



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Miikka Väre

Lohkoketjuteknologia, nykytila-analyysi ja sovellukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Insinöörityö

4.6.2020

Tekijä Otsikko	Miikka Väre Lohkoketjuteknologia, nykytila-analyysi ja sovellukset
Sivumäärä Aika	26 sivua + 0 liitettä 4.6.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalouden koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	Tuotantotalouden koulutusohjelma
Ohjaajat	Yliopettaja Antero Putkiranta
<p>Työn tavoitteena oli perehtyä lohkoketjuteknologiaan yleisesti, käydä läpi teknologiaa sen taustalla ja perehtyä sen tuomiin mahdollisuuksiin erilaisten sovellusten muodossa. Merkittävä osa työstä on myös nykytila-analyysi lohkoketjuteknologiasta. Se tutkii teknologian mahdollisuuksia sekä haasteista nyt ja tulevaisuudessa, sen matkalla kohti yleiskäyttöistä teknologiaa. Nykytila-analyysissä on käytetty työkaluina ja menetelminä SWOT-analyysiä ja PESTEL-analyysiä, joilla pyrittiin analysoimaan lohkoketjuteknologian asemaa. Näiden perusteella huomattiin, että erilaiset lainsäädäntöön ja sääntelyyn liittyvät tekijät ovat toistaiseksi hidastamassa kyseisen teknologian yleistymistä.</p> <p>Lohkoketjuteknologian perustana on alun perin virtuaalivaluutta Bitcoinin taustalla toimiva teknologia (Blockchain). Kun teknologia irrotetaan Bitcoinista, tarjoaa se erittäin monia potentiaalisia sovelluskohteita lähes jokaisella toimialalla. Teknologia on niin merkittävä, että sitä on kuvailtu seuraavaksi internetiksi. Sitä pidetään yhtä mullistavana yleiskäyttöisenä teknologiana kuin internet oli tullessaan (General Purpose Technology, GPT). Lopullinen muutos tulee mahdollisesti viemään vuosia, ellei vuosikymmeniä, kuten internetin osaltakin tapahtui.</p> <p>Älysopimuksilla (smart contracts) on lohkoketjuteknologian sovellusten perustana merkittävä rooli. Älysopimukset lohkoketjuteknologian osana on mahdollistava tekijä erilaisille mullistaville sovelluksille, joita on jo nyt merkittävä määrä kehitteillä lähes kaikilla toimialoilla. Merkittävimpiä muutoksia näiden perusteella on odotettavissa aikanaan esimerkiksi rahoituseläälle, toimitusketjuihin sekä julkiseen hallintoon.</p>	
Avainsanat	lohkoketju, yleiskäyttöinen teknologia, älysopimukset

Author Title	Miikka Väre Blockchain, current state analysis and applications
Number of Pages Date	26 pages + 0 appendices 4 June 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Professional Major	Industrial Management
Instructors	Antero Putkiranta
<p>Objective of this thesis was to become familiar to Blockchain in a general level, acquire information how it works in a simple level and the technology in background of it. Then in this thesis dug into all possibilities it has to offer in a way of vast amount of different Blockchain applications. Significant part of the work is also the current state and the business environment analysis of the Blockchain. There are questions as: what challenges it has today and in future before coming as a general-purpose technology? SWOT analysis and PESTEL analysis were used as a business environment analysis about it. As a result of these analysis remarks were that different legislation and regulatory related aspects are slowing down adoption phase of the Blockchain.</p> <p>Blockchain technology is originally originated from a virtual currency Bitcoin. When you separate Blockchain technology from Bitcoin it offers many potential applications for almost all industries. Technology is so significant that it has been described as a next fundamental technology and as a next internet. It has been also described as a next general-purpose technology. Final change will take years if not even decades like happened with the internet also.</p> <p>Smart contracts have important role as a fundamental basis for Blockchain applications. As a part of Blockchain, smart contracts are the enabling factor for all kind of transformational Blockchain applications which are already being developed extensively for almost all industries. Based on these applications, the most significant changes are expected in the future, for example in the financial sector, supply chains and public administration.</p>	
Keywords	Blockchain, general purpose technology, smart contract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lohkoketjuteknologia	3
2.1	Lohkoketjuteknologia	3
2.2	Proof of Work	5
2.3	Proof of Stake	6
2.4	Lohkoketju 2.0	6
2.5	Ethereum	7
3	Lohkoketjuteknologian nykytilan analysointi ja tulevaisuuden haasteet	8
3.1	Yleiskäyttöinen teknologia (GPT)	8
3.2	Lohkoketjuteknologian vertailu internetin ja TCP/IP-teknologian kehitykseen	8
3.3	Toimialan muutos	9
3.3.1	Radikaali muutos	9
3.3.2	Välillinen muutos	10
3.3.3	Luova muutos	10
3.3.4	Progressiivinen muutos	11
3.4	SWOT-analyysi	13
	Vahvuudet	13
	Heikkoudet	13
	Mahdollisuudet	13
	Uhat	14
3.5	PESTEL-analyysi	15
3.5.1	Poliittiset tekijät	16
3.5.2	Taloudelliset tekijät	16
3.5.3	Sosiaaliset tekijät	16
3.5.4	Tekniset tekijät	17
3.5.5	Ympäristötekijät	17
3.5.6	Lainsäädäntöön liittyvät tekijät	17
4	Lohkoketjuteknologian sovellukset	19

4.1	Smart contract	19
4.1.1	Case-esimerkki: The DAO	19
4.1.2	Älysopimusten suhde nykyisiin sopimuksiin ja oikeusjärjestelmään	20
4.2	IoT ja toimitusketjun lohkoketjuteknologian sovellukset	21
4.3	Rahoitusalan lohkoketjuteknologiasovellukset	22
4.4	Julkisen hallinnon ja muiden toimialojen lohkoketjusovelluksia	23
5	Yhteenveto	25
	Lähteet	27

Lyhenteet

BaaS

(Backend-as-a-Service). Pilvipalvelumalli, jossa sovelluskehittäjät voivat ulkoistaa sovellukseen tarvittavan taustakehityksen muille palveluntarjoajille. Näin ollen he voivat keskittyvät vain käyttäjäkokemuksen osalta olennaisiin asioihin.

GDPR

General Data Protection Regulation. Yleinen tietosuojasetus, joka on henkilötietojen käsittelyä sääntelevä laki. Sitä alettiin soveltaa kaikissa EU-maissa keväällä 2018.

GPT

General Purpose Technology. Yleiskäyttöinen teknologia, joka luo oman teknologisen perustansa. Se ei ole vaan pelkkä johdannainen johonkin muuhun teknologiaan.

1 Johdanto

Lohkoketjuteknologia perustuu alunperin virtuaalivaluutta Bitcoinin taustalla toimivaan teknologiaan (Blockchain). Teknologia irrotettuna Bitcoinista tarjoaa erittäin monia sovelluskohteita jokapäiväisessä elämässä, jota se voi muuttaa merkittävästi. Näitä sovelluksia tarkastellaan yksityiskohtaisesti myöhemmin työssä. Teknologia on niin mullistava, että sitä on kuvailtu seuraavaksi internetiksi. Sitä pidetään yhtä mullistavana fundamenttiteknologiana tai yleiskäyttöisenä teknologiana, kuin internet oli tullessaan (General Purpose Technology, GPT). Lopullinen muutos tulee viemään vuosia, ellei vuosikymmeniä, kuten internetin osaltakin tapahtui.

Sopimukset, transaktiot ja niiden todennus talouden, lainsäädännön sekä politiikan osalta on yksi merkittävimpiä rakenteita nykyisessä yhteiskunnassa. Ne ohjaavat lähes kaikkea toimintaa ja transaktioita. Nykyisellään nämä rajoittavat digitaalisen maailman kehitystä, koska nämä perustekijät eivät ole muuttuneet samaan tahtiin kuin muu digitalisaation kehitys. Tähän ongelmaan lohkoketjuteknologia tarjoaa ratkaisun. Lohkoketju on teknologia, jossa toisilleen tuntemattomat osapuolet tietoturvallista ja hajautettua tietokantaa ilman, että heidän tarvitsee luottaa toisiinsa. Teknologia luo tämän luottamuksen kahden osapuolen välille. Normaalisti tämän luottamuksen luo transaktioissa kolmas osapuoli (middleman), kuten pankit, maistraatit tai lakitoimistot. Lohkoketjuteknologian ansiosta tämä kolmas osapuoli voidaan jättää välistä pois. Tämän myötä on mahdollista luoda täysin uudenlainen perusta nykyisille taloudellisille ja sosiaalisille järjestelmille. Merkittävin hyöty on aivan toisen luokan nopeus transaktioissa sekä saavutettavat kustannussäästöt. Esimerkiksi vaikka osakekaupan voikin nykyisin tehdä sekunneissa internetissä, niin varsinaisen osakkeen omistajuuden siirtoon (settlement) arvopaperien säilytysyhteisössä tarvitaan edelleen ihminen, jonka takia se vie edelleen päiviä. Lohkoketjuteknologian myötä tämä voisi tapahtua lähes välittömästi. (Iansiti, ym 2017.)

