelmoitavan rahan hyödyntämismahdollisuudet palkkatulojen verotuksessa”. Tutkimuksessa arvioidaan, että avoimien lohkoketjujen hyödyntämismahdollisuudet palkkatulojen verotuksen toteuttamisessa ovat heikot. Hajautettujen tilikirjojen hyödyntämismahdollisuudet ovat jonkin verran paremmat, mutta niilläkään ei saavuteta merkittävää hyötyä nykyisiin ratkaisuihin verrattuna.⁵⁶

Australiassa on tutkittu viranomaisten, erään pankin ja vammaisjärjestöjen yhteistyönä tuettujen henkilökohtaisten palveluiden maksatusta rahakkeisiin, älysopimuksiin ja lohkoketjuihin perustuen⁵⁷. Vastaavanlaisia kokeiluja tullaan toivottavasti tekemään myös Suomessa. Tällöin eri tulonsiirtotransaktiot ja tapahtumat kulkisivat julkisen hallinnon tuottaman tai hankkiman palvelun sisäisenä virtuaalivaluuttana ja muuttuisivat vasta palvelutuottajalle maksettaessa viralliseksi valuutaksi. Viranomaisten ja kansalaisen yhteinen näkymä maksettaviin etuisuuksiin lisäisi tulonsiirtojen ennakoitavuutta kansalaisen näkökulmasta ja myös valtion sekä kuntien näkökulmasta petosmahdollisuudet vähentyisivät ja maksuvalmiuden hallinta paranisi. Samoin virtuaalisen keskuspankkirahan hyödyntäminen valtion tai julkisen sektorin sisäisessä toiminnassa liikepankkirahan sijaan tuottaisi merkittäviä toimintaa virtaviivaistavia ja tehokkuutta lisääviä vaikutuksia poistamalla turhia tilisiirtoja ja niiden aiheuttamia viiveitä.

Lohkoketjuteknologioiden mahdollisuuksien liittymäpinnat koskettavat itse asiassa kaikkea digitaalista tietoa. Älysopimusten mahdollistama automatisointi mahdollistaa erityisesti tiedon käyttöön liittyvien käyttöoikeuksien tai –korvauksien perimisen ja hallinnan. Keskeinen vaatimus tälle on kuitenkin ihmisten ja myös laitteiden sähköinen identiteetti. Suomessa ihmisten kohdalla sähköisen identiteetti toteutuu tällä

⁵⁵ <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kaupunki-ja-hallinto/osallistu-ja-vaikuta/vaikuttamiskanavat/osallisuus-ja-vuorovaikutusmalli/osallistuva-budjetointi/>

⁵⁶ Mattila (toim.), Seppälä, Hukkinen, Laikari, Markkanen, Koulumäki, Jia: Lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuudet palkkatulojen verotuksessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:30. 2019.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161543/30_Lohkoketjuteknologian%20hyodyntamismahdollisuudet%20palkkatulojen%20verotuksessa_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁵⁷ https://www.commbank.com.au/content/dam/commbank-assets/business/industries/2018-11/making_money_smart_report.pdf

hetkellä väestötietojärjestelmän ja suurelta osin pankkisektorin tuottamien verkkopankkitunnusten kautta. Älysopimusten myötä sähköisen tunnisteiden tai identiteetin tarve laajenee koskemaan käytännössä kaikkia toimijoita, jotka tekevät toimenpiteitä: algoritmit, organisaatiot, laitteet...

Lohkoketjuteknologiat tarjoavat uusia mahdollisuuksia digitaalisen identiteetin hallintaan sekä yksilölle tapoja hallita omaan digitaaliseen identiteettiinsä liittyviä tietoja ja käyttöoikeuksia. Suomi, muut pohjoismaat ja Viro ovat globaalisti erinomaisessa asemassa digitaalisen identiteetin sekä sähköisen tunnistamisen mahdollistavan lainsäädännön ansiosta edistämään myös lohkoketjuja hyödyntävää digitaalisen identiteetin toteutusta. Digitaalisen identiteetin merkitystä korostaa esimerkiksi YK:n käynnistämä ID2020⁵⁸-hanke, jossa etsitään (lohkoketju)teknologian mahdollisuuksia luoda globaali sähköinen identiteetti edistämään perusoikeuksien toteutumista ihmisillä, joilla ei ole mitään virallista identiteettiä. Lisäksi kansainvälinen Punainen Risti on neljän muun järjestön kanssa käynnistänyt yhteistyöhankkeen henkilön itsehallitsemien digitaalisen identiteetin toteuttamiseksi⁵⁹.

Lohkoketjuteknologioilla on arvioitu olevan runsaasti mahdollisuuksia myös julkisen hallinnon toimintojen tehostamisessa, läpinäkyvyyden parantamisessa sekä tiedon laadun varmistamisessa. Samalla lohkoketjuteknologiat edellyttävät julkisen hallinnon toimijoilta hieman uudenlaista roolia, jossa instituution rooli luottamuksen rakentajana vähenee ja rooli eri toimijoiden muodostamien luottamusverkostojen sääntelijänä kasvaa. Lohkoketjuteknologiat ja niiden mahdollisuudet tuleekin huomioida myös julkishallinnon ICT-toimintaa ja tiedonhallintaa koskevia linjauksia ja päätöksiä tehtäessä ja toteutettaessa.

Suomen julkishallinnon ja monilta osin myös yksityisen sektorin toiminta perustuu (keskus)rekisteriviranomaisten ylläpitämiin perusrekistereihin. Tällaisia viranomaisia ovat esimerkiksi Väestörekisterikeskus, Patentti- ja rekisterihallitus tai Maanmittauslaitos. Suomessa näiden organisaatioiden tuottamien rekistereiden etuina voidaan pitää tiedon luotettavuutta, rekisteriviranomaisorganisaatioiden lain nojalla vahvistettuun asemaan ja kansalaiselle asetettuun velvollisuuteen antaa viranomaiselle oikeaa ja virheetöntä tietoa. Nykyinen järjestelmä toimii kohtalaisen hyvin, mutta olisi mielenkiintoista arvioida esimerkiksi lohkoketjuteknologian mahdollisuuksia toteuttaa keskusrekistereissä olevan tiedon hajautettua hallintaa lähemmäs palveluiden käyttäjiä. Esimerkiksi käyttäjän mahdollisuus antaa lupa omien tietojen hyödyntämiseen erilaisiin käyttötarkoituksiin ja näistä saatavat tuotot, jotka maksettaisiin rahakkeina, olisi mielenkiintoinen avaus.

Olisi mielenkiintoista arvioida lohkoketjuteknologioiden mahdollisuudet esimerkiksi lisätä keskitettyihin rekistereihin muutosseurantaa ja sen avaamista tiedon kohteelle tai toteuttaa poikkeusoloissa vaihtoehtoiset vaihdannanvälineet. Mielenkiintoinen pohdinta olisi myös yhteiskunnan varautuminen esimerkiksi maksujärjestelmän kansainvälisiin häiriöihin luomalla vaihtoehtoinen lohkoketjuteknologioihin, kansalliseen virtuaalivaluuttaan ja virtuaalilompakkoon perustuva vaihdantajärjestelmä. Digitaalinen keskuspankkiraha on myös yksi keskusteluun noussut ehdotus⁶⁰.

Lohkoketjuteknologiat voivat tarjota uusia mahdollisuuksia automatisoida esimerkiksi viranomaisten toimintaa poistamalla sellaisia lupia, joissa ei tarvita viranomaisen tekemää harkintaa. Lupapalveluiden automatisointi edellyttää esimerkiksi yhtenäisiä määrittelyitä eri viranomaisissa käsiteltävälle tiedolle,

⁵⁸ <https://id2020.org/>

⁵⁹ <https://www.ledgerinsights.com/evernym-red-cross-digital-identity-blockchain/>

⁶⁰ <https://www.edilex.fi/artikkelit/20029.pdf>

rajapintakuvauksille ja myös tiedonsaantioikeuksille. Jos palveluprosessi rakentuisi lohkoketjun varaan, jokainen prosessiin liittyvä viranomais ja muut osalliset näkisivät jatkuvasti ajantasaisen ja yhteisen näkymän prosessin tilaan ja siihen liittyviin tietoihin. Tämä voisi merkittävästi helpottaa ja tuoda läpinäkyvämmäksi digitaalisten palveluprosessien toteutumista. Ongelmana on, että nykyinen lainsäädäntö rakentuu suurelta osin sektori- tai organisaatiokohtaiseen tiedonkäsittelyoikeuteen, joka voi tietyissä tapauksissa estää lohkoketjuteknologiaan perustuvat organisaatorajat ylittävät palvelutoteutukset.

Tulevaisuusvaliokunnan julkaisun Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037 (TuVJ 1/2018)⁶¹ mukaan vertaisverkkopohjaiset luottamusratkaisut ja lohkoketjuteknologia ovat nopeimmin kehittyvät teknologiat. Tämä johtuu siitä, että niiden käyttömahdollisuudet koskettavat hyvin monta arvonluontiverkosta, jolloin teknologian kehitysnopeus kasvaa. Alla olevaan taulukkoon (taulukko 2) on kerätty raportista ne arvonluontiverkostot, joissa lohkoketjuteknologiat ovat erikseen mainittuina teknologiakoreina ja kyseisen soveltamiskohteen vaikuttavuusindeksi niissä arvonluontiverkostoissa, joissa vaikuttavuus on todettu.

Arvonluontiverkosto	Lohkoketjuteknologioiden soveltaminen	Vaikuttavuusindeksi
Tavaraliikenne	Kuormakirjojen ja logistiikan huollinnan hajauttaminen mahdollistuu.	-
Työn korvaus koneilla	Lohkoketjupohjaiset transaktiot on helpompi automatisoida kuin viranomaisasiointi.	-
Ravinto	Elintarvikkeiden ketju raaka-aineista kuluttajatuotteisiin voidaan yksittäisen tuotteen kotiin toimituksen tasolle asti kirjata lohkoketjuun.	-
Tavaroiden valmistus	Yksilöllisten tavaroiden valmistustavat, materiaalit, kaupat, huoltohistoria ja muu elinkaari voidaan kirjata hajautetusti lohkoketjuun ja valvoa yhä helpompia tuoteväärennöksiä.	30
Rakennettu ympäristö	Kiinteistöihin ja kunnossapitoon liittyvät transaktiot voidaan kirjata lohkoketjuun.	-
Vaihdanta	Kaikki oikeudet, sopimukset ja transaktiot voidaan kirjata lohkoketjuun. Erillisiä rekisterinpitäjiä ei tarvita, mikäli lohkoketjua ei kyetä murtamaan.	60
Havainnot ja tietäminen	Lohkoketjut ovat luotettavampia globaalisti kuin paikalliset rekisteriviranomaiset.	-
Turvallisuus	Lohkoketju on verrattain turvallinen nyt, mutta kvanttilaskennan edetessä, nykyiset lohkoketjut	30

⁶¹ Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. Sivu 19.

	voidaan murtaa ja hajautettua järjestelmää on vaikea korjata.	
Etävaikuttaminen	Mikäli sopimuksen tai transaktion varmentamiseen ei käytetä paikallisen lain mukaista rekisteriviranomaista tai panttaajaa vaan lohkoketjua, helpottuu etävaikuttaminen.	30
Valtarakenteet	Luottamusrakenteet siirtyvät kansallisten toimijoiden ulkopuolelle ja omistajattomiin rakenteisiin. Valtiollisen vallankäyttäjän ote saattaa olla löysä ristiriitatilanteissa.	30
Materiaalit	Materiaalit voidaan kirjata materiaalierittäin lohkoketjuun kierrätystä varten tavalla, joka siirtyy tuotteisiin ja säilyy romutukseen saakka.	-
Energia	Vertaisverkon sähkökauppa voidaan kirjata lohkoketjuun.	-
Yhteistyökyky	Lohkoketju helpottaa yhteistyötä ja kasvattaa luottamusta.	-
Osaaminen ja sen näyttö	Lohkoketjuun voidaan kirjata opinnäytteet kiistattomalla tavalla.	-

Taulukko 2. Lohkoketjuteknologioiden vaikuttavuusindeksi on usean nykyisen arvonluontiverkoston kohdalla alhainen (alle 30) tai toistaiseksi vielä olematon (-) lukuun ottamatta vaihdannan arvonluontiverkostoa, mutta yleiskäyttöisyydessään lohkoketjuteknologiat omaavat potentiaalin vaikuttaa laajasti eri toimintoihin. Lohkoketjuteknologiat eivät näyttäyty raportissa vielä merkittävimpänä kärkeknologiana, mutta se on yksittäisenä teknologiana nopeimmin kehittyvä useissa eri arvonluontiverkostoissa. Nämä signaalit viittaavat siihen, että lohkoketjuteknologia on todennäköisesti kehittymässä kärkeknologiaksi ja tulee vaikuttamaan laajasti erilaisiin toimintoihin.

Logistiikan ala on hyvä esimerkki rahoitussektorin lisäksi, jossa nähdään paljon lohkoketjuteknologian hyödyntämismahdollisuuksia. Kansainvälinen Marsk-varustamo arvioi, että se voi säästää jopa 40% laivakuljetusten kestosta hyödyntämällä lohkoketjuteknologian mahdollistamaa konttitiedon seurattavuutta ja avoimuutta logistiikkaprosessissa⁶². Euroopan parlamentin päätöslauselmassa⁶³ nähdään, että lohkoketjuteknologioilla on merkittäviä mahdollisuuksia ainakin seuraavilla toimintasektoreilla:

- energiatehokkaat ja ympäristöystävälliset sovellukset
- liikenne
- terveydenhuoltoala
- toimitusketjut

⁶² <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/lohkoketjuhanke-lyhensi-laivakuljetuksia-jopa-40-prosenttia-ibm-ja-jattivarustamo-hyodyntavat-kryptovaluutoista-tuttua-teknologiaa/aba1dace-1bf2-3a93-b82e-9fab6a967454>

⁶³ <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONGML+TA+P8-TA-2018-0373+0+DOC+PDF+V0//FI>

- koulutus
- luovat alat ja tekijänoikeudet
- rahoitusala
- yksilön suvereniteetti, identiteetti ja luottamus.

Potentiaalisten käyttömahdollisuuksien esimerkkilistauksista voidaan päätellä, että lohkoketjuteknologiat ovat niin yleisiä, että ne voivat vaikuttaa lähes kaikkeen vuorovaikutussuhteisiin perustuviin toimintoihin. Lohkoketjuteknologiat voivat muuttaa merkittävästi nykyisiä toimintamalleja ja ravisuttaa nykyisiä toimintakulttuureja, hallitsevia instituutioita ja valtarakenteita. Siksi usein kuultu viittaus, että lohkoketjuteknologia on internetin jälkeen suurin teknologinen innovaatio, ei välttämättä ole kovin kaukaa haettu. Samalla on syytä pohtia, ovatko erityisesti avoimien lohkoketjujen perimmäistä ideaa. Ne on helppo nähdä seurauksena yksilöiden kokemaan turhautumiseen nykyistä talous- ja demokratiajärjestelmää kohtaan.

Maailman talousfoorumi arvioi vuoden 2015 teknologian seurantaraportissaan, että virtuaalivaluuttojen osuus koko maailman bruttokansantuotteesta olisi noin 20 miljardia dollaria, vastaten noin 0,025% koko maailman bruttokansantuotteesta. Raportissa arvioitiin myös, että vuoteen 2027 mennessä 10% maailman bruttokansantuotteesta olisi tallennettu lohkoketjuihin.⁶⁴ Toistaiseksi on kuitenkin vielä vähän todellisia merkittävän sosiaalinen vaikutuksen toteuttaneita lohkoketjupalveluita, mutta läpimurron arvioidaan olevan lähellä monilla eri toimintasektoreilla⁶⁵.

Virtuaalirahakkeiden mahdollisuudet luoda uusia arvonsiirron ja -määrityksen toimintamalleja ovat merkittävästi nykyistä toimintaa haastavia ja todennäköisesti eniten toimintaa muuttavia. Rahakkeet voivat mahdollistaa nykyisten pankkien ja muiden rahalaitosten hallitsemien arvonsiirtomekanismien toteuttamisen aivan uusien toimijoiden kautta ja säännellyn rahalaitostoiminnan ulkopuolella.

Lohkoketjujen erilaisia käyttömahdollisuuksista on kuvattu esimerkiksi Lohkoketjukirjassa – tiekartta päättäjille⁶⁶ ja hallinnon lohkoketjuverkoston dokumentissa ”Hajautetun luottamuksen teknologiat ihmiskeskeisen yhteiskunnan mahdollistajana”⁶⁷.

2.5 Lohkoketjuihin liitettyjä ongelmia

Lohkoketjuteknologioiden, erityisesti avoimien lohkoketjujen, hyödyntämisestä on paljon myyttejä ja esiin nostettuja ongelmia. Teknologian kehittyessä ja kypsyessä itse teknologiaan liittyvät ongelmat todennäköisesti vähenevät, mutta käytön laajentuessa teknologian käytön mahdollistamat ongelmat voivat lisääntyä. Suurimmalta osin ongelmat ja haasteet liittyvät kuitenkin palvelun liiketoimintamallin ja valitun teknologian sekä väärin suunnitteluperiaatteiden yhdistelmään.

Yksi erityisesti Bitcoinin toimintamallista esiin noussut ja yleisesti lohkoketjuihin liitetty yleinen myytti on, että lohkoketjuun tallennetun tiedon poistaminen tai muuttaminen on käytännössä mahdotonta tai ainakin

⁶⁴ http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf

⁶⁵ https://www.gsb.stanford.edu/sites/gsb/files/publication-pdf/study-blockchain-impact-moving-beyond-hype_0.pdf

⁶⁶ Johansson, Eerola, Innanen, Viitala: Lohkoketjukirja – tiekartta päättäjille. 2019.