Työ on aloitettu perehtymällä lohkoketjuteknologiaan ja sen tarjoamiin mahdollisuuksiin erilaisten sovellusten muodossa. Tämän työn tavoitteena on perehtyä lohkoketjuteknologiaan yleisesti sekä käydä läpi eri tekijöitä sen taustalla. Tämän lisäksi arvioidaan nykytilaa ja erilaisia haasteita, joita lohkoketjuteknologialla on edessään ennen kuin siitä voi tulla yhtä mullistava teknologia jokapäiväisessä elämässä, kuin internet on. Näiden lisäksi perehdytään erilaisiin lohkoketjuteknologian sovelluksiin, joita

on jo monia eri osa-alueilla. Työ on pääosin kirjallisuuskatsaus. Aineistoa kerättiin erilaisista tieteellisistä julkaisuista ja nettiartikkeleista. Pyrkimyksenä on valita työhön mahdollisimman laadukkaita julkaisuja. Suurin osa materiaalista on saatavissa internetistä. Lohkoketjuteknologia on edelleen tuore aihe, jonka huomasi esimerkiksi siinä, että ihan vastaavanlaisia nykytila-analyysyjä, joita tässä työssä on tehty, ei internetistä löytynyt.

Työ pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Mikä on lohkoketjuteknologia ja miten se toimii?
2. Lohkoketjuteknologian nykytila eli tämän hetkiset vahvuudet ja haasteet
3. Lohkoketjuteknologian mahdollistamat erilaiset sovellukset.

2 Lohkoketjuteknologia

2.1 Lohkoketjuteknologia

Ensimmäinen dokumentti lohkoketjuteknologiasta löytyy vuodelta 2008, ja ensimmäinen implementaatio lohkoketjuteknologiasta on Bitcoinin elementtinä vuonna 2009. Lohkoketjuteknologian kehittäjä on anonymiteetti Satoshi Nakamoto. Blockchain-teknologia toimi perustana Bitcoinin hajautetussa tilikirjassa (distributed ledger), johon kaikki Bitcoinilla tapahtuva transaktioliikenne perustuu. (Zhang ym, 2019.)

Kaikki transaktiot tallennetaan avoimeen lohkoketjuun, jossa ne verifioidaan kryptografian avulla, joka tässä tapauksessa tarkoittaa algoritmia, joita tietokoneet ratkaisevat, jotta transaktio voidaan verifioida. Tätä kutsutaan myös louhinnaksi, jossa "louhijat" saavat tekemästään työstä transaktioiden hyväksymisen eteen palkkioksi Bitcoineja. (Zhang ym, 2019.)

Transaktiot toimitetaan lohkoketjun lohkoille, jossa ne hyväksytään ja lisätään osaksi aiempaa ketjua. Uusia lohkoja ei voi lisätä ilman, että lohko kytkeytyy edellisen lohkon tiivisteseen (hash). Lohko suojataan kryptografisesti, ja se saa koko lohkoketjun sisältöön perustuvan tiivisteen. Tiiviste sisältää osoitteen siihen ketjun osaan, johon tieto on tallennettu. Lohkojen ketjut pitävät huolen siitä, että tieto on validoitua, eli ketjuun jo lisättyjä transaktioita ei voida enää jälkikäteen muokata, vaan data on ja pysyy. Mikäli ketjun jotain osaa pyrittäisiin muokkaamaan, katkeaa koko ketju, jolloin muutosta ei pystytä validoimaan. Tällä pystytään luomaan teoriassa muuttumaton, läpinäkyvä ja luotettava tilikirja kahden osapuolen välillä käydyistä transaktioista, jolloin kolmatta osapuolta näihin transaktioiden toteuttamiseen ei tarvita, vaan luottamus osapuolten välille pystytään luomaan tällä teknologialla. (Zhang ym, 2019.)

Tämä teknologia oli avainasia, jolla Nakamoto pystyi varmistamaan Bitcoinin turvallisuuden, luotettavuuden ja läpinäkyvyyden ilman kolmatta osapuolta. Lohkoketju on aina yhtenäinen, eli mistä tahansa lohkoista voidaan aina palata ilman katkoja ensimmäiseen 0-lohkoon (Genesis lohko). Samanaikaisia lohkoja voi syntyä usempia transaktioiden tapahtuessa. Tällaisessa tapauksessa pisin yhtenäinen ketju jää voimassaolevaksi. (Nakamoto 2008.)

Allaoleva kuva (Zhang ym, 2019) pyrkii selventämään miten lohkoketjuteknologia toimii Bitcoinissa.

51:4

R. Zhang et al.

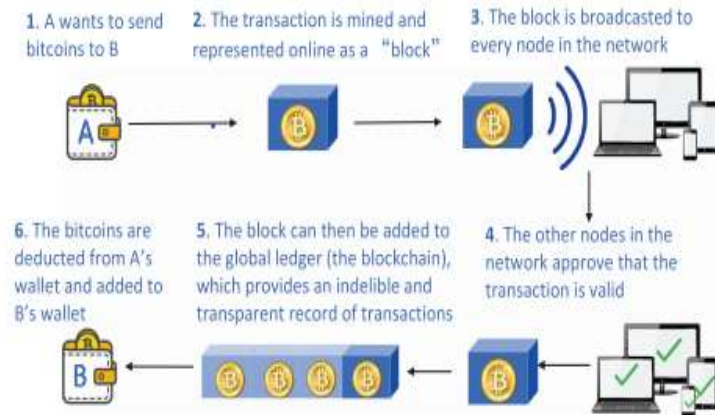


Fig. 1. How the Blockchain works.

Kuva 1. Lohkoketjun toiminta (Lähde: Zhang ym, 2019)

Toiminta perustuu siten alla listattuihin kohtiin järjestyksessä.

1. Henkilö A haluaa lähettää Bitcoineja henkilölle B.
2. Transaktio on louhittu ja esitetään lohkoketjussa lohkona.
3. Lohko lähetetään jokaiselle käyttäjälle "solmulle" lohkoketjussa.
4. Muut käyttäjät lohkoketjussa hyväksyvät, että transaktio on validi.
5. Lohko voidaan lisätä pääkirjaan (lohkoketju), jonka kautta se muuttuu pysyväksi ja läpinäkyväksi tapahtumaksi transaktioissa lohkoketjussa.
6. Bitcoinit vähennetään henkilö A:n "lompakosta ja lisätään henkilön B "lompakkoon".

2.2 Proof of Work

Lohkoketjuteknologian oikean toiminnan takaamiseksi työntodentamisella (Proof of Work) on tärkeä rooli. Kaksinkertaisen menon estämiseksi Nakamoto on luonut ratkaisun, jossa jokainen transaktio tarkastetaan erikseen, jotta vältetään tilanteelta, jossa maksaja olisi jo voinut käyttää transaktioon vaadittuja varoja johonkin toiseen transaktioon. Tämä tapahtuu niin, että lohkoketjun käyttäjien tulee tunnistaa kaikki lohkoketjun aiemmat transaktiot. Lohkoketjun transaktioiden tulee olla kaikille julkisia, jotta tämä tunnistaminen olisi mahdollista. Näin ollen lohkoketjuteknologian turvallisuus perustuu siihen, että koko lohkoketju on samaa mieltä transaktioiden tapahtumajärjestyksestä. Tämän varmistamiseksi apuna käytetään jo aikasemmin mainittua tiivistettä (hash), joka sisältää tiedot ajankohdasta, milloin lohko on luotu. Tämä tieto sisältyy myös seuraavaan lohkoon. Näin ollen tiiviste kytkee lohkot toisiinsa ja luo ne osaksi lohkoketjua. Tällä samalla tiivisteeseen ajankohta tiedolla voidaan myös todentaa, että aiempi lohko on ollut olemassa jo ennen siihen kytkettyä seuraavaa lohkoa. Muuten ei olisi mahdollista, että uudessa lohossa on tämän vanhan lohkon tiedot olemassa. Näin pystytään muodostamaan turvallinen lohkoketju, jonka aiempia lohkoja ei pysty muokkamaan, koska muuten lohkoketju katkeaa jos tiivisteet ei enää täsmää lohkojen välillä. (Nakamoto 2008.)

Proof of work on ikään kuin numerolukko, jonka yhdistelmä täytyy ratkaista, jotta lohko saadaan osaksi lohkoketjua. Bitcoinin osalta tätä työntodentamista kutsutaan louhinnaksi (mining). Louhinnassa yritetään ratkaista paljon laskentatehoa vaativaa SHA-256 algoritmiä. Ratkaisusta saa palkkioksi niin sanotun lohkopalkkion bitcoinien muodossa. Samalla hetkellä lohko on ratkaistu ja liitetään osaksi lohkoketjua. Bitcoinin arvon noustessa nykyään on monia yrityksiä, jotka keskittyy pelkästään Bitcoinin louhintaan ja samalla ylläpitävät lohkoketjua vahvistamalla transaktioita louhinnan kautta. SHA-256-algoritmin ratkaiseminen on vaikeutunut huomattavasti lohkoketjuteknologian alkuaajoista, jonka takia siihen menee aikaa enemmän. Samalla se myös parantaa lohkoketjun turvallisuutta. Toki on otettava huomioon, että myös laskentateho on samalla parantunut. (Nakamoto 2008.)

2.3 Proof of Stake

Proof of Staken idea perustuu, että päätöksenteko annetaan niille, joilla on lohkoketjussa eniten virtuaalivaluutta kuten Bitcoineja. Voidaan olettaa, että heillä on päämääränä huolehtia pääomastaan ja siten huolehtia lohkoketjun turvallisuudesta. Koska jos lohkoketjun turvallisuus vaarantuisi, niin on todennäköistä, että heidän pääomansa arvo myös laskisi. Proof of Work -protokollassa haittatekijänä on mahdollisuus 51%-hyökkäykseen eli osapuoli, jolla on 51% tai suurempi osuus lohkoketjun laskentatehosta, voi tehdä toimenpiteitä, joilla lohkoketjusta voi tehdä epäluotettavan. Proof of Stakesta taas tulee epäluotettava, jos enemmistö pääoman omistajista päättää hyökätä systeemiä vastaan. (Zhang ym, 2019.)

2.4 Lohkoketju 2.0

Lohkoketju 2.0 on toisen sukupolven versio alkuperäisestä lohkoketjusta. Toisen sukupolven lohkoketju tuo mukanaan paremman kehitysalustan erilaisille sovelluksille yleiskäyttöisenä teknologiana siinä, missä ensimmäisen sukupolven virtuaalivaluutta lohkoketjunkäyttö erilaisiin liike-elämän ja yhteiskunnan sovelluksiin on rajoitetumpaa. (Batra ym, 2019).

Toisen sukupolven lohkoketjun tunnistettuun tarpeeseen ja sen tuomiin muutoksiin on ennen kaikkea vaikuttaneet tarve paremmalle alustalle erilaisten käyttösovellusten tarpeisiin sekä ensimmäisen sukupolven virtuaalivaluuttalohkoketjuun ja virtuaalivaluuttoihin liittyvien erilaisten epävarmuus ja turvallisuustekijöiden vähentäminen. Kuluttajat saattavat myös alkaa osoittamaan laajempaa kiinnostusta vaihtoehtoihin virtuaalivaluuttoihin Bitcoinin sijasta, kuten esimerkiksi Dashiin tai Litecoiniin, sillä ne tarjoavat nopeamman transaktionopeuden Bitcoinin verrattuna. Kuluttajien ja yritysten suhtautuminen virtuaalivaluuttoihin on muutenkin yleisesti parantunut merkittävästi viime aikoina. (Batra ym, 2019.)

Erilaisten lohkoketjusovellusten yleistymistä liike-elämässä ja yhteiskunnassa tulee helpottamaan myös BaaS (Backend-as-a-Service), joka helpottaa sovellusten luomista. Kyseessä on pilvipalvelumalli, jossa sovelluskehittäjät voivat ulkoistaa sovellukseen tarvittavan taustakehityksen muille palveluntarjoajille ja keskittyä näin ollen vain käyttäjäkokemuksen osalta olennaisiin asioihin.

Toisen sukupolven lohkoketjun osalta muutoksia on myös tapahtunut lohkoketjun toiminnan kannalta olennaisten algoritmien osalta, joiden toimintaa on tässä työssä jo aiemmin käyty läpi. Esimerkiksi Ethereum, joka on yksi tunnetuimmista virtuaalivaluutoista Bitcoinin ohella, on korvaamassa Proof of Work -systeemin Proof of Stake -systeemillä. Tämä tarkoittaa sitä, että ne lohkoketjun jäsenet palkitaan, joilla on eniten ja pisimpään olleita kolikoita (coins) digitaalisissa lompakoissaan. Se lohkoketjun jäsen, joka näillä tekijöillä sijoittuu korkeimmalle, valitaan transaktioiden vahvistajaksi, josta saa myös samalla palkkion. PoS-systeemin etuja on monia, kuten uskollisemmat käyttäjät, mikä vähentää verkkohyökkäyksen riskiä, ekologisuutta ja tehokkuusetuja, kun raskasta algoritmin ratkaisuprosessia lohkoketjun toiminnan taustalle ei tarvita, myös transaktiot ovat huomattavasti nopeammat . (Batra ym, 2019.)

2.5 Ethereum

Ethereum on sovellusalusta lohkoketjusovelluksille (blockchain app platform). Sille kuka tahansa voi kehittää erilaisia sovelluksia. Ethereum julkaistiin vuonna 2015 ohjelmoitavaksi lohkoketjuksi. Ethereumia itsessään kutsutaan myös toisen sukupolven lohkoketjuksi. Sillä on myös oma virtuaalivaluuttansa, jota kutsutaan Etheriksi (ETH). Virtuaalivaluuttana se toimii samalla tavalla ja ominaisuuksilla kuin Bitcoin. Olennaisin lisäarvoa luova tekijä muihin lohkoketjuihin verrattuna on se, että se on ohjelmoitava. Näitä hajautettuja lohkoketjuteknologialla toimivia sovelluksia kutsutaan nimellä dapps (decentralized apps). Ethereum-yhteisö on maailman aktiivisin ja isoin lohkoketjuyhteisö maailmassa. Yksi merkittävimmistä Ethereum-sovelluksista on älysopimukset (smart contract), joita käsitellään tässä työssä myöhemmin lisää. (Ethereum.org.)

3 Lohkoketjuteknologian nykytilan analysointi ja tulevaisuuden haasteet

3.1 Yleiskäyttöinen teknologia (GPT)

Lohkoketjuteknologiasta on jossain yhteyksissä arvioitu merkittävintä yleiskäyttöistä teknologiaa sitten internetin. Suurin lupaus liittyy siihen, että se pystyy haastamaan keskitetyn tiedonhallinnan mallin, jossa valtiot ja Facebookin sekä Googlen kaltaiset isot IT-firmat ovat hallinneet tietoa keskitetysti. (Honkanen 2017.)

Yleiskäyttöiselle teknologialle voidaan antaa monenlaisia määritelmiä, mutta esimerkiksi mukaan siihen liitetään tyypillisesti seuraavat ominaisuudet:

1. Teknologia otetaan eri muodoissa käyttöön laajasti taloudessa sekä yhteiskunnassa.
2. Teknologia kehittyy, muovautuu ja jalostuu ajan kuluessa vuosia tai vuosikymmeniä.

Teknologia mahdollistaa hyvin monenlaisia uusia sitä soveltavia innovaatioita ja sovelluskohteita monilla eri toimialoilla ja sektoreilla. (Hyytinen 2019.)

Yleiskäyttöisen teknologian ominaisuuksiin kuuluu, että se voi edelleen kehittyä ja kehittyminen voi jatkua pitkäänkin, vaikka se olisi jo levinnyt melko laajasti käyttöön eri muodoissa yhteiskunnassa. Teknologian jatkojalostuminen perustuu siihen tehtäviin uusiin sovellusinnovaatioihin (Hyytinen 2019).

3.2 Lohkoketjuteknologian vertailu internetin ja TCP/IP-teknologian kehitykseen

Lohkoketjuteknologiaa on verrattu paljon internetiin, mutta erityisesti sitä voidaan verrata internetin TCP/IP-teknologiaan (transmission control protocol/internet protocol), joka loi perustan internetin kehitykselle ja laajemmalle teknologian adoptiolle. Se on yksi relevanteimpia esimerkkejä hajautetusta verkkoteknologiasta (distributed computer networking technology). Se esiteltiin jo vuonna 1972 perusteena sähköpostin lähettämiselle ARPAnetin sisällä, joka oli Yhdysvaltojen puolustusministeriön alaisuudessa. Tätä ennen telekommunikaatio perustui kytkintekniikkaan, joka vaati

toimiakseen huomattavasti suuremman infrastruktuurin, joka oli myös huomattavasti kalliimpi. TCP/IP mahdollisti tiedon kulkemisen mitä tahansa reittiä vastaanottajalle. TCP/IP suhtauduttiin myös aluksi epäilevästi, mutta sai aikanaan vakiinnutettua asemansa. Kuitenkin laajaan julkiseen käyttöön se tuli vasta nykyisen internetin syntymisen myötä 90-luvun puolessa välissä. (Iansiti, ym 2017.)

Tästä voidaan päätellä, kuinka kauan lohkoketjuteknologialla voisi mennä aikaa, että se olisi nykyisen internetin laajuudella käytössä. Kehitys sen osalta tulee kuitenkin varmaan olemaan nopeampaa.