⁶⁷ Hajautetun luottamuksen teknologiat ihmiskeskeisen yhteiskunnan mahdollistajana. Hallinnon lohkoketjuverkoston dokumentti. https://docs.google.com/document/d/1aXQap0TBPauuyOIXK4CpDQXcHLkn_7wzLh8ZXY3suNg

hyvin vaikeaa. Käytännössä on kuitenkin paljon lohkoketjuteknologioita, joissa oikealla suunnittelulla ja säännöstöllä lohkoketjuun tallennetun tiedon hallinta on mahdollista ja verkostoon tallennetut väärät tiedot voidaan korjata tai poistaa. Käytännössä toiminta on hyvin samankaltaista kuin esimerkiksi erilaisten palveluiden tapahtumalokit, joissa tallennetaan kaikki tiedon muutostapahtumat, mutta näytetään vain ajantasaisin tieto. Periaatteessa tiedon muuttamattomuus on etu, mutta vain silloin, jos lohkoketjuun tallentuva tieto on varmasti oikeaa ja sitä ei ole tarpeen muuttaa. Muuten toteutuu sanonta: ”roskaa sisään, roskaa ikuisesti (trash in, trash forever)”.

Virtuaalisten rahakkeiden luotettavuuteen liittyvät seikat koskevat pääasiassa ns. rahakkeen kaksinkertaisen käytön mahdollisuutta. Suurimpaan laskentatehoon perustuva konsensusmenetelmä mahdollistaa riittävällä laskentateholla ketjuun tallennettujen tietojen muuttamisen ilman koko verkoston hyväksyntää, ns. oikeudetta. Tällöin yhden solmun hallussa pitää olla yli 51% koko ketjun laskentatehosta⁶⁸. Esimerkki tällaisesta hyökkäyksestä saatiin tammikuussa 2019, kun rikollisten arvioitiin palauttaneen omaan hallintaansa aiemmin käyttämiään Ethereum Classic –virtuaalivaluuttarahakkeita noin 460 000 dollarin arvosta⁶⁹. Käytännössä rikolliset uudelleen kirjoittivat osan lohkoketjun tiedoista eli heillä oli hetkellisesti käytössään yli 51% koko lohkoketjun laskentatehosta. Tämä on hyvä esimerkki avoimen lohkoketjun ja pelkkään laskentatehoon perustavan konsensuksen haavoittuvuudesta, jos verkoston kokonaislaskentakapasiteetti on alhainen tai se alenee yllättäen. Tällöin mahdollisuus hallitsevan laskentaosuuden saamisen todennäköisyys kasvaa ja voi mahdollistaa edellä kuvattuja tapahtumia.

Lohkoketjussa olevat älysopimukset tai käytetty lohkoketjuteknologiat voivat itsessään kuitenkin sisältää virheitä, jolloin joudutaan arvioimaan kaiken kyseiseen lohkoketjuun tallennetun tiedon oikeellisuutta. Esimerkiksi avoimessa Ethereum-lohkoketjuteknologiaa hyödyntävässä DAO⁷⁰-ekosysteemissä ollut ohjelmointivirhe johti väärinkäytöksiin ja lopulta koko Ethereum-lohkoketjun haarautumiseen (Ethereum ja Ethereum Classic) syksyllä 2016⁷¹. Toiseen ketjuun jäi virheelliset tiedot noudattaen lohkoketjun ideologiaa, että lohkoketjuun tallennettuja tietoja ei voi poistaa tai muuttaa. Toiseen ketjuun tietojen tallentaminen aloitettiin puhtaalta pöydältä ohjelmointivirheen korjauksen ja varastettujen virtuaalivaluuttojen palauttamisen jälkeen. Tämä on hyvä esimerkki vielä kypsymisvaiheessa olevan teknologian haavoittuvuuksista.

Käytännössä lohkoketjut ovat juuri niin turvallisia kuin millaisiksi ne on suunniteltu, eli lohkoketjuteknologia ei itsessään luo turvallisuutta tai takaa siihen tallennetun tiedon oikeellisuutta. Tiedonhallinta lohkoketjussa on siis suunniteltava siten, että se on sopiva kyseisen palvelun käyttötarkoitukseen ja esimerkiksi lohkoketjuun tallennettavan tiedon oikeellisuuden varmistaminen on huomioitu. Käytännössä luotetut toimijat, joilla on vastuu tiedon oikeellisuudesta, voivat lisätä tai laskea luottamusta myös avoimiin lohkoketjuihin tallennettujen tietojen oikeellisuuteen. Tällöin luotetun toimijan rooli keskittyy tiedon alkulähteen ja tiedon oikeellisuuden varmistamiseen, ei varsinaisesti lohkoketjuun tallennetun tiedon validointiin (tiedon muuttumattomuuden varmistamiseen). Samoin on huomioitava lohkoketjuun

⁶⁸ <https://medium.com/coinmonks/what-is-a-51-attack-or-double-spend-attack-aa108db63474>

⁶⁹ <https://cryptobriefing.com/ethereum-classic-reorg-coinbase-etc/>

⁷⁰ DAO = hajautettu autonominen organisaatio (Decentralized Autonomous Organization)

⁷¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Ethereum_Classic, <https://medium.com/swlh/the-story-of-the-dao-its-history-and-consequences-71e6a8a551ee>, <https://en.wikipedia.org/wiki/Ethereum>

tallennettavan tiedon yksityisyyden vaatima käyttöoikeuksien hallinta, sillä lohkoketjuteknologia ei itsessään takaa tai toteuta yksityisyyden suojaa tai toisaalta tiedon avoimuutta.

Lohkoketjujen, erityisesti Bitcoinin, ongelmaksi on monessa yhteydessä nostettu energiankulutus⁷². Se johtuu Bitcoin-verkoston käyttämästä konsensusmekanismista, jossa kaikki verkoston solmut laskevat samoja suoritteita ja suurin osa turhaan, sillä vain yksi voi saada lohkon hyväksytyksi ja kuitata siitä saatavan validointipalkkion. Bitcoin-verkoston on arvioitu kuluttavan sähköä yhtä paljon kuin koko Itävalta (tilanne lokakuussa 2018)⁷³. Energian kulutuksen pienentämiseen etsitään jatkuvasti uusia tapoja, joilla konsensus voitaisiin toteuttaa tehokkaammin ja silti säilyttää lohkoketjujen riippumattomuutta keskitetyistä toimijoista. Joissakin palveluissa tai verkostoissa kumulatiivisesti kasvava tallennuskapasiteetin tarve on haaste. Sen osalta eri tasoisten verkostosolmujen hyödyntäminen mahdollistaa tehokkaamman tallennuskapasiteetin hallinnan. Käytännössä energian kulutus vaikuttaa suoraan siihen, kuinka kallista on ylläpitää lohkoketjuverkostoa. Mitä enemmän lohkoketju käyttää laskentatehoa tiedon hajauttamiseen sekä tiedon muuttumattomuuden toteuttamiseen ja seurantaan konsensusmekanismin kautta, sitä enemmän verkosto vaatii jäseniltään tietoteknisiä resursseja ja jäsenet haluavat sitä enemmän vastineena rahakkeita.

3 Teknologia luottamuksen perustana

Perinteisen verkostotutkimuksen yksi keskeinen elementti on luottamus ja sen rakentuminen yksilöiden kokemuksista verkoston ja yhteisön jäsenenä. Luottamus on käsitteenä moniulotteinen. Luottamusta voidaan arvioida tunteena tai kokemuksena, jossa ihminen luo kognitiivis-emotionaalisten prosessien avulla tiedostaen tai tiedostamattaan itselleen käsityksen jonkin luotettavuudesta. Onko tuo toinen se mitä hän väittää olevansa? Onko hän luotettava? Onko joku yritys luotettava? Miten arvioin kohteen luotettavuuden? Miten oikeudenmukaiselta yhteisö minusta tuntuu tai voinko osaltani vaikuttaa yhteisön toimintaan? Jaanko verkoston arvot? Minkälaisilla menetelmillä verkostoissa ja sosiaalisissa rakenteissa luottamusta ylläpidetään? Näitä kysymyksiä nousee usein esille myös lohkoketjuista puhuttaessa.

Ihmisten muodostaman digitaalisen yhteisön sisälle syntyvät erilaiset luottamusrakenteet ja niiden ylläpidon keinot noudattavat varsin pitkälle yleisesti yhteiskunnan tai yhteisön sisäisiä luottamusrakenteita. Mutta oman lisänsä digitaalisten yhteisöjen luottamukseen tuo mukana toimiva välittäjä, teknologia. Tietyn toimialan kokemaa yleinen luottamus rakentuu kaikista alan toimijoista. Jos kansalaisten luottamus tietyn viranomaisen tai tietyn sektorin organisaation toimintaan vähenee esimerkiksi laittoman tai moraalittoman toiminnan seurauksena, luottamuskatoa kohtaavat todennäköisesti kaikki muutkin vastaavat organisaatiot. Samoin luottamuksessa teknologiaan arvioimme yleisesti teknologian tuottanutta ja sitä hyödyntävää yritystä suhteessa koko teknologian toimijakenttään ja mahdollisesti myös muihin teknologian käyttäjiin. Kun luottamusta tarvitsevat toimijat ovat koneita, luottamus pitää mekanisoida kyllä/ei-rakenteiksi. Tähän haasteeseen lohkoketjuteknologia tuo uusia toteutusmahdollisuuksia.

⁷² <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/kryptovaluuttojen-louhiminen-on-kultaakin-kalliimpaa-hiilidioksidipaastot-olleet-3-15-miljoonaa-tonnia-2-vuodessa-6748246>. Viitattu 8.11.2018.

⁷³ <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>. Viitattu 6.11.2018.

Lohkoketjuista on käytetty jossakin yhteyksissä termiä ”luottamuskone” (trust machine)⁷⁴. Hallinnon lohkoketjuverkoston selvityksessä todetaan isona kysymyksenä luottamuksen puute, jonka tiedon vapaa liikkuvuus ja tiedon määrän suuri kasvuvauhti ovat tuoneet esille. Selvityksen mukaan: ”Luottamusta vahvistamaan on käytetty perinteisesti valtion virastoja, pankkeja, sekä muita luottamusta herättäviä kolmansia osapuolia. Lohkoketjuteknologiaan perustuvien ratkaisujen ominaisuudet luovat teknisesti täysin uudenlaisia mahdollisuuksia ratkaista luottamukseen liittyviä haasteita.”⁷⁵ Samalla teknologian kehittyminen tuo mukanaan myös yhteiskunnallista muutosta. Lohkoketjuteknologiat, syväoppiva tekoäly, globaali alustatalous, massadata, tiedonlouhinta ja muut tietointensiiviset nousevat teknologiat haastavat olemassa olevia valtarakenteita ja asettavat kansallisvaltioyhteiskuntien perusrakenteisiin, kuten instituutioihin perustuviin luottamusrakenteisiin, alati voimistuvaa muospainetta.

Sosiaalisissa verkostoissa muodostuvia luottamussuhteita voidaan rakentaa ja hallita yhteisten tavoitteiden, arvojen, päämäärien ja ideologioiden sekä sanktioiden ja rangaistusten kautta. Teknologia mahdollistaa uusia välineitä luottamussuhteiden hallintaan ja rakentamiseen. Globaalit teknologiapohjaiset sosiaaliset verkostot mahdollistavat saman arvomaailman jakavien ihmisten virtuaaliset verkostot aivan uudella tavalla. Samaan aikaan kuitenkin korostuu entistä enemmän epäily siitä, mikä tieto on oikeaa tai onko verkostossa oleva ihminen oikeasti se, joka väittää olevansa. Valeuutiset, troliarmeijat tai eri palveluiden käyttäjätietojen hyödyntäminen toimintaan, johon ei ole saatu käyttäjän lupaa, nakertavat organisaatiokeskeisten luottamusjärjestelmien ja niihin perustuvien palveluiden yleistä luotettavuutta. Tiedon tuottamisen ja tallentamisen tavoilla sekä näitä toteuttavalla taholla on merkitystä siihen, kuinka luotettavana tietoa pidetään. Viranomaisen tuottamassa tiedossa luotettavuus syntyy viranomaisen statuksesta, joka taas rakentuu lainsäädännöstä johtuvasta organisaation vastuusta tiedon oikeellisuudesta sekä yhteiskunnan yleisestä vakaudesta tai historiasta.

Lohkoketjuteknologioilla on mahdollista rakentaa mekanismeja hallita ja luoda luottamusta esimerkiksi eri osapuolten välisen transaktion ja siihen liittyvien tietojen sekä arvonsiirtojen toteuttamiseksi.

Tämän hetkiset digitaaliset sosiaaliset verkostot ja esimerkiksi voimakkaasti kehittyvä alustatalous rakentuvat pääsääntöisesti sellaisten globaalien alustatoimijoiden varaan, jotka kykenevät tarjoamaan valmiin ja suuren käyttäjämässän sekä hyvin valmiin teknologisen kokonaisuuden palveluiden kehittämiseen.

Globalisaatio, nopeasti kehittyvä teknologia ja helppokäyttöiset sekä edulliset digitaaliset palvelut ovat luoneet otollisen maaperän näiden globaalien alustojen kasvamiseksi nykyisiin mittasuhteisiin. Googlen, Uberin, Airbnb:n, Facebookin, Applen ja Alibaban tarjoamat liiketoiminta-alustat ovat onnistuneet hyödyntämään kansallisvaltioiden rajat poistavan teknologian (internet) sekä perinteisen, vapaaseen kilpailuun perustuvan länsimaisen yhteiskuntajärjestyksen luottamuksen ylikansallisiin korporatioihin ennen näkemättömällä tavalla.

Samaan aikaan kun monissa maissa on koettu luottamusvajetta tehottomasti toimivia kansallisvaltioiden raskaita hierarkioita tai vaikeuksia esimerkiksi erilaisten palveluiden saamisen kriteerien täyttämiseksi, alustapalvelut ovat voineet tarjota vaihtoehtoja saada kansalaisten tarvitsemia palveluita ilman hallinnollista byrokratiaa ja lähes ilman ehtoja. Esimerkiksi Googlen ja Facebookin ilmaispalveluilta tuntuvat alustat tarjoavat kaikille mahdollisuuden saada käyttöoikeus palveluun luovuttamalla omat

⁷⁴ <https://www.economist.com/briefing/2015/10/31/the-great-chain-of-being-sure-about-things>

⁷⁵ Hajautetun luottamuksen teknologiat ihmiskeskeisen yhteiskunnan mahdollistajana.

https://docs.google.com/document/d/1aXQap0TBPauuyOIXK4CpDQXcHLkn_7wzLh8ZXY3suNg/edit#

tietonsa palvelun käyttöön, mutta tietämättä mihin tietoja lopulta käytetään. Olemme luottaneet siihen, että asiakastietoa käytetään oikein. Palvelualustoissa luottamus on perustunut yleiseen käsitykseen kyseisen alustan toimintaperiaatteista ja osin globaalien toimijoiden hallitsevaan asemaan. Tämä on osaltaan myös johtanut näiden palveluiden vaikeaan hallitsemiseen lainsäädäntökeinoin kansallisvaltioiden osalta, erityisesti kun esimerkiksi Euroopan Unioni, Yhdysvallat ja Kiina toteuttavat sääntelyä jonkin verran erilaisista lähtökohdista. Mielenkiintoista onkin nähdä, muuttuuko alustajättien asema vuoden 2018 aikana ilmi tulleiden luottamuskohtien, esimerkiksi Facebookin käyttäjätietojen hyödyntämiskohtien, seurauksena⁷⁶.

Erilaisissa työnvälitys- tai muissa alustoissa alustatoimija voi luoda helposti itselleen globaalin ja erittäin kannattavan liiketoiminnan. Yrityksille alustatalous voi tarjota mahdollisuuden toteuttaa varsin helposti globaalisti tarjolla oleva digitaalinen palvelu, mutta samaan aikaan alustatalouden osalta nostetaan entistä enemmän esille myös sen käyttäjille aiheuttamia negatiivisia seikkoja: tuloerojen kasvu, sosiaaliturvaan liittyvät ongelmat, vaikutukset sosiaaliseen elämään jne. Monesti nouseekin esille, mikä olisi oikea tulonjako alustan tarjoajan ja alustan kautta osaamistaan tarjoavan välillä? Toisaalta esimerkiksi Uber on luonut keikkatöiden kautta toimeentulomahdollisuuksia esimerkiksi osatyökykyisille, joille työllistyminen perinteiseen palkkatyöhön on voinut olla vaikeaa⁷⁷. Onko alusta vain työn välittäjä vai todellinen työllistäjä? Kenen kuuluu kantaa yrittämisen riski ja vastata erilaisista työnantajastatukseen liittyvistä velvollisuuksista ja maksuista?

Tulevaisuusvaliokunnan julkaisussa 3/2018 Jakamistalous ja alustatyö todetaan: ”Nykyisin jakamistaloutena ymmärretty organisoitumismuoto perustuu kuitenkin pitkälti perinteisille omistussuhteille. Näin ollen, ja toisin kuin on väitetty, nykyisellään toimiva jakamistalous ei ratkaise omistamiseen liittyvää oikeudenmukaisuuden ongelmaa. ... Erityisen merkittävä kysymys vallitsevan jakamistalouden organisoitumismallin osalta on välitysalustojen omistaminen. Jakamistalouden olemusta analysoitaessa oleellista onkin kiinnittää huomiota seuraaviin alustaa koskeviin kysymyksiin: kuka omistaa palveluja välittävän alustan, kuinka alustan tuotto jaetaan sekä siihen, kuka päättää alustan toiminnasta ja kehittämisestä. Uber ja moni muu kaupallinen jakamistalouden alusta on osa perinteistä taloutta ja niiden omistajuus, tuotonjako, päätösvalta ja kehittäminen on järjestetty kuten missä tahansa suuryrityksessä. Jakaminen on palvelu, jota nämä yritykset myyvät.”⁷⁸ Lohkoketjuteknologiat voidaan nähdä vastaiskuna organisaatiokeskeisille alustamonopoleille. Keskitetyn luottamuksen ideologia ja yksilön rooli sekä valta hallinnoida itseään koskevaa tietoa haastaa perusteiltaan organisaatiokeskeistä alustataloutta. Lohkoketjuteknologiat mahdollistavat uusia välineitä toteuttaa ja ylläpitää luottamussuhteita hajautetusti ja lisätä alustatyöntekijöiden saamaa tuloa alustan kautta tehdystä työstä.

Tätä taustaa vasten ajatus lohkoketjuihin perustuvasta arvon internetistä, jossa tulojako tapahtuisi suoraan tapahtumien osapuolten kesken ilman välistä vetävää alustaa tuntuu lähes loogiselta seuraukselta. Stenfors onkin todennut, että lohkoketjut voivat olla disruption disruption⁷⁹. Aluksi alustatalous murtaa helposti

⁷⁶ <https://yle.fi/uutiset/3-10126021>

⁷⁷ Uber Finland Oy:n lausunto tulevaisuusvaliokunnalle 30.1.2019.

<https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2019-AK-242023.pdf>

⁷⁸ Jakamistalous ja alustatyö. Tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 3/2018. Sivu 36.

⁷⁹ Sari Stenfors: Jakamistalouden esimerkkejä Piilaaksosta:

Miten kyborgit organisoivat? Esitys tulevaisuusvaliokunnan seminaarissa 2.3.2016.

https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/aineistot/Documents/04_Augmented%20Leadership%20Institute%20Stenfors%20O%202015%20esitys%20020316.pdf

skaalattavalla ja tehokkaalla digitaalisella toimintamallilla vanhat, raskaaseen organisaatioon perustuvat yritykset keskittäen voiton pääasiassa digitaalisen alustan tuottajalle ja pieneltä osin palvelun tai resurssin omistajalle. Lohkoketju mahdollistaa alustatalouden toimijan poistamisen palveluketjun toteuttamisroolista, jolloin palveluverkoston jäsenille jaettava tulo kasvaa. Lohkoketjuteknologialla arvioidaankin olevan merkittävästi nykyistä alustataloutta muokkaava merkitys ja vaikutusten arvioidaan kohdistuvan erityisesti alustatalouden kautta tapahtuvan arvonaluonnin tasaisempaan jakaantumiseen eri toimijoiden kesken⁸⁰.

Luottamus ja siihen liittyvät rakenteet ovat sosiaalista pääomaa, jolla on myös taloudellista arvoa. Luottamuksen sosiaalisen arvon arvioiminen on kuitenkin vaikeaa. Käytännössä mitä suurempi luottamus on yksilöiden välillä, sitä vähemmän tarvitaan luotettavia kolmansia osapuolia, jotka instituutioina rakentavat luottamuksen kahden toimijan välille.

Lohkoketjuteknologian rooli luottamuksen rakentajana vaihtelee erilaisissa yhteiskunnissa. Luottamus voidaan automatisoida vasta kun tietty perusluotettavuuden raja on saavutettu. Sen määrittelee ihminen valitsemalla käytettävät teknologiat ja algoritmit, transaktioiden käynnistysraja-arvot tai palveluita tuottavat yritykset.

Hajautetuissa virtuaalisissa yhteisöissä voidaan luoda uusia tapoja esittää ja jakaa luottamusta tai arvoa yhteisön sisällä hyödyntämällä erilaisia rahakkeita. Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet tiedon luotettavuuden sekä arvonsiirtomahdollisuuksien toteuttajana ovat nousseet esille erityisesti maissa, joissa kansalaisten luottamus viranomaisten toiminnan tasapuolisuuteen tai tiedon oikeellisuuteen vaihtelee tai mahdollisuus saada esimerkiksi pankkitili on vaikeaa. Alhaisen yhteiskunnallisen luottamuksen maissa lohkoketjuteknologiat mahdollistavat tietojen hajautetun tallentamisen kautta lisäävät luotettavuutta esimerkiksi omaisuustietojen tallentamiseen viranomaisten tai pankkien hallitsemien keskusrekistereiden sijaan. Alhaista sosiaalista luottamusta kasvatetaan luomalla mekanisoitua, hajautettua luottamusta lohkoketjun avulla.

Korkean yhteiskunnallisen luottamuksen maissa lohkoketjuteknologioiden mahdollistama luottamuksen automatisointi osana kansalaisten, yritysten tai viranomaisten välistä asiointia on todennäköisesti suurin mahdollisuus, jos se halutaan ja osataan hyödyntää. Kun sosiaalinen luottamus ihmisten ja organisaatioiden välillä on suuri, mekanisoitu luottamus voidaan toteuttaa älysopimuksina, automatisoituna luottamuksena. Tällöin automatisoitu luottamus voi merkittävästi edistää esimerkiksi viranomaisprosessien keventämistä hyödyntämällä älysopimuksia tiedonsaantilupien hallintaan sekä tiedon alkuperän ja muuttumattomuuden tarkistamiseen lohkoketjuja hyödyntäen.

Tulevaisuusvaliokunnan julkaisussa TuVJ 1/2018 todetaan: ”Lohkoketju on huomattavin uusista läpinäkyvyyden keinoista.”⁸¹ Lohkoketjuteknologiat luovat varmuutta siitä, että lohkoketjuun tallennettu tieto pysynyt muuttumattomana ja prosessin eri osapuolilla jatkuvasti saatavilla sama tieto asiaan liittyen. Tiedon oikeellisuuteen lohkoketjuteknologia ei tuo varsinaisesti muutosta. Erityisesti tämä koskee tietoa, joka ei ole alun perin saatavilla digitaalisessa muodossa. Näissä tapauksissa luotettavuus syntyy tiedon tuottaneen organisaation, henkilön tai palvelun luotettavuudesta. Avoimissa lohkoketjuissa tiedon avoimuus mahdollistaa tiedon oikeellisuuden arvioinnin muiden käyttäjien toimesta ilman hallitsevaa organisaatiota. Sosiaalinen kontrolli voi tällöin lisätä esimerkiksi kansalaisten itse tuottaman tiedon

⁸⁰ Johansson, Eerola, Innanen, Viitala: Lohkoketjukirja – tiekartta päättäjille. 2019. Sivut 38-39.

⁸¹ Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. Sivu 167.

luotettavuutta. Tällä voidaan kasvattaa esimerkiksi julkisen hallinnon prosessien läpinäkyvyyttä uusilla tavoilla. Tiedon hajautettu tallennus transaktioiden osapuolille lisää luottamusta verrattuna tilanteeseen, jossa transaktion hyväksyjä on samalla transaktiotiedon ainoa tallentaja ja edelleen tarjoaja. Erilaiset konsensusmekanismit yhdistettynä hajautettuun tallennukseen lisää varmuutta siitä, että kaikilla on sama näkymä prosessiin ja siihen liittyviin tietoihin sekä tiedon muuttumattomuuteen.

Lohkoketjuteknologiat voivat siis muuttaa luottamusrakenteita siirtämällä luottamuksen kohteen teknologiaan ja sitä kautta kyseisen teknologian tuottajaan. Lohkoketjuteknologiat tuovat teoriassa mukanaan merkittävän muutoksen luottamusrakenteen muodostumiseen mahdollistamalla siirtymistä manuaalisesta sekä instituutiolähtöisestä ja keskitetystä toimintamallista automatisoituihin (vertais)vahvistamiseen perustuviin hajautettuihin luottamusekosysteemeihin. Tämä mekanisoituun luottamukseen siirtyminen kuitenkin edellyttää tiettyjen sosiaalisten luottamusnäkökulmien toteutumista. Käytännössä luotetulle kolmannelle osapuolelle on usein tarvetta myös lohkoketjuissa. Luotettu osapuoli voi tällöin tosin olla vain teknologian tuottaja: kuka on ohjelmoinut käytettävän lohkoketjuteknologian, kuka on määritellyt tietyn palvelun konsensusmenetelmän. Luottamuksen automatisointi osaksi tapahtumia tai luottamuksen varmistamisen poistaminen kokonaan pelkällä teknologialla tuskin on mahdollista, mutta luotettujen osapuolien ja lohkoketjuteknologioiden avulla se voi olla mahdollista.

4 Lohkoketjujen sääntely ja hyödyntämistilanne eräissä maissa

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti eräiden maiden lohkoketjujen sääntelytilanne loppuvuodesta 2018 ja alkuvuodesta 2019. Sääntelytilanne elää parhaillaan hyvin voimakkaasti. Käytännössä useimmissa maissa sääntelyä valmistellaan, mutta valmiita sääntelykehikkoja ei vielä ole. Useimmissa maissa sääntely keskittyy virtuaalivaluuttoihin ja rahanpesun estämiseen.

Lohkoketjuteknologioiden sääntelyyn liittyvät haasteet ja ongelmat ovat hyvin samanlaisia eri maissa. Kuinka säädellä sopivasti ja oikein teknologiaa, joka murtaa perustavalla tavalla nykyisen lainsäädännön perustaa? Kuinka varmistaa uutta teknologiaa hyödyntävän liiketoiminnan kehittyminen, mutta samalla estää pahantahtoisen tai rikollisen toiminnan helpottuminen? Liian tiukka sääntely siirtää mahdollisesti rahanarvoiset hankkeet toisiin maihin ja liian löysä sääntely voi johtaa hallitsemattomiin ongelmiin esimerkiksi rahanpesun tai muun rikollisuuden osalta. Lohkoketjuihin liittyvä kova odotusarvo näkyy osaltaan siinä, että useampi maa (esim. Kanada, Sveitsi, Malta, Viro) toteaa olevansa maailman johtavin tai paras maa lohkoketjuja hyödyntäville palveluille. Kansainvälinen kilpailu on kova.

Nopeasti kehittyvä teknologia haastaa perinteiset sääntelykehikot ja -prosessit. Useimmissa maissa sääntely on lähtökohtaisesti teknologianeutraalia. Useimmiten sääntely kohdistuu virtuaalivaluuttoihin ja niiden tarjoamiseen, kauppaamiseen sekä verotukseen eikä lohkoketjuteknologiaan itsessään. Lohkoketjuteknologioiden merkitys on kuitenkin huomattu useiden maiden sääntelyvalmistelussa, myös Suomessa ja EU-laajuisessa valmistelussa. Erilaisia yhteistyöhankkeita on käynnistetty niin pohjoismaisella tasolla kuin eri EU-maiden välisenä yhteistyönä. Esimerkiksi Ranska, Italia, Espanja, Malta, Kreikka, Kypros ja Portugali julkaisivat joulukuussa 2018 yhteistyösopimuksen lohkoketjujen hyödyntämisen edistämiseksi⁸².

Laajoja vertailuja eri maiden lohkoketjuteknologioita ja virtuaalivaluuttoja koskevasta sääntelytilanteesta löytyy esimerkiksi:

⁸² <https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Dichiarazione%20MED7%20versione%20in%20inglese.pdf>

- <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-laws-and-regulations>
- <https://www.cnn.com/2018/03/27/a-complete-guide-to-cyprocurrency-regulations-around-the-world.html>
- <https://www.bitcoinmarketjournal.com/bitcoin-regulation-by-country/>
- <http://fortune.com/2018/06/25/blockchain-cryptocurrency-technology-regulation-bitcoin-ethereum/>

4.1 Eräiden EU-maiden sääntely

Euroopan unionissa on käynnissä useita yhteisiä aloitteita ja hankkeita lohkoketjuteknologioihin liittyen. Euroopan unionin parlamentti hyväksyi 3.10.2018 päätöslauselman ”Hajautetun tilikirjan teknologia ja lohkoketjut: luottamuksen lisääminen välikäsien poistamisen avulla”⁸³. Päätöslauselmassa nähdään hajautetut teknologiat merkittävänä teknologiana, joka vaatii myös yhtenäistä sääntelyä EU-alueella.

Euroopan komissio käynnisti 10.4.2018⁸⁴ European Blockchain Partnershipin (EBP)-yhteistyöverkoston toiminnan osana aktiivista toimintaa lohkoketjujen kehittämisessä. Verkostossa Suomea edustaa valtiovarainministeriö. EBP:n tehtävä on valmistella European Blockchain Services Infrastructure (EBSI) – aloite sekä valita muutama käyttötapaus rajat ylittäväksi palveluiksi, joita voidaan tehostaa lohkoketjujen avulla. Tavoitteena on saada EBSI tuotantokäyttöön vuoden 2019 aikana. Komissio on myös käynnistänyt European Union Blockchain Observatory and Forum⁸⁵ -hankkeen, jonka tavoitteena on edistää lohkoketjuihin pohjautuvien innovaatioiden ja lohkoketjuekosysteemin kehitystä EU-alueella. EBP julkaisee myös teemaraportteja lohkoketjuista⁸⁶.

4.1.1 Viro

Virossa on pitkät perinteet lohkoketjujen hyödyntämisessä osana digitaalisia palveluja ja maassa on varsin suopea toimintaympäristö lohkoketjuja hyödyntäville yrityksille. Virossa jossakin määrin lohkoketjujen kaltaista teknologiaa on testattu ja hyödynnetty kansallisten digitaalisen palveluiden tuottamisessa vuodesta 2008⁸⁷ ja kansallisten perusrekistereiden tuottamisessa vuodesta 2012 alkaen⁸⁸. Teknologia perustuu hajautettuihin tietokantoihin ja matemaattisesta laskettujen tunnisteen varmistamiin aikaleimattuihin tapahtumiin.

Viro on laatinut ensimmäisten EU-maiden joukossa virtuaalivaluuttoja koskevan lainsäädännön. Virolaisessa lainsäädännössä rahakkeet (virtuaalivaluutat) jaetaan neljään kategoriaan⁸⁹:

1. Arvopaperirahakkeisiin (security tokens), jos rahake antaa oikeuden omistukseen yhtiössä, osakeperusteisiin tuottoon (osinko tai velkaoikeuden tuotto) tai äänioikeuteen yhtiön asioissa.

⁸³ Euroopan parlamentin päätöslauselma 3. lokakuuta 2018 hajautetun tilikirjan teknologiasta ja lohkoketjuista: luottamuksen lisääminen välikäsien poistamisen avulla (2017/2772(RSP)).

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P8-TA-2018-0373+0+DOC+PDF+V0//FI>

⁸⁴ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-countries-join-blockchain-partnership>

⁸⁵ <https://www.eublockchainforum.eu/about>

⁸⁶ <https://www.eublockchainforum.eu/reports>

⁸⁷ <https://investinestonia.com/estonia-is-striving-to-be-center-stage-in-cryptocurrencies-and-blockchain/>

⁸⁸ <https://e-estonia.com/wp-content/uploads/faq-a4-v02-blockchain.pdf>

⁸⁹ <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/blockchain-laws-and-regulations/estonia>

2. Maksurahakkeisiin (payment tokens), jos rahaketta voidaan käyttää maksuvälineenä (virtuaalivaluutta) rahakkeen liikkeelle laskeneen toimijan alustan ulkopuolella. Lisäksi maksurahakkeisiin liittyy niiden säilyttämiseen liittyvät virtuaaliset lompakkopalvelut.
3. Hyväntekeväisyysrahakkeisiin (charity tokens), jos rahaketta käytetään pelkästään varainhankintaan, joka ei oikeuta omistukseen, tuottoon, takaisinmaksuun tai mihinkään rahavirtaan tai palvelun käyttöoikeuteen lahjoituksen kohteen ja lahjoittajan välillä.
4. Hyödykerahakkeisiin (utility tokens), jos rahake antaa oikeuden tuotteeseen tai palveluun. Rahaketta voidaan pitää tällöin etäsopimuksen perusteella tehtynä etukäteismaksuna tuotteesta tai palvelusta. Rahakkeen sääntely riippuu siitä, onko ostaja luonnollinen henkilö vai oikeushenkilö.

Virossa ei ole virtuaalivaluutoille erityistä verotussääntelyä, vaan niitä käsitellään osana muita verotuskohteita. Virtuaalivaluutoista saatua tuottoa verotetaan kuten muitakin tulolähteitä. Esimerkiksi louhinnalla saatuja rahakkeita verotetaan henkilö- tai tuloverotuksessa kuten muutakin tuloa. Huomionarvoista, on että Viron verolainsäädännössä on huomioitu myös palkkatulon maksaminen virtuaalivaluuttana, vaikka verotuskäytäntö on hyvin perinteinen: arvo tulee muuttua euroiksi palkanmaksupäivän vaihtokurssin mukaan.⁹⁰ Viron sääntely- ja asenneympäristöä pidetään hyvin lohkaketju- ja yrittäjämysteisenä. Tästä johtuen maahan on muodostunut varsin laaja lohkaketjuyritysten joukko. Asiaan on vaikuttanut positiivisesti Viron e-kansalaisuus⁹¹ –konsepti ja mahdollisuus perustaa yritys sähköisesti.⁹²

4.1.2 Malta

Maltaa pidetään yleisesti hyvin myönteisenä maana lohkaketjuteknologioita hyödyntäville yrityksille ja palveluille. Maltaan menestyksen taustalla nähdään maan hallituksen, viranomaisen, yritysten ja muiden sidosryhmien avoin ja tiivis yhteistyö mahdollisimman tasapainoisen sääntelyn toteuttamiseksi ottaen huomioon lohkaketjujen ja rahakkeiden mahdollisuudet ja ominaispiirteet. Malta hyväksyi lohkaketjuja ja virtuaalivaluuttoja koskevan sääntelykokonaisuuden 4.7.2018⁹³ ja se tuli voimaan 1.11.2018⁹⁴. Kokonaisuus käsittää kolme lakia: laki virtuaalisten omistustodistusten tarjoamisesta⁹⁵, laki Maltaan digitaalisen innovoinnin viraston⁹⁶ perustamiseksi ja innovatiivisten teknologioiden palveluiden järjestämistä koskeva laki⁹⁷. Yhdessä nämä lait muodostavat Maltaan digitaalisen innovoinnin sääntelykehikon.