3.3 Toimialan muutos

Harvard Business Review -artikkelin (How industries change 2004) mukaan organisaation koko toimialan rakenne ja muutokset tulee ymmärtää, jotta voidaan tehdä oikeita ja järkeviä investointeja. Jos toimiala on radikaalin muutoksen keskiössä tulee yrityksen mukauttaa toimintaansa ja strategiaansa selviytyäkseen. On ilmeisen tärkeää ymmärtää toimialaa kohtaavat muutokset ja haasteet, mutta asian todellinen ymmärtäminen ja oikeiden päätösten tekeminen ei ole niin helppoa. Jotta voi paremmin ymmärtää, mihin toimiala on kehittymässä, tulee kaikki ylimääräinen välitön toimialan uusien trendien nostatus ja kilpailun uhat sulkea hetkeksi pois ja tarkastella asioita pidemmällä aikavälillä paremman tuloksen saavuttamiseksi. Toimialat kehittyvät neljän eri muutostyyppin kautta. Nämä ovat radikaali muutos, luova muutos, välillinen muutos sekä progressiivinen muutos. Nämä neljä muutoskategoriaa kannattaa muistaa strategia suunnittelussa, jos yritys haluaa toteuttaa mahdollisimman hyvin sen tärkeintä tehtävää, eli tuottaa voittoa sijoitetulle pääomalle ja yrityksen omistajille. Monet yritykset ovat kohdanneet epäonnistumisia ja tappioita yrittäessään luoda jotain uutta näiden neljän kategorian ulkopuolelta. (McGahan 2004.)

3.3.1 Radikaali muutos

McGahanin mallissa radikaali muutos ilmenee, kun sekä ydinaktiviteetit, että ydinarvotekijöihin ovat muuttumassa arvottomiksi jonkin korvaavan teknologian tai liiketoimintamallin toimesta. Lohkoketjuteknologian osalta tämä olisi esimerkiksi isot toimintaympäristömuutokset taloudessa ja politiikassa. Lohkoketjuteknologian myötävaikutuksessa tämä muutos voisi esimerkiksi tapahtua rahoitusalan palveluissa.

Lohkoketjuteknologian avulla kaikki transaktiot, kuten erilaiset maksut ja arvopaperikauppa, voitaisiin hoitaa ilman pankkeja, kun kolmatta, luottamusta tuovaa, osapuolta ei tarvita. Lohkoketjuteknologian avulla transaktioiden nopeus olisi huomattavasti suurempi ja kustannukset merkittävästi vähäisempiä. Rahoitusalan palveluiden lisäksi erilaiset hallinnolliset transaktiot tai omaisuuden rekisteröinnit, kuten esimerkiksi maistraatissa, lakitoimistossa ja muussa hallinnossa hoidettavat rekisteröinnit ja transaktiot voitaisiin hoitaa esimerkiksi älysopimusten avulla. (McGahan 2004.)

3.3.2 Välillinen muutos

Välillinen muutos on yleisempi kuin radikaali muutos. Siinä asiakkaiden aktiviteetti ja käytös toimialalla muuttuu uusien vaihtoehtojen myötä. Tästä McGahan nostaa esimerkkinä autoliikkeiden heikentyneen aseman internetin myötä. Asiakkaat voivat internetin myötä asioida suoraan autovalmistajien kanssa paljon helpommin kuin ennen. Mahdollisesti vielä parempi esimerkki voisi olla matkatoimistojen aseman merkittävä heikentyminen internetin myötä. Transaktiosuhteet ovat herkkiä ja murtuvia. Lohkoketjuteknologian osalta esimerkki olisi pankkisuhteiden ja muiden kolmannen osapuolen suhteiden katoaminen kokonaan ja korvautuminen teknologialla. Näin ollen mahdollistetaan transaktiot suoraan kahden osapuolen välillä. (McGahan 2004.)

3.3.3 Luova muutos

McGahanin mukaan luovassa muutoksessa suhteet asiakkaiden ja toimittajien välillä pysyvät pääasiassa vakaina, eli aktiviteetit pysyvät lähes muuttumattomina, mutta ydin arvonluonnin ominaisuuksissa tapahtuu jatkuvia muutoksia. Toimiala elää jatkuvassa muutoksessa johtuen jatkuvasta tuotekehityksestä ja muista tekijöistä. Tästä esimerkkinä lohkaketjuteknologiassa voisi olla joku kapea-alaisempi muutos, joka päivittyy tiheään teknologiamuutosten myötä palvelun tarkoituksen ja tarpeen tyydytyksen pysyessä samana. Esimerkiksi pankkipalveluissa siirtyä lohkaketjuteknologiaan transaktion nopeuden merkittävä lisääntyminen tai kulujen lasku. Vielä parempi esimerkki olisi jo lohkaketjuteknologiassa oleviin pankkipalveluihin tuleva päivitys, joka esimerkiksi parantaa käyttöliittymän toiminnallisuutta tai tietoturvallisuutta, mikä tuottaa lisäarvoa varsinaisen palvelun, tarkoituksen kuitenkin pysyessä samana. (McGahan 2004.)

3.3.4 Progressiivinen muutos

Progressiivisen muutoksen osuus muutoksista toimiala muutoksista on isoin, eli 43 %. Tunnetuimpia yrityksiä progressiivisen muutoksen toimialalta, McGahanin mukaan, on valtava vähittäiskauppaketju Wal-Mart ja lentoyhtiö Southwest. Progressiivinen muutos on vähän kuin luova muutos sillä erolla, että ydinarvot eivät ole uhattuna. Progressiivinen muutos tapahtuu myös pääsääntöisesti hitaammin saadun palautteen ja kokemuksen kautta. Se on ikäänkuin oppimisen kautta tapahtuvaa muutosta. Mahdollinen esimerkki voisi olla lohkoketjuteknologian kautta tarjottavien pankkipalveluiden, tai minkä tahansa lohkoketjusovelluksen kehitys enemmän käyttäjäystävällisiksi, erilaisineen ominaisuuksineen saadun asiakaspalautteen tai kokemuksen perusteella. (McGahan 2004.)

Alla olevassa taulukossa 1 on esitettynä eri toimialojen muutostyyppejä lohkoketjuteknologian näkökulmasta McGahanin mallin mukaisesti. Koska lohkoketjuteknologia edustaa suurta muutosta ei progressiivinen muutos mahdollisesti sovellu lohkoketjuteknologian osalta, etenkin alkuvaiheessa. Myöhemmin se voi soveltua, jos se saavuttaa vakiintuneen aseman toimialoilla. (McGahan 2004.)

Ydin aktiviteetit

Ydin arvo	Ydin aktiviteetit	
	Uhattu	Ei uhattu
	<p>Radikaali muutos</p> <p>Täysin mullistavat muutokset mahdollisia. Lohkoketjuteknologian osalta tämä olisi esimerkiksi isot toimintaympäristö muutokset taloudessa ja politiikassa. Esimerkiksi:</p> <p>1. Rahoitusalan palveluissa kaikki transaktiot tapahtuisi lohkoketjuteknologian avulla. Maksujen lisäksi myös kaikki arvopaperikauppa ja niiden settlementti, eli omistajuuden siirto ilman kolmatta osapuolta</p> <p>2. Hallinnolliset transaktiot tai omaisuuden rekisteröinnit, kuten esimerkiksi maistraatissa, lakitoimistossa ja muussa hallinnossa hoidettavat rekisteröinnit ja transaktiot voitaisiin hoitaa esimerkiksi älysopimusten avulla.</p>	<p>Luova muutos</p> <p>Toimiala elää jatkuvassa muutoksessa johtuen jatkuvasta tuotekehityksestä ja muista tekijöistä. Tästä esimerkkinä lohkoketjuteknologiassa voisi olla joku kapea alaisempi muutos, joka päivittyy tiheään teknologiamuutosten myötä palvelun tarkoituksen ja tarpeen tysdytyksen pysyessä samana.</p> <p>1. Esimerkiksi pankkipalveluissa siirtyä lohkoketjuteknologiaan transaktion nopeuden merkittävä lisääntyminen tai kulujen lasku. Vielä parempi esimerkki olisi jo lohkoketjuteknologiassa oleviin pankkipalveluihin tuleva päivitys joka esimerkiksi parantaa käyttöliittymän toiminnallisuutta tai tietoturvasuutta näin tuottaen lisäarvoa varsinaisen palvelun tarkoituksen kuitenkin pysyessä samana.</p>
	<p>Välillinen muutos</p> <p>Transaktiosuhteet ovat herkkiä ja murtuvia. Lohkoketjuteknologian osalta esimerkki olisi pankkisuhteiden ja muiden kolmannen osapuolen suhteiden katoaminen kokonaan ja korvautuminen teknologialla. Näin ollen mahdollistaen transaktiot suoraan kahden osapuolen välillä.</p>	<p>Progressiivinen muutos</p> <p>Progressiivinen muutos on vähän kuin luova muutos sillä erolla, että ydinarvot ei ole uhattuna. Progressiivinen muutos tapahtuu myös pääsääntöisesti hitaammin, saadun palautteen ja kokemuksen kautta. Se on ikäänkuin oppimisen kautta tapahtuvaa muutosta. Mahdollinen esimerkki voisi olla lohkoketjuteknologian kautta tarjottavien pankkipalveluiden tai minkä tahansa lohkoketjusovelluksen kehitys enemmän käyttäjäystävällisiksi erilaisineen ominaisuuksineen saadun palautteen perusteella.</p>
	Uhattu	Ei uhattu

Taulukko 1. Toimialan muutostyyppejä. (McGahan 2004.)