⁹⁰ <https://www.emta.ee/eng/private-client/declaration-income/other-income/taxation-private-persons-virtual>

⁹¹ <https://e-resident.gov.ee/>

⁹² <https://www.internationalinvestment.net/internationalinvestment/comment/3500723/comment-cryptocurrencies-popular-estonia>

⁹³ <https://www.forbes.com/sites/rachelwolfson/2018/07/05/maltese-parliament-passes-laws-that-set-regulatory-framework-for-blockchain-cryptocurrency-and-dlt/#7bdaa94249ed>

⁹⁴ <https://ethereumworldnews.com/maltas-cryptocurrency-regulations-come-into-effect-in-november/>

⁹⁵ <http://www.justiceservices.gov.mt/DownloadDocument.aspx?app=lp&itemid=29201&l=1>

⁹⁶ <https://mdia.gov.mt/about/>

⁹⁷ <https://mdia.gov.mt/wp-content/uploads/2018/10/ITAS.pdf>

Suotuisan sääntelyilmapiirin ansiosta monet virtuaalivaluuttatoimijat ovatkin siirtäneet toimintaansa Maltalle. Hyvinä esimerkkeinä kaksi suurta virtuaalivaluutan vaihtopaikkaa: Biance ja OKEx.⁹⁸ Malta on esimerkki sääntelyn avulla yrityksille luodusta uudesta markkinasta, jossa sääntely on valmisteltu eri osapuolten aktiivisena ja avoimena yhteistyönä lähtien lohkoketjuteknologian luomista mahdollisuuksista eikä pelkästään uhkista. Sääntelyllä ei ole luotu suojaa kuluttajille tai sijoittajille, vaan tietty toimintakehikko virtuaalivaluuttoja välittävälle yrityksille. Maltan toimintaa leimaa myös poliittisella tasolla aktiivinen ja positiivinen suhtautuminen uudenlaisen liiketoiminnan hyötyjen maksimoimiseen.

4.1.3 Ruotsi

Ruotsissa on ollut lohkoketjujen hyödyntämishankkeita jo joitakin vuosia. Kehitys on ollut varsin samanlaista kuin Suomessa, osaltaan hyvin samanlaisista perusrekistereistä johtuen. Ruotsin tunnetuimpia lohkoketjuhankkeita on asuntokaupan toteutus lohkoketjuja hyödyntäen⁹⁹. Ruotsin keskuspankki on tutkinut virtuaalisen keskuspankkirahan, e-kruunun, liikkeellelaskua käteisen käytön jatkuvasti vähentyessä. Osana selvitystä käydään läpi myös lainsäädäntötarpeet, tekninen toteutus sekä taloudelliset näkökulmat.¹⁰⁰ Ruotsin poliittisessa keskustelussa myös muut kryptovaluutat ja niiden hyödyntäminen maksuvälineenä ja verotus ovat nousseet keskusteluun¹⁰¹. Ruotsi on ollut myös aktiivinen toimija pohjoismaisen yhteistyön edistämiseksi lohkoketjujen hyödyntämisen alueella. Varsinaista lohkoketjuihin tai virtuaalivaluuttoihin kohdistuvaa sääntelyä Ruotsissa ei kuitenkaan ole (tilanne alkukevällä 2019)¹⁰².

4.1.4 Saksa

Saksassa helmikuussa 2018 sovitussa hallitusohjelmassa viitataan ymmärrettävän lohkoketjustrategian luomiseen, jotta saadaan maksimaalinen hyöty lohkoketjuista ja muista nousevista teknologioista tutkimuksen ja teknologioiden hyödyntämistä tukevan lainsäädäntökehikon toteuttamisen avulla. Tämä sisältää esimerkiksi tavoitteen luoda yksi tarkoituksenmukainen sääntelymalli virtuaalivaluutoille ja lohkoketjujen palkitsemismekanismeille sekä näihin liittyvälle kaupankäynnille¹⁰³. Saksa on aloittanut kansallisen lohkoketjustrategian valmistelun keväällä 2019 ja strategia on tarkoitus julkaista kesällä 2019. Strategiaa valmistellaan yhteistyössä eri alojen yritysten kanssa.¹⁰⁴

Saksalainen verotusjärjestelmä kohtelee lohkoketjuteknologian kautta syntyviä sovelluksia ja näihin liittyviä virtuaalisia valuuttoja neutraalisti esimerkiksi muihin maksuvälineisiin tai FIAT-valuuttakauppoihin nähden. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi virtuaalivaluutan käyttö maksuvaluuttana ei laukaise maksajalle veroseuraamusta valuutan vaihdosta mahdollisesti syntyvästä voitosta, toisin kuin esimerkiksi Suomessa.

⁹⁸ <https://blockonomi.com/malta-blockchain-island/>

⁹⁹ <https://www.lantmateriet.se/sv/nyheter-och-press/nyheter/2018/blockkedjan-testad-live--kan-spara-miljarder-at-bostadskopare-och-bolane kunder/>

¹⁰⁰ <https://www.riksbank.se/en-gb/payments--cash/e-krona/>

¹⁰¹ https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svar-pa-skriftlig-fraga/kryptovalutor-pa-svenska-marknaden_H512484

¹⁰² <https://www.loc.gov/law/help/cryptocurrency/world-survey.php#sweden>

¹⁰³ <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/847984/5b8bc23590d4cb2892b31c987ad672b7/2018-03-14-koalitionsvertrag-data.pdf?download=1>. Sivut 43-44, 71.

¹⁰⁴ <https://www.coindesk.com/germany-seeking-industry-feedback-for-national-blockchain-strategy>

Samoin myös avoimiin lohkoketjuihin kiinteästi liittyvää louhintaa ei erikseen veroteta¹⁰⁵. Louhintaa pidetäänkin Saksassa jossakin määrin nk. yleishyödyllisenä toimintana. Neutraali verokohtelu on edesauttanut erityisesti saksalaisten kuluttajien mahdollisuuksia hyötyä esimerkiksi saksalaisten energia- ja autoteollisuuden panostuksia lohkoketjuteknologiaan perustuviin uusiin palveluihin.

Esimerkiksi saksalainen energiayhtiö RWE on lanseerannut lohkoketjuja hyödyntävän sähköautojen latausverkoston¹⁰⁶. Yrityksen tarkoituksena on laajentaa verkoston toimintaa myös muualle Eurooppaan. Latausten maksamiseen käytetään E2E-yrityksen Crypto-EURO -virtuaalivaluuttaa. Lisäksi esimerkiksi Volkswagen-konserni on perustanut oman IOTA-kryptovaluuttaa¹⁰⁷ hyödyntävän lohkoketjuprojektin, johon osallistuu noin 300 yrityksen työntekijää¹⁰⁸. Lohkoketjuteknologian mahdollisuuksia nähdään esimerkiksi huoltotoiminnassa ja itseajavissa autoissa.

Saksan ja Suomen virtuaalirahakkeiden verotuksellisia eroja on tarkasteltu esimerkiksi Alasaarelan 3.10.2018 tulevaisuusvaliokunnalle antamassa lausunnossa valiokunnan käsitellessä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetusta Digitaalinen Eurooppa –ohjelman perustamiseksi vuosiksi 2021–2027¹⁰⁹.

4.1.5 Hollanti

Hollannissa käynnistettiin kansallinen Dutch Digital Delta -toiminto vuonna 2015. Sen tehtävänä on nostaa Hollanti houkuttelevaksi nousevien teknologioiden testaus- ja kehittämismaaksi ja edistää teknologian hyödyntämistä Hollannissa. Lohkoketjuteknologia otettiin yhdeksi kärkiteknologiaksi vuonna 2017 ja sille laadittiin kansallinen tutkimusagenda. Samalla perustettiin Dutch Blockchain Coalition¹¹⁰, joka kerää yhteen yksityisen ja julkisen sektorin toimijoita kehittämään lohkoketjupohjaisia sovelluksia.

Lokakuussa 2018 koalition alla on kolme toimintalinjaa (digitaaliset identiteetit, olosuhteet ja osaamispääoma), joiden osalta tutkitaan lohkoketjuteknologian mahdollisuuksia ja tarpeita. Hollannissa tavoitteena on maksimoida lohkoketjuteknologian mahdollisuudet sosiaalisen hyvinvoinnin edistämiseksi. Tätä tehdään tarkastelemalla läheisessä suhteessa eettisiä, teknologisia, taloudellisia, juridisia ja sosiaalisia näkökulmia toivottujen lopputulosten saavuttamiseksi ja ei-toivottujen välttämiseksi.¹¹¹

4.1.6 Serbia

Laajamittainen digitalisaatio nähdään Serbian suurimmaksi mahdollisuudeksi kilpailukyvyyn ja hyvinvoinnin edistämiseksi ja lohkoketjuteknologia on merkittävässä roolissa näiden tavoitteiden toteuttamisessa. Serbialla on kansallinen tavoite nousta lohkoketjuteknologioiden mahdollistaman neljännen teollisen vallankumouksen yhteydessä johtavaksi maaksi globaaleissa digitaalisissa arvonluontiverkostoissa.

¹⁰⁵ <https://winheller.com/blog/en/cryptocurrencies-mining-tax-germany/>

¹⁰⁶ <https://shareandcharge.com/solution/> . Viitattu 10.10.2018.

¹⁰⁷ <https://www.iota.org/get-started/what-is-iota>

¹⁰⁸ <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2018/08/putting-blockchains-on-the-road.html>

¹⁰⁹ <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2018-AK-209325.pdf> . Sivu 14.

¹¹⁰ <https://dutchblockchaincoalition.org/en/about-dbc>

¹¹¹ <https://www.dutchdigitaldelta.nl/uploads/180405-Onderzoeksagenda-blockchain-one-pager.pdf>

Serbiassa on aloitettu esimerkiksi laaja sääntelyn uudistamishanke, jolla pyritään lisäämään Serbian houkuttelevuutta tietointensiivisten yritysten toimintamaana¹¹². Lisäksi osana laajaa julkisen hallinnon digitalisaatiota on selvitetty mahdollisuuksia tiettyjen keskusrekistereiden toteuttamisesta lohkoketjuja hyödyntäen¹¹³. Serbiassa on perustettu yritysten yhteinen konsortio edistämään lohkoketjuteknologian osaamista, hyödyntämistä ja tietoisuutta¹¹⁴. Konsortio tekee tiivistä yhteistyötä myös julkishallinnon kanssa. Hankkeista oli vähän avointa ja konkreettista tietoa saatavilla loppuvuodesta 2018.

4.1.7 Liettua

Liettua on panostanut voimakkaasti nousevien teknologioiden hyödyntämismahdollisuuksiin. Liettua on ensimmäisiä EU-maita, joka on säädellyt virtuaalivaluutat ja joukkorahoituksen lain tasolla. Tämä nähdään merkittävänä kilpailuetuna rahoitusalan yritysten houkuttelemiseksi toimimaan Liettuassa.

Liettuassa nähdään, että virtuaalivaluuttojen sääntely edistää varsinkin avoimiin lohkoketjuihin ja nouseviin teknologioihin perustuvien yritysten toimintamahdollisuuksia Liettuassa. Liettuassa julkaistiin toukokuussa 2018 joukkorahoitussääntelyyn perustuva omaisuusrahakkeiden Desico-julkaisu- ja kauppa-alusta¹¹⁵. Sen kautta yritykset voivat hakea omaan toimintaansa joukkorahoitusta Desico-rahakkeiksi muunnettuja osakkeita vastaan. Desico-rahakkeen arvo on sidottu euroon ja sijoittajat voivat rahoittaa yrityksiä ostamalla Desico-rahakkeita. Rahoitushankkeet käydään läpi tiettyjä kriteereitä vasten. Osana Liettuan voimakasta kansallista panostusta virtuaalivaluuttoihin, Vilna pyrkii maailman johtavaksi virtuaalivaluuttakaupungiksi¹¹⁶.

4.2 Yhdysvallat

Yhdysvaltojen asenne virtuaalivaluuttoja kohtaan on varsin suopea. Tämä näkyy myös suurena määränä erilaisia lohkoketjuhankkeita, joissa suunnitellaan esimerkiksi rahakkeita, joiden arvo on kytketty reaaliomaisuuteen tai dollarin arvoon. Yhdysvalloissa perustettiin kesällä 2018 ”sääntelyn hiekkalaatikko”, jossa virtuaalivaluuttojen eri osapuolet voivat kokeilujen avulla etsiä mahdollisimman toimivaa sääntelykehikkoa¹¹⁷. Toiminnan tavoitteena on luoda tehokkaampi ja toimivampi sääntelyn kehittämissympäristö toiminnalle joka on jatkuvassa muutoksessa; ei toimia täysin vailla sääntöjä valmisteluvaiheessa.

Yhdysvalloissa on käynnissä useita erilaisia lohkoketjujen sääntelyhankkeita osavaltiotasolla. Esimerkiksi Delawaren osavaltion vuonna 2016 käynnistämä hanke automatisoida yritysten rekisteröintiä ja yritystietojen saantia hajautettuja tilikirjoja hyödyntäen.¹¹⁸ Yhdysvalloissa kansallisen lohkoketjujen

¹¹² <http://www.srbija.gov.rs/vesti/vest.php?id=129779>

¹¹³ <https://ocde.streamakaci.com/blockchain/>

¹¹⁴ <https://sbi.rs/>

¹¹⁵ Kts. esim. <http://www.desico.io/> ja <https://finmin.lrv.lt/en/news/lithuania-introduces-world-s-first-security-icos-platform-opens-up-for-global-blockchain-based-businesses>

¹¹⁶ <https://svenska.yle.fi/artikel/2018/10/11/vilnius-haller-pa-att-bli-europas-blockkedjehuvudstad-vi-har-redan-lockat>

¹¹⁷ <https://cryptoslate.com/u-s-initiates-regulatory-sandbox-for-blockchain-and-cryptocurrency/>

¹¹⁸ Kts. esim. <https://corpgov.law.harvard.edu/2017/03/16/delaware-blockchain-initiative-transforming-the-foundational-infrastructure-of-corporate-finance/> ja

sääntely- ja strategiatason puuttumista pidetään tällä hetkellä hankalana. Tämä näkyy esimerkiksi siinä, että virtuaalisia valuuttoja (rahakkeita) pidetään joko hyödykkeenä (commodity) tai arvopaperina (security) valvontaviranomaisesta riippuen¹¹⁹. Joissakin yhteyksissä Yhdysvaltojen epäselvän kansallisen tilanteen nähdään luovan muille suurvalloille mahdollisuuden säännellä enemmän hajautettujen teknologioiden kehitystä¹²⁰. Osaltaan näistä syistä myös Yhdysvalloissa on tunnistettu kansallisen sääntelyn tarve virtuaalivaluuttojen hyödyntämiseen¹²¹.

4.3 Kanada

Kanadassa sääntelyllä on pyritty luomaan kansallinen lohkoketjuteknologian hyödyntämistä tukeva malli. Osaltaan tähän voi vaikuttaa myös se, että Ethereum-lohkoketjuteknologian kehittäjä Vitalik Buterin on kanadalainen. Kanadan kansallinen tutkimusneuvosto (National Research Council, NRC) on johtanut lohkoketjujen hyödyntämisen kokeiluja Kanadan julkisen hallinnon palveluissa yhteistyössä yksityisen sektorin kanssa. Se on julkaissut esimerkiksi lohkoketjuja, avointa dataa ja älykkäitä sopimuksia hyödyntävän palvelun hallinnollisten sopimusten ja julkisen rahoituksen seurantaan sekä lohkoketjuja hyödyntävän hajautetun tiedostojen jakamis- ja tallennusjärjestämän.¹²² Kanadassa on myös myönnetty lupa lohkoketju- ja muihin hajautettuihin teknologioihin sijoittavalle pörssilistatulle sijoitusrahastolle (ETF)¹²³.

Kanadalaisen Blockchain Research Instituten (BRI) elokuussa 2018 julkaisema raportti ”2018 Blockchain Regulation Roundtable - Addressing the Regulatory Challenges of Disruptive Innovation”¹²⁴ nostaa esille keskeiset Kanadan lohkoketjujen sääntelyä koskevat ongelmat:

- voimassa olevan sääntelyn vanhakantaisuus,
- sääntelyselkeyden puuttuminen sekä
- toimivan dialogimekanismin puute eri osapuolten ja sidosryhmien välillä.

Raportissa esitetään kuusi ehdotusta ongelmien ratkaisemiseksi:

- kootaan eri sidosryhmien edustajista komitea edistämään lohkoketjujen mahdollistamaa muutosta;
- varmistetaan eri osapuolten valmius itsehallittuihin digitaalisiin identiteetteihin (self-sovereign digital identities) ja luodaan näitä tukeva lainsäädäntö;
- annetaan yhdelle kansalliselle toimijalle tehtäväksi lohkoketjuja koskevan lainsäädännön koordinointi;
- sovitaan ja hyväksytään eri rahakkeiden erot ja säädellään niitä näiden mukaisesti;

<https://eu.delawareonline.com/story/news/2018/02/02/delaware-eases-off-early-blockchain-zeal-after-concerns-over-disruption-business/1082536001/>

¹¹⁹ <https://www.cnn.com/2018/03/27/a-complete-guide-to-cryptocurrency-regulations-around-the-world.html>

¹²⁰ <https://blockonomi.com/us-falling-behind-blockchain/>

¹²¹ <https://www.reuters.com/article/us-global-bitcoin-congress/u-s-regulators-may-ask-congress-for-virtual-currency-legislation-idUSKBN1FQ0KU>

¹²² <https://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/stories/2018/blockchains.html> . Viitattu 8.10.2018.

¹²³ <https://www.coindesk.com/canada-approves-countrys-first-blockchain-etf/>

¹²⁴ https://s3.us-east-2.amazonaws.com/briwebinars/2018+Blockchain+Regulation+Roundtable_Blockchain+Research+Institute.pdf

- pidetään lohkoketju- ja virtuaalisiin valuuttoihin keskittyviä yrityksiä tasa-arvoisina muiden yritysten kanssa;
- ja kannustetaan perustamaan ryhmiä lohkoketjujen erilaisilla sovellusalueilla esiin nousevien hallinnollisten kysymysten ratkaisemiseksi.¹²⁵

Olennaista kanadalaisessa sääntely-ympäristössä on tavoite luoda hyvä sääntely, joka tukee lohkoketjujen ja rahakkeiden hyödyntämistä ja edistää niihin liittyvää liiketoimintaa¹²⁶.