3.4 SWOT-analyysi

Alla arvioidaan lohkoketjuteknologian nykytilaa SWOT-analyysin kautta, eli arvioidaan lohkoketjuteknologian vahvuudet tällä hetkellä, tulevaisuuden kannalta sekä heikkoudet sisäisessä ympäristössä, eli itse teknologian ja sen perusteiden osalta. Sitten arvioidaan mahdollisuudet ja uhat ulkoisen ympäristön osalta, eli tämän päivän ja tulevaisuuden globaalin yhteiskunnan ja talouden kannalta.

Vahvuudet

- teknologia jolla on mahdollisuus tarjota luottamus kahden transaktion osapuolen välille ilman kolmatta osapuolta
- operatiivinen tehokkuus
- mullistava transaktioiden toteutusnopeus
- kustannussäästöt
- turvallisuus ja läpinäkyvyys.

Heikkoudet

- yleinen luottamus teknologiaan puuttuu vielä, antaisitko itse sinulle tulevan ison perinnön ja siihen liittyvät transaktiot lohkoketjuteknologian käsiin jo huomenna?
- teknologiaan liittyvät riskit, kuten tietomurrot, yksityisyys, GDPR.

Mahdollisuudet

- yleiskäyttöinen teknologia, josta voi tulla yhtä merkittävä eri toimialoille ja globaalille maailmalle mitä internet on nykyään
- jos internetissä kyse oli yhdistämisestä (connectivity), niin lohkoketjuteknologiassa kyse on luottamuksen luomisesta (enabling trust)

- infrastruktuuri sinne, missä sitä ei vielä edes ole nykyisellä teknologialla, pankkipalvelut Afrikan kehitysmaihin, niin sanottu suora hyppäys.

Uhat

- lainsäädäntö ja muu sääntely
- yksityisyys ja sen suojaus
- teknologiassa oleva aukko joka vaikuttaa sen käytettävyyteen ja estää mahdollisesti sen käytön kokonaan
- yleinen hyväksyntä ja luottamus
- kilpaileva, vielä parempi teknologia.



Kuva 2. SWOT-analyysi lohkoketjuteknologiasta.

3.5 PESTEL-analyysi

PESTEL-toimintaympäristöanalyysi muodostuu sanoista Political (poliittiset tekijät), Economic (taloudelliset tekijät), Social (sosiaaliset tekijät), Technical (tekniset tekijät), Enviromental (ympäristötekijät), sekä Legal (lainsäädäntöön liittyvät tekijät). Siinä tehdään toimintaympäristöanalyysi valitusta aiheesta näiden tekijöiden näkökulmasta. (Woodside 2014.)

Poliittisiin tekijöihin kuuluvat valtion ja hallinnon vaikutus, verotus, sääntely ja johtajuus. Taloudellisiin tekijöihin kuuluvat markkinat, valuuttakurssit ja rahapolitiikka. Sosiaalsiin tekijöihin kuuluvat kulttuuri, ilmasto, kuluttajakäyttäytyminen. Teknisiin tekijöihin sisältyy uudet teknologiat sekä trendit. Lainsäädännön tekijöihin kuuluu lainsäädäntö, säädökset ja sääntely. (Woodside 2014.)

PESTEL-toimintaympäristöanalyysiä voidaan hyödyntää strategisessa analyysissä ja teoreettisessa analyysissä parempien strategisten liiketoimintapäätösten tueksi (Woodside 2014).

Alla on PESTEL-toimintaympäristöanalyysi lohkoketjuteknologian näkökulmasta, perustuen artikkeliin Blockchain technology adoption status and strategies (Woodside 2017).

3.5.1 Poliittiset tekijät

Julkisten lohkoketjujen luottamus ilman säännöstelevää osapuolta perustuu siihen, että ne ovat kaikkien nähtävillä eikä niitä voi muokata. Lohkoketjuteknologian rahoitusalan sovellusten osalta lainsäädäntö ja sääntely on hyvin vaihtelevaa. Esimerkiksi Yhdysvaltojen rahoitustarkastus SEC ei ole ollut kovin myötämielinen lohkoketjuteknologian suhteen, kun taas muualla maailmassa se on saanut hyväksyntää viranomaisten osalta. Tätä vastoin esimerkiksi Lontoon finanssikeskuksen viranomaiset ovat toivottaneet finanssiteknologian (Fintech) startup-yritykset tervetulleeksi, sekä myös avustavat näitä aktiivisesti. Myös muualta maailmalta löytyy vastaavia esimerkkejä, kuten Dubaista. (Woodside 2017.)

3.5.2 Taloudelliset tekijät

Lohkoketjuteknologialla on potentiaalia mullistaa monia toimialoja ja automatisoida tiettyjä työtehtäviä, jotka perinteisesti ovat vaatineet paljon työvoimaa. On olemassa ennusteita, että esimerkiksi rahoitusallalla kivijalkapankkien osalta työvoiman vähennys lohkoketjuteknologian myötä olisi jopa 30 %, toteaa Woodside. Tämä on todella merkittävä luku ja asiaa tulee tarkastella kriittisesti. Toisaalta lohkoketjuteknologia tulee myös luomaan työpaikkoja. (Woodside 2017.)

3.5.3 Sosiaaliset tekijät

Läpinäkyvyys on merkittävä etu julkisissa hajautetuissa tietokannoissa, kuten lohkoketjuteknologiassa. Tämä mahdollistaa käyttäjille kaikkien transaktioiden tarkastelun ja kokonaisuuden hahmottamisen. Toisaalta haittana tässä on myös

yksityisyyden puute datan pysyvyyden takia. Tosin tähän ongelmaan on jo kehitetty ratkaisuja datan kryptauksen muodossa. (Woodside 2017.)

3.5.4 Tekniset tekijät

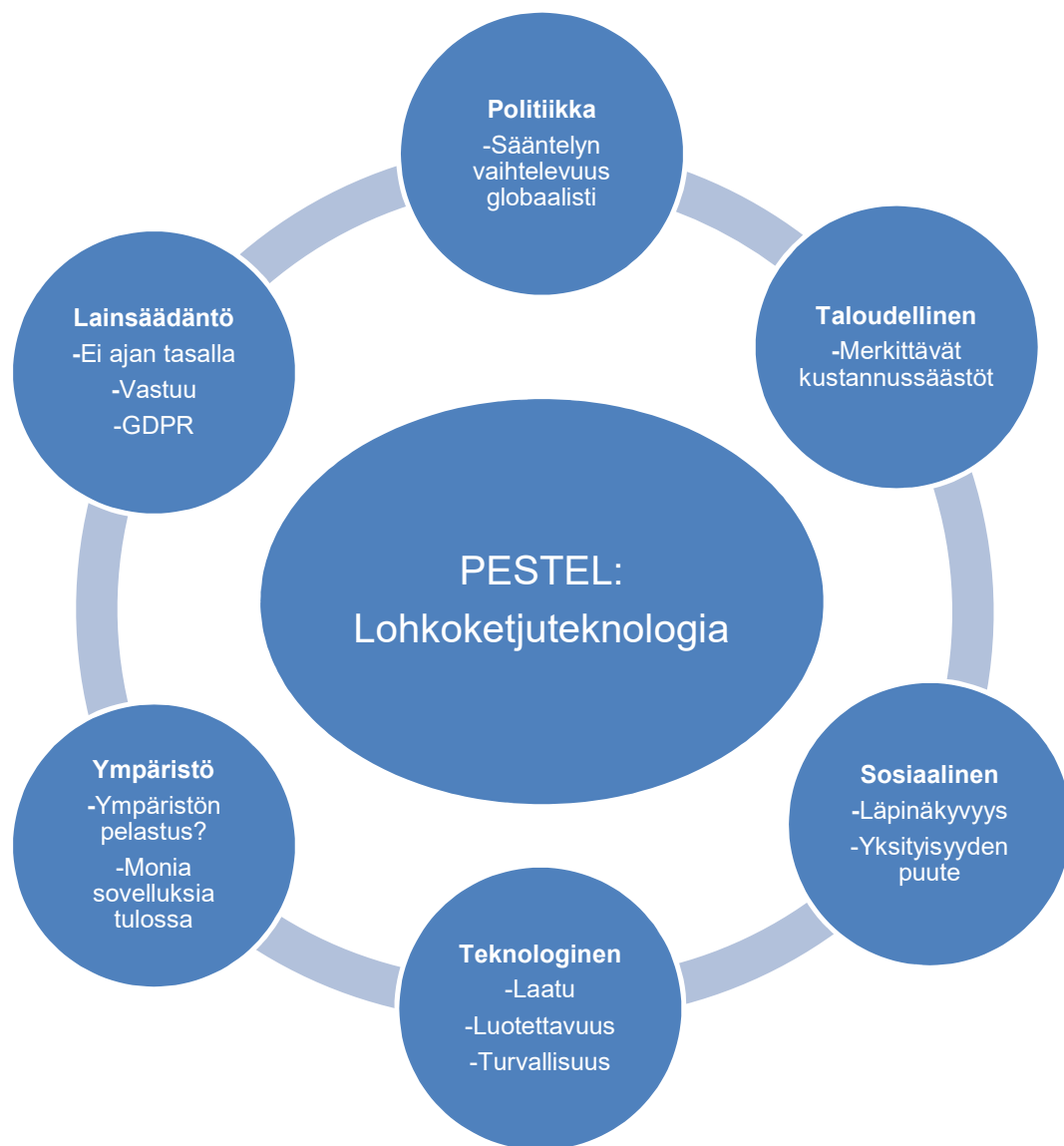
Teknisinä etuina lohkoketjuteknologiassa on laatu. Hajautetun tietokannan datan luotettavuus, kestävyys ja turvallisuus. Ei ole yhtä keskitettyä palvelinta tai prosessia, joka voisi hajota, tai joka olisi altis hyökkäyksille, vaan lohkoketju on hajautettu sellaisenaan kaikille käyttäjille. Huonoina puolina taas on algoritmien prosessointiaika, yksityisyys sekä integraatio nykyisiin prosesseihin ja verkkoihin. (Woodside 2017.)