4.4 Kiina

Kiina panostaa voimakkaasti lohkoketjuteknologian hyödyntämiseen ja valtiojohtoinen kansallisen tason lohkoketjustandardointi on tarkoitus saada valmiiksi vuoden 2019 aikana¹²⁷. Kiina osallistuu aktiivisesti myös kansainväliseen standardointityöhön¹²⁸. Kiinassa valtio on tukenut useita lohkoketjuhankkeita ja Kiina on merkittävä virtuaalivaluuttojen louhintamaa. Samalla Kiina on kuitenkin jatkuvasti kiristänyt suhtautumistaan virtuaalivaluuttakauppaan. Virtuaalivaluuttakauppaa tarjoavat verkkosivustot kiellettiin Kiinassa vuonna 2017¹²⁹ ja 1.2.2018 alkaen kiinalaisilta pankeilta kiellettiin yhteistyö virtuaalivaluutta-alustojen ja –pörssien kanssa¹³⁰. Kiellon syyksi on epäilty Kiinan valtion halua lisätä kiinalaisten tai valtion tuottamien virtuaalivaluuttojen käyttöä, jolloin valuuttojen hallinta olisi valtion käsissä. Toiminta on varsin yhdenmukaista esimerkiksi sosiaalisen median palveluiden kiellon kanssa.¹³¹

4.5 Sveitsi

Sveitsiä pidetään hyvin lohkoketjuteknologiamyönteisenä maana, jossa niiden hyödyntäminen on laajaa¹³². Sveitsin liittoneuvosto julkaisi 7.12.2018 raportin (Legal framework for distributed ledger technology and blockchain in Switzerland), jonka tarkoituksena on osoittaa, että Sveitsi on avoin teknologialle kehitykselle ja haluaa voimakkaasti tukea innovaatiomyönteisyyttä, sveitsiläinen säädöskehikko on sopiva hajautettuihin teknologioihin perustuvalle liiketoiminnalle ja viranomaiset toimivat päättäväisesti ja voimakkaasti väärinkäytösten estämiseksi. Raportin laadinnassa on noudatettu seuraavia periaatteita:

- päätöksentekijöiden tulisi luoda optimaalinen toimintaympäristö innovaatioille ja markkinoiden sekä yhteiskunnan valintojen tulisi valita säilyvät ja kannattavat teknologiat;
- Sveitsin ei tule lähtökohtaisesti kyseenalaistaa voimassa olevaa sääntelyä, mutta sen tulee tehdä ripeästi kohdennettuja muutoksia sääntelyyn, joka estää lohkoketjujen hyödyntämisen;

¹²⁵ [https://s3.us-east-](https://s3.us-east-2.amazonaws.com/briwebinars/2018+Blockchain+Regulation+Roundtable_Blockchain+Research+Institute.pdf)

[2.amazonaws.com/briwebinars/2018+Blockchain+Regulation+Roundtable_Blockchain+Research+Institute.pdf](https://news.coinsquare.com/blockchain/blockchain-research-institute-report-canada-blockchain-regulation/)

¹²⁶ <https://news.coinsquare.com/blockchain/blockchain-research-institute-report-canada-blockchain-regulation/>

¹²⁷ <http://www.chinadaily.com.cn/a/201805/10/WS5af3dd1aa3105cdf651d1ff.html> . Viitattu 8.10.2018.

¹²⁸ <https://www.ccn.com/china-government-to-establish-national-blockchain-standards-by-2019-report/> . Viitattu 8.10.2018.

¹²⁹ <https://www.ccn.com/experts-fear-china-losing-90-control-over-bitcoin-market-forgetting-govt-ban/> . Viitattu 8.10.2018.

¹³⁰ <https://www.express.co.uk/finance/city/986552/Bitcoin-price-ripple-cryptocurrency-ethereum-BTC-to-USD-XRP-news-china> . Viitattu 8.10.2018.

¹³¹ <https://www.ccn.com/experts-fear-china-losing-90-control-over-bitcoin-market-forgetting-govt-ban/> . Viitattu 8.10.2019.

¹³² <https://cointelegraph.com/news/which-countries-are-best-to-start-blockchain-projects>

- Sveitsin tulee jatkaa periaatelähtöistä ja teknologianeutraalia sääntelyä, mutta sallia poikkeuksia, jotka ovat mahdollisimman kilpailuneutraaleja;
- Sveitsin tulee asemoitua mahdollisimman houkuttelevaksi maaksi lohkoketjuyrityksille sääntelyn tehokkuuden ja ennakoitavuuden sekä hyvän maineen avulla, jossa uusien teknologioiden hyödyntäminen rikollisiin tarkoituksiin tai lainsäädännön kiertäminen ei ole sallittua
- Sveitsin viranomaisten tulee olla avoimia uusille teknologioille, kuten lohkoketjuille, ja edistää dialogia (sääntelykysymyksistä) alan yritysten kanssa.

Raportilla Sveitsin liittoneuvosto haluaa korostaa Sveitsin keskeistä asemaa rahoitusmaailmassa ja liiketoiminnan toteutusmaana sekä nostaa esiin seikkoja, joilla tämä asema voidaan säilyttää. Raportin mukaan lohkoketjuteknologiat ja virtuaaliset rahakkeet liittyvät useisiin rahoitus- ja pankkisääntelyihin. Näihin tulee tehdä tarpeen mukaan korjauksia, jos nykyinen sääntely estää uusien teknologioiden mahdollistaman taloudellisen toiminnan.¹³³

Joissakin yhteyksissä Sveitsiä pidetäänkin edistyneimpänä lohkoketjuteknologioita ja virtuaalivaluuttoja hyödyntävänä maana. Hyvä esimerkki tästä on Zugiin perustettu Crypto Valley¹³⁴, joka valtiollisena hankkeena tarjoaa lohkoketjuteknologiaa hyödyntäville yrityksille erinomaisen toimintaympäristön. Lisäksi Sveitsin asema merkittävänä pankkisektorin toimijana on tuonut aloittavia lohkoketjuyrityksiä Sveitsiin.

5 Lohkoketjuteknologiat Suomessa

Tässä luvussa kuvataan lyhyesti lohkoketjuteknologioiden hyödyntämisen tilanne Suomessa loppuvuodesta 2018 käynnissä olleiden hankkeiden ja palveluiden perusteella. Lisäksi arvioidaan lohkoketjuteknologioiden hyödyntämismahdollisuuksia suomalaisen yhteiskunnan erityispiirteistä lähtien.

Suomessa tutkitaan aktiivisesti lohkoketjuteknologioita ja niiden hyödyntämismahdollisuuksia erilaisissa hankkeissa. Toisaalta Suomessa ”pöhinä” lohkoketjujen ympärillä on ehkä laimeampaa kuin monissa muissa maissa ja voikin käydä niin, että Suomessa kovin lohkoketjujen ”yliylity” jää väliin ja siirrymme suoraan mahdolliseen käytännön toteutukseen¹³⁵. Jyväskylän yliopistossa on käynnistetty lohkoketjulaboratorio¹³⁶ sekä tarjotaan lohkoketjuihin keskittyviä kursseja. Joissakin lainvalmisteluhankkeissa valmistellaan lohkoketjuteknologioihin liittyvää sääntelyä, mutta pääasiassa lainvalmistelu pyritään toteuttamaan teknologianeutraalina. Virtuaalivaluuttojen, erityisesti Bitcoinin, nousu yleiseen tietoisuuteen ja myös sijoitusomaisuudeksi näkyy myös niitä koskevan sääntelyn ja ohjeistuksen lisääntymisenä. Erityisesti tämä näkyy Finanssivalvonnan lisääntyneen neuvontatyömääränä. Käynnissä olevista tutkimus- ja lainsäädäntöhankkeista huolimatta Suomessa on varsin vähän käynnissä olevia lohkoketjuihin perustuvia toteutushankkeita.

Valtiovarainministeriö perusti julkisen hallinnon lohkoketjuteknologiaverkoston alkuvuodesta 2018. Verkoston tehtävänä on jakaa tietoa lohkoketjuteknologioiden kehityksestä ja ratkoa yhdessä yritysten

¹³³ Legal framework for distributed ledger technology and blockchain in Switzerland.

https://www.mme.ch/fileadmin/files/documents/Publikationen/2018/181207_Bericht_Bundesrat_Blockchain_Engl.pdf

¹³⁴ <https://cryptovalley.swiss/>

¹³⁵ Johansson, Eerola, Innanen, Viitala: Lohkoketjukirja – tiekartta päättäjille. 2019. Sivu 43.

¹³⁶ <http://blockchain.it.jyu.fi/>

kanssa kiinnostavampia käyttötapauksia. Lisäksi Suomessa on yleisesti lohkoketjuteknologioiden edistämiseen keskittynyt yhdistys Blockchain Forum ry¹³⁷ ja erityisesti kryptovaluuttoihin keskittynyt Suomen kryptovaluuttayhdistys Konsensus ry¹³⁸.

Laki virtuaalivaluutan tarjoajista (572/2019)¹³⁹ tuli voimaan 1.5.2019. Lain mukaan virtuaalivaluutan tarjoajan pitää rekisteröityä Finanssivalvonnan ylläpitämään rekisteriin sekä täyttää virtuaalivaluutan toiminnalle asetettavat edellytykset esimerkiksi asiakasvarojen suojaamisesta. Lain perusteluissa todetaan, että ehdotuksen johdosta osa suomalaisista, kansainvälisestikin merkittävistä virtuaalivaluutan tarjoajista, saattaa siirtää liiketoimintansa maihin, joissa sääntely- ja rekisteröintivelvoitteet eivät ole yhtä kireitä. Laki tuo erityisesti virtuaalivaluuttojen käsittelyyn yhteiskunnallista uskottavuutta ja luotettavuutta, mutta samalla myös esimerkiksi virtuaalivaluuttojen liikkeellelaskijoille velvoitteita, joiden täyttäminen voi olla haasteellista.

Laissa luodaan sääntelykehikko, jossa määritellään virtuaalivaluutaksi¹⁴⁰ digitaalisessa muodossa oleva arvo, jota keskuspankki tai muu viranomainen ei ole laskenut liikkeelle, joka ei ole laillinen maksuväline, jota henkilö voi käyttää maksuvälineenä, ja joka voidaan siirtää, tallentaa ja vaihtaa sähköisesti. Jos tätä tulkintaa tarkastellaan suhteessa rahakkeiden (token) hyvin erilaisiin käyttömahdollisuuksiin, sääntely on epämääräinen, sillä hallituksen esityksen yksityiskohtaisissa perusteluissa todetaan: ”Virtuaalivaluutalta edellytettäisiin momentin 1 kohdan b alakohdan mukaan sen käytettävyyttä maksuvälineenä. Osapuolet voivat sopia virtuaalivaluutan hyväksymisestä maksuvälineenä, vaikka se ei ole laillinen maksuväline.”¹⁴¹ Jos rahakkeella voi olla arvoa, jolla voi saada suoritettua palveluita lohkoketjun sisällä, onko se lainmukainen maksuväline? Epäselvä lainsäädäntö ja siihen liittyvät valvontamaksut sekä käytännöt estävät käytännössä suurelta osin hajautettujen arvontuotiverkostojen muodostumisen Suomeen lisäämällä yritysten tai verohallinnon hallinnollista taakkaa erilaisten automatisoitujen digitaalisten palveluiden verotusarvon tai käyttöarvon määrittämisessä. Käytännössä tämä tarkoittaisi sitä, että esimerkiksi automatisoidussa digitaalisessa prosessissa käytettävillä palvelurahakkeilla tulisi laskea euromääräinen arvo jatkuvasti. Tämä voi johtaa epäselvään tilanteeseen esimerkiksi virtuaalirahakkeita palveluissa hyödyntäville yrityksille, sen suhteen, pitääkö heidän rekisteröityä Finanssivalvonnan ylläpitämään virtuaalivaluutan tarjoajarekisteriin.

Verohallinnon 29.5.2018 antama ohje virtuaalivaluuttojen verotuksesta (A49/200/2018)¹⁴² käsittelee virtuaalivaluuttojen verotusta henkilöverotuksessa, yritysverotuksessa ja arvonnäisäverotuksessa. Ohjeessa on tuloverotuksen tulkintakannanottoja erilaisissa virtuaalivaluuttojen ja internet-peleissä käytettävien erilaisten pelien sisäisten virtuaalivaluuttoihin liittyvissä käytännön tilanteissa. Käytännössä ohjeessa todetaan, että mikä tahansa virtuaalivaluutan vaihtotapahtuma johonkin viralliseen valuuttaan tai toiseen virtuaalivaluuttaan, johtaa veroseuraamuksiin jokaisessa vaihtotapahtumassa. Virtuaalivaluuttojen arvon määrittäminen suhteessa esimerkiksi euroon tuottaa haasteita, jos virtuaalivaluutalla ei ole kauppapaikkaa, jossa arvo määräytyisi kaupankäynnin perusteella. Jos virtuaalivaluutta on vain tietyn palvelun sisäinen rahake, sen arvon määrittäminen on hankalaa tai mahdotonta, eikä välttämättä edes perusteltua. Tällöin

¹³⁷ <https://blockchainforum.fi/>

¹³⁸ <https://www.facebook.com/KonsensusRy/>

¹³⁹ <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190572>

¹⁴⁰ https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE_167+2018.aspx. Laki virtuaalivaluutan tarjoajista: 2 § Määritelmät

¹⁴¹ <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2018/20180167#idp447915792>

¹⁴² <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/48411/virtuaalivaluuttojen-verotus/>

verotuksen suorittaminen jokaisesta tapahtumasta, jossa valuuttaa käytetään, voi johtaa kohtuuttomiin hallinnollisiin vaatimuksiin yrityksen näkökulmasta ja estää rahakkeisiin perustuvien automatisoitujen palveluprosessien käytön. Virtuaalivaluuttojen louhinnan verotus toteutuu louhinnan kautta saadun rahakkeen luovutuspäivän arvon mukaisesti tai kyseisen kuukauden keskikurssin mukaan ja louhinnan kautta saatuja rahakkeita verotetaan ansiotulona. Korkeimman hallinto-oikeuden 29.3.2019 antamassa vuosikirjapäätöksessä 2019:42 todetaan, että virtuaalivaluutat ovat tuloverolaissa tarkoitettua omaisuutta ja virtuaalivaluutan vaihtoon viralliseen valuuttaan sovelletaan tuloverolain luovutusvoittoa koskevia säännöksiä¹⁴³. Tämä on muutos Verohallinnon aiempaan käytäntöön. Käytännössä KHO:n päätös tarkoittaa esimerkiksi realisoituvien luovutustappioiden olevan pääsääntöisesti vähennyskelpoisia ja mahdollistaa virtuaalivaluuttojen ja virallisten valuuttojen vaihtotransaktioiden netottamisen verovuoden sisällä ja tappiontasauksen myös niiden välillä.¹⁴⁴ KHO:n päätös ei kuitenkaan ratkaise vielä kokonaisuudessaan virtuaalivaluuttoihin ja rahakkeisiin liittyviä epäkohtia, sillä päätöksessä virtuaalivaluuttoja arvioidaan perustuen ainoastaan virtuaalivaluutan vaihdannasta viralliseen valuuttaan saatavaan hyötyyn.

Suomessa voimassa oleva virtuaalivaluuttojen verosääntely käytännössä estää erittäin nopeasti kehittyviin virtuaalirahakkeisiin ja avoimiin lohkoketjuihin perustuvien palvelukonseptien ja lohkoketjuteknologioiden kehittämisen ja hyödyntämisen Suomessa.

Epäselvä ja liiketoimintaa estävä sääntely ja verotuskäytännöt on noteerattu myös eduskunnassa. Sivistysvaliokunnan mietinnössä (SiVM 21/2018 vp)¹⁴⁵ tietopoliittisesta selonteosta eduskunta edellyttää, että valtioneuvosto:

- ”2. ryhtyy tarvittaviin toimenpiteisiin, joilla edistetään kansalaisten ymmärrystä digitalisaatiosta ja tekoälystä sekä vahvistetaan alan kehittämisen ja kansainvälisen kilpailukykyyn kohentamisen edellyttämää osaamista eri koulutusasteilla ja tieteenaloilla.
- 3. selvittää avointen lohkoketjujen ja kryptovaluuttojen verotuskohtelun pikaisesti sekä siihen liittyen ryhtyy tarvittaviin toimenpiteisiin verotuksellisen tilanteen selkeyttämiseksi ja korjaamiseksi.
- 4. ryhtyy toimenpiteisiin tietopolitiikan kehittämistoimien vastuunjaon määrittelemiseksi valtioneuvostossa siten, etteivät ministeriöiden väliset toimivaltarajat aiheuta haittaa kehittämistyölle ja sen johtamiselle, jota tulee merkittävästi vahvistaa.”

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan mietinnössä (TuVM 1/2018 vp - VNS 5/2018 vp) tulevaisuusselonteosta eduskunta edellyttää, että valtioneuvosto:

- ”8. selvittää alustatalouden, lohkoketjuteknologian ja kryptovaluutan vaikutuksia talouteen sekä edistää verohallinnon kansainvälistä yhteistyötä alustatalouden valvonnan edistämiseksi ja uusien alustatalouden palveluiden kehittämiseksi.”

¹⁴³ <https://www.kho.fi/fi/index/paatoksia/vuosikirjapaatokset/vuosikirjapaatos/1553685714978.html>

¹⁴⁴ https://www.vero.fi/tietoa-verohallinnosta/verohallinnon_esittely/uutiset/uutiset/2019/kho-virtuaalivaluutat-ovat-tuloverolaissa-tarkoitettua-omaisuutta/

¹⁴⁵ https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/SiVM_21+2018.aspx

Eduskunnan valtioneuvostolle esittämät toimenpidevaateet ovat positiivinen merkki siitä, että päätöksentekijät ovat havahtuneet voimassa olevan sääntelyn mahdollisesti aiheuttamaan kilpailukykyongelmaan globaalisti erittäin nopeasti kehittyvän teknologian alalla.