3.5.5 Ympäristötekijät

Voiko lohkoketjuteknologia pelastaa ympäristön? World Economic Forum julkaisi syyskuussa 2018 raportin, jossa tunnistettiin 65 olemassa olevaa tai kehitteillä olevaa lohkoketjuteknologian sovellusta, joista voisi olla apua globaalin ympäristöongelman ratkaisemisessa. Raportissa todetaan, että sovellukset liittyvät seuraavan sukupolven kestävä kehityksen seurantaan, raportointiin ja vahvistamiseen. Näiden lisäksi automatisoituun luonnonkatastrofien ehkäisemiseen sekä humanitaarisen avun seurantaan. (Kite-Powell 2018.)

3.5.6 Lainsäädäntöön liittyvät tekijät

Lainsäädäntö on varmasti yksi haastavimpia tekijöitä lohkoketjuteknologian yleistymisessä ja sen tarjoaman potentiaalin täydessä hyödyntämisessä. Mikä on sallittua ja mikä ei lainsäädännön puitteissa? Kuka vastaa, kun kyseessä on hajautettu tietokanta, jota ylläpitää kaikki käyttäjät? Tämän lisäksi vielä GDPR-liittyvät ongelmat lohkoketjuteknologiassa, jossa yksityisyys on rajoitettu. Tämän hetken lainsäädäntöä ei ole suunniteltu lohkoketjuteknologian tarjoamiin mahdollisuuksiin, jonka takia tulee varmasti menemään aikaa, kunnes lainsäädäntö on saatu päivitettyä lohkoketjuteknologian tarjoamien mahdollisuuksien mukaiseksi. (Salmon 2019.)



Kuva 3. PESTEL-analyysi lohkoketjuteknologiasta.

4 Lohkoketjuteknologian sovellukset

4.1 Smart contract

Smart contract eli älysopimus tarkoittaa määriteltyjä koodinpätkiä lohkoketjussa, joka toteutuu automaattisesti, kun ennakkoon määriteltyt sopimusehdot tai reunaehdot on täytetty. Eli se on eräänlainen itsensä toteuttava tietokoneohjelma. Älykkäät sopimukset käsitteenä muodostuivat jo 1990-luvulla jo hyvin paljon aikaisemmin, kuin ensimmäiset lohkoketjusovellukset syntyivät. Vuonna 1994, amerikkalainen kryptografi, Nick Szabo julkaisi artikkelin, jossa hän luonnosteli älykkäiden sopimusten rakenteen. Siihen aikaan tietokoneiden tekniikan taso oli huomattavasti älysopimusten vaatimaa tasoa jäljessä. Koska tietotekniikka ei soveltunut vielä uusien älysopimusten käyttöön, taukosi niiden kehitys. Älykkäät sopimukset ovat tulleet uudelleen vasta nyt lohkoketjuteknologian myötä. Lauslahden mukaan älykkäitä sopimuksia on mahdollista rakentaa muutamien käyttökohteiden sijasta lukuisia. Tämän lisäksi niitä voidaan käyttää hyvin erilaisista lähtökohdista, hyvin erilaisiin tarkoituksiin. Tämän päivän tekniikka ja lohkoketjuteknologia ovat luoneet juuri sopivan ekosysteemin niiden hyödyntämiseksi. Huomioitavaa on, että nimestään huolimatta älysopimukset eivät kuitenkaan vaadi tekoälyä toimiakseen. (Lauslahti 2018.)

4.1.1 Case-esimerkki: The DAO

Älykkäitä sopimuksia on mahdollista hyödyntää monin eri tavoin. Yksi pidemmälle viety sovellus älysopimuksista on "hajautettu autonominen organisaatio" (Decentralized Autonomous Organization, DAO). The DAO luotiin vuonna 2016 Ethereumin lohkoketjualustalle. Palvelun ajatuksena oli toimia eräänlaisena joukkorahoituspalveluna, jolla ei olisi ollenkaan keskitettyä palveluntarjoajaa, vaan se toimisi lohkoketjuteknologian kautta ja kaikki sen toimintaa ohjaavat säännöt ovat sisällytetty palvelun älysopimuslohkoketjuun koodina. Kun yhdistetään älykkäitä sopimuksia toiminnalliseksi verkostoksi, pystytään luomaan kokonaisia autonomisesti toimivia organisaatioita, jotka pystyvät lähes samantasoiseen toimintaan kuin perinteiset organisaatiot. Tämä on erittäin merkittävä edistysaskel. Älysopimusten avulla autonomisesti toimivissa organisaatioissa ihmiset siirtyvät organisaation keskiöstä sen laiduille, kun teknologia alkaa hallinnoimaan ja organisoimaan ihmisten toimintaa. Tämän tyyppisellä älykkäisiin sopimuksiin perustuvalla avoimella organisaatiolla

pystyttäisiin mahdollisesti ratkaisemaan esimerkiksi operatiivisen toiminnan läpinäkyvyyteen tai ihmisten huonoon johtamiseen liittyviä ongelmia. Toisaalta, mikäli kaikki ei menisikään niin kuin pitäisi, ja koodissa olisi virheitä tai aukkoja, olisivat seuraukset erittäin haitallisia, toteaa Lauslahti. (Lauslahti 2018.)

The DAO oli ensimmäisiä laajamittaisesti toteutettuja hajautetun autonomisen organisaation idealla toimivia organisaatioita. Vaikka se perustuikin avoimelle lähdekoodille, niin sen taustalla vaikutti paljon saksalainen lohkoketjuteknologian yritys Slock.it. The DAO keräsi huhtikuun 2016 lopussa yli 150 miljoonaa dollaria Ethereumin Ether-kryptovaluutan muodossa. Tämä oli yksi ensimmäisiä lohkoketjuteknologian kautta ja virtuaalivaluutassa järjestettyjä joukkorahoituksia. The DAO:n toiminnan tarkoituksena oli tukea lohkoketjuteknologian ja jakamistalouden kehityshankkeita sijoittamalla sen joukkorahoituksella keräämää pääomaa. Kesäkuussa 2016 The DAO kuitenkin joutui ongelmiin, kun ulkopuoliset hakkerit iskivät sen toimintaan ja alkoivat siirtämään sen varallisuutta organisaation ulkopuolelle hyödyntäen älysopimuksessa ollutta ohjelmointivirhettä. Ethereum-yhteisö kuitenkin onnistui pysäyttämään tämän hyökkäyksen. Tämän seurauksena sekä sen takia tehtyjen toimenpiteiden vuoksi Ethereum-lohkoketjujärjestelmä kuitenkin jakautui kahtia. (Lauslahti 2018.)

4.1.2 Älysopimusten suhde nykyisiin sopimuksiin ja oikeusjärjestelmään

Kasvaneen kiinnostuksen myötä lohkoketjuteknologian sovelluksia kohtaan on paine lisääntynyt miettiä nykyistä lainsäädäntöä ja sen suhdetta tähän uuteen teknologiaan ja sen mukana tuomiin toimintaympäristön muutoksiin. Kuten aiemmin olemme jo todenneet, nykyinen lainsäädäntö ei ole varsinaisesti päivitetty tämän uuden teknologian tasolle. Lainsäädännön päivittäminen edesauttaisi uuden teknologian laajamittaista hyödyntämistä ja samalla ehkäisisi erilaisia yhteensopivuus ongelmia, kirjoittaa Lauslahti. (Lauslahti 2018.)

Oikeustieteellisenä instrumenttina sopimus on keskeinen. Niillä pystytään ennakoimaan tulevia tapahtumakulkuja ja ikään kuin pitämään yhteiskunta kasassa. Sopimusten avulla järjestetään organisoitu yhteistoiminta, sekä niillä toteutetaan suurelta osin taloudellista toimintaa. Älykkään sopimuksen käsitteelle ei ole vielä muodostunut vakiintunutta sisältöä ja sen sopimusoikeudellinen asema ei ole täysin selvä. (Lauslahti 2018.)

4.2 IoT ja toimitusketjun lohkokejuteknologian sovellukset

Esineiden Internet (Internet of Things, IOT) tulee todennäköisesti olemaan tärkeässä roolissa lohkokejuteknologian hyödyntämisessä toimitusketjujen lohkokejuteknologisovelluksena. Esineiden Internetillä tarkoitetaan internetin laajentumista koneisiin sekä laitteisiin, joka on hyvin laaja kokonaisuus. Tässä keskitytään vain sen sovelluksiin lohkokejuteknologian ja älysopimusten kautta toimitusketjuissa. Sen hyödyntäminen toimitusketjuissa mahdollistaa laajemman tiedonkeräämisen ja yksityiskohtaisemmat tiedot materiaalitöimituksen vaiheista ja niiden käsittelystä. Lohkokejuteknologia sovelluksena lisää siihen paremman läpinäkyvyyden prosessin eri vaiheisiin ja luottamuksen toimijoiden välille.

Nykyään toimitusketjut ovat isoja ekosysteemejä, joissa monet eri tuotteet liikkuvat valtavassa toimitusketjussa, jossa on myös mukana eri sopimusvalmistajia ja monia eri osapuolia. Toimitusketjuista ja operatiivisesta toiminnasta on tullut samalla paljon dynaamisempaa kuin ennen. Tuotteiden elinkaaret ovat samalla lyhentyneet. Yksinkertaisimmillaan lohkokejuteknologia mahdollistaa sen, että sitä virheen mahdollisuutta ei lohkokejuteknologialla toimivassa toimitusketjussa enää ole, että sama yksittäinen tuotteen toimitus olisi kahdessa paikassa toimitusketjua samaan aikaan, kuten nykyisissä järjestelmissä on virheen takia mahdollista, totaa Brody. Hankinnan osalta lohkokejuteknologia mahdollistaa ajantasaisen ratkaisun eri toimitusketjujen osapuolien välillä, jopa sopimusvalmistajien osalta ilman, että raportteja varastosaldoista tarvitsee kysellä ympäri toimitusketjua. Lohkokejuteknologia toimitusketjuissa luo merkittävästi paremman integraation eri toimitusketjun osapuolien välille. Tämän kautta saavutetaan huomattavasti parempi läpinäkyvyys koko toimitusketjuun ja kustannussäästöjä. (Brody 2017.)

Älysopimusten myötä tähän kokonaisuuteen saadaan mukaan vielä maksukin. Näin ollen koko ekosysteemi tilauksesta maksuun (Order to Cash) on teoriassa mahdollista saada saman lohkokejun alle. Älysopimukseen koodataan tiedot lastin toimitusehdoista ja hinnasta. Kun lasti lähtee terminaalista tai satamasta, saa älysopimus siitä tiedon ja maksaa siitä ensimmäisen erän, mikäli toimitusehtoihin näin on kirjattu. Kun kuljetusyritys kuittaa lastin toimitetuksi asiakkaalle, ”maksaa” älysopimus sopimusehtojen mukaisesti loppuerän, tai toimituksen koko erän automaattisesti.

4.3 Rahoitusalan lohkoketjuteknologiasovellukset

Ethereumin lohkoketjuteknologia ja sen älysopimuksiin perustava tekniikka mahdollistaa täydellisen muutoksen rahoitusalan prosesseihin. Lohkoketjuteknologian avulla lähes kaikki transaktiot, kuten erilaiset maksut ja arvopaperikauppa, voitaisiin hoitaa ilman pankkeja tai pankkien rakentamalla lohkoketjuteknologialla, kun kolmatta, luottamusta tuovaa, osapuolta ei tarvita. Lohkoketjuteknologian avulla transaktioiden nopeus olisi huomattavasti suurempi ja kustannukset merkittävästi vähäisempiä. Tänä päivänä, vaikka osakekauppa tapahtuukin internetissä sekunneissa, on varsinainen arvopaperin omistajuuden siirto, eli "settlaus", edelleen päiviä vievä prosessi ja sen hoitaa säilytysyhteisöissä edelleen ihminen. Maailman suurimmat pankit ovatkin mukana kehittämässä yhteistä rahoitusmaailman lohkoketjuratkaisua. Aiemmin tätä kutsuttiin nimellä R3-yhteisö, mutta nykyään se on R3 Corda -lohkoketjuratkaisu. Suomesta mukana on myös suurimmat pankit osana tätä yhteisöä. Lohkoketjuteknologia mahdollistaakin periaatteessa rahoitusalan infrastruktuurin viemisen sellaisiin kehitysmaihin, joissa tällä hetkellä ei ole olemassa varsinaista rahoitusalan infrastruktuuria. Näin ollen nämä kehitysmaat ikään kuin hyppäisivät suoraan tähän uuteen lohkoketjuteknologiaan, johon vaaditaan vain kännykkä ja internetyhteys. (r3.com.)

Esimerkkejä mahdollisista sovelluksista rahoitusallalla:

1. kaupankäynti
2. välittömät omistajuuden siirrot esimerkiksi arvopapereissa (settlement)
3. kaikki maksuliikenne
4. arvopaperien liikkeeseenlaskut
5. varainhoito
6. rahastot ja niiden hallinnointi
7. luotto- ja lainauspalvelut.

Tässä on vain muutamia merkittävimpiä esimerkkejä rahoitusalan sovelluksista.

R3 on yksi isoimpia lohkoketjuteknologian yrityksiä. Se on laaja ekosysteemi, jossa on mukana yli 300 osapuolta eri toimialoilta. Siinä on mukana myös julkisen hallinnon toimijoita yritysten lisäksi. Kuten on jo aiemmin on mainittu, Suomesta siinä on ainakin mukana isoimpia pankkeja, kuten Nordea, OP ja Danske Bank. Sen päämääränä on kehittää eri lohkoketjuteknologian sovelluksia avoimelle lohkoketjualustalle nimeltään (open source blockchain platform) Corda. Cordan strategiana on ratkaista ongelmia ja luoda lohkoketjualusta sovelluksille niillä toimialoilla, joissa sääntely on tiukkaa, kuten esimerkiksi juuri rahoitusala. Corda-yhteisö luotiin vuonna 2016, ja samalla lanseerattiin sen oma avoin lohkoketjualusta. 2018 tämän pohjalle perustettiin yritys nimeltä Corda Enterprise. (r3.com.)

4.4 Julkisen hallinnon ja muiden toimialojen lohkoketjusovelluksia

Lohkoketjuteknologian sovelluksia on edellä mainittujen lisäksi luotu jo monia muita ja lisää tulee jatkuvasti. Valtiot ovat myös mukana kehittämässä erilaisia lohkoketjuteknologiaan liittyviä sovelluksia, esimerkiksi liittyen viranomaisten toiminnan kehittämiseen. Maarekistereitä ollaan muun muassa siirtämässä jo lohkoketjuun ja Dubai on siirtämässä monia valtion hallinnollisia toimintoja lohkoketjuun. Viro myös tutkii erilaisia mahdollisuuksia julkisen hallinnon palveluiden siirtämiseksi lohkoketjuteknologiaan.

Esimerkkejä sovelluksista julkisessa hallinnossa ja muilla toimialoilla:

1. valtion hallinto, rekisterit ja nykyiset maistraatin palvelut
2. tullin prosessit
3. terveyden huollon prosessit, rekisterit ja laitteet
4. koulutus ja opintorekisterit
5. kaivosteollisuus
6. markkinointi
7. lentoyhtiöt
8. elintarviketeollisuus
9. puolustus ja puolustusteollisuus
10. lääketeollisuus.