Uusien teknologioiden mahdollistamia toimintatapamuutoksia on otettu huomioon esimerkiksi asunto-osakerekisterin ja sitä koskevan lainsäädännön uudistuksessa (HE laiksi huoneistotietojärjestelmästä ja eräksi siihen liittyviksi laeiksi HE 127/2018). Hajautettua tilikirjateknologiaa hyödyntävää digitaalista asunto-osakkeen kauppaprosessia on valmisteltu yhteistyössä yritysten ja viranomaisten kesken¹⁴⁶. Palvelun kautta tehtiin ensimmäinen täysin digitaalisesti hoidettu asunto-osakekauppa 11.12.2018¹⁴⁷. Laajempaan käyttöön palvelu tulee vuoden 2019 aikana huoneistotietojärjestelmän lakiuudistuksen (HE 127/2018) tultua voimaan.

Julkisen hallinnon tiedonhallintaa koskevalla lakiuudistuksella 906/2019 (tiedonhallintalaki)¹⁴⁸ sekä digitaalisten palveluiden tarjoamista koskevalla lailla 306/2019¹⁴⁹ selkeytetään sääntelyä ja edistetään uusien teknologioiden hyödyntämistä myös julkisen hallinnon tiedonhallinnassa ja kansalaisten mahdollisuuksissa hyödyntää viranomaisten tuottamaa tietoa. Tiedonhallintalain yhtenä tavoitteena on ”parantaa tiedonhallintayksiköiden edellytyksiä kehittää ja automatisoida omia tiedon luovutus- ja vastaanottoprosesseja sekä edistää tietojen luovutuksen automatisointia tapahtuvaksi pääsääntöisesti teknisten rajapintojen avulla”. Laissa ei täsmällisesti huomioida esimerkiksi automatisoitujen sopimusten mahdollisuuksia esimerkiksi tiedonluovutusprosesseissa, mutta oletettavasti tämä sisältyy tavoitteisiin.

Työ- ja elinkeinoministeriön sekä Fingridin selvitys ”Lohkoketjuteknologia osana älykästä sähköjärjestelmää” arvioi lohkoketjuteknologian mahdollisia käyttökohteita energiasektorilla¹⁵⁰. Selvityksessä kuvataan hyvin pohjoismaisen sähköntuotannon eroa esimerkiksi Saksaan ja minkälaisia markkinavaikutuksia näillä eroilla on lohkoketjupohjaisten palveluiden kehittymiseen eri maissa. Selvitys antaa kuitenkin selvän kuvan siitä, että suomalainen energiasectori seuraa aktiivisesti teknologiakehitystä, mutta kaikesta tekemisestä ei välttämättä suuremmin kerrota julkisuudessa. Selvityksessä arvioidaan myös lohkoketjuteknologian vaikutusta PESTEL-analyysin avulla eri toimintasektoreihin.

Suomen kansallinen sääntely, erityisesti verotuksessa, näyttää tällä hetkellä muodostuvan esteeksi niin yrityksille toteuttaa ja hyödyntää kuin kansalaisille hyödyntää arvon internetin palveluita Suomessa. Kansallisella (vero)sääntelyllä estetään käytännössä kokonaisen teknologialohkon kehittyminen ja siihen liittyvien palveluiden hyödyntäminen. Samalla lisätään epävarmuutta suomalaiselle teollisuudelle osallistua globaaliin kehitykseen, jossa älykkäät laitteet ja avoimet lohkoketjut automatisoivat prosesseja erilaisia virtuaalirahakkeita hyödyntäen.

¹⁴⁶ <https://dias.fi/>

¹⁴⁷ <https://www.talouselama.fi/uutiset/vaikea-ehdia-pankkiin-pian-asunnon-voi-ostaa-verkossa-suomessa-tehtiin-joen-ensimmainen-taysin-digitaalinen-asuntokauppa/40cf4e4d-0c9c-3ad7-9b91-10cefd5b624a>

¹⁴⁸ <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190906>

¹⁴⁹ <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190306>

¹⁵⁰

<https://tem.fi/documents/1410877/3481825/Lohkoketjuteknologia+osana+%C3%A4lyk%C3%A4st%C3%A4+s%C3%A4hk%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4%C3%A4+28.8.2018/752904f3-a765-443a-b3d0-6947999c1a68/Lohkoketjuteknologia+osana+%C3%A4lyk%C3%A4st%C3%A4+s%C3%A4hk%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4%C3%A4+28.8.2018.pdf>

Yrityksille löytyy helppoja vaihtoehtoja siirtää digitaalinen liiketoiminta esimerkiksi Viroon, mutta kansalaisten osalta mahdollisuus osallistua ja hyötyä lohkoketjuteknologian mahdollistamasta uudesta digitaalisten palveluiden toteutusmallista voi jäädä saavuttamattomiin, jos palveluiden käytöstä voi seurata kansalaisella esimerkiksi vaikeasti ennakoitavia veroseuraamuksia. Esimerkiksi digitaalisen peliteollisuuden yksi todennäköinen kehityssuunta on kohti erilaisia virtuaalimaailmoja ja –todellisuuksia, joissa hyödynnetään rahakkeisiin perustuvia, pelien välillä siirrettäviä digitaalisia arvonsiirtomekanismeja. Suomen nykyisellä verotuskohtelulla tällaisten peliympäristöjen toteutus ei ole yrityksille kannattavaa Suomessa, vaan ne siirretään tarjottavaksi muualla. Samaa kokonaisuutta koskee myös peleissä tarjottavien yllätyslaatikoiden kohtelu ja tulkinta, kuuluvatko ne arpajaislainsäädännön piiriin vai ei¹⁵¹.

5.1 Lohkoketjuihin perustuvia hankkeita ja palveluita Suomessa syksyllä 2018

Kuntaliiton syksyllä 2018 toteuttaman Kuntien tietotekniikkakartoitus 2018 -selvityksen¹⁵² perusteella kunnissa oli käynnissä muutamia lohkoketjuteknologioita hyödyntäviä hankkeita. Lohkoketjukuriosuuteen vastasi 31 kuntaa, joista 10 prosentilla oli käynnissä ja 10 prosentilla oli osittain käynnissä tai pilotoinnissa lohkoketjuhankkeita. Vastanneista 29 prosenttia arvioi, että lohkoketjuhankkeita käynnistetään seuraavan vuoden kuluessa. Kuntien kokeiluinnosta ja erilaisista tutkimushankkeista huolimatta konkreettisia toteutuksia ei juurikaan ole käynnistetty.

Kouvola Innovation Oy toteuttaa parhaillaan Smartlog-hanketta, jossa kehitetään lohkoketjuteknologiaan perustuvaa logistiikkatoimijoiden tietojärjestelmien yhteentoimivuutta rajat ylittävissä rautatiekuljetuksissa¹⁵³. S-ryhmän Kuhatutka¹⁵⁴ ja Arla Oy:n Yhden tilan maito¹⁵⁵ -palvelut ovat hyvin tyypillisiä tavarankuljetuksen seurantaan mahdollistavia palveluita. Samalla ne ovat hyvää esimerkkiä laitteiden internetin (Internet of Things) ja lohkoketjun yhdistelmästä, jolla luodaan läpinäkyvyyden avulla luottamusta tuotteiden alkuperään ja prosessin toimivuuteen. Vastaava kansainvälinen esimerkki alkuperäseurannan automatisoinnin hyödyntäjästä on Wal-Mart, jossa on arvioitu, että esimerkiksi lehtivihannesten alkuperän jäljittäminen paperipohjaisesta prosessista kestää noin viikon ja vastaavasti lohkoketjupohjaisessa palvelussa muutaman sekunnin. Tästä johtuen Wal-Mart on ilmoittanut, että kaikkien sille tuoreita lehtivihanneksia toimittavien tulee kirjata tuotteiden alkuperä lohkoketjupohjaiseen palveluun helmikuun 2019 alusta lähtien ja koko toimitusketjun tulee olla saatavilla palvelusta syyskuusta 2019 alkaen. Vaatimuksen taustalla on vuoden 2018 kolibakteeriepisode, joka osoitti, kuinka hidasta on löytää alkuperälähde paperilla hoidettavasta alkuperän seuranta-aineistosta sekä saattaa se helposti kuluttajien tietoon ja tarkastettavaksi, mistä ostettu salaatti on peräisin.¹⁵⁶

Alkuperäseurannan lisäksi esimerkiksi kylmäketjun seuranta olisi mahdollista automatisoida koko prosessin ajalta, jos mukana olisivat myös kaupan keskusliikkeet. Tarvittavat tiedot olisi mahdollista saada suoraan eri prosessivaiheissa olevista antureista täysin automatisoidusti. Kuluttajien lisäksi tällaisesta olisi hyötyä myös

¹⁵¹ <https://www.hs.fi/nyt/art-2000006065668.html?ref=rss>

¹⁵² Kuntien tietotekniikkakartoitus 2018. Sivut 68-70.

https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Tietotekniikkakartoitus2018_loppuraportti.pdf

¹⁵³ <https://www.kinno.fi/en/smartlog>

¹⁵⁴ <https://www.s-kanava.fi/web/s-ryhma/kalat/kuha>

¹⁵⁵ <https://www.arla.fi/tikantila/>

¹⁵⁶ <https://news.walmart.com/2018/09/24/in-wake-of-romaine-e-coli-scare-walmart-deploys-blockchain-to-track-leafy-greens> ja <https://corporate.walmart.com/media-library/document/blockchain-supplier-letter-september-2018/> proxyDocument?id=00000166-088d-dc77-a7ff-4dff689f0001

valvonnalle, joka voitaisiin automatisoida älysopimusten avulla suoraan reaaliaikaiseen anturidataan perustavaksi. Esimerkiksi varsin perinteisessä kaivosteollisuudessa kysymys on enää milloin lohkoketjut lyövät läpi erilaisten palveluprosessien¹⁵⁷.

Pankkisektorilla on toteutettu muutama hajautettuihin teknologioihin perustuva palvelu. Digitaalinen asunto-osakekauppa käynnistyi loppuvuodesta 2018¹⁵⁸ ja listaamattomien arvopaperien kaupankäyntipalvelua hajautettuihin teknologioihin perustuen on tarkoitus avata asiakaspilotteihin vuoden 2019 aikana¹⁵⁹. Asunto-osakekaupan yhteydessä olisi mielenkiintoista arvioida myös henkilötietojen automatisoitu päivitys esimerkiksi viranomaisrekistereihin tai taloyhtiön tietoihin.

¹⁵⁷ Kts. esim. <https://im-mining.com/2018/11/12/bnp-hsbc-cargill-rio-tinto-complete-iron-ore-blockchain-transaction/> ja <http://www.mining.com/mining-industry-adoption-blockchain-not-question-report/>

¹⁵⁸ <https://dias.fi/>

¹⁵⁹ <https://www.tieto.com/fi/uutishuone/kaikki-uutiset-ja-tiedotteet/corporate-news/2018/11/asiakastieto-nordea-op-ryhma-privanet-ja-tieto-digitalisoivat-listaamattomien-osakkeiden-kaupankaynnin-ja-osakashalli/>

Taulukkoon 3 on listattu Suomessa toteutettuja ja käynnissä olevia lohkoketjuteknologioita hyödyntäviä palveluita ja hankkeita syksyllä 2018.

Hanke tai palvelu	Toteutusorganisaatio
Lohkoketjuteknologian ja ohjelmoitavan rahan hyödyntämismahdollisuudet palkkatulojen verotuksessa. Hankkeen toteutus: 3/2018–3/2019.	Valtioneuvoston kanslia/valtiovarainministeriö, VN TEAS –tutkimushanke
Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet ja hyödyt sosiaali- ja terveydenhuollossa. Hankkeen toteutus: 2/2017–1/2018.	Valtioneuvoston kanslia/valtiovarainministeriö, VN TEAS –tutkimushanke
SEED-valmisteverotuksen järjestelmän testaaminen Hyperledger-alustalla (Proof-of-Concept).	Verohallinto (EU-hanke: komissio + 8 EU-maata)
Digitaalinen asunto-osakekauppa (www.dias.fi) mahdollistaa asunto-osakekaupan toteuttamisen täysin digitaalisena palveluna. Palvelu on toteutettu yritysten ja viranomaisten yhteistyönä.	DIAS (Digitaalinen asunto-osakekauppa)
Tavoitteena on luoda uutta arvoa avoimen kehitysalustan avulla toimitusketjuprosesseihin ja niihin liittyvään tiedon yhdistelyllä.	DBE (Digital Business Ecosystem) Core -konsortio
Ammattikuljettajille tarkoitetun lohkoketjuun perustuvan uuden palvelun pilotointihanke	Trafi, Liikennelabra, Suomen tilaajavastuu
AuroraAI toimii hajautettuna verkostona, jossa eri toimijat yhdessä muodostavat tekemiselle päämäärän. AuroraAI kehittää tapoja, joilla tehokkaimmin voidaan luoda markkinoita ihmiskeskeisten ja ennakointikykyisten hyvinvointipalveluiden tuottajille tilanteessa, jossa digitaalisten palveluiden tuotantoon yhä enemmän osallistuvat oppivat tekoälyt.	Valtiovarainministeriö, mukana yli 40 organisaatiota ja näissä noin 220 henkilöä
Turvapaikanhakijoiden vastaanottorahan ja palkan maksamiseen tarkoitetut Moni-kortit.	Maahanmuuttovirasto MIGRI
Listamattomien osakkeiden kaupankäynnin ja osakashallinnan digitalisointi lohkoketjun avulla	Asiakastieto, Nordea, OP Ryhmä, Privanet ja Tieto

Taulukko 3. Lohkoketjuteknologioita hyödyntäviä palveluita ja hankkeita Suomessa. Tilanne syksyllä 2018.

6 Yhteenveto

Teknologian kehitys muuttaa myös ihmisten arkea. Arvioimme joka päivä ympäröivää maailmaa omasta näkökulmastamme ja omilla arvoillamme. Kehitys ei ole pelkkää tekniikkaa, vaan sillä on merkittävä

kulttuurinen ja yhteiskunnallinen vaikutus siinä, miten se muuttaa meidän kaikkien elämää. Tämän ymmärtäminen ja arviointi osana digitaalisen yhteiskunnan kehittämistä on olennaista, jotta teknologiset innovaatiot saadaan tuottamaan mahdollisimman paljon ihmisten hyvinvointia lisääviä muutoksia. Teknologiset innovaatiot ovat helpottaneet esimerkiksi monien vammaisryhmien työllistymistä ja omien asioiden hoitamista. Yksilön tunne itsemääräämisoikeuden kasvusta voi olla sen kokeneen henkilön näkökulmasta arvona suurempi kuin asiointitapahtuman digitalisoinnista saatava euromääräinen säästö.

Ahlqvist toteaa raportissaan (TuVJ 4/2018): ”Ymmärtämättömyys rakenteistumisen ja sosioteknisen muutoksen välisestä dialektiikasta johtaa helposti ajatukseen, että teknologia on vain tekninen ratkaisu johonkin ongelmaan. Jos asiaa pohtii pidemmälle, alkaa kohtuullisen nopeasti ymmärtämään, että tilanne on harvoin, jos koskaan, näin yksinkertainen. Voisin nimittäin hieman provokatiivisesti väittää, että teknologioiden läpäisemän yhteiskunnan, teknologioiden varaan heittäytyneen yhteiskunnan, mahdollistaa juuri vuorovaikutus metaregulaation ja teknologioista nousevan sosioteknisen muutoksen välillä. Teknologiaiden läpäisemän yhteiskunnan toimintalogiikka eli tässä tapauksessa tavat, joilla teknologioita kehitetään ja miten ne leviävät yhteiskuntaan, ehdollistaa ratkaisevalla tavalla teknologian kehityksen dynamiikkaa.”¹⁶⁰ Teknologinen kehitys, kuten muutos yleensä, johtaa pääsääntöisesti erilaisten tavoitteiden ja intressiryhmien yhteentörmäykseen yhteiskunnassa, eikä teknologia kehity irrallaan yhteiskunnasta. On siis syytä muistaa, että se miten hyödynnämme, arvotamme tai hylkäämme teknologiaa, vaikuttaa teknologian kehitykseen.

Suomessa on panostettu voimakkaasti tekoälyn edistämiseen. Tätä samaa aktiivista kansallista toimintamallia tulisi soveltaa myös muihin nouseviin teknologioihin, joissa ennakointityön ja esimerkiksi raportin alussa mainitun nelitasomallin¹⁶¹ kautta on nähtävissä Suomelle merkittäviä mahdollisuuksia. Lohkoketjuteknologiat ovat yksi tällainen teknologiarypäs, joka liittyy kuitenkin olennaisesti myös tekoälyn edistämiseen ja transaktioiden automatisointiin. Tekoälypohjaiset palvelut eivät toimi tehokkaasti ilman lohkoketjuteknologian mahdollistamaa luottamuksen automatisointia.

Työ- ja elinkeinoministeriön keväällä 2017 käynnistämän tekoälyn toimenpideohjelman tavoitteena on johdattaa Suomi tekoälyn soveltamisen kärkimaaksi¹⁶². Toimenpideohjelmassa on todettu osuvasti, että ”Tekoälyn aktiivinen yhteiskunnallinen sääntely edellyttää jonkinlaista näkemystä siitä, millainen on ”hyvä tekoäly-yhteiskunta”.¹⁶³ Se, mikä missäkin yhteydessä on kokonaisuudessa hyvä tekoäly-yhteiskunta, riippuu toimintaympäristöstä, jossa teknologiaa hyödynnetään. Tästä syystä samat teknologiat mahdollistavat erilaisia muutoksia esimerkiksi alueellisista ja valtiollisista, kulttuurisista tai eettisistä syistä eri alueilla tai toimintasektoreilla.

Lohkoketjuteknologiat tuovat uusia mahdollisuuksia toteuttaa esimerkiksi viranomaisten ”tietoa kysytään vain kerran” –periaatetta tai ihmislähtöistä datataloutta. Tällöin yksilö tulee nähdä aktiivisena ja tasa-arvoisena toimijana tiedonhallintaprosessissa ja toimijana, joka voi itse säädellä tietojen luovutusta sekä

¹⁶⁰ Ahlqvist: Tulevaisuuden sosioteknisiä vastakkainasetteluja: Radikaalit teknologiat ja dialektinen tulevaisuudentutkimus. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu TuVJ 4/2018. Sivu 46.

¹⁶¹ Kts. Linturi ja Kuusi: Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018.

¹⁶² <https://www.tekoalyaika.fi/mista-on-kyse/>. Viitattu 27.9.2018.

¹⁶³ Suomen Tekoälyaika.

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80849/TEMrap_41_2017_Suomen_teko%C3%A4lyaika.pdf. S. 38.

nähdä kuinka muissa verkoston toimijoissa hänestä tallennettuja tietoja on tarkasteltu. Erityisesti älysovimukset mahdollistavat nykyistä paremmin yksilökeskeisen tiedonhallinnan, jossa henkilö voisi itse hallinnoida mitä tietoja hän eri tapahtumista haluaa antaa esimerkiksi yritysten käyttöön. Yksilö tulee nähdä aktiivisena ja tasa-arvoisena toimijana tiedonhallintaprosessissa. Toimijana, joka voi itse säädellä tietojen luovutusta sekä nähdä kuinka muissa verkoston toimijoissa hänestä tallennettuja tietoja on tarkasteltu.

Lohkoketjuteknologiat eivät kuitenkaan ratkaise kaikkia ongelmia. Prosessien automatisointi edellyttää esimerkiksi toimijoiden sähköistä tunnistamista, dokumenttien sähköisiä allekirjoituksia ja tietorakenteiden standardoimista. Näitä ongelmia on ratkottu suomalaisessa julkisessa hallinnossa jo parikymmentä vuotta, eivätkä lohkoketjutkaan yksin tule näitä ongelmia ratkaisemaan, mutta ne voivat tuoda uusia elementtejä tavoitteiden saavuttamiseksi. Teknologian kehitys ja erityisesti sen innovatiivinen hyödyntäminen edellyttävät riittävää osaamista, mutta myös taloudellista ja henkistä tukea. Ahlqvistin¹⁶⁴ mukaan teknologian kehitystoiminta kasautuu paikkoihin, joissa on asiaan liittyvää yliopistotasoista osaamista ja yrityksiä, joilla on kyky hyödyntää tätä osaamista. Lisäksi osaamiskeskittymiseen vaikuttaa myös ”toimijoiden välinen dynamiikka, josta on käytetty esimerkiksi termejä ”oppiminen” (learning) tai ”paikallinen pöhinä” (local buzz).” Parhaimmillaan nämä voivat ”johtaa alueelliseen kulttuuriin, joka on huomattavan yrittäjähenkinen ja avoin uusille näkemyksille ja innovaatioille.”¹⁶⁵ Tähän Suomen tulee pyrkiä. Toimenpiteiden tulee olla johdonmukaisia, sektorirajat ylittäviä ja ennakoitavia kestävä digitaalista taloutta edistäville innovaatioille, yrityksille ja kuluttajille ympäristö- ja sosiaaliset näkökulmat huomioiden. Suomen hyvä yhteiskunnallinen infrastruktuuri, osaava työvoima ja luotettava hallinnollinen toimintaympäristö antava hyvät lähtökohdat toteuttaa tarvittavia toimenpiteitä. Lisäksi tarvitaan sopivasti kannustavaa henkistä tukea kehittymässä oleviin teknologioihin pohjautuville liiketoimintatideoille.

Suomalaisen yhteiskunnan suuri etu on laaja yksityisen, julkisen ja kolmannen sektorin yhteistyö. Esimerkiksi finanssi- ja vakuutussektorilla on ollut suuri merkitys erilaisten itsepalveluiden käytön edistämässä. Pankkien digitaalisten palveluiden käytön kasvaessa pankit ovat myös osaltaan tukeneet kansalaisten teknologian käytön osaamista erilaisilla neuvonta- ja tukipalveluilla. Samalla on edistetty yleisesti kansalaisten digitaalisten palveluiden käyttö- ja osaamisastetta. Pankkien lisäksi lukuisat vapaaehtoisjärjestöt ovat tehneet vuosia ansiokasta työtä teknologian osaamis- ja hyödyntämismahdollisuuksien edistämässä tuki- ja neuvontatoiminnallaan, jossa hyötyä ja iloa saavat usein niin neuvottava kuin neuvojakin. Nousevien teknologioiden hyödyntämisestä tulee siis muutakin hyötyä kuin suora taloudellinen säästö tai henkilötyövuosien uudelleen kohdentamisen mahdollisuudet. Samalla on myös nähtävä, että nousevat teknologiat voivat olla merkittävä haaste joillekin perinteisille toimintasektoreille ja niiden mahdollisuudelle kannattavaan liiketoimintaan tulevaisuudessa.

Julkisen sektorin voimakkaan digitalisaatiomurroksen suurimpana ajurina on pidetty parempia palveluita halvemmallalla. Tällä on pyritty osaltaan vastaamaan julkisen sektorin rahoitukselliseen kestävyysvajaseeseen. Tämä voi olla perusteltua, jos säästöjen lisäksi pystytään kohdentamaan lisää resursseja automatisoitavista tapahtumista enemmän resursseja vaativiin palveluihin. Toiminnan muutoksen ja teknologisen kehityksen yhteydessä tulee nähdä teknologian hyödyntämisen yhteiskunnallinen vaikutus. Miten nousevien

¹⁶⁴ Ahlqvist: Tulevaisuuden sosioteknisiä vastakkainasetteluja: Radikaalit teknologiat ja dialektinen tulevaisuudentutkimus. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu TuVJ 4/2018. Sivu 72.

¹⁶⁵ Ahlqvist: Tulevaisuuden sosioteknisiä vastakkainasetteluja: Radikaalit teknologiat ja dialektinen tulevaisuudentutkimus. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu TuVJ 4/2018. Sivu 72.

teknologioiden hyödyntäminen osana julkisen sektorin palveluita muuttaa yhteiskunnallista toimintaa ja edesauttaa suomalaisten digiosaamisen lisäämisessä? Ja miten nousevat teknologiat muuttavat arvoja ja yhteiskunnan valtarakenteita? Miten teknologia voi lisätä hyvinvointia tai luoda arvoa (kuten automatisoitu luottamus), jota on vaikea tai mahdoton mitata euroissa?

Lohkoketjuteknologioihin on liitetty suuria odotuksia. Lohkoketjuteknologian on sanottu jossain yhteyksissä olevan yhtä iso keksintö kuin internet oli aikoinaan. Lohkoketjujen on sanottu myös tekevän nykyisen pankki- ja muun luottamusliiketoiminnan tarpeettomaksi virtuaalisilla rahakkeilla ja hajautetuilla luottamusekosysteemeillä, joissa teknologia vähentää tai jopa poistaa kolmannen osapuolen luoman luottamuksen tarpeen. Toisaalta lohkoketjuja on verrattu pyramidihuijaukseen tai jopa performanssitaiteeseen¹⁶⁶.

Kun lohkoketjuteknologiasta irrotetaan ylimitoitettut odotukset, niin jäljelle jää lupauksia herättävä toimintamalli automatisoituihin sopimuksiin ja ohjelmoitavaan rahakkeeseen perustuvasta luottamuksesta erilaisissa monen toimijan välisissä toimintaketjuissa ja mahdollisuus luoda nopeasti globaaleja avoimia palveluketjuja uudenaikaisilla toimintamalleilla ja uusilla toimijoilla. Tässä kehityksessä Suomen kannattaa olla mukana.

7 Ehdotuksia jatkotoimiksi

Seuraavina vuosina on tehtävä määrätietoisesti toimenpiteitä, joilla varmistetaan, että Suomi on houkutteleva maa yrityksille kehittää palveluita lohkoketjuteknologiaa hyödyntäen. Kansallisen lohkoketjustrategian tarve ei ole välttämätön, mutta sellaisen laatiminen voisi luoda selkeyttä ja edistää positiivista suhtautumista lohkoketjuihin.

Positiivinen asenneilmapiiri on perusvaatimus, jotta määrätietoinen uusien teknologioiden ennakointi- ja erityisesti kokeilutoiminta olisivat tehokkaita toimintatapoja helpottamaan nousevien teknologioiden hyödyn arviointia ja sääntelyyn liittyvien epäkohtien tunnistamista.

Yleinen tietämys lohkoketjuteknologioista keskittyy suurelta osin virtuaalivaluuttoihin ja erityisesti niihin liitettyihin negatiivisiin näkökulmiin. Tätä tulisi laajentaa avaamalla lohkoketjuteknologioiden ja rahakkeiden tarjoamis- ja hyödyntämismahdollisuuksia yritysten ja kuluttajien näkökulmista erityisesti arvon internetin kehittämisessä. Havainnollistavina esimerkkinä voisi käyttää esimerkiksi Australian hyvinvointivointirahaketta tai saksalaisten sähköautojen latauspalveluita vastaavien palveluiden tarjonta- ja käyttömahdollisuuksia Suomessa, jos kotimaasta ei esimerkkejä löydy.

7.1 Järjestelmällinen nousevien teknologioiden ennakointityö

Valtioneuvosto käynnisti vuonna 2015 ennakointiverkoston, joka kokoaa yhteen eri alojen asiantuntijat pohtimaan tulevaisuudessa todennäköisesti esiin nousevia ilmiöitä. Jokainen ministeriö laatii myös oman tulevaisuuskatsauksen omalta hallinnonalaltaan. Näiden lisäksi valtioneuvoston kanslia on tuottanut eduskunnalle tulevaisuusselonteon, jossa pureudutaan kulloinkin valittuihin tulevaisuusteemoihin ja miten niihin tulisi vastata. Mutta ennakointityön saattaminen osaksi virkamiesten arkea edellyttää järjestelmällistä koulutusta, ideoille ja kehittämiselle avointa toimintakulttuuria sekä ylimmän ja keski johdon sitoutumista viemään vanhoja toimintamalleja rikkovia toimenpiteitä eteenpäin. Samalla tulisi

¹⁶⁶ <https://www.hs.fi/tiede/art-2000005873002.html> Viitattu 23.10.2018.

myös kiinnittää huomiota siihen, että kokeilutoiminnan vaatima toiminnallinen joustavuus olisi mahdollistettava rahoituksen, resurssien ja esimerkiksi IT-palveluiden soveltamisen osalta.

Tulevaisuusvaliokunta on todennut jo valtioneuvoston vuoden 2013 tulevaisuussekkoa koskevassa mietinnössään 1/2014 että ”teknologinen edelläkävijyys edellyttää visionäärisyyttä ja rohkeutta”. Kypsiä ja varmojen teknologioiden hyödyntämisellä ollaan myöhässä. Jo vuonna 2013 tulevaisuusvaliokunta ehdotti, että teknologian ennakoointiin kehitetyn nelitasomallin kehittämistä jatkettaisiin korkeakouluissa, Tekesissä (nyk. Business Finland), VTT:ssä, Sitrassa ja muissa vastaavissa organisaatioissa yhteistyössä tulevaisuusvaliokunnan kanssa. Lisäksi mietinnössä korostettiin yritysten ja nuorten mukaan saamista uusien teknologisten mahdollisuuksien kokeilijoiksi sekä jatkuvan seurannan ja ennakointityön merkitystä osana kansallisen ennakkoinnin toimintatavan toteutumisessa.¹⁶⁷ Järjestelmällinen teknologisen kehityksen ennakointityö osana muuta ennakointityötä ja kokeilutoimintaa tulisikin käynnistää pysyvänä toimintana mahdollisimman pian.

Valtioneuvoston kanslian ennakointiverkosto toteuttaa nousevien teknologioiden tarkkailua ja arviointia yhteistyössä eri toimijoiden kanssa. Teknologian ennakointia tehdään esimerkiksi VTT:n toimesta, mutta kansallinen koordinaatio ja yhteistyö eri sektoreiden välillä on vielä vaihtelevaa. Ennakointityön tulokset tulisi saada myös osaksi investointirahoitusta, julkisen hallinnon omia hankintoja sekä investointeja, kokeiluja ja myös yhteiskunnallista ja eettistä tutkimusta. Julkisen sektorin hankintojen sopimuskautet ovat yleensä varsin pitkiä ja teknologiset valinnat joskus jopa vuosikymmeniä kestäviä, jolloin ne osaltaan varmistavat pysyvyyttä, mutta samalla myös voivat toimia uusien mahdollisuuksien esteenä.

Teknologian vaikutusta yhteiskunnalliseen kehitykseen on pohdittu esimerkiksi Ahlqvistin raportissa (TuVJ 4/2018)¹⁶⁸. Ennakointityössä on olennaista tunnistaa politiikkatoimien keinot edistää ja tukea nousevien teknologioiden mahdollisuuksia tuottaa uusia ratkaisumahdollisuuksia kansallisiin ja globaaleihin ongelmiin sekä arvioida teknologian vaikutuksia esimerkiksi talouselämän, demografian tai tietyn sektorin yritystoiminnan alueellisen keskittymisen näkökulmasta. Teknologian vaikutuksia tuleekin arvioida hyvin laajasti ja erilaisilla työkaluilla, jotta kyetään tunnistamaan mahdollisimman hyvin myös alueelliset erityispiirteet teknologiainnovaatioiden vaikutuksista yhteiskunnan eri toimintasektoreille.

Teknologian ennakointityö tulisi toteuttaa järjestelmällisesti, luoda ennakointia tukeva toimintakulttuuria sekä varata riittävät resurssit. Poliittikkatoimilla voidaan tukea teknologian mahdollisuuksia tuottaa uusia ratkaisumahdollisuuksia erilaisiin tarpeisiin. Poliittikkajohdon mukaisuutta tulee seurata ja arvioida säännöllisesti.

7.2 Lainsäädännön kehittäminen tukemaan uusia toimintamalleja

Lohkoketjuteknologioiden laajamittainen hyödyntäminen edellyttää tietyissä tapauksissa myös lainsäädännön kehittämistä uusien teknologioiden sekä jakamistalouden mahdollisuuksien ja kehittymisen tukemiseksi. Lisäksi tulee huomioida suomalaisten yritysten ja kansalaisten mahdollisuudet globaalien, rajat

¹⁶⁷ TULEVAISUUSVALIOKUNNAN MIETINTÖ 1/2014 vp Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko: kestäväällä kasvulla hyvinvointia. Sivut 32-33.

¹⁶⁸ Ahlqvist, Toni: Tulevaisuuden sosioteknisiä vastakkainasetteluja: Radikaalit teknologiat ja dialektinen tulevaisuudentutkimus. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu TuVJ 4/2018.

ylittävien palveluketjujen hyödyntämiseen myös Suomessa. Erityisesti älysopimukset ja tekoälypohjaiset päätöksentekojärjestelmät tulevat koettelemaan nykyisen lainsäädännön ja sen tulkinnan rajoja. Voiko ohjelmistokoodi toteuttaa lakia, joka määrää miten ja milloin tietyt tapahtumat toteutetaan? Ovatko ne aina päteviä? Onko älysopimuksella tai tekoälyllä virkavastuu? Edessä on vielä paljon periaatteellista keskustelua.

Lähtökohtaisesti sääntelyn tulee olla teknologianeutraalia siten, ettei sääntelyllä estetä uuden markkinan tai liiketoiminnan kehittymistä. Nykyinen organisaatiolähtöinen sääntely esimerkiksi tiettyjen perusrekistereiden (esimerkiksi väestötietojärjestelmä tai kiinteistörekisteri) keskitettyjen tuottajaorganisaatioiden osalta voi osaltaan olla estämässä tai ainakin hidastamassa lohkoketjuteknologioiden hyödyntämistä viranomaisten välisessä toiminnassa. Lainsäädännössä eri viranomaisille määrättyjen perusrekistereiden tietojen ylläpitovastuiden uudelleen määrittely olisi perusteltua arvioida uudelleen suhteessa esimerkiksi lohkoketjuteknologioiden, älysopimusten ja tekoälyn hyödyntämisen mahdollisuuksiin.

Työ- ja elinkeinoministeriön tekoälyaika-hankkeen raportissa todetaan, että ”Eurooppa on selkeästi jäljessä ja kehitystä hidastavat muun muassa epäyhtenäinen lainsäädäntö ja datavarannot¹⁶⁹.” Eurooppalainen sääntelykehys on hyvin epäyhtenäinen ja jo nyt on nähtävissä EU:n sisäinen kilpailu jäsenvaltioiden välillä siitä, missä maassa on paras kasvuympäristö nousevan teknologian yrityksille. Tässä kokonaisuudessa Suomen tulee hyödyntää omia valttikorttejaan vakaasta toimintaympäristöstä ja hyvin koulutetusta väestöstä, joka pystyy nopeasti omaksumaan uusia toimintatapoja ja –malleja. Tätä mahdollisuutta ei tulisi pilata liian tiukalla ja vanhaa toimintamallia säilyttävällä sääntelyllä tai lyhytaikaisella verokertymän säilyttämiseen tähtäävällä verotuksella. Suomen tapauksessa tehokkainta voisikin olla seurata ja omaksua mahdollisimman laajasti jonkin toisen EU-maan, esimerkiksi Saksan, lainsäädännöllinen lähestymistapa lohkoketjuteknologioiden hyödyn mahdollisimman tehokkaaseen hyödyntämiseen.