Yksi merkittävä lohkoketjuteknologian sovellus on äänestysten siirtäminen lohkoketjuun, jonka ansiosta pystyttäisiin mahdollisesti poistamaan kokonaan vaalitulosten manipulointi. Terveystietokannoissa ja ihmisten terveystietokannoissa on myös merkittävästi potentiaalia erilaisille sovelluksille. Kuten tässä työssä on jo aiemmin mainittu, niin jopa globaalien ympäristöongelmien ratkaisemiseksi on luotu monenlaisia lohkoketjuteknologian sovelluksia.

5 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli perehtyä lohkoketjuteknologiaan yleisesti, käydä läpi teknologiaa sen taustalla ja perehtyä sen tuomiin mahdollisuuksiin erilaisten sovellusten muodossa. Tämän lisäksi arvioitiin lohkoketjuteknologian haasteita nyt ja tulevaisuudessa nykytila-analyysin kautta, jossa analysoitiin kaikkia lohkoketjuteknologian osalta olennaisia toimintaympäristötekijöitä sekä lohkoketjuteknologian vahvuuksia ja heikkouksia. Sekä sitä miten se tulee vaikuttamaan eri toimialoilla. Työssä käytiin myös lyhyesti läpi lohkoketjuteknologian suhdetta nykyiseen lainsäädäntöön, erityisesti älysopimusten osalta.

Älysopimuksilla lohkoketjuteknologian sovellusten perustana on merkittävä rooli. Älysopimukset oikeestaan lohkoketjuteknologian osana on se mahdollistava tekijä erilaisille mullistaville sovelluksille, joita jo nyt on todella laaja määrä kehitteillä lähes kaikilla toimialoilla. Merkittävämäpiä muutoksia näiden perusteella on odotettavissa aikanaan esimerkiksi rahoitusallalle, toimitusketjuihin sekä julkiseen hallintoon. Näitä sovelluksia käytiin vähän syvemmin läpi rahoitusalan ja toimitusketjujen osalta.

Työ toteutettiin pääosin kirjallisuuskatsauksena. Aineistoa kerättiin erilaisista tieteellisistä julkaisuista ja nettiaartikkeleista. Pyrkimyksenä valita työhön mahdollisimman laadukkaita julkaisuja. Suurin osa materiaalista oli saatavilla internetistä. Lohkoketjuteknologia on edelleen tuore aihe, jonka huomasi esimerkiksi siitä, että ihan vastaavanlaisia nykytila-analyyssejä, joita tässä työssä on tehty, ei internetistä löytynyt. Muuta lähdeaineistoa löytyi kyllä jo laajasti.

Perehtyminen lohkoketjuteknologiaan oli aiheena mielenkiintoinen ja ajankohtainen. Tämän työn myötä voi oppia perusteet sen teknologiasta, mahdollisuuksista sekä haasteista, joita lohkoketjuteknologia kohtaa tänä päivänä. Kehitteillä olevien sovellusten suuri määrä niin monella eri toimialalla voi olla monelle yllättävää sekä se, kuinka suuri vaikutusmahdollisuus lohkoketjuteknologialla on niin moneen toimialaan. Esiin voidaan myös nostaa työssä esille tulleen World Economic Forumin raportin, jossa tunnistettiin 65 olemassa olevaa tai kehitteillä olevaa lohkoketjuteknologian sovellusta, joista voisi olla apua globaalin ympäristöongelman ratkaisemisessa. Näin ollen teknologiasta on myös hyötyä ympäristöongelmien ratkaisemisessa. Erityisen huomioitavaa on kuitenkin sen mahdollisuus muokata toimitusketjuja ja rahoitusallaa merkittävästi tulevaisuudessa.

Työtä voitaisiin jatkaa perehtymällä vielä lisää erilaisiin sovelluksiin ja miettimällä niissä olevia liiketoimintamahdollisuuksia.

Merkittävä osa työstä on nykytila-analyysi lohkoketjuteknologiasta, haasteista nyt ja tulevaisuudessa, sen matkalla kohti yleiskäyttöistä teknologiaa. Nykytila-analyysissä on käytetty muun muassa työkaluina ja menetelminä SWOT-analyysiä ja PESTEL-analyysiä, joilla pyrittiin analysoimaan lohkoketjuteknologian asemaa. Näiden perusteella tuloksina huomattiin, että erilaiset lainsäädäntöön ja sääntelyyn liittyvät tekijät ovat toistaiseksi hidastamassa lohkoketjuteknologian yleistymistä. Lainsäädännön ja sääntelyn lisäksi lohkoketjuteknologian yleistymistä hidastaa yleinen luottamuksen puute siihen, joka osittain johtuu erilaisista tietomurroista ja hakkeroinneista, joita on tapahtunut.

Näistä huolimatta vaikuttaa siltä, että lohkoketjuteknologia ja sen erilaiset sovellukset ovat tulleet jäädäkseen, sekä tulevat todennäköisesti muuttamaan maailmaa tulevien vuosien aikana. Siitä odotetaan tulevan yhtä merkittävä yleiskäyttöinen teknologia kuin internetistäkin. Pitää muistaa, että myös internetin osalta meni vuosikymmeniä ennen kuin se koki todellisen läpimurtonsa. Vasta TCP/IP teknologian myötä todellinen läpimurto oli mahdollista internetin osalta. Aluksi myös siihen suhtauduttiin epäilevästi, mutta aikanaan se sai vakiinnutettua asemansa ja lopputulos on nähtävissä nyt.

Lähteet

Batra G., Olson R., Pathak S., Santhanam N., Soundararajan H. 2019. Blockchain 2.0: What's in the store for two ends – semiconductors (suppliers and industrials (consumers)? Verkkodokumentti. McKinsey&Company. <<https://www.mckinsey.com/industries/advanced-electronics/our-insights/blockchain-2-0-whats-in-store-for-the-two-ends-semiconductors-suppliers-and-industrials-consumers>>. Luettu 30.05.2020.

Brody, P., 2017. How Blockchain is revolutionizing supply chain management. Verkkodokumentti. E&Y. <[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-blockchain-and-the-supply-chain-three/\\$FILE/ey-blockchain-and-the-supply-chain-three.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-blockchain-and-the-supply-chain-three/$FILE/ey-blockchain-and-the-supply-chain-three.pdf)>. Luettu 01.06.2020

Ethereum yleissivusto. <<https://ethereum.org/> . Luettu 16.05.2020.

Hyytinen, A., 2019. Yleiskäyttöiset teknologiat ja koneoppiminen talouskasvun lähteenä. Verkkodokumentti. Teos: Suomen kasvu – Mikä määrää tahdin muuttuvassa maailmassa?, Honkapohja, S., Vihriälä V., ETLA . <<https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-B278.pdf>>. Luettu 16.05.2020.

Honkanen, P., 2017. Lohkoketjuteknologia – Luottamuksen koodi hajautuneessa yhteiskunnassa. Verkkodokumentti. Teos: Impulsseja. Kalevi Sorsa säätiö. <<https://sorsaoundation.fi/wp-content/uploads/2017/10/Honkanen-Lohkoketjuteknologia-luottamuksen-koodi-hajautuneessa-yhteiskunnassa-WEB.pdf>>. Luettu 16.05.2020.

Iansiti M, Lakhani K. 2017. The truth about Blockchain. Harvard Business Review 1/2017. Luettu 14.03.2020.

Kite-Powell J., 2018. Can Blockchain Technology Save The Environment? Verkkodokumentti. Forbes 12/2018. <<https://www.forbes.com/sites/jenniferhicks/2018/12/01/can-blockchain-technology-save-the-environment/#f35526f233bf>>. Luettu 30.05.2020.

Lauslahti K., Mattila J., Seppälä T., 2016. Älykäs sopimus – Miten Blockchain muuttaa sopimuskäytäntöjä? Verkkodokumentti. Etila. <<http://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Raportit-Reports-57.pdf>>. Luettu 30.05.2020.

McGahan, A., 2004. How Industries Change. Harvard Business Review 10/2004. Luettu 15.03.2020.

Nakamoto, Satoshi. 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Verkkodokumentti. <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Luettu 15.03.2020.

R3 yleissivusto. <r3.com>. Luettu 15.03.2020.

Salmon, J., Myers G., 2019. Blockchain and Associated Legal Issues for Emerging Markets. Verkkodokumentti. International Finance Group (IFC), World Bank Group. <<https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/da7da0dd-2068-4728-b846-7cfcfd1fd24a/EMCompass-Note-63-Blockchain-and-Legal-Issues-in-Emerging-Markets.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mxocw9F>>. Luettu 16.05.2020.

Woodside, J., Augustine Jr, F., Giberson, W. 2017. Blockchain Technology Adoption Status and Strategies. Verkkodokumentti. CSUSB ScholarWorks. <<https://scholarworks.lib.csusb.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1300&context=jitim>>. Luettu 17.05.2020.

Zhang, R., Xue, R., Liu, L. 2019. Security and Privacy on Blockchain. Verkkodokumentti ACM Computing Surveys. <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3316481>>. Luettu 15.03.2020.