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisussa¹⁷⁰ 1/2018 on listattu yli 100 lainsäädännön kehittämistoimenpidettä, joita nousevien teknologioiden hyödyntämisarvioinneissa on havaittu. Erityisesti raportissa nostetaan esille: ”Tärkeimpinä tavoitteina tulisi selvittää vertaisluottamusrakenteisiin liittyvä sanktiointi ja valvontatoiminta, vertaisluottamuksen eri tasojen sertifiointitasojen määrittely, verkostovaikutusten moderointi dominanssin estämiseksi, talkoosisältöjen sekä lohkoketjujen omistajuus, vertaisluottamuksen virallistaminen viranomaishyväksynnän ja tutkintojen kaltaiselle tasolle ja rekisterinpidon kilpailun lisääminen sekä siirto soveltuvin osin vertaisverkkoihin niin yksityis sektorilla kuin julkisissa rekistereissä. Luottamukseen liittyvien metatietojen ja rajapintojen vakiointimahdollisuus tulisi selvittää.”¹⁷¹ Käytännössä tämä edellyttäisi lohkoketjuteknologian hyväksymistä esimerkiksi tiedon muuttumattomuuden varmistamiseksi nykyisen sähköisesti allekirjoitetun dokumentin rinnalle. Tämä edellyttäisi valitulta lohkoketjuteknologialta tiettyjen, viranomaisen määrittelemien kriteerien täyttämistä

¹⁶⁹ Suomen Tekoälyaika. s. 19.

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80849/TEMrap_41_2017_Suomen_teko%C3%A4lyaika.pdf

¹⁷⁰ Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018.

¹⁷¹ Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. Sivu 41.

ja hyväksymistä, erilaisia lainsäädäntömuutoksia sekä todennäköisesti myös merkittävää muutosta julkisen sektorin tietoteknisen infrastruktuurin toteutuslinjauksiin.

Rahakkeiden (engl. token) verotusta tulee tarkastella myös muusta kuin valuuttakeinottelun näkökulmasta. Esimerkiksi sähköautojen latauksessa hyödynnettävät lohkoketjupohjaiset ratkaisut tulisi nähdä myös mahdollisuutena ilmastonmuutoksen vaatimiin toimintatapojen muutokseen sekä kierto- ja jakamistalouden edistämiseksi. Arvon määrittäminen ja kuvaaminen nykyisen talousjärjestelmän näkökulmasta rajaa merkittävästi digitaalisen, ohjelmoitavan rahakkeen hyödyntämismahdollisuuksia.

Rahakkeita ei tule arvioida pelkästään maksukäyttöön tarkoitettuna virtuaalivaluuttana, eikä verotuksellisesti sen kaltaisena tai rikollisena, rahanpesuun liittyvänä, toimintana. Pahimmillaan tällainen suppea näkökulma rahakkeisiin voi johtaa siihen, että esimerkiksi auton ympärille rakentuva lohkoketjuihin ja rahakkeisiin perustava palveluketju muuttaa auton suomalaisen ostajan verovelvolliseksi myös lisäpalveluiden käytön osalta tai pahimmillaan jättää suomalaisen auton omistajan koko palveluketjun ulkopuolelle. Konkreettinen tällaisesta palvelusta voisi olla omakotitalossa oleva sähköauton latauspiste, jota voi vuokrata muille silloin kun ei itse sitä tarvitse. Latauspisteen käytöstä sovitaan älysopimuksella ja maksetaan verkoston sisäisessä käytössä olevalla virtuaalisella rahakkeella ilman välikäsiä.

Lohkoketjuteknologioiden tarjoamiin mahdollisuuksiin tulisi tarttua mahdollisimman pikaisesti ja selvittää käytännön kokeiluja hyödyntäen voimassa olevasta lainsäädännöllistä esteet, mitkä estävät lohkoketjuteknologian hyödyntämistä. Lohkoketjuteknologiat ovat Euroopan mahdollisuus, jossa yksilöt voivat itse olla toiminnan keskiössä ja saada hyötyä omaisuudestaan ilman alustatoiminnan omistavaa organisaatiota. Lainsäädännöllä tulisi luoda mahdollisuuksia lohkoketjujen hyödyntämiseen palveluissa, ei estää hyödyntämistä.

Käytännössä jo nyt erilaiset bonus- ja vastaavat kanta-asiakas- tai muut pisteet ja etuudet ovat digitaalista valuuttaa, mutta muuttuvatko ne joskus digitaalisiksi rahakkeiksi? Valtion rooli esimerkiksi liikunnan tukemisessa tai muussa hyvinvointiarvoa tuottavassa toiminnassa olisi mahdollista toteuttaa rahakkeiden avulla. Rahakkeiden sääntelyn ja verotuksen osalta Suomen kannalta olisikin helpointa seurata esimerkiksi Saksan verotuskäytäntöjä soveltuvien osin. On kuitenkin olennaista, ettei rahakkeista kansallisesti säädetä EU-sääntelyä kireämpänä ja laajempaan.

Sääntelyn kehittämisen perusteena tulisi olla, että päätöksillä ei estetä lohkoketjuteknologioiden tai muiden teknologioiden hyödyntämistä Suomessa kuluttajilta eikä yrityksiltä. Tämä edellyttää esimerkiksi rahakkeiden erilaisten käyttökohteiden tunnistamista myös lainsäädännössä.

Sääntelyn kehittämisessä on olennaista tunnistaa ne kohdat, joihin sääntelyä tulee kohdistaa. Hyvänä esimerkkinä algoritmien tekemien päätösten vastuukysymykset tai esimerkiksi hajautetun autonomisen organisaation vastuu tai sen oikeudellinen asema.¹⁷² Sääntelyllä tulisi myös varmistaa teknologisen kehityksen hyötyjen saaminen kaikkien ulottuville. Tämä edellyttää teknologian demokratisointia, jolloin

¹⁷² Lauslahti, Mattila & Seppälä (2016). "Älykäs sopimus – Miten blockchain muuttaa sopimuskäytäntöjä?". ETLA Raportit No 57. <https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-57.pdf>. Sivu 7.

yhteiskunnan eri toimijoille luodaan yhdenvertaiset edellytyksen käyttää, hyödyntää ja kehittää teknologiaa ja sen luomia mahdollisuuksia.

Nopeasti kehittyvä teknologia asettaa haasteita sääntelyn kehittämiselle, eivätkä lohkoketjuteknologiat tätä helpota. Sääntelyn toteuttaminen kokonaisuutena on hankalaa, kun toiminnot pirstoutuvat yhä pienempiin kokonaisuuksiin ja useampiin toimijoihin sekä automatisoituihin sopimuksiin.¹⁷³ Teknologinen kehitys ja erityisesti nykyisiä toimintamalleja haastavat teknologiat nostavat esiin nykyisten yhteiskuntien haasteet ja systeemisen sitoutumisen tiettyihin periaatteisiin. Samalla kun lainsäädäntöä kehitetään teknologianeutraalisti, tulisi huomioida myös toiminnallinen neutraalius. Erityisesti tämä on huomattavissa nykyisen verotusperiaatteiden kyvyssä vastata muuttuvaan arvon- ja hyvinvoinnin siirtomekanismeihin.

Lainsäädännön kehittämistä ja laatimista tulisi toteuttaa konkreettisten kokeiluhankkeiden avulla. Tämä helpottaisi vaikutusten arvioinnin toteuttamista ja toivottujen vaikutusten saavuttamista.

7.3 Kokeilukulttuurin edistäminen ja kiinnittäminen osaksi ennakointityötä sekä lainsäädännön kehittämistä

Nousevien teknologioiden hyötyjen konkretisoiminen kokeilujen kautta helpottaa teknologiainnovaatioiden edistämistä. Kansallisesti tulisi siksi edistää vielä nykyistä aktiivisemmin julkisen hallinnon, yksityisten yritysten ja kansalaisyhteiskunnan yhteisiä konkreettisia kokeiluja julkisella tuella strategioiden hyödyntämisen sijaan. Tarvitaan esimerkiksi julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyönä lohkoketjuteknologioiden rohkeita kokeiluja, joissa olisi mukana tarvittava lainsäädännön kehittämisosaaminen. Saatujen oppien avulla on mahdollista toimia uskottavasti esimerkiksi eurooppalaista sääntelyä kehitettäessä ja ohjata sitä Suomen kannalta toivottuun suuntaan.

Kuten luvussa 5 esiteltiin, Suomessa on toteutettu erilaisia lohkoketjuteknologiaselvityksiä ja kokeiluhankkeita. Hyvistä tutkimushankkeista huolimatta suurempaa määrää konkreettisia kokeiluja lohkoketjuteknologioiden mahdollisuuksista ei juuri ole saatu aikaiseksi. Esimerkiksi selvitys Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet ja hyödyt sosiaali- ja terveydenhuollossa¹⁷⁴ arvioi, että vaikka lohkoketjuteknologia ei tule syrjäyttämään nykyisiä tietokantaratkaisuja tiedon tallentamisessa, lohkoketjuteknologialla voidaan:

- tehostaa nykyisten tietojen ja tietokantojen ylläpitoa ja varmentaa tiedon muuttumattomuutta,
- toteuttaa nykyisiä digitaalisen identiteetin järjestelmiä paremmin myös henkilöiden terveys- ja sosiaalipalveluihin liittyvän tiedon hallintaan soveltuvia palveluita
- toteuttaa hyvinvointirahaan ja älysopimuksiin liittyviä palveluita
- rakentaa hyvinvoinnin ylläpidossa ja omahoidossa hyödynnettävien sovellusten ja palvelujen luotettu verkosto

¹⁷³ Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2017. S. 23-24.

¹⁷⁴ Salonen, Halunen, Korhonen, Lähtenmäki, Pussinen, Vallivaara, Väisänen, Ylén (2018). Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet ja hyödyt sosiaali- ja terveydenhuollossa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 80/2017. Sivut 44-46.

https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/80_Lohkoketjuteknologian_mahdollisuudet_final.pdf/3dd2c141-e8b3-4825-8637-76bf7206704b?version=1.0

- toteuttaa palveluverkoston toimijoiden sisäisiä ja asiakkaan välisiä maksuja esimerkiksi perinteistä palvelusetelijärjestelmää joustavammin.

Tutkimushankkeiden ehdotuksia tulisikin edistää konkreettisin kokeiluoin pelkän raportissa toteamisen lisäksi. Kokeilujen avulla olisi myös mahdollista osoittaa lohkoketjuteknologioiden ja esimerkiksi erilaisten rahakkeiden ja virtuaalivaluuttojen hyödyt ja hyödyntämismahdollisuudet hyvin erilaisissa käyttötarkoituksissa. Tämä auttaisi myös käytännön toimenpideohjeiden valmistelussa, joilla voitaisiin tukea erilaisia uusia toiminta- ja jakamismalleja.

Lohkoketjuilla kuten myös muilla nousevilla teknologioilla voi olla merkittäviä vaikutuksia yhteiskunnalliseen toimintaympäristöön. Erilaisilla kokeiluilla olisi mahdollista simuloida vaikutuksia ja arvioida toimenpidetarpeita ennen laajamittaisia toteutuksia. Valtioneuvoston tulevaisuusselonteon 1. osassa todetaan: ”Tyypin 2 työssä on kyse hyötyjen ja käyttöarvojen tuottamisesta itselle, läheisille ja vertaisille. Työn tekijälle itselleen työ näyttäytyy tarkoituksellisenä, mielekkäänä toimintana ja valmistamisena. Tähän kuuluu myös vapaaehtoistyö, jota tehdään esimerkiksi perhepiirissä, kodeissa, keittiöissä, puutarhoissa, urheiluseuroissa, harrastuspiireissä, kerhoissa, laulukoroissa tai autotalleissa. Työ edustaa mielekästä tekemistä sellaisenaan, jopa ilman yhteiskunnallista tunnustusta ja urakehitysnäkymiä.” Tällaisen toiminnan yhteydessä lohkoketjuteknologiat ja virtuaalivaluutat tuovat uusia toimintamahdollisuuksia hyödyn ja käyttöarvon esittämiseen ja siirtämiseen verkoston sisäisesti teknologiaa hyödyntäen vähentämällä tai joskus jopa poistamalla kokonaan luotettavan kolmannen osapuolen tarve tapahtumien varmentamisessa.

Suomessa on jo ollut kokeiluja erilaisista hyvinvointirahakkeista¹⁷⁵. Näistä saatuja kokemuksia tulisi hyödyntää laajemmin sekä seurata ja analysoida systemaattisesti. Kokemuksia voisi hyödyntää esimerkiksi sääntelyä kehitettäessä. Lohkoketjuteknologiat tuovat teknologisen mahdollisuuden toimia globaalisti ja avoimesti yksilötasolla. Tämä mahdollistaa globaalit arvovälityspalvelut hyvin erilaisissa toimintaympäristöissä ja luo uusia velvoitteita nykyiselle kansallisvaltioihin ja säädeltyyn valuuttaan perustuvalla yhteiskuntajärjestykselle¹⁷⁶.

Teknologian tutkimushankkeisiin tulisi yhdistää konkreettinen ja riittävän pitkäjänteinen kokeilutoiminta.

¹⁷⁵ Ks. esim. <https://arvotakomo.fi/>

¹⁷⁶ Kts. esim. Atzori, M. 2015. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2709713

8 Lähteet

Asiantuntijahaastattelut

Kimmo Mäkinen, valtiovarainministeriö, 11.9.2018

Henri Hyvärinen, Robin Capital, 3.10.2018

Jussi Mäkinen, EK, 9.10.2018

Arto Laikari, VTT Oy, 12.10.2018

Tomi Sirén, Arla Foods Oy, 1.11.2018

Markus Leinonen ja Tomi Dahlberg, Blockchain Forum ry 31.10.2018

Taneli Tikka, Vake Oy, 19.11.2018.

Markus Hautala, Tieto Oyj, 28.11.2018.

Teemu Jäntti, 11.12.2018.

Sähköpostikyselyt julkisen hallinnon lohkoketjuverkostolle.

Kirjalliset lähteet

Ahlqvist (2018): Tulevaisuuden sosioteknisiä vastaikkainasetteluja: Radikaalit teknologiat ja dialektinen tulevaisuudentutkimus. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu TuVJ 4/2018.

https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_4+2018.pdf

Atzori (2015): Blockchain Technology and Decentralized Governance: Is the State Still Necessary?

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2709713

Euroopan parlamentin päätöslauselma 3. lokakuuta 2018 hajautetun tilikirjan teknologiasta ja lohkoketjuista: luottamuksen lisääminen välikäsien poistamisen avulla (2017/2772(RSP)).

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONGML+TA+P8-TA-2018-0373+0+DOC+PDF+V0//FI>

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan mietintö 1/2014 vp. Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko: kestäväällä kasvulla hyvinvointia. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/mietinto/Documents/tuvm_1+2014.pdf

Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan mietintö 1/2018 vp. Valtioneuvoston tulevaisuusselonteon 2. osa Ratkaisuja työn murroksessa. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/TuVM_1+2018.aspx

Geeniteknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 2/2018.

https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_2+2018.pdf

Ilmola (2017): Hyvinvointiyhteiskunta 2030. Päivitys 2016. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 2/2017. https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_2+2017.pdf

Jakamistalous ja alustatyö. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 3/2018.

https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_3+2018.pdf

Johansson, Eerola, Innanen, Viitala (2019): Lohkoketjukirja – tiekartta päättäjille.

Kaisto ja Terämaa (2019): Kohti digitaalista keskuspankkirahaa. <https://www.edilex.fi/artikkelit/20029.pdf>

Kuusi (2013): Tulevaisuuden radikaalit teknologiset ratkaisut. Esiselvitys. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 2/2013.

https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_2+2013.pdf

Kuusi ja Vasamo (toim.) (2014): 100 opportunities for Finland and the world: Radical Technology Inquirer (RTI) for anticipation/ evaluation of technological breakthroughs. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 11/2014. https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_11+2014.pdf

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

Legal framework for distributed ledger technology and blockchain in Switzerland. An overview with a focus on the financial sector. Federal Council report. 2018.

https://www.mme.ch/fileadmin/files/documents/Publikationen/2018/181207_Bericht_Bundesrat_Blockchain_Engl.pdf

Linturi, Kuusi ja Ahlqvist (2013): Suomen sata uutta mahdollisuutta: radikaalit teknologiset ratkaisut. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 6/2013.

https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_6+2013.pdf

Linturi (2016): Teknologiamurros 2013-2016. Esiselvitys radikaalien teknologioiden kehityksestä 2013 katsauksen jälkeen (Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 6/2013). Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2016.

https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1+2016.pdf

Linturi (2016): Technological change 2013-2016. Preliminary investigation of the development of radical technologies after the 2013 review. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 2/2016.

https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_2+2016.pdf

Linturi ja Kuusi (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistava radikaali teknologia. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018.

https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1+2018.pdf

Lohkoketjuteknologia osana älykästä sähköjärjestelmää. Työ- ja elinkeinoministeriö. 28.8.2018.

<https://tem.fi/documents/1410877/3481825/Lohkoketjuteknologia+osana+älykästä+sähköjärjestelmää+28.8.2018/752904f3-a765-443a-b3d0-6947999c1a68/Lohkoketjuteknologia+osana+älykästä+sähköjärjestelmää+28.8.2018.pdf>

Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2017.

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

Mahlberg ja Hyytiäinen (2019): AuroraAI ja uudenlaiset token-taloudet. Selvitystyö. Jyväskylän yliopisto.
<http://blockchain.it.jyu.fi/assets/pdf/aurora-ai.pdf>

Mattila, Seppälä & Lähteenmäki (2018). ”Kuka vie ja ketä? – Pankit alustatalouden ristitulessa”. ETLA Raportti No 84. <https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-84.pdf>.

OECD Blockchain Primer. <http://www.oecd.org/finance/OECD-Blockchain-Primer.pdf>

Purmonen ja Saarinen (toim.) 2018. Fotoniikasta valoa Suomen hyvinvointiin. Selvitys alan vaikuttavuudesta ja kasvunäkymistä. Eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 5/2018.
https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_5+2018.pdf

Salonen, Halunen, Korhonen, Lähteenmäki, Pussinen, Vallivaara, Väisänen, Ylén (2017):
Lohkoketjuteknologian mahdollisuudet ja hyödyt sosiaali- ja terveydenhuollossa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 80/2017.
https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/80_Lohkoketjuteknologian_mahdollisuudet_final.pdf/3dd2c141-e8b3-4825-8637-76bf7206704b?version=1.0

Suomen Tekoälyaika.
http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80849/TEMrap_41_2017_Suomen_teko%C3%A4lyaika.pdf

United Nations E-Government Survey 2018.
https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2018-Survey/E-Government%20Survey%202018_FINAL%20for%20web.pdf